

# Les composés volatils dans les déchets

*Origine, flux, classements*



C4H5O2_5	2/ 9/99	THERMC	4H	50	2	0G	300.000	5000.000	1392.000	1
1.64121890E+01	1.20184883E-02	-4.40468566E-06	7.30124728E-10	-4.42784365E-14						2

**LES COMPOSES VOLATILS DANS LES DECHETS :  
ORIGINE, FLUX, CLASSEMENTS**

**RAPPORT FINAL**

juin 2012

**B. DANTAS DE MORAIS, M. MADRENNES - NEODYME**



Créée en 1989 à l'initiative du Ministère en charge de l'Environnement, l'association RECORD – REseau COopératif de Recherche sur les Déchets et l'Environnement – est le fruit d'une triple coopération entre industriels, pouvoirs publics et chercheurs. L'objectif principal de RECORD est le financement et la réalisation d'études et de recherches dans le domaine des déchets et des pollutions industrielles.

Les membres de ce réseau (groupes industriels et organismes publics) définissent collégalement des programmes d'études et de recherche adaptés à leurs besoins. Ces programmes sont ensuite confiés à des laboratoires publics ou privés.

**Avertissement :**

Les rapports ont été établis au vu des données scientifiques et techniques et d'un cadre réglementaire et normatif en vigueur à la date de l'édition des documents.

Ces documents comprennent des propositions ou des recommandations qui n'engagent que leurs auteurs. Sauf mention contraire, ils n'ont pas vocation à représenter l'avis des membres de RECORD.

- ✓ Pour toute reprise d'informations contenues dans ce document, l'utilisateur aura l'obligation de citer le rapport sous la référence :  
**RECORD**, Les composés volatils dans les déchets : origine, flux, classements, 2012, 523 p, n°10-0670/1A
  
- ✓ Ces travaux ont reçu le soutien de l'ADEME (Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie)  
[www.ademe.fr](http://www.ademe.fr)

© RECORD, 2012

## **RESUME**

L'objectif de l'étude confiée à NEODYME par RECORD est de caractériser les filières d'utilisation de certaines substances dangereuses volatiles afin d'identifier les types de déchets susceptibles de contenir ces substances et ainsi mieux appréhender les risques d'exposition par inhalation des travailleurs des filières de traitement de déchets. Des données sur les flux de ces substances dans les déchets et leurs dérivés (boues d'épuration, composts) ont également été recherchées.

Cette étude porte exclusivement sur les composés volatils répondant à l'un et/ou l'autre des deux critères suivants :

- Substance classée CMR de catégorie 1A ou 1B par le règlement CLP,
- Substance présentant une VLEP réglementaire contraignante (article R4412-149 du code du travail).

Pour les 24 substances d'intérêt retenues, les données suivantes sont présentées sous la forme d'une fiche filière :

- Classement CMR, présentation des VLEP existantes,
- Toxicité aiguë et chronique,
- Réglementation applicable, normes relatives à l'analyse dans l'air, référence des équipements de protection individuelle (EPI) pour l'exposition par inhalation,
- Identification des filières d'utilisation, état des lieux de la substitution de la substance en France,
- Catégories de déchets susceptibles de contenir la substance,
- Gisements et flux dans les déchets et leurs dérivés (boues d'épuration, composts),
- Procédés de formation de la substance lors du traitement des déchets,
- Données sur l'exposition par inhalation des travailleurs des filières de traitement des déchets.

## **MOTS CLES**

Substance dangereuse ; CMR ; VLEP ; Composé volatil ; Déchet ; Exposition par inhalation ; Filière d'utilisation.

## **SUMMARY**

The main aim of the present study that RECORD contracted to NEODYME is to characterize the different uses of volatile chemical compounds in order to identify types of waste that can contain them and to assess risks of exposure by inhalation for workers of the waste sector. Data on chemicals flows in waste and derivatives (wastewater sludge, compost, etc.) were also searched.

This study only involves volatile compounds that are either:

- Carcinogen, Mutagen or Reprotoxic, category 1A or 1B according to CLP Regulation;
- Or chemicals with a Professional Exposure Limit regulated by French Work Regulations (*Code du Travail*).

For 24 selected volatile compounds, data exposed in a data sheets are:

- CMR classification, regulated professional exposure limit values,
- Acute and chronic toxicity,
- Regulations on the chemical uses, air analysis methods, personal protective equipment to use in prevention of exposure by inhalation,
- Identification of different uses, substitution situation in France,
- Types of waste that are likely to contain the chemical,
- Flows of the chemical in waste and their derivatives (wastewater sludge, compost),
- Waste treatment process in which the substance can appear,
- Data on workers exposure by inhalation, in waste treatment.

## **KEY WORDS**

Hazardous chemical; CMR; Occupational exposure limit value; Volatile compound; Waste; Exposure by inhalation; Uses.

## SOMMAIRE

<b>I) PREAMBULE .....</b>	<b>11</b>
1. CONTEXTE ET OBJECTIFS DE L'ETUDE .....	12
2. DEFINITIONS.....	13
2.1. Composés volatils.....	13
2.2. Substances CMR.....	13
2.3. Valeurs limites d'exposition professionnelle .....	14
<b>II) PROTOCOLE D'ETUDE .....</b>	<b>16</b>
1. METHODOLOGIE GENERALE.....	17
2. SELECTION DES SUBSTANCES ETUDIEES .....	18
2.1. Etablissement de la liste « élargie » .....	18
2.2. Etablissement de la liste « restreinte » .....	22
3. REVUE BIBLIOGRAPHIQUE .....	24
3.1. Sources consultées .....	24
3.2. Principales études bibliographiques utilisées .....	24
4. CONTACT DES ORGANISMES/EXPERTS .....	26
4.1. Objectifs.....	26
4.2. Organismes et experts contactés .....	26
5. PRESENTATION DES FICHES FILIERES.....	27
5.1. Fiche identité de la substance .....	27
5.2. Toxicité de la substance .....	27
5.3. Réglementation.....	27
5.4. Production et consommation de la substance.....	28
5.5. Utilisations de la substance .....	28
5.6. La substance dans les déchets .....	28
5.6.1. Déchets contenant la substance .....	28
5.6.2. Flux de la substance dans les déchets .....	29
5.6.3. Formation de la substance lors du traitement des déchets.....	29
5.6.4. Exposition des travailleurs à la substance .....	29
<b>III) RESULTATS .....</b>	<b>30</b>
1. DONNEES GENERALES SUR LA TOXICITE PAR INHALATION.....	31
1.1. Les solvants.....	31
1.1.1. Les hydrocarbures halogénés.....	31
1.1.2. Les hydrocarbures aromatiques.....	31
1.1.3. Les cétones.....	32
1.1.4. Les solvants pétroliers .....	32
1.2. Les métaux .....	32
2. CONTACTS DES ORGANISMES ET DES EXPERTS .....	32
2.1. Données obtenues auprès des membres du comité de suivi .....	32
2.1.1. Données sur les flux de substances dans les déchets.....	32
2.1.2. Données sur l'exposition des travailleurs.....	32
2.2. Données obtenues auprès de l'ANSES et de la DGT .....	38
2.3. Données obtenues auprès de l'INERIS.....	38
2.4. Données obtenues auprès de l'INRS .....	41
3. DONNEES RECHERCHEES POUR LES SUBSTANCES DE LA LISTE ELARGIE .....	42
4. FICHES FILIERES.....	64
FICHE FILIERE DE L'ACETONE .....	65
FICHE FILIERE DE L'ACETONITRILE .....	80
FICHE FILIERE DE L'AMMONIAC .....	92
FICHE FILIERE DU BENZENE.....	109
FICHE FILIERE DE LA BUTANONE .....	127

<i>FICHE FILIERE DU CHROME VI ET DE SES COMPOSES</i> .....	140
<i>FICHE FILIERE DU N,N-DIMETHYLFORMAMIDE (DMF)</i> .....	166
<i>FICHE FILIERE DU METHANOL</i> .....	179
<i>FICHE FILIERE DU TETRAHYDROFURANE</i> .....	194
<i>FICHE FILIERE DU CADMIUM</i> .....	206
<i>FICHE FILIERE DU NICKEL</i> .....	239
<i>FICHE FILIERE DU N-HEXANE</i> .....	266
<i>FICHE FILIERE DU 1,2,3-TRIMETHYLBENZENE</i> .....	282
<i>FICHE FILIERE DU 1,2,4-TRIMETHYLBENZENE</i> .....	294
<i>FICHE FILIERE DU 1,3,5-TRIMETHYLBENZENE</i> .....	308
<i>FICHE FILIERE DU CHLOROBENZENE</i> .....	321
<i>FICHE FILIERE DU 1,2-DICHLOROBENZENE</i> .....	335
<i>FICHE FILIERE DU 1,2,4-TRICHLOROBENZENE</i> .....	348
<i>FICHE FILIERE DU TOLUENE</i> .....	362
<i>FICHE FILIERE DU TRICHLOROETHYLENE</i> .....	384
<i>FICHE FILIERE DU XYLENE (MELANGE D'ISOMERES)</i> .....	405
<i>FICHE FILIERE DE L'ETHYLBENZENE</i> .....	423
<i>FICHE FILIERE DU N,N-DIMETHYLACETAMIDE</i> .....	438
<i>FICHE FILIERE DU 1,2-DICHLOROETHANE</i> .....	451
<b>IV) CONCLUSION</b> .....	<b>469</b>
<b>ANNEXES</b> .....	<b>471</b>
ANNEXE 1 : SOURCES CONSULTEES POUR LA SELECTION DES SUBSTANCES ETUDIEES .....	473
ANNEXE 2 : COMPOSITION DU COMITE DE SUIVI .....	476
ANNEXE 3 : SOURCES BIBLIOGRAPHIQUES CONSULTEES.....	478
ANNEXE 4 : TABLEAU DE SYNTHESE DES CONTACTS AUPRES DES ORGANISMES ET EXPERTS .....	486
ANNEXE 5 : DOCUMENTS OBTENUS AUPRES DES ORGANISMES ET EXPERTS CONTACTES .....	489

### LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Sélection des substances – Liste élargie .....	19
Tableau 2 : Sélection des substances – Liste restreinte .....	22
Tableau 3 : Modèle de tableau à compléter par les membres du comité de suivi .....	34
Tableau 4 : Récapitulatif des réponses obtenues – ENTREPRISE 1 (incinération d'ordures ménagères).....	35
Tableau 5 : Récapitulatif des réponses obtenues – ENTREPRISE 2 (traitement des déchets spéciaux) .....	36
Tableau 6 : Liste des échantillons analysés – Etude INERIS / MEDDTL .....	39
Tableau 7 : Teneurs en composés volatils mesurées dans les échantillons analysés .....	39
Tableau 8 : Synthèse des résultats du rapport d'extraction de la base de données Colchic .....	42
Tableau 9 : Présentation des données pour les 85 substances de la liste élargie .....	43
Tableau 10 : Caractéristiques de l'acétone .....	66
Tableau 11 : Normes relatives à l'analyse de l'acétone dans l'air .....	70
Tableau 12 : Rubriques des déchets susceptibles de contenir de l'acétone .....	72
Tableau 13 : Analyses dans les déchets – Incinération déchets industriels (2005 à 2010) .....	74
Tableau 14 : Acétone mesurée dans l'air en divers points de site de compostage de déchets ménagers solides (teneurs en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) (Eitzer, 1995).....	75
Tableau 15 : Extraction de la base de données Colchic – Analyses en acétone .....	76
Tableau 16 : Données d'exposition en acétone - Traitement des déchets spéciaux.....	76
Tableau 17 : Caractéristiques de l'acétonitrile .....	81

Tableau 18 : Normes relatives à l'analyse de l'acétonitrile dans l'air.....	84
Tableau 19 : Répartition des secteurs d'utilisation de l'acétonitrile.....	85
Tableau 20 : Rubriques des déchets susceptibles de contenir de l'acétonitrile.....	87
Tableau 21 : Analyses dans les déchets – Incinération déchets industriels (2005 à 2010) .....	89
Tableau 22 : Caractéristiques de l'ammoniac anhydre .....	94
Tableau 23 : Normes relatives à l'analyse de l'ammoniac dans l'air.....	98
Tableau 24 : Rubriques des déchets susceptibles de contenir de l'ammoniac .....	102
Tableau 25 : Analyses dans les déchets – Incinération déchets industriels (2005 à 2010) .....	104
Tableau 26 : Extraction de la base de données Colchic – Analyses en ammoniac.....	105
Tableau 27 : Données d'exposition en ammoniac - Incinération d'ordures ménagères .....	106
Tableau 28 : Caractéristiques du benzène.....	110
Tableau 29 : Normes relatives à l'analyse du benzène dans l'air .....	114
Tableau 30 : Chiffres de production de benzène pur en France (kt/an) [30] .....	115
Tableau 31 : Consommation de benzène en fonction des secteurs d'activité [31].....	116
Tableau 32 : Rubriques des déchets susceptibles de contenir du benzène .....	118
Tableau 33 : Analyses dans les déchets – Incinération déchets industriels (2005 à 2010) .....	119
Tableau 34 : Benzène mesuré dans l'air en divers points de site de compostage de déchets ménagers solides (teneurs en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) (Eitzer, 1995).....	121
Tableau 35 : Extraction de la base de données Colchic – Analyses en benzène .....	122
Tableau 36 : Données d'exposition en benzène - Traitement des déchets spéciaux.....	123
Tableau 37 : Caractéristiques de la butanone.....	128
Tableau 38 : Normes relatives à l'analyse de la butanone dans l'air .....	131
Tableau 39 : Sélection des respirateurs .....	132
Tableau 40 : Rubriques des déchets susceptibles de contenir de la butanone.....	134
Tableau 41 : Butanone mesuré dans l'air en divers points de site de compostage de déchets ménagers solides (teneurs en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) (Eitzer, 1995).....	136
Tableau 42 : Extraction de la base de données Colchic – Analyses en butanone .....	137
Tableau 43 : Données d'exposition en butanone - Traitement des déchets spéciaux .....	137
Tableau 44 : Caractéristiques du chrome VI et de ses composés.....	142
Tableau 45 : Normes relatives à l'analyse du chrome VI et de ses composés dans l'air .....	150
Tableau 46 : Consommation de trioxyde de chrome en fonction des secteurs d'activité [1] .....	151
Tableau 47 : Consommation de chromate de potassium en fonction des secteurs d'activité [1] .....	151
Tableau 48 : Consommation de dichromate de sodium en fonction des secteurs d'activité [1] .....	152
Tableau 49 : Consommation de chromate de strontium en fonction des secteurs d'activité [1].....	152
Tableau 50 : Rubriques des déchets susceptibles de contenir du chrome VI .....	156
Tableau 51 : Extraction de la base de données Colchic – Analyses en Chrome .....	161
Tableau 52 : Données d'exposition en chrome VI - Incinération d'ordures ménagères .....	161
Tableau 53 : Caractéristiques du N,N-Diméthylformamide.....	167
Tableau 54 : Normes relatives à l'analyse du DMF dans l'air .....	171
Tableau 55 : Consommation de N,N-Diméthylformamide en fonction des secteurs d'activité [] .....	172
Tableau 56 : Rubriques des déchets susceptibles de contenir du N,N-Diméthylformamide .....	174
Tableau 57 : Analyses dans les déchets – Incinération déchets industriels (2005 à 2010) .....	176
Tableau 58 : Caractéristiques du méthanol.....	180
Tableau 59 : Normes relatives à l'analyse du méthanol dans l'air .....	184
Tableau 60 : Répartition de la consommation de méthanol dans le monde (données 2006) [28].....	185
Tableau 61 : Rubriques des déchets susceptibles de contenir du méthanol.....	188
Tableau 62 : Analyses dans les déchets – Incinération déchets industriels (2005 à 2010) .....	190
Tableau 63 : Caractéristiques du tétrahydrofurane.....	195

Tableau 64 : Normes relatives à l'analyse du tétrahydrofurane dans l'air .....	198
Tableau 65 : Rubriques des déchets susceptibles de contenir du tétrahydrofurane .....	200
Tableau 66 : Analyses dans les déchets – Incinération déchets industriels (2005 à 2010) .....	202
Tableau 67 : Données d'exposition en tétrahydrofurane - Traitement des déchets spéciaux .....	203
Tableau 68 : Liste des composés du cadmium sont classés CMR 1A ou 1B par le règlement CLP..	207
Tableau 69 : Caractéristiques du cadmium et de l'oxyde de cadmium.....	208
Tableau 70 : Normes relatives à l'analyse du cadmium dans l'air .....	221
Tableau 71 : Consommation de cadmium en fonction des secteurs d'activité [44] .....	222
Tableau 72 : Consommation d'oxyde de cadmium en fonction des secteurs d'activité [44].....	223
Tableau 73 : Rubriques des déchets susceptibles de contenir du cadmium .....	226
Tableau 74 : Teneurs en cadmium dans les engrais .....	230
Tableau 75 : Teneurs en cadmium dans différents composts .....	231
Tableau 76 : Teneurs en cadmium dans les matières compostées tout au long du processus de compostage .....	232
Tableau 77 : Teneurs en cadmium dans les sous-produits liquides de différents composts.....	232
Tableau 78 : Extraction de la base de données Colchic – Analyses en cadmium.....	234
Tableau 79 : Données d'exposition en cadmium - Incinération d'ordures ménagères .....	234
Tableau 80 : Liste des composés du nickel sont classés CMR 1A ou 1B par le règlement CLP .....	240
Tableau 81 : Caractéristiques du nickel et de ses composés .....	241
Tableau 82 : Normes relatives à l'analyse du nickel dans l'air.....	247
Tableau 83 : Consommation de nickel en fonction des secteurs d'activité [2].....	248
Tableau 84 : Consommation de dioxyde de nickel en fonction des secteurs d'activité [2] .....	249
Tableau 85 : Consommation de monoxyde de nickel en fonction des secteurs d'activité [2] .....	249
Tableau 86 : Consommation de sulfure de nickel en fonction des secteurs d'activité [2].....	250
Tableau 87 : Rubriques des déchets susceptibles de contenir du nickel .....	254
Tableau 88 : Teneurs en nickel dans différents composts .....	259
Tableau 89 : Teneurs en nickel dans les matières compostées tout au long du processus de compostage .....	259
Tableau 90 : Teneurs en nickel dans les sous-produits liquides de différents composts .....	259
Tableau 91 : Extraction de la base de données Colchic – Analyses en nickel .....	261
Tableau 92 : Données d'exposition en nickel - Incinération d'ordures ménagères.....	262
Tableau 93 : Caractéristiques du n-hexane .....	267
Tableau 94 : Conditions d'utilisation du n-hexane pour le traitement de matières premières, de denrées alimentaires, de composants ou d'ingrédients de denrées alimentaires .....	269
Tableau 95 : Normes relatives à l'analyse du n-hexane dans l'air.....	271
Tableau 96 : Consommation de n-hexane en fonction des secteurs d'activité [29].....	272
Tableau 97 : Rubriques des déchets susceptibles de contenir du n-hexane.....	275
Tableau 98 : Extraction de la base de données Colchic – Analyses en n-hexane .....	278
Tableau 99 : Données d'exposition en n-hexane - Traitement des déchets spéciaux .....	278
Tableau 100 : Caractéristiques du 1,2,3-triméthylbenzène.....	283
Tableau 101 : Normes relatives à l'analyse du 1,2,3-triméthylbenzène dans l'air .....	287
Tableau 102 : Rubriques des déchets susceptibles de contenir du 1,2,3-triméthylbenzène .....	289
Tableau 103 : Données d'exposition en triméthylbenzène - Traitement des déchets spéciaux .....	291
Tableau 104 : Caractéristiques du 1,2,4-triméthylbenzène.....	295
Tableau 105 : Normes relatives à l'analyse du 1,2,4-triméthylbenzène dans l'air .....	300
Tableau 106 : Rubriques des déchets susceptibles de contenir du 1,2,4-triméthylbenzène .....	302
Tableau 107 : 1,2,4-triméthylbenzène mesuré dans l'air en divers points d'un site de compostage de déchets ménagers solides (teneurs en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) (Eitzer, 1995) .....	304
Tableau 108 : Données d'exposition en triméthylbenzène - Traitement des déchets spéciaux .....	305



Tableau 109 : Caractéristiques du 1,3,5-triméthylbenzène.....	309
Tableau 110 : Normes relatives à l'analyse du 1,3,5-triméthylbenzène dans l'air .....	313
Tableau 111 : Rubriques des déchets susceptibles de contenir du 1,3,5-triméthylbenzène .....	315
Tableau 112 : mesuré dans l'air en divers points de site de compostage de déchets ménagers solides (teneurs en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) (Eitzer, 1995) .....	318
Tableau 113 : Données d'exposition en triméthylbenzène - Traitement des déchets spéciaux .....	318
Tableau 114 : Caractéristiques du chlorobenzène.....	322
Tableau 115 : Normes relatives à l'analyse du chlorobenzène dans l'air .....	326
Tableau 116 : Rubriques des déchets susceptibles de contenir du chlorobenzène .....	328
Tableau 117 : Analyses dans les déchets – Incinération déchets industriels (2005 à 2010) .....	330
Tableau 118 : Chlorobenzène mesuré dans l'air en divers points de site de compostage de déchets ménagers solides (teneurs en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) (Eitzer, 1995).....	332
Tableau 119 : Données d'exposition en chlorobenzène - Traitement des déchets spéciaux.....	332
Tableau 120 : Caractéristiques du 1,2-dichlorobenzène.....	336
Tableau 121 : Normes relatives à l'analyse du 1,2-dichlorobenzène dans l'air .....	339
Tableau 122 : Rubriques des déchets susceptibles de contenir du 1,2-dichlorobenzène.....	342
Tableau 123 : Données d'exposition en 1,2-dichlorobenzène - Traitement des déchets spéciaux....	345
Tableau 124 : Caractéristiques du 1,2,4-trichlorobenzène .....	349
Tableau 125 : Normes relatives à l'analyse du 1,2,4-trichlorobenzène dans l'air.....	353
Tableau 126 : Rubriques des déchets susceptibles de contenir du 1,2,4-trichlorobenzène.....	355
Tableau 127 : Analyses dans les déchets – Incinération déchets industriels (2005 à 2010) .....	357
Tableau 128 : Extraction de la base de données Colchic – Analyses en 1,2,4-trichlorobenzène .....	358
Tableau 129 : Données d'exposition en 1,2,4-trichlorobenzène - Traitement des déchets spéciaux.	359
Tableau 130 : Caractéristiques du toluène.....	363
Tableau 131 : Normes relatives à l'analyse du toluène dans l'air .....	370
Tableau 132 : Consommation de toluène en fonction des secteurs d'activité [34].....	372
Tableau 133 : Rubriques des déchets susceptibles de contenir du toluène .....	374
Tableau 134 : Analyses dans les déchets – Incinération déchets industriels (2005 à 2010) .....	376
Tableau 135 : Toluène mesuré dans l'air en divers points de site de compostage de déchets ménagers solides (teneurs en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) (Eitzer, 1995).....	378
Tableau 136 : Extraction de la base de données Colchic – Analyses en toluène .....	379
Tableau 137 : Données d'exposition en toluène - Traitement des déchets spéciaux.....	380
Tableau 138 : Caractéristiques du trichloroéthylène.....	385
Tableau 139 : Normes relatives à l'analyse du trichloroéthylène dans l'air .....	391
Tableau 140 : Consommation de trichloroéthylène en fonction des secteurs d'activité [28] .....	393
Tableau 141 : Rubriques des déchets susceptibles de contenir du trichloroéthylène .....	396
Tableau 142 : Analyses dans les déchets – Incinération déchets industriels (2005 à 2010) .....	399
Tableau 143 : Trichloroéthylène mesuré dans l'air en divers points de site de compostage de déchets ménagers solides (teneurs en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) (Eitzer, 1995).....	400
Tableau 144 : Extraction de la base de données Colchic – Analyses en trichloroéthylène.....	401
Tableau 145 : Données d'exposition en trichloroéthylène - Traitement des déchets spéciaux .....	401
Tableau 146 : Caractéristiques du xylène .....	406
Tableau 147 : Normes relatives à l'analyse du xylène dans l'air .....	411
Tableau 148 : Rubriques des déchets susceptibles de contenir du xylène .....	414
Tableau 149 : Analyses dans les déchets – Incinération déchets industriels (2005 à 2010) .....	417
Tableau 150 : Xylène mesuré dans l'air en divers points de site de compostage de déchets ménagers solides (teneurs en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) (Eitzer, 1995).....	418
Tableau 151 : Extraction de la base de données Colchic – Analyses en xylènes .....	419
Tableau 152 : Données d'exposition en xylènes - Traitement des déchets spéciaux .....	419

Tableau 153 : Caractéristiques de l'éthylbenzène .....	424
Tableau 154 : Normes relatives à l'analyse de l'éthylbenzène dans l'air.....	429
Tableau 155 : Rubriques des déchets susceptibles de contenir de l'éthylbenzène.....	431
Tableau 156 : Ethylbenzène mesuré dans l'air en divers points de site de compostage de déchets ménagers solides (teneurs en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) (Eitzer, 1995).....	433
Tableau 157 : Extraction de la base de données Colchic – Analyses en éthylbenzène.....	434
Tableau 158 : Données d'exposition en éthylbenzène - Traitement des déchets spéciaux .....	435
Tableau 159 : Caractéristiques du N,N-diméthylacétamide.....	439
Tableau 160 : Normes relatives à l'analyse du N,N-diméthylacétamide dans l'air .....	444
Tableau 161 : Consommation de N,N-diméthylacétamide en fonction des secteurs d'activité [25] ...	445
Tableau 162 : Rubriques des déchets susceptibles de contenir du N,N-diméthylacétamide .....	447
Tableau 163 : Caractéristiques du 1,2-dichloroéthane .....	452
Tableau 164 : Normes relatives à l'analyse du 1,2-dichloroéthane dans l'air.....	457
Tableau 165 : Capacités de production annuelle de CVM et calculée de 1,2-dichloroéthane [7] .....	458
Tableau 166 : Consommation de 1,2-dichloroéthane en fonction des secteurs d'activité [31].....	459
Tableau 167 : Rubriques des déchets susceptibles de contenir du 1,2-dichloroéthane.....	461
Tableau 168 : Analyses dans les déchets – Incinération déchets industriels (2005 à 2010) .....	463
Tableau 169 : Données d'exposition en 1,2-dichloroéthane - Traitement des déchets spéciaux.....	465

### LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Démarche générale adoptée pour la réalisation de l'étude .....	17
Figure 2 : Répartition de la consommation mondiale de nickel primaire par secteur .....	250
Figure 3 : Schéma d'un système de dégraissage ouvert à vapeur de solvant où l'on utilise le trichloroéthylène pour le dégraissage des pièces de métal .....	394

## LISTE DES ABREVIATIONS ET ACRONYMES

ADEME	Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie
ANSES	Agence Nationale de Sécurité Sanitaire de l'Alimentation, de l'Environnement et du Travail
ATSDR	Agency for Toxic Substances and Disease Registry
CAREX	CARcinogen EXposure
CAS	Chemical Abstracts Service
CIRC	Centre International de Recherche sur le Cancer
CLP	Classification, Labelling, Packaging
CMR	Cancérogène, Mutagène, Reprotoxique
CNIDEP	Centre National d'Innovation pour le Développement durable et l'Environnement dans les Petites Entreprises
CRAM	Caisse Régionale d'Assurance Maladie
CSST	Commission de la Santé et de la Sécurité au Travail du Québec
ECB	European Chemicals Bureau
EPI	Equipement de Protection Individuelle
ESIS	European chemical Substances Information System
FDS	Fiche de Données de Sécurité
FNADE	Fédération Nationale des Activités de la Dépollution et de l'Environnement
HSDB	Hazardous Substances Data Bank
INERIS	Institut National de l'EnviRonnement Industriel et des riSques
INRS	Institut National de Recherche et de Sécurité
INSERM	Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale
InVS	Institut de Veille Sanitaire
IRIS	Integrated Risk Information System
IRSST	Institut de Recherche Robert-Sauvé en Santé et en Sécurité du Travail
ISDMA	Installations de Stockage de Déchets Ménagers et Assimilés
LOAEL	Lowest Observed Adverse Effect Level
NIOSH	National Institute for Occupational Safety and Health
NOAEL	No Observed Adverse Effect Level
OCDE	Organisation de Coopération et de Développement Economiques
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
OSHA	Occupational Safety and Health Administration
REACH	Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemical substances
SCOEL	Scientific Committee on Occupational Exposure Limit
STEL	Short-Term Exposure Limit
SYPRED	Syndicat Professionnel pour le Recyclage et l'Elimination des Déchets dangereux
PST	Plan de Santé au Travail
TWA	Time Weighted Average
UE	Union Européenne
US EPA	US Environmental Protection Agency
VLE	Valeur Limite d'Exposition
VLEP	Valeur Limite d'Exposition Professionnelle
VME	Valeur Moyenne d'Exposition

## **I) Préambule**

## 1. Contexte et objectifs de l'étude

Cette étude s'inscrit dans un projet d'amélioration des connaissances relatives à la protection des salariés du secteur des déchets et plus particulièrement aux risques liés à leur exposition par inhalation à certaines substances.

Les salariés des diverses filières de traitement de déchets sont en effet potentiellement exposés par inhalation à un grand nombre de substances présentes dans les déchets ou formées lors des procédés de traitement des déchets. Ces substances peuvent être plus ou moins dangereuses et certaines peuvent avoir des effets nocifs sur la santé des personnes exposées.

Or le secteur des déchets présente des caractéristiques propres qui rendent particulièrement difficile l'application des règles de prévention du risque chimique<sup>1</sup> :

- Connaissance partielle de la composition en substances dangereuses des déchets,
- Manque d'outils métrologiques standardisés pour l'identification analytique et la quantification de toutes les substances dangereuses contenues dans les déchets,
- Impossibilité de substitution des composés CMR (cancérogènes, mutagènes, reprotoxiques) présents dans les déchets par d'autres composés moins dangereux.

L'objectif de l'étude confiée à NEODYME par RECORD est de caractériser les filières d'utilisation de certaines substances dangereuses volatiles afin d'identifier les types de déchets susceptibles de contenir ces substances et ainsi mieux appréhender les risques d'exposition par inhalation des travailleurs des filières de traitement de déchets. Des données sur les flux de ces substances dans les déchets et leurs dérivés (boues d'épuration, composts) ont également été recherchées.

Cette étude porte exclusivement sur les composés volatils répondant à l'un et/ou l'autre des deux critères suivants :

- Substance classée CMR de catégorie 1A ou 1B par le règlement 1272/2008 (dit « Règlement CLP »),
- Substance présentant une VLEP réglementaire contraignante (aux termes de l'article R4412-149 du code du travail).

---

<sup>1</sup> Etude des composés CMR dans les déchets dangereux. Alain Chollot. INRS. 2007.

## 2. Définitions

### 2.1. Composés volatils

Dans le cadre de cette étude, les composés volatils ont été définis comme étant les composés susceptibles de se retrouver dans l'atmosphère et d'être inhalés par les travailleurs des filières de traitement des déchets. Ces composés peuvent être présents dans l'atmosphère à l'état gazeux, mais également sous forme de poussières ou d'aérosols.

Pour les composés organiques, la définition de composé volatil donnée par la directive 1999/13/CE du Conseil européen du 11 mars 1999 a été retenue : « *tout composé organique ayant une pression de vapeur de 0,01 kPa ou plus à une température de 293,15 K ou ayant une volatilité correspondante dans les conditions d'utilisation particulières* ».

### 2.2. Substances CMR

Au sens de l'article R4411-6 du code du travail, sont considérés comme agents CMR toutes substances ou toutes préparations :

- Cancérogènes (C) : substances et préparations qui, par inhalation, ingestion ou pénétration cutanée, peuvent provoquer un cancer ou en augmenter la fréquence,
- Mutagènes (M) : substances et préparations qui, par inhalation, ingestion ou pénétration cutanée, peuvent produire des défauts génétiques héréditaires ou en augmenter la fréquence,
- Toxiques pour la reproduction (R) : substances et préparations qui, par inhalation, ingestion ou pénétration cutanée, peuvent produire ou augmenter la fréquence d'effets nocifs non héréditaires dans la progéniture ou porter atteinte aux fonctions ou capacités reproductives.

Parmi ces CMR, l'article R4411-6 du code du travail distingue 3 catégories, en fonction du degré de connaissances et de certitudes que l'on a sur la substance ou la préparation :

- CMR de catégorie 1 : substances et préparations que l'on sait être CMR pour l'homme ;
- CMR de catégorie 2 : substances et préparations pour lesquelles il existe une forte présomption que l'exposition de l'homme à de telles substances et préparations peut provoquer ou augmenter la fréquence d'apparition des effets CMR cités ci-dessus ;
- CMR de catégorie 3 : substances et préparations préoccupantes pour l'homme en raison d'effets CMR possibles mais pour lesquelles les informations disponibles sont insuffisantes pour classer ces substances et préparations dans la catégorie 2.

L'entrée en vigueur, le 20 janvier 2009, du règlement 1272/2008 relatif à la classification, l'étiquetage et l'emballage des substances et des mélanges, modifie l'étiquetage des substances dangereuses. Ce nouveau règlement, dit « règlement CLP », abroge la directive 67/548/CEE<sup>2</sup> et introduit des classes de danger pour la santé qui sont, pour les CMR :

- **CMR de catégorie 1A** : substances et préparations que l'on sait être CMR pour l'homme (données épidémiologiques) ;
- **CMR de catégorie 1B** : substances et préparations pour lesquelles il existe une forte présomption que l'exposition de l'homme à de telles substances et préparations peut provoquer ou augmenter la fréquence d'apparition des effets CMR cités ci-dessus ;
- **CMR de catégorie 2** : substances et préparations préoccupantes pour l'homme en raison d'effets CMR possibles mais pour lesquelles les informations disponibles sont insuffisantes pour classer ces substances et préparations dans la catégorie 1B.

Dans le cadre de cette étude, **seuls les CMR de catégorie 1A et 1B sont considérés**. Ces deux catégories correspondent respectivement aux catégories 1 et 2 telles que définies par l'article R4411-6 du code du travail. Pour les substances de ces catégories, l'article R4412-66 du code du travail introduit **l'obligation pour l'employeur de les substituer lorsque cela est techniquement possible**.

---

<sup>2</sup> Directive 67/548/CEE du Conseil, du 27 juin 1967, concernant le rapprochement des dispositions législatives, réglementaires et administratives relatives à la classification, l'emballage et l'étiquetage des substances dangereuses

Il existe d'autres classifications n'ayant pas valeur réglementaire en France, en particulier le système de classement établi par le **Centre International de Recherche sur le Cancer (CIRC)**<sup>3</sup>. Ce classement comprend des agents, des groupes d'agents, des mélanges et des circonstances d'expositions cancérigènes. Les évaluations de cancérigénicité proposées par le CIRC sont classées par groupe :

- Groupe 1 : L'agent (le mélange) est cancérigène pour l'homme ;
- Groupe 2A : L'agent (le mélange) est probablement cancérigène pour l'homme ;
- Groupe 2B : L'agent (le mélange) est peut-être cancérigène pour l'homme ;
- Groupe 3 : L'agent (le mélange ou le mode d'exposition) est inclassable quant à sa cancérigénicité pour l'homme ;
- Groupe 4 : L'agent (le mélange ou le mode d'exposition) n'est probablement pas cancérigène pour l'homme.

L'**US-EPA (US Environmental Protection Agency)** propose également une évaluation de la cancérigénicité pour de nombreuses substances (base de données IRIS)<sup>4</sup>. Les classes définies par cet organisme sont les suivantes :

- A : substance cancérigène pour l'homme ;
- B : substance probablement cancérigène pour l'homme :
  - o B1 : évidence limitée de carcinogénicité venant des études épidémiologiques,
  - o B2 : évidence suffisante venant des études animales mais évidence inadéquate ou pas de données au départ des études épidémiologiques.
- C : cancérigène possible pour l'homme ;
- D : substance non classifiable en tant que cancérigène pour l'homme ;
- E : substance pour laquelle il n'existe pas de preuve de non carcinogénicité pour l'homme.

### 2.3. Valeurs limites d'exposition professionnelle

Afin de prévenir la survenue de pathologies liées à l'exposition professionnelle à des composés dangereux, des valeurs limites d'exposition professionnelle (VLEP) sont fixées.

La valeur limite d'exposition à un composé chimique représente la concentration dans l'air que peut respirer une personne pendant un temps déterminé sans risque en théorie d'altération de sa santé. La définition réglementaire de la VLEP donnée par l'article R4412-4 du code du travail reprend la définition fixée au niveau européen : Il s'agit de la « limite de la moyenne, pondérée en fonction du temps, de la concentration d'un agent chimique dangereux dans l'air de la zone de respiration d'un travailleur au cours d'une période de référence déterminée ».

Au niveau réglementaire, la période de référence est soit de 8 heures (VLEP 8 heures), soit de 15 minutes (VLEP court terme) :

- La valeur limite 8 heures (ou valeur limite de moyenne d'exposition VME) est destinée à protéger les travailleurs des effets d'une exposition prolongée à des agents chimiques ;
- La valeur limite court terme (ou valeur limite d'exposition à court terme VLE) vise à protéger les travailleurs des effets toxiques dus à des pics d'exposition. Elle se rapporte à une période de référence de 15 minutes (sauf indication contraire) pendant le pic d'exposition.

Le ministère du travail est chargé réglementairement de fixer les valeurs limites d'exposition professionnelle qui peuvent être contraignantes (fixées par décret) ou indicatives (fixées par arrêté). Les conditions et critères retenus pour établir une valeur limite d'exposition professionnelle contraignante sont les suivants<sup>5</sup> :

<sup>3</sup> Les évaluations de cancérigénicité du CIRC sont disponibles à l'adresse suivante : <http://monographs.iarc.fr/ENG/Classification/index.php>

<sup>4</sup> Les évaluations de cancérigénicité de la base IRIS (Integrated Risk Information System) sont disponibles à l'adresse suivante : [http://www.epa.gov/IRIS/search\\_keyword.htm](http://www.epa.gov/IRIS/search_keyword.htm)

<sup>5</sup> Conditions de travail. Bilan 2007 : Chapitre 7 : Les valeurs limites d'exposition professionnelle : un outil concret pour la prévention des risques chimiques. Direction Générale du Travail. Ministère du Travail, des Relations sociales, de la Famille et de la Solidarité. Juillet 2008.

1. Condition préalable nécessaire (sauf exception, justifiée par la nécessité de conserver une marge de manœuvre en cas d'alerte) :
  - Existence d'une VLEP (communautaire – établie par directive – ou nationale – établie par circulaire).
2. Critères de toxicité :
  - Substances classées : toxiques (T) ou très toxiques (T+), dont font partie les substances classées cancérogènes, mutagènes ou toxiques pour la reproduction (CMR) de catégorie 1 ou 2 ;
  - ou substances classées CMR de catégorie 3 ;
  - ou substances classées comme « sensibilisants respiratoires<sup>6</sup> » ;
  - ou existence d'un tableau de maladie professionnelle pour la substance ou la catégorie de substance considérée.
3. Existence d'une méthode de mesure physique validée ou possibilité de mise au point d'une méthode de mesure validée avec un calendrier relativement précis (entrée en vigueur de la VLEP selon ce calendrier).

Les VLEP réglementaires contraignantes sont listées à l'article R4412-149 du code du travail. Les concentrations des agents chimiques présents dans l'atmosphère des lieux de travail pour lesquels des VLEP contraignantes ont été fixées ne doivent pas dépasser, dans la zone de respiration des travailleurs, ces VLEP.

Depuis la directive 98/24/CE du 7 avril 1998, concernant la protection de la santé et de la sécurité des travailleurs contre les risques liés à des agents chimiques sur le lieu de travail, la fixation des VLEP est basée sur une expertise scientifique indépendante. Les VLEP sont fixées sur la base d'une évaluation scientifique du rapport entre les effets sur la santé des substances dangereuses et le niveau de l'exposition professionnelle.

Au niveau européen, cette expertise est assurée par le SCOEL (Scientific Committee on Occupational Exposure Limit). Ce comité a pour tâche de conseiller la Commission, à la demande de celle-ci, sur toute question concernant l'examen des effets toxicologiques de substances chimiques sur la santé des travailleurs. Le comité émet des recommandations à la Commission en vue de définir des VLEP « basées sur la santé ».

En France, suite à la directive 98/24/CE, un système national d'expertise permettant l'établissement de VLEP sur la base d'une évaluation scientifique indépendante a été mise en place. Le processus de fixation des valeurs limites dissocie la phase d'expertise scientifique, la phase d'établissement d'un projet réglementaire par l'administration et la phase de concertation qui prend en compte les problématiques de faisabilité. Ainsi, les VLEP fixées dans ce nouveau cadre sont exclusivement basées sur une évaluation récente des effets sur la santé. L'organisation de l'expertise scientifique nécessaire à la fixation des VLEP a été confiée dans le cadre du Plan Santé au Travail 2005-2009 (PST1) à l'Afsset, dont les missions ont été reprises par l'Anses depuis le 1<sup>er</sup> juillet 2010.<sup>5</sup>

---

<sup>6</sup> Selon le Règlement CE n°1272/2008, on entend par « sensibilisant respiratoire », une substance dont l'inhalation entraîne une hypersensibilité des voies respiratoires.



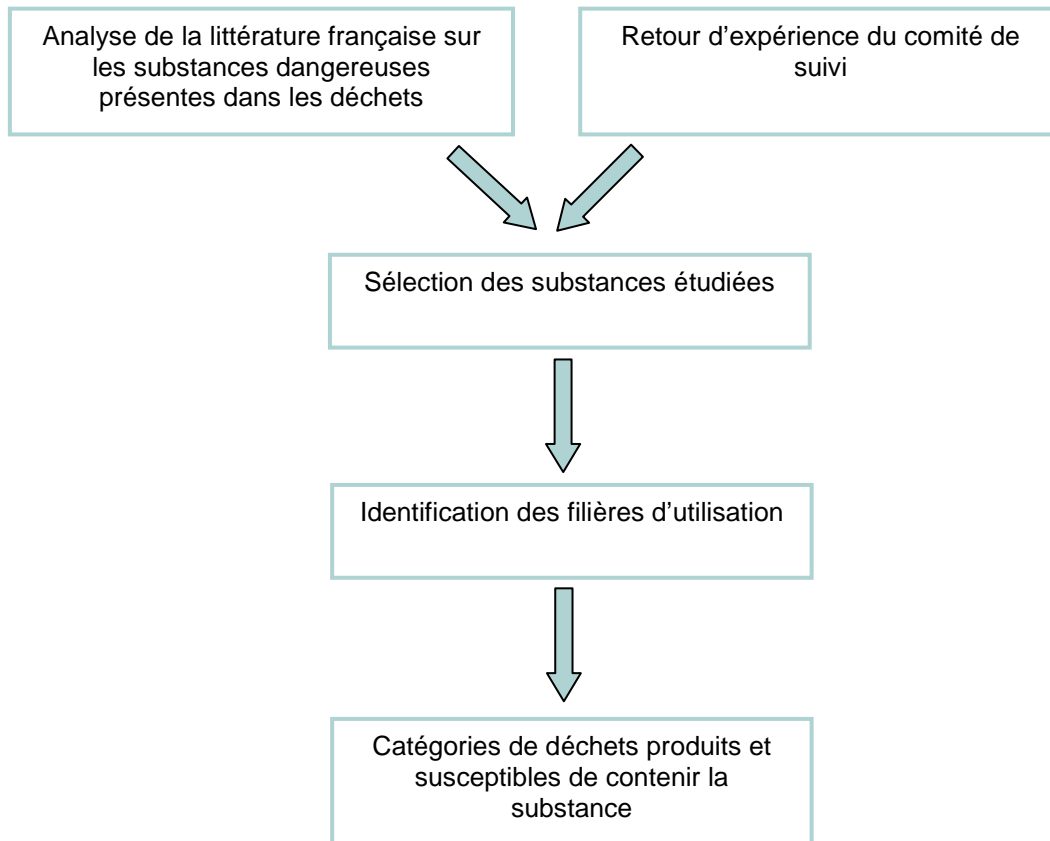
## **II) Protocole d'étude**

## 1. Méthodologie générale

L'objectif de cette étude est de caractériser les filières d'utilisation des substances auxquelles sont susceptibles d'être exposés les travailleurs de filières de traitement de déchets, afin d'identifier les catégories de déchets susceptibles de contenir ces substances.

La réalisation de cette étude s'appuie essentiellement sur une revue bibliographique, complétée par des entretiens auprès des professionnels ou experts du secteur.

La démarche générale adoptée pour réaliser cette étude est présentée sur la figure ci-après.



**Figure 1 : Démarche générale adoptée pour la réalisation de l'étude**

Plus précisément, les données suivantes ont été recherchées pour chaque substance étudiée :

- Classement CMR,
- Présentation des VLEP existantes,
- Toxicité aiguë et chronique,
- Réglementation applicable,
- Normes relatives à l'analyse dans l'air,
- Référence des équipements de protection individuelle (EPI) pour l'exposition par inhalation,
- Identification des filières d'utilisation,
- Etat des lieux de la substitution de la substance en France,
- Catégories de déchets susceptibles de contenir la substance,
- Gisements et flux dans les déchets de divers types (industriels, ménagers) et leurs dérivés (boues d'épuration, composts),
- Procédés de formation de la substance lors du traitement des déchets,
- Données sur l'exposition par inhalation des travailleurs des filières de traitement des déchets.

L'ensemble de ces données est présenté pour chaque substance sous la forme d'une fiche filière, dont le contenu est présenté en détail au chapitre 5.

## 2. Sélection des substances étudiées

Le nombre de substances potentiellement concernées par l'étude, c'est-à-dire les substances volatiles à VLEP réglementaires contraignantes et/ou CMR 1A ou 1B est très important. En effet :

- Le nombre de substances classées CMR 1A ou 1B par le règlement CLP est supérieur à 1000. Parmi celles-ci plusieurs centaines sont susceptibles d'être rejetées dans l'atmosphère sous forme gazeuse ou particulaire ;
- Le nombre de substances à VLEP réglementaire contraignantes s'élève à 61.

Une sélection des substances à étudier a donc été réalisée.

Un premier travail de sélection a été effectué par NEODYME, sur la base de l'analyse de la littérature relative à l'exposition des travailleurs dans les filières de traitement de déchets. A partir de ce travail, NEODYME a établi 2 listes de substances, en concertation avec le comité de suivi de RECORD :

- **Une 1<sup>ère</sup> liste « élargie »**. Pour chaque substance de cette liste sont présentées uniquement les données suivantes :
  - Valeur de la VLEP réglementaire contraignante si existante,
  - Classification CMR selon le règlement CLP,
  - Tension de vapeur à température ambiante,
  - Références des fiches toxicologiques de l'INERIS et l'INRS si existantes,
  - Références des normes relatives à l'analyse dans l'air.
- **Une 2<sup>nde</sup> liste « restreinte »** établie à partir de la liste élargie. Pour chaque substance de cette liste, l'étude complète telle que présentée dans le chapitre « Protocole d'étude » a été réalisée.

### 2.1. Etablissement de la liste « élargie »

La liste « élargie » a été établie à partir des sources suivantes :

- Liste des substances présentant une VLEP réglementaire contraignante (article R4412-149 du code du travail),
- Ensemble des substances CMR retenues dans l'étude RECORD : Aide à l'identification des risques CMR pour les filières de traitement de déchets (novembre 2005),<sup>7</sup>
- Autres substances citées par la littérature française relative à la présence de substances dangereuses dans les déchets, en privilégiant les sources parues après la date de publication de l'étude RECORD sus-citée. L'ensemble des sources consultées est présenté en **annexe 1**. Parmi ces sources, celles citant des substances CMR autres que celles retenues par l'étude RECORD sus-citée sont les suivantes :
  - Etude INRS : Etude des composés CMR dans les déchets dangereux – PR 31-209 2007,<sup>8</sup>
  - Exposition à l'amiante lors du traitement des déchets - Guide de prévention (ED 6028) – INRS – 2008,<sup>9</sup>
  - Caractérisation des risques chimiques potentiels dans quelques filières de traitement des déchets – INRS – 2007.<sup>10</sup>

Sur l'ensemble des substances citées par ces sources, seules ont été retenues les substances répondant aux 2 critères suivants :

- Substances volatiles (pression de vapeur supérieure à 10 Pa pour les composés organiques) ou susceptibles de se retrouver dans l'air sous forme de poussières,

<sup>7</sup> Aide à l'identification des risques CMR pour les filières de traitement de déchets. Etudes n° 02-0660/1 A et 04-0660/2A. RECORD. Novembre 2005.

<sup>8</sup> Etude des composés CMR dans les déchets dangereux. Alain Chollot. INRS. 2007.

<sup>9</sup> Exposition à l'amiante lors du traitement des déchets. Guide de prévention (ED 6028). INRS. 2008.

<sup>10</sup> Caractérisation des risques chimiques potentiels dans quelques filières de traitement des déchets. Barbara SAVARY, Raymond VINCENT. INRS, département Métrologie des polluants. 2007.

- Et présentant une VLEP contraignante et/ou classées CMR 1A ou 1B par le règlement CLP.

La liste élargie ainsi établie comprend 85 substances, présentées dans le tableau suivant.

**Tableau 1 : Sélection des substances – Liste élargie**

Substance	CAS	VLE contraignante (15 min)	VME contraignante (8h)	Classification CMR	Tension de vapeur
Benzène	71-43-2	Non	Oui	C1A ; M1B	9970 Pa à 20°C
Toluène	108-88-3	Oui	Oui	R2	2922 Pa à 20°C
DMF (N,N-Diméthylformamide)	68-12-2	Non	Non	R1B	350 Pa à 20°C
Chrome VI et ses composés	8540-29-9 ; 1333-82-0 ; 7789-00-6 ; 10588-01-9 ; 7789-06-2	Non	Non	Composés du Cr VI : C1B Trioxyde de Cr VI : C1A; M1B	Présent dans l'air sous forme de poussières
Trichloroéthylène	79-01-6	Non	Non	C1B	7704 à 8600 Pa à 20°C
Plomb métallique et ses composés	-	Non	Oui	R1A	Présent dans l'air sous forme de poussières
1,2 Dichloroéthane	107-06-2	Non	Non	C1B	8500 Pa à 20°C
Cadmium et composés	7440-43-9	Non	Non	C1B	Présent dans l'air sous forme de poussières
Arsenic et composés	1327-53-3	Non	Non	C1A	Présent dans l'air sous forme de poussières
Butadiène	106-99-0	Non	Non	C1A ; M1B	240000 Pa à 20°C
Diméthylacétamide (N, N-diméthylacéta-mide)	127-19-5	Oui	Oui	R1B	176 Pa à 20 °C
Chloroforme (Trichlorométhane)	67-66-3	Non	Oui	C2	21300 Pa à 20°C
Chlorure de vinyle	75-01-4	Non	Oui	C1A	3,3.10 <sup>5</sup> Pa à 20°C
Monoxyde de carbone	630-08-0	Non	Non	R1A	34kPa à -200°C
Acrylonitrile	107-13-1	Non	Non	C1B	1,17.10 <sup>4</sup> à 20°C
Hydrazine	302-01-2	Non	Non	C1B	1400 Pa à 20°C
Nickel métallique et ses composés	-	Non	Non	C1A	Présent dans l'air sous forme de poussières
Silice cristalline (poussières alvéolaires de quartz)	14808-60-7	Non	Oui	Non	Présent dans l'air sous forme de poussières
Acétate d'isopentyle	123-92-2	Oui	Oui	Non	530 Pa à 20°C
Acétate de 2-méthoxy-1-Ethyléthyle	108-65-6	Oui	Oui	Non	400 à 500 Pa à 20°C
Acétate de 1-méthylbutyle	626-38-0	Oui	Oui	Non	930 Pa à 20°C
Acétate de pentyle	628-63-7	Oui	Oui	Non	530 Pa à 20°C
Acétone	67-64-1	Oui	Oui	Non	24700 Pa à 20°C
Acétonitrile	75-05-8	Non	Oui	Non	9860 Pa à 25°C

Substance	CAS	VLE contraignante (15 min)	VME contraignante (8h)	Classification CMR	Tension de vapeur
Acide chlorhydrique	7647-01-0	Oui	Non	Non	4220000 Pa à 20°C
2-aminoéthanol	141-43-5	Oui	Oui	Non	50 Pa à 20°C
Ammoniac anhydre	7664-41-7	Oui	Oui	Non	860000 Pa à 20°C
Bois (poussières de)	Sans objet	Non	Oui	Non	Présent dans l'air sous forme de poussières
Brome	7726-95-6	Non	Oui	Non	24000 Pa à 20°C
Butanone	78-93-3	Oui	Oui	Non	10330 Pa à 20°C
Chlore	7782-50-5	Oui	Non	Non	569000 Pa à 20°C
Chlorobenzène	108-90-7	Oui	Oui	Non	1170 Pa à 20°C
Cumène	98-82-8	Oui	Oui	Non	600 Pa à 25°C
Cyclohexane	110-82-7	Non	Oui	Non	10300 Pa à 20°C
Cyclohexanone	108-94-1	Oui	Oui	Non	470 Pa à 20°C
1,2-dichlorobenzène	95-50-1	Oui	Oui	Non	140 Pa à 20°C
Diméthylamine	124-40-3	Oui	Oui	Non	202650 Pa à 25°C
Diéthylamine	109-89-7	Oui	Oui	Non	26000 Pa à 20°C
Ethylamine	75-04-7	Oui	Oui	Non	117000 Pa à 20°C
Ethylbenzène	100-41-4	Oui	Oui	Non	930 Pa à 20°C
Fibres céramiques réfractaires classées cancérogènes	Sans objet	Non	Oui	C1B	Présent dans l'air sous forme de poussières
Fluorure d'hydrogène	7664-39-3	Oui	Oui	Non	103300 Pa à 20°C
n-heptane	142-82-5	Oui	Oui	Non	Env. 6000 Pa à 20°C
Heptane-2-one	110-43-0	Oui	Oui	Non	513,3 Pa à 25°C
Heptane-3-one	106-35-4	Non	Oui	Non	346,6 Pa à 20°C
n-hexane	110-54-3	Non	Oui	R2	16000 Pa à 20°C
Méthanol	67-56-1	Non	Oui	Non	12300 Pa à 20°C
(2-méthoxyméthyl éthoxy)-propanol	34590-94-8	Non	Oui	Non	53,3 Pa à 26°C
1-méthoxypropane-2-ol	107-98-2	Oui	Oui	Non	1200 Pa à 20°C
4-méthylpentane-2-one	108-10-1	Oui	Oui	Non	2100 Pa à 20°C
Morpholine	110-91-8	Oui	Oui	Non	1100 Pa à 20°C
Oxyde de diéthyle	60-29-7	Oui	Oui	Non	58900 Pa à 20°C
Pentane	109-66-0	Non	Oui	Non	68528 Pa à 25°C
Phénol	108-95-2	Oui	Oui	M2	20 Pa à 20°C
Phosgène	75-44-5	Oui	Oui	Non	161700 Pa à 20°C
Phosphine	7803-51-2	Non	Oui	Non	4080000 Pa à 20°C
Silice (poussières alvéolaires de cristobalite)	14464-46-1	Non	Oui	Non	Présent dans l'air sous forme de poussières
Silice (poussières alvéolaires de tridymite)	15468-32-3	Non	Oui	Non	Présent dans l'air sous forme de poussières
Tétrahydrofurane	109-99-9	Oui	Oui	Non	15200 Pa à 15°C 23500 Pa à 25°C
1,2,4-trichlorobenzène	120-82-1	Oui	Oui	Non	133 Pa à 38,4°C 61,3 Pa à 25°C

Substance	CAS	VLE contraignante (15 min)	VME contraignante (8h)	Classification CMR	Tension de vapeur
1,1,1-trichloroéthane	71-55-6	Oui	Oui	Non	13300 Pa à 20°C
Triéthylamine	121-44-8	Oui	Oui	Non	7200 Pa à 20°C
1,2,3-triméthylbenzène	526-73-8	Oui	Oui	Non	225 Pa à 25°C
1,2,4-triméthylbenzène	95-63-6	Oui	Oui	Non	280 Pa à 25°C
1,3,5-triméthylbenzène (mésitylène)	108-67-8	Oui	Oui	Non	248 Pa à 20°C
m-xylène	108-38-3	Oui	Oui	Non	1330 Pa à 28,3°C
o-xylène	95-47-6	Oui	Oui	Non	1330 Pa à 31,2°C
p-xylène	106-42-3	Oui	Oui	Non	1330 Pa à 27,3°C
Xylène : mélange d'isomères	1330-20-7	Oui	Oui	Non	896 Pa à 20°C
Créosote	8001-58-9	Non	Non	C1B	6000 Pa à 20°C
Amiante <sup>11</sup>	132207-32-0 (chrysotile) 12001-29-5 (chrysotile) 12172-73-5 (amosite) 12001-28-4 (crocidolite) 77536-68-6 (trémolite) 77536-66-4 (actinolite) 77536-67-5 (antophyllite)	Oui (1 h)	Non	C1A	Présent dans l'air sous forme de poussières
Epichlorhydrine	106-89-8	Non	Non	C1B	1700 Pa à 20°C
Ether de bis chlorométhyle	542-88-1	Non	Non	C1A	3919,6668 Pa à 25°C
Ether de méthyle et de chlorométhyle	107-30-2	Non	Non	C1A	3999,66 Pa à 22°C
Isoprène	78-79-5	Non	Non	C1B	73327,1 Pa à 25°C
N-Méthylpyrrolidone (NMP)	872-50-4	Non	Non	R1B	39 Pa à 20°C
Oxyde de propylène	75-56-9	Non	Non	C1B ; M1B	71727,236 Pa à 25°C
Bromopropane	106-94-5	Non	Non	R1B	14780 Pa à 20°C
EGME (2-Méthoxyéthanol)	109-86-4	Non	Non	R1B	820 Pa à 20°C
EGMEA (2-Méthoxyéthanol acétate)	110-49-6	Non	Non	R1B	270 Pa à 20°C
EGEE (2-Ethoxyéthanol)	110-80-5	Non	Non	R1B	510 Pa à 20°C
EGGEA (acétate d'éthylglycol)	111-15-9	Non	Non	R1B	270 Pa à 20°C
Essence	86290-81-5 8006-61-9	Non	Non	C1B ; M1B	40530 à 91192 Pa à 37,8°C
Oxyde de styrène	96-09-3	Non	Non	C1B	40 Pa à 20°C
Beryllium	7440-41-7	Non	Non	C1B	1333 Pa à 1860°C

<sup>11</sup> Pour l'amiante, la VLEP est fixée par l'article 4412-104 du code du travail. Cette VLEP est définie pour une exposition d'une heure.

Parmi les substances à VLEP réglementaires contraignantes, l'azide de sodium, le pentachlorure de phosphore et le Sulfotep n'ont pas été retenus car il s'agit de substances présentant une faible volatilité (respectivement 1 Pa à 20°C, 1,6 Pa à 20 °C et 0,014 Pa à 20°C).

Le tableau de synthèse de l'ensemble des données recherchées pour les substances de la liste élargie est présenté au chapitre III - Résultats.

## 2.2. Etablissement de la liste « restreinte »

Une liste restreinte a ensuite été établie à partir de la liste élargie, en appliquant l'un des critères suivants :

- Substance faisant partie des substances citées plus de 5 fois par les producteurs et traiteurs de déchets (soit 17 substances) dans l'étude INRS : Etude des composés CMR dans les déchets dangereux (A. Chollot, 2007)<sup>1</sup>,
- Substance fréquemment retrouvée dans les atmosphères de travail des filières de traitement des déchets d'après les membres du comité de suivi.

La liste restreinte ainsi établie comprend 24 substances, présentées dans le tableau suivant.

**Tableau 2 : Sélection des substances – Liste restreinte**

Substances	CAS	Critères de sélection liste restreinte
Benzène	71-43-2	Fait partie des 17 substances les plus citées par l'étude INRS
Toluène	108-88-3	Fait partie des 17 substances les plus citées par l'étude INRS
DMF (N,N-Diméthylformamide)	68-12-2	Fait partie des 17 substances les plus citées par l'étude INRS
Chrome VI et ses composés	8540-29-9 ; 1333-82-0 ; 7789-00-6 ; 10588-01-9 ; 7789-06-2	Fait partie des 17 substances les plus citées par l'étude INRS
Trichloroéthylène	79-01-6	Fait partie des 17 substances les plus citées par l'étude INRS
1,2 Dichloroéthane	107-06-2	Fait partie des 17 substances les plus citées par l'étude INRS
Cadmium	7440-43-9	Fait partie des 17 substances les plus citées par l'étude INRS
Diméthylacétamide (N, N-diméthylacéta-mide)	127-19-5	Fait partie des 17 substances les plus citées par l'étude INRS
Nickel métallique et ses composés	1313-99-1 11099-02-8 34492-97-2	Fait partie des 17 substances les plus citées par l'étude INRS
n-hexane	110-54-3	Retenu par le comité de suivi
Ammoniac anhydre	7664-41-7	Retenu par le comité de suivi
Acétonitrile	75-05-8	Retenu par le comité de suivi
Butanone	78-93-3	Retenu par le comité de suivi
Tétrahydrofurane	109-99-9	Retenu par le comité de suivi
Xylène : mélange d'isomères	1330-20-7	Retenu par le comité de suivi
1,2,3-triméthylbenzène	526-73-8	Retenu par le comité de suivi
1,2,4-triméthylbenzène	95-63-6	Retenu par le comité de suivi
1,3,5-triméthylbenzène (mésitylène)	108-67-8	Retenu par le comité de suivi
Chlorobenzène	108-90-7	Retenu par le comité de suivi

Substances	CAS	Critères de sélection liste restreinte
1,2-dichlorobenzène	95-50-1	Retenu par le comité de suivi
1,2,4-trichlorobenzène	120-82-1	Retenu par le comité de suivi
Acétone	67-64-1	Retenu par le comité de suivi
Ethylbenzène	100-41-4	Retenu par le comité de suivi
Méthanol	67-56-1	Retenu par le comité de suivi

L'amiante n'a pas été retenue car cette substance a déjà fait l'objet de nombreuses études et les déchets d'amiante suivent une filière de traitement particulière et bien identifiée.

De même, bien que les poussières de bois soient retrouvées régulièrement dans l'atmosphère de travail des filières de traitement de déchets (le bois étant un matériau très largement utilisé), elles n'ont pas été retenues compte tenu de la grande quantité d'informations existantes à leur sujet et de la facilité d'identification de la filière bois.

Les fiches filières relatives à chacune des substances de la liste restreinte sont présentées au chapitre III - Résultats.



### 3. Revue bibliographique

#### 3.1. Sources consultées

Une revue bibliographique a été réalisée pour chaque substance de la liste restreinte, afin de recueillir les informations nécessaires à la rédaction des fiches filières, sur les thèmes suivants :

- Classement CMR,
- VLEP existantes,
- Toxicité aiguë et chronique,
- Réglementation applicable,
- Normes relatives à l'analyse dans l'air,
- Référence des équipements de protection individuelle (EPI) pour l'exposition par inhalation,
- Identification des filières d'utilisation,
- Etat des lieux de la substitution de la substance en France,
- Catégories de déchets susceptibles de contenir la substance,
- Gisements et flux dans les déchets de divers types (industriels, ménagers) et leurs dérivés (boues d'épuration, composts),
- Procédés de formation de la substance lors du traitement des déchets,
- Données sur l'exposition par inhalation des travailleurs des filières de traitement des déchets.

La consultation de sources françaises a été privilégiée. Dans le cas où les informations fournies étaient insuffisantes, des sources étrangères ont pu être consultées.

Les recherches se sont focalisées sur les sites internet des organismes travaillant sur les risques chimiques professionnels, les risques sanitaires et les déchets, en particulier (liste non exhaustive) :

- L'INRS (Institut National de Recherche et de Sécurité pour la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles),
- L'INERIS (Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques),
- L'ANSES (Agence Nationale de Sécurité Sanitaire de l'Alimentation, de l'Environnement et du Travail),
- L'InVS (Institut de Veille Sanitaire),
- Les CRAM (Caisse Régionale d'Assurance Maladie),
- L'ADEME (Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie),
- Le CIRC (Centre international de Recherche sur le Cancer),
- Le Bureau européen des produits chimiques,
- Le SCOEL (Scientific Committee on Occupational Exposure Limit),
- L'US-EPA (United States-Environmental Protection Agency),
- L'IRSST (Institut de Recherche Robert-Sauvé en Santé et en Sécurité du Travail),
- L'OSHA (Agence européenne pour la sécurité et la santé au travail),
- NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health / États-Unis).

Les informations disponibles sur les sites internet de ces organismes ont été complétées par des recherches sur le moteur de recherche Google.

La méthode utilisée pour la consultation des bases de données est la méthode par mot-clé.

Les sources consultées a minima pour chaque substance sont présentées en détail en **annexe 3**.

#### 3.2. Principales études bibliographiques utilisées

Les principales études bibliographiques utilisées dans le cadre de la rédaction des fiches filières sont présentées ci-après :

##### 1. ADEME :

L'ADEME a réalisé, en 2007, une seconde campagne nationale de caractérisation des ordures ménagères, intitulée MODECOM. L'objectif de cette campagne de caractérisation est notamment de connaître la composition des ordures ménagères au niveau national et la part des déchets provenant

des activités économiques collectés par le service public. Les résultats de cette campagne ont été publiés en 2009.

Dans le cadre de la présente étude, cette publication a permis de donner des indications concernant la composition chimique des ordures ménagères pour certains métaux lourds (cadmium, nickel, chrome).

## 2. INVS ;

L'Institut de veille sanitaire a initié et a assuré la coordination d'un travail intitulé « Stockage des déchets et santé publique » (septembre 2004), en collaboration avec des partenaires institutionnels ayant compétence dans le domaine (Ademe, Afsset, BRGM, INERIS), et des partenaires scientifiques concernés directement par le sujet (RSD, Astee, SFSP). Ce rapport donne notamment dans son chapitre 2 : Connaissances actuelles – 1. Caractérisation qualitative et quantitative des émissions des centres de stockage des déchets, des indications sur les émissions des substances étudiées dans les centres de stockage des déchets.

## 3. Etudes INRS :

- Approche des risques chimiques et microbiologiques dans le secteur du compostage (ND 2336-221-10. Pascal Poirot et al. 4<sup>ème</sup> trimestre 2010) : Cette étude, datant de 2010, dresse l'inventaire non exhaustif des risques chimiques et biologiques encourus par les salariés sur les plate-formes de compostage. Les résultats montrent la présence de 3 polluants majoritaires : les matières particulaires totales, l'ammoniac et les endotoxines.
- Caractérisation des risques chimiques dans quelques filières de traitement des déchets (ND 2271-207-07. Barbara Savary, Raymond Vincent. Cahiers de notes documentaires. INRS. 2<sup>ème</sup> trimestre 2007.) : Cette étude a établi, à partir de la base COLCHIC, la liste des agents chimiques présents dans les filières de traitement des déchets et les niveaux d'exposition auxquels sont soumis les salariés. Elle donne donc, pour certaines substances étudiées, des informations qualitatives et quantitatives sur l'exposition des travailleurs.
- Etude des composés CMR dans les déchets dangereux (PR 31-209. Alain Chollot. 4<sup>ème</sup> trimestre 2007) : Cette étude fournit des données qualitatives sur la présence de composés CMR dans les déchets dangereux, sur la base d'une enquête réalisée en 2006 et 2007 auprès des producteurs et des traiteurs de ce type de déchets.

## 4. Etudes INERIS :

- Caractérisation des BIOGAZ - Bibliographie - Mesures sur sites - Rapport final. (INERIS DRC-02-27158-AIRE-n°316b-JPo. J.POULLEAU. Octobre 2002) : Cette étude a permis d'obtenir des informations intéressantes concernant la formation des composés étudiés dans les centres de tri et de stockage, les centres d'enfouissement technique et les stations d'épuration, le cas échéant.
- Caractérisation des déchets industriels en vue de la détermination de leur potentiel de danger dans un objectif de classement SEVESO : résultats de la campagne d'analyses. Hennebert, P. Rapport d'étude. (07/04/2011 N° INERIS DRC-11-11 8161-04055A) : Le MEDDTL a réalisé en collaboration avec l'INERIS une campagne d'analyses semi-quantitatives de 32 échantillons de déchets. Ces analyses ont porté sur la connaissance en composés de ces déchets pour notamment atteindre un bilan de masse de 90%. Des composés organiques volatils et des métaux ont été identifiés dans certains de ces déchets.

## 5. Etudes ASTEE :

L'Association Scientifique et Technique pour l'Eau et l'Environnement a publié plusieurs guides qui fournissent des indications sur la formation des composés étudiés lors du traitement des déchets, notamment :

- Guide pour l'évaluation du risque sanitaire dans le cadre de l'étude d'impact d'une U.I.O.M. Novembre 2003.
- Guide pour l'évaluation du risque sanitaire dans le cadre de l'étude d'impact d'une installation de stockage de déchets ménagers et assimilés. Février 2005.
- Guide méthodologique pour l'évaluation du risque sanitaire de l'étude d'impact des installations de compostage soumises à autorisation. Juin 2006.

## 6. Etude FNADE :

L'étude FNADE-MEDD réalisée par l'ENSP : Les risques non micro-biologiques associés au compostage (Version du 19 août 2002) a permis d'obtenir des informations intéressantes concernant :

- le flux de certaines substances dans les déchets,
- la formation des composés étudiés lors du traitement des déchets,
- l'exposition des travailleurs à certaines substances étudiées.

#### 7. Etudes RECORD :

Les précédentes études réalisées sur des sujets similaires et disponibles auprès de RECORD ont également été consultées, en particulier :

- Aide à l'identification des risques CMR pour les filières de traitement de déchets. Etudes n°02-0660/1A et 04-0660/2A. RECORD. Novembre 2005.
- Les polluants et les techniques d'épuration des fumées. Cas des unités de traitement et de valorisation des déchets. Etat de l'art. Stéphane Bicocchi, Mathieu Boulinguez, Karen Diard. Etude réalisée sous la direction et pour le compte de l'association RECORD. Editions Tec & Doc Lavoisier. 2<sup>e</sup> édition. 2009.

## 4. Contact des organismes/experts

### 4.1. Objectifs

Les informations obtenues *via* les recherches bibliographiques ont été complétées par des entretiens auprès d'organismes et experts du secteur du déchet et plus largement du risque chimique en milieu professionnel.

Les objectifs de NEODYME lors de ces contacts étaient les suivants :

- Obtenir des données « de terrain » sur les flux des substances étudiées dans les déchets et sur les niveaux d'exposition des travailleurs des filières de traitement de déchets ;
- Avoir accès aux résultats détaillés de certaines publications identifiées *via* la revue bibliographique ;
- Obtenir éventuellement les coordonnées d'autres contacts pertinents.

### 4.2. Organismes et experts contactés

Les principaux organismes et experts contactés sont les suivants :

- Les membres du comité de suivi de la présente étude : des données sur les flux des substances dans les déchets et les niveaux d'exposition mesurés dans les ambiances de travail des sites industriels de leur entreprise leur ont été demandées ;
- L'ADEME, qui réalise régulièrement des études sur la gestion et la caractérisation des déchets : les résultats détaillés de la campagne MODECOM (campagne nationale de caractérisation des ordures ménagères) ont notamment été demandés ;
- L'INRS : un accès à la base de données COLCHIC (non consultable sur internet), qui fournit des données sur l'exposition des travailleurs aux substances chimiques, a été demandé ;
- Les auteurs de certaines publications publiées par l'INRS ou par l'INERIS utilisées pour cette étude (voir **annexe 3**) : des précisions sur les sources utilisées et les résultats obtenus dans le cadre de ces études ont été demandés ;
- L'ANSES : cet organisme, chargé de l'organisation de l'expertise scientifique nécessaire à la fixation des VLEP, a été contacté afin de nous apporter des informations sur les méthodes d'élaboration des VLEP en France ;
- Certains observatoires régionaux des déchets ;
- La société VEOLIA Propreté ;
- Le Ministère de l'écologie, du développement durable, des transports et du logement.

La liste complète des organismes et experts contactés dans le cadre de cette étude est présentée en **annexe 4**.

## 5. Présentation des fiches filières

L'ensemble des informations recueillies pour chaque substance à l'aide de la revue bibliographique et des contacts auprès des organismes et experts est présenté sous la forme d'une fiche filière. Le contenu des divers chapitres composant cette fiche est présenté en détail ci-après.

Ces fiches sont présentées pour chacune des substances de la liste restreinte au Chapitre III - Résultats.

### 5.1. Fiche identité de la substance

Ce chapitre présente, sous la forme d'un tableau, les données suivantes :

- Numéro CAS,
- Numéro CE,
- Nom et synonymes,
- Famille chimique,
- Formule brute,
- Formule semi-développée,
- Classement CMR selon le règlement CLP N°1272/2008 (Annexe VI),
- Classement cancérigène selon le CIRC,
- Classement cancérigène selon l'US-EPA,
- Valeur de la ou des VLEP réglementaires contraignantes (article R4412-149 du code du travail),
- Tension de vapeur à 20°C,
- Indicateurs biologiques d'exposition (source : base Biotox de l'INRS),
- Référence de la fiche toxicologique (FT) de l'INRS,
- Références des fiches de données toxicologiques et environnementales et de données technico-économiques de l'INERIS.

### 5.2. Toxicité de la substance

Ce chapitre présente de façon succincte les principales données disponibles sur la toxicité de la substance en exposition aiguë et chronique (effets systémiques et cancérigènes).

Les principales sources utilisées pour renseigner ces données sont :

- Les fiches toxicologiques de l'INRS,
- Les fiches de données toxicologiques et environnementales de l'INERIS.

### 5.3. Réglementation

La réglementation française et européenne applicable à chaque substance étudiée est identifiée et présentée dans ce chapitre, en particulier :

- La réglementation relative à l'utilisation de la substance en milieu professionnel et par le grand public, qui permet d'identifier les utilisations autorisées et les restrictions d'usage ;
- La réglementation relative aux valeurs limites d'émission dans l'air de la substance pour les installations de traitement de déchets.

Ce chapitre présente également :

- Les valeurs limites d'exposition professionnelle (VLEP) indicatives ou contraignantes en France ou en Europe, ainsi que les principales données à partir desquelles ont été établies ces VLEP. Ces données sont disponibles dans les rapports de recommandation établis en France par l'ANSES (chargée de l'organisation de l'expertise scientifique nécessaire à la fixation des VLEP dans le cadre du plan santé au travail 2005-2009), ou la DGT (synthèses des rapports du groupe d'experts « Effets sur la santé »), et au niveau européen par le Scientific Committee on Occupational Exposure Limit (SCOEL) ;
- Les références des normes relatives à l'analyse dans l'air des lieux de travail (sources présentées en **annexe 3**) :
  - o Fiches Métropol de l'INRS,
  - o Normes AFNOR,
  - o Méthodes NIOSH (Manual of Analytical Methods),

- Méthodes OSHA (Sampling & Analytical Methods).
- Les références des équipements de protection individuelle recommandés pour l'exposition par inhalation (source : INRS<sup>12</sup>).

## 5.4. Production et consommation de la substance

Ce chapitre présente les quantités produites, exportées, importées et consommées en France ou, à défaut, en Europe.

Les principales sources utilisées pour renseigner ces données sont :

- La base CMR 2005 de l'INRS,
- Les fiches de données technico-économiques de l'INERIS,
- Les rapports d'évaluation des risques de l'Union Européenne de l'ECB,
- La base de données « Existing Chemical Database » de l'OCDE,
- Le site internet « Données industrielles, économiques, géographiques sur les principaux produits chimiques, métaux et matériaux ». 8ème édition 2009. J.L. Vignes, G André, F. Kapala, Société Française de Chimie.

## 5.5. Utilisations de la substance

Ce chapitre présente les diverses filières d'utilisation de la substance identifiées. Les recherches bibliographiques se sont focalisées sur les utilisations de la substance en France.

Les données sont présentées par secteur industriel. Si elles sont disponibles, des données sur la concentration de la substance dans le produit final (solvant, peinture, composant électronique...) sont présentées.

Des données succinctes sur l'état des lieux des démarches de substitution de la substance en France sont également présentées pour les substances CMR.

Les principales sources utilisées pour renseigner ces données sont :

- Les fiches toxicologiques de l'INRS,
- Les fiches d'aide au repérage et à la substitution de l'INRS,
- La base CMR 2005 de l'INRS,
- Les fiches de données toxicologiques et environnementales et de données technico-économiques de l'INERIS,
- Les rapports d'évaluation des risques de l'Union Européenne de l'ECB.

## 5.6. La substance dans les déchets

### 5.6.1. Déchets contenant la substance

Les informations sur les déchets susceptibles de contenir la substance obtenus *via* la revue bibliographique et les contacts des organismes ou experts sont présentées dans ce chapitre.

A partir de ces informations et des diverses filières d'utilisation identifiées (cf. § 5.5), l'ensemble des catégories de déchets susceptibles de contenir la substance est présenté suivant la nomenclature déchets telle que définie dans l'article R541-8 (annexe II) du Code de l'Environnement. Chaque catégorie de déchet est classée par chapitre (code à 2 chiffres) puis par section (code à 4 chiffres) puis repérée par un code à 6 chiffres. Lorsque seule la section est mentionnée sans précision des catégories de déchets, cela signifie que l'ensemble des catégories de déchets appartenant à cette section est susceptible de contenir la substance.

Les déchets susceptibles de contenir la substance sont de plusieurs types :

- Déchets provenant des procédés mettant en œuvre la substance (eaux de lavage, résidus de procédés, boues...),

---

<sup>12</sup> Fiche pratique de sécurité. Les appareils de protection respiratoire. ED 98. INRS. Octobre 2008.

- Déchets de produits finis contenant la substance (solvant, peinture, articles en bois, textiles, emballages...),
- Déchets provenant du traitement (thermique, physico-chimique ou mécanique) de déchets susceptibles de contenir la substance (mâchefers, boues...).

#### ***5.6.2. Flux de la substance dans les déchets***

Les informations qualitatives et quantitatives sur les flux de la substance dans les déchets recueillies *via* la revue bibliographique et auprès des organismes ou experts contactés sont présentées dans ce chapitre.

#### ***5.6.3. Formation de la substance lors du traitement des déchets***

Certaines des substances étudiées peuvent se former lors du traitement des déchets. Ce chapitre présente :

- Les types de déchets à l'origine de l'émission de la substance lors de leur traitement,
- Les procédés de traitement concernés,
- Les données disponibles sur les flux ou concentrations de la substance émis dans l'air ou dans les lixiviats lors de ces traitements.

#### ***5.6.4. Exposition des travailleurs à la substance***

Ce chapitre présente les données recueillies *via* la revue bibliographique et auprès des organismes ou experts contactés sur les niveaux d'exposition par inhalation des travailleurs des filières de traitement de déchets.

### **III) Résultats**

## 1. Données générales sur la toxicité par inhalation

Les fiches filières présentent des données relatives à la toxicité sur l'homme de chaque substance. L'objet de ce paragraphe est de présenter des données générales sur la toxicité par inhalation des familles de produits étudiés (solvants, métaux). Les éléments présentés ci-après ont pour source le site internet de l'INRS (fiches solvants notamment).

### 1.1. Les solvants

Il existe quelques milliers de solvants, dont une centaine couramment utilisée. Selon ses propriétés, un solvant peut être utilisé comme dégraissant, adjuvant, diluant, décapant ou encore purifiant.

On distingue 9 principaux groupes de solvants organiques appartenant à 4 grandes familles :

Familles de solvants	Groupes de solvants
Solvants oxygénés	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Alcools : méthanol, éthanol, glycols... ;</li> <li>- Cétones : acétone, méthyéthylcétone... ;</li> <li>- Esters : acétates, agrosolvants... ;</li> <li>- Éthers : éther éthylique, THF, dioxane... ;</li> <li>- Éthers de glycol ; séries éthylénique et propylénique ;</li> </ul>
Solvants hydrocarbonés	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Solvants pétroliers (hors aromatiques) : alcanes, alcènes... ;</li> <li>- Hydrocarbures aromatiques : benzène, toluène, xylènes, cumène... ;</li> </ul>
Solvants halogénés	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hydrocarbures halogénés : chlorés, bromés ou fluorés ;</li> </ul>
Autres solvants	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Solvants particuliers : amines, amides, terpènes....</li> </ul>

Aucun solvant n'est inoffensif. Ils ont tous des effets sur la santé, variables selon les produits et la nature de l'exposition.

Compte tenu de leur affinité pour les organes riches en graisse (système nerveux, foie, reins) et de leur volatilité, les solvants pénètrent très facilement dans l'organisme par les voies respiratoire et cutanée, mais également digestive en cas d'absorption accidentelle.

L'intoxication, aiguë ou chronique, selon la durée et l'intensité d'exposition, peut aller de la simple allergie au cancer.

Des contacts répétés avec des solvants peuvent avoir des effets sur le système nerveux, le sang (hématotoxicité, cancer), le foie ou les reins (insuffisances rénales ou hépatiques, cancers) et la fonction de reproduction (fertilité, grossesse).

Les principaux effets habituellement observés et communs à l'ensemble de ces substances sont :

- Des effets locaux ou généraux : picotements, irritations,
- Des effets systémiques : vertiges, états ébrioux, intoxications aiguës, coma...

Ces effets toxiques ou ces pathologies apparaissent parfois plusieurs années après l'exposition.

#### 1.1.1. Les hydrocarbures halogénés

Les effets communs aux solvants halogénés incluent une irritation principalement de la peau et des muqueuses (oculaire et respiratoire) en cas d'exposition unique ou répétée, des troubles neurologiques aigus (sommolence, ébriété, céphalée, vergite, coma...) en cas d'exposition à des concentrations élevées, et surtout une atteinte neurologique plus progressive en relation avec des expositions répétées (troubles de la mémoire, du comportement).

Les effets spécifiques peuvent être très différents selon la substance. Toutefois, la plupart peuvent provoquer des troubles d'excitabilité cardiaque, et de nombreux dérivés chlorés et bromés entraînent des atteintes hépatiques ou rénales.

Certains solvants halogénés ont des actions sévères sur le système nerveux, d'autres sont susceptibles d'induire des cancers.

#### 1.1.2. Les hydrocarbures aromatiques

Les effets communs aux hydrocarbures aromatiques sont ceux précédemment décrits pour les solvants halogénés : irritations, troubles neurologiques, etc...



Le benzène doit être mis à part du fait de sa toxicité spécifique importante pour les cellules sanguines. Certains hydrocarbures aromatiques, dont le toluène, provoquent des lésions de cellules auditives et peuvent entraîner des troubles de l'audition.

### **1.1.3. Les cétones**

La plupart des cétons simples ont des effets sur l'homme communs aux autres solvants : elles sont irritantes pour les voies respiratoires, la peau et les yeux et agissent sur le système nerveux central. Les premiers symptômes d'une exposition sont la toux, un larmoiement, des irritations cutanées, mais aussi une diminution de la vigilance, des maux de tête...  
A plus fortes concentrations ou lors d'expositions répétées peuvent apparaître des dermatoses ou des problèmes digestifs.

### **1.1.4. Les solvants pétroliers**

Les solvants pétroliers présentent des caractéristiques similaires, et les effets communs sont ceux habituellement provoqués par l'ensemble des solvants (irritations, troubles neurologiques, etc...). La toxicité particulière du n-hexane sur le système nerveux périphérique doit être soulignée, elle se traduit par des troubles sensitifs et moteurs des membres.

## **1.2. Les métaux**

La dangerosité des poussières, fumées ou vapeurs issues de métaux dangereux dépend de la nature des métaux mais aussi de la forme sous laquelle ils se présentent, de leur concentration ou des modes opératoires employés.

Certains métaux provoquent des irritations, des allergies (nickel, cobalt...) ou des intoxications aiguës ou chroniques (plomb, manganèse...). Plusieurs métaux ou leurs composés sont classés CMR comme le plomb, le béryllium, les composés du chrome VI (chromates de zinc par exemple).

## **2. Contacts des organismes et des experts**

### **2.1. Données obtenues auprès des membres du comité de suivi**

L'ensemble du comité de suivi a été sollicité afin d'obtenir des données de terrain concernant :

- Le flux des substances étudiées dans les déchets ;
- L'exposition des travailleurs de la filière du traitement des déchets.

#### **2.1.1. Données sur les flux de substances dans les déchets**

Une entreprise du comité de suivi, spécialisée dans le traitement par incinération de déchets industriels dangereux, a fourni des résultats de mesures réalisées à la réception de déchets, entre 2005 et 2010.

Les résultats sont présentés dans chaque fiche filière des substances concernées. Ils sont présentés dans leur intégralité en **annexe 5-1**.

#### **2.1.2. Données sur l'exposition des travailleurs**

Une entreprise spécialisée dans l'incinération des déchets ménagers a fourni des résultats de mesures sur des prélèvements d'ambiance ou prélèvements individuels, en divers postes de travail. L'ensemble des données est fourni en **annexe 5-2**.

Compte tenu de la difficulté pour obtenir des données quantitatives de terrain, il a été proposé un modèle de tableau à compléter, comportant des données sur le nombre de mesures réalisées et le nombre de fois où chaque substance a été recherchée, le nombre de fois où elles ont été détectées en précisant si la valeur mesurée était supérieure ou inférieure aux VLEP.

Divers types d'« activités évaluées » étaient proposés dans ce tableau, cette liste n'étant pas exhaustive (et donc susceptible d'être complétée par le répondant) :

- Incinération,
- Traitement biologique,
- Traitement physico-chimique,
- Valorisation solvants et hydrocarbures,
- Transit et regroupement,
- Déconditionnement,
- Broyage,
- Stockage,
- Compostage...

Le modèle de tableau est présenté en page suivante (Tableau 3). Il a été envoyé aux entreprises suivantes :

- SITA,
- Labo Services,
- TIRU,
- TREDI,
- SARP Industries.

Deux entreprises ont renvoyé le tableau complété. Les informations obtenues sont présentées dans chaque fiche filière des substances concernées, ainsi que dans le Tableau 4 et le Tableau 5 des pages suivantes.

Pour l'entreprise 1, les substances suivantes ont été recherchées (données 2002 à 2010) :

- Chrome VI et ses composés,
- Cadmium,
- Nickel métallique et ses composés,
- Ammoniac anhydre.

En ce qui concerne l'entreprise 2, les substances suivantes n'ont fait l'objet d'aucune mesure, sur aucun des sites :

- DMF (N,N-Diméthylformamide),
- Chrome VI et ses composés,
- Cadmium,
- N,N-diméthylacétamide,
- Nickel métallique et ses composés,
- Ammoniac anhydre,
- Acétonitrile,
- Méthanol.

Tableau 3 : Modèle de tableau à compléter par les membres du comité de suivi

Activités évaluées:	Incinération				Traitement biologique				...			
Nombre de sites évalués												
Postes de travail évalués	Tous postes confondus				Tous postes confondus				Tous postes confondus			
Liste des molécules étudiées	Nombre de fois recherchées lors des mesures d'exposition professionnelles	Nombre de fois inférieures aux VLEP	Nombre de fois supérieures aux VLEP	Nombre de fois détectées (Valeurs inf + valeurs sup à la VLEP)	Nombre de fois recherchées lors des mesures d'exposition professionnelles	Nombre de fois inférieures aux VLEP	Nombre de fois supérieures aux VLEP	Nombre de fois détectées (Valeurs inf + valeurs sup à la VLEP)	Nombre de fois recherchées lors des mesures d'exposition professionnelles	Nombre de fois inférieures aux VLEP	Nombre de fois supérieures aux VLEP	Nombre de fois détectées (Valeurs inf + valeurs sup à la VLEP)
Benzène												
Toluène												
...												

Tableau 4 : Récapitulatif des réponses obtenues – ENTREPRISE 1 (incinération d'ordures ménagères)

Activités évaluées:		Incinération		
Nombre de sites évalués	11			
Postes de travail évalués	28			
Liste des molécules étudiées	Nombre de fois recherchées lors des mesures d'exposition professionnelles	Nombre de fois inférieures aux VLEP	Nombre de fois supérieures aux VLEP	Nombre de fois détectées (Valeurs inf + valeurs sup à la VLEP)
<b>Chrome VI et ses composés</b>	12	0	1	1
<b>Cadmium</b>	29	11	0	11
<b>Nickel métallique et ses composés</b>	67	29	0	29
<b>Ammoniac anhydre</b>	1	1	0	1

Les composés recherchés ne sont pas détectés dans plus de la moitié des cas.  
Seul le chrome a été détecté une fois en concentration supérieure à la VLEP.

Tableau 5 : Récapitulatif des réponses obtenues – ENTREPRISE 2 (traitement des déchets spéciaux)<sup>13</sup>

Activités évaluées :	Incinération				Traitement biologique				Traitement physico-chimique				Valorisation solvants et hydrocarbures			
Nombre de sites évalués	5				5				6				8			
Postes de travail évalués	Tous postes confondus				Tous postes confondus				Tous postes confondus				Tous postes confondus			
Liste des molécules étudiées	Nombre de fois recherchées lors des mesures d'exposition professionnelles	Nombre de fois inférieures aux VLEP	Nombre de fois supérieures aux VLEP	Nombre de fois détectées (Valeurs inf + valeurs sup à la VLEP)	Nombre de fois recherchées lors des mesures d'exposition professionnelles	Nombre de fois inférieures aux VLEP	Nombre de fois supérieures aux VLEP	Nombre de fois détectées (Valeurs inf + valeurs sup à la VLEP)	Nombre de fois recherchées lors des mesures d'exposition professionnelles	Nombre de fois inférieures aux VLEP	Nombre de fois supérieures aux VLEP	Nombre de fois détectées (Valeurs inf + valeurs sup à la VLEP)	Nombre de fois recherchées lors des mesures d'exposition professionnelles	Nombre de fois inférieures aux VLEP	Nombre de fois supérieures aux VLEP	Nombre de fois détectées (Valeurs inf + valeurs sup à la VLEP)
Benzène	77	24	0	24	10	1	0	1	11	0	0	0	60	14	0	14
Toluène	77	74	0	74	10	3	0	3	11	7	0	7	60	46	0	46
Trichloroéthylène	77	18	0	18	10	0	0	0	11	2	0	2	60	2	0	2
1,2 Dichloroéthane	77	1	0	1	10	0	0	0	11	0	0	0	60	0	0	0
n-Hexane	77	8	0	8	10	0	0	0	11	2	0	2	60	2	0	2
Butanone	77	20	0	20	10	0	0	0	11	0	0	0	60	20	0	20
Tétrahydrofurane	77	0	0	0	10	0	0	0	11	0	0	0	60	0	0	0
Xylènes : mélange d'isomère	77	72	0	72	10	3	0	3	11	6	0	6	60	38	0	38
1,2,3-Triméthylbenzène																
1,2,4-Triméthylbenzène	77	36	0	36	10	1	0	1	11	3	0	3	60	6	0	6
1,3,5-Triméthylbenzène (mésitylène)																
Chlorobenzène	77	21	0	21	10	0	0	0	11	0	0	0	60	0	0	0
1,2-Dichlorobenzène	77	0	0	0	10	0	0	0	11	0	0	0	60	0	0	0
1,2,4-Trichlorobenzène	77	0	0	0	10	0	0	0	11	0	0	0	60	0	0	0
Acétone	77	8	0	8	10	0	0	0	11	0	0	0	60	11	0	11
Ethylbenzène	77	66	0	66	10	2	0	2	11	6	0	6	60	34	0	34

<sup>13</sup> Les résultats d'analyse présentés ne tiennent pas compte des EPI (pas de facteur d'abattement appliqué).

Activités évaluées:	Transit et regroupement				Déconditionnement				Broyage				Stockage (inclus les dépotages et prélèvements)			
Nombre de sites évalués	5				7				6				15			
Postes de travail évalués	Tous postes confondus				Tous postes confondus				Tous postes confondus				Tous postes confondus			
Liste des molécules étudiées	Nombre de fois recherchées lors des mesures d'exposition professionnelles	Nombre de fois inférieures aux VLEP	Nombre de fois supérieures aux VLEP	Nombre de fois détectées (Valeurs inf + valeurs sup à la VLEP)	Nombre de fois recherchées lors des mesures d'exposition professionnelles	Nombre de fois inférieures aux VLEP	Nombre de fois supérieures aux VLEP	Nombre de fois détectées (Valeurs inf + valeurs sup à la VLEP)	Nombre de fois recherchées lors des mesures d'exposition professionnelles	Nombre de fois inférieures aux VLEP	Nombre de fois supérieures aux VLEP	Nombre de fois détectées (Valeurs inf + valeurs sup à la VLEP)	Nombre de fois recherchées lors des mesures d'exposition professionnelles	Nombre de fois inférieures aux VLEP	Nombre de fois supérieures aux VLEP	Nombre de fois détectées (Valeurs inf + valeurs sup à la VLEP)
Benzène	39	1	0	1	41	0	0	0	67	0	0	0	101	9	0	9
Toluène	39	20	0	20	41	24	0	24	67	47	2	49	101	82	1	83
Trichloroéthylène	39	2	0	2	41	6	0	6	67	13	0	13	101	5	0	5
1,2 Dichloroéthane	39	0	0	0	41	0	0	0	67	0	0	0	101	0	0	0
n-Hexane	39	4	0	4	41	6	0	6	67	0	0	0	101	3	0	3
Butanone	39	1	0	1	41	4	0	4	67	22	0	22	101	14	0	14
Tétrahydrofurane	39	0	0	0	41	0	0	0	67	0	0	0	101	0	0	0
Xylènes : mélange d'isomère	39	20	0	20	41	26	0	26	67	55	0	55	101	73	0	73
1,2,3-Triméthylbenzène																
1,2,4-Triméthylbenzène	39	2	0	2	41	1	0	1	67	33	0	33	101	31	0	31
1,3,5-Triméthylbenzène (mésitylène)																
Chlorobenzène	39	1	0	1	41	0	0	0	67	1	0	1	101	11	1	12
1,2-Dichlorobenzène	39	0	0	0	41	0	0	0	67	0	0	0	101	0	0	0
1,2,4-Trichlorobenzène	39	0	0	0	41	0	0	0	67	0	0	0	101	0	0	0
Acétone	39	0	0	0	41	6	0	6	67	1	0	1	101	10	1	11
Ethylbenzène	39	8	0	8	41	15	0	15	67	48	0	48	101	55	0	55

Seuls le toluène, le chlorobenzène et l'acétone ont été détectés à des concentrations supérieures aux VLEP (respectivement trois fois, une fois et une fois).

## 2.2. Données obtenues auprès de l'ANSES et de la DGT

L'ANSES a été contactée dans le but d'obtenir les rapports sur la construction des VLEP. Cet organisme nous a indiqué que les rapports d'expertise ayant permis d'élaborer les VLEP actuellement en vigueur en France sont disponibles auprès de la Direction Générale du Travail.

Celle-ci a fourni les fiches de synthèses des rapports du groupe d'experts « Effets sur la santé », donnant des indications sur la construction des VLEP en France, pour les substances suivantes :

- Acétone,
- Ammoniac,
- Butanone,
- Diméthylacétamide,
- Ethylbenzène,
- Tétrahydrofurane,
- Chlorobenzène,
- 1,2-dichlorobenzène,
- 1,2,4-trichlorobenzène,
- Triméthylbenzènes,
- Xylènes.

Les informations contenues dans chacun de ces rapports ont été intégrées directement dans chaque fiche filière.

Pour le toluène et le chrome VI, les rapports sont disponibles sur le site de l'Anses. Pour le DMF, le trichloroéthylène, le 1,2-dichloroéthane, le cadmium, le nickel, il n'existe pas actuellement de VLEP réglementaires. Ainsi, aucun rapport n'est disponible. Les rapports concernant le benzène, l'acétonitrile et le méthanol n'ont pu être fournis ni par la DGT, ni par l'ANSES.

## 2.3. Données obtenues auprès de l'INERIS

Le MEDDTL a publié le 10 janvier 2011 un "guide méthodologique pour l'évaluation du classement des installations de transit / tri / regroupement ou de traitement de déchets contenant des substances ou préparations dangereuses éligibles au régime d'autorisation avec servitudes (AS) ou au régime d'autorisation « SEVESO – Seuil bas »". Ce guide définit la méthodologie à mettre en oeuvre pour évaluer la quantité des substances ou mélanges dangereux, susceptibles d'être contenus dans les déchets dangereux et les déchets conditionnés, relevant d'une rubrique visant une installation figurant sur la liste prévue au IV de l'article L. 515-8 du code de l'environnement. Cette évaluation est nécessaire en vue de déterminer le classement d'une installation au regard des rubriques 2717, 2770 et 2790.

Ce guide propose un protocole d'analyses des déchets élaboré dans cette perspective de « classement Seveso » des établissements.

L'étude réalisée en 2011 par le MEDDTL et l'INERIS, intitulée « Caractérisation des déchets industriels en vue de la détermination de leur potentiel de danger dans un objectif de classement SEVESO : résultats de la campagne d'analyses ». Hennebert, P. Rapport d'étude. (07/04/2011 N° INERIS DRC-11-118161-04055A) (cf. § 3.2) vise à appliquer ce protocole à partir d'une campagne d'analyses.

L'INERIS a confié cette campagne d'analyses à deux laboratoires en parallèle sur 32 échantillons de déchets industriels fournis par les syndicats professionnels SYVED, SYPRED et ATILH.

La teneur en eau des solides et des liquides analysés est exprimée en pourcentage en masse sur brut.

Les concentrations dans les solides sont exprimées en pourcentage de la masse sèche. La teneur en eau n'est pas incluse dans le bilan de masse des solides.

Les concentrations dans les liquides sont exprimées en pourcentage du poids brut ou frais. La teneur en eau est incluse dans le bilan de masse des liquides.

La liste des échantillons analysés est la suivante :

**Tableau 6 : Liste des échantillons analysés – Etude INERIS / MEDDTL**

Echantillons solides		Echantillons liquides	
Résidus de l'incinération	S1 : REFIOM Bicarbonate	Déchets pâteux	S9-SAR : Déchets pâteux
	S2 : REFIOM Chaux	Huiles usées et déchets d'hydrocarbures	S10 : Huiles noires
	S3 : Cendres volantes		S11 : Huiles hydrauliques
	S4 : REFIDI n°1		S12-SON : Hydrocarbures
	S5 : REFIDI n°2		S13-SCO : Déchets d'hydrocarbures en mélanges
	S6 : Mâchefers UIDIS		S13-SON : Déchets d'hydrocarbures en mélanges
Déchets solides minéraux	S7 : Poussières métalliques	Déchets de solvants	S14-PCX : Solvants halogénés
Emballages et matériaux souillés	S8-DON : Broyats d'emballages et de matériaux souillés		S14-SAN : Solvants halogénés
	S8-GEO : Broyats d'emballages et de matériaux souillés		S14-SAR : Solvants halogénés
	S8-SAR : Broyats d'emballages et de matériaux souillés		S15 : Solvants non halogénés
	S8-SCO : Broyats d'emballages et de matériaux souillés	Eaux souillées	S16-CHI : Eaux souillées
	S8-TRI : Broyats d'emballages et de matériaux souillés		S16-DUC : Eaux souillées
	Déchets pâteux		S9-GEO : Déchets pâteux
S9-SCO : Déchets pâteux			S16-HOM : Eaux souillées
Echantillon de l'ATILH	S18 : Combustible de substitution solide (CSS)		S16-SAR : Eaux souillées
-	-	S16-SCO : Eaux souillées	
-	-	Echantillon de l'ATILH	S17 : Combustible de substitution liquide (CSL)

Des informations complémentaires ont été fournies par l'INERIS, et sont présentées dans leur intégralité en **annexe 5-3**. Une synthèse est présentée ci-après.

Les fourchettes des résultats obtenus sur les divers échantillons analysés pour les substances de la liste restreinte sont récapitulées dans le tableau suivant :

**Tableau 7 : Teneurs en composés volatils mesurées dans les échantillons analysés**

Echantillons concernés	N° CAS	Composé analysé	Fouchette de teneur en substance pour bilan de masse
S1 S10 S11 S12-SON S13-SCO S13-SON S14-PCX S14-SAN S14-SAR S15 S16-CHI S16-DUC S16-GEO S16-HOM S16-SAR S16-SCO S17 S18 S2 S3 S4 S5 S6 S7 S8-DON S8-GEO S8-SAR S8-SCO S8-TRI S9-GEO S9-SAR S9-SCO	-	Cadmium	0 à 0,023%
S16-HOM S5 S6	-	Chrome VI	0,0004 à 0,27%



Echantillons concernés	N° CAS	Composé analysé	Fouchette de teneur en substance pour bilan de masse
S1 S10 S11 S12-SON S13-SCO S13-SON S14-PCX S14-SAN S14-SAR S15 S16-CHI S16-DUC S16-GEO S16-HOM S16-SAR S16-SCO S17 S18 S2 S3 S4 S5 S6 S7 S8-DON S8-GEO S8-SAR S8-SCO S8-TRI S9-GEO S9-SAR S9-SCO	-	Nickel	0 à 0,25%
S14-SAN S15 S16-CHI S16-SAR S18 S8-DON S8-GEO S8-SCO S9-SCO	78-93-3	2-Butanone	0 à 2,1%
S14-SAN S14-SAR S15 S16-GEO S16-SAR S4 S5 S8-DON S8-GEO S8-SAR S14-SAN S14-SAR S15 S16-CHI S16-SCO	67-64-1	Acétone	0 à 5,99%
S16-CHI	75-05-8	Acetonitrile	0,0001%
S10 S14-PCX S16-CHI S16-SAR S16-SCO S9-GEO S9-SAR S9-SCO	71-43-2	Benzene	0 à 0,02%
S11 S15 S15 S16-CHI S16-DUC S16-SCO S8-GEO S8-SCO S8-TRI S9-GEO S9-SCO S16-SAR	526-73-8	Benzene, 1,2,3-trimethyl- (ou isomère)	0 à 0,54%
S11 S12-SON S13-SCO S8-GEO S10 S11 S12-SON S13-SCO S13-SON S15 S16-SAR S17 S18 S6 S8-DON S8-GEO S8-SAR S8-SCO S8-TRI S9-GEO S9-SAR S9-SCO	95-63-6	Benzene, 1,2,4-trimethyl- (ou isomère)	0 à 3,78%
S10 S12-SON S13-SCO S16-SCO S18 S8-GEO S8-SCO S9-GEO S9-SCO S10 S12-SON S13-SCO S13-SON S17 S6 S8-DON S8-GEO S8-SAR S8-SCO S8-TRI S9-GEO S9-SAR S9-SCO	108-67-8	Benzene, 1,3,5-trimethyl- (ou isomère)	0 à 0,64%
S14-PCX S16-SAR S16-SCO S9-SAR S9-SCO	108-90-7	Benzene, chloro-	0 à 0,41%
S14-PCX S8-SCO S9-SCO	95-50-1	Benzene, 1,2-dichloro-	0,0003 à 0,029%
S9-SCO	120-82-1	Benzene, 1,2,4-trichloro-	0,026%
S14-PCX S16-CHI S16-SAR S16-SCO S8-DON S8-SAR S8-SCO S9-SCO	79-01-6	Trichloroethylene	0 à 0,66%
S14-PCX	107-06-2	Ethane, 1,2-dichloro-	4,36 à 4,63%
S10 S11 S12-SON S13-SCO S14-SAR S15 S16-CHI S16-SAR S16-SCO S18 S6 S8-DON S8-GEO S8-SAR S8-SCO S9-GEO S9-SCO S10 S11 S12-SON S13-SCO S16-CHI S16-SAR S6 S8-DON S8-GEO S8-SAR S8-SCO S8-TRI S9-GEO S9-SAR S9-SCO	100-41-4	Ethylbenzène	0 à 0,28%
S14-SAN	109-99-9	Furan, tetrahydro-	0,014%
S10 S11 S8-DON S9-GEO S9-SAR S9-SCO S11 S13-SCO S15 S16-CHI S16-SAR S16-SCO S17	110-54-3	Hexane	0 à 0,015%

Echantillons concernés	N° CAS	Composé analysé	Fouchette de teneur en substance pour bilan de masse
S10 S11 S12-SON S13-SCO S13-SON S14-PCX S14-SAN S14-SAR S15 S16-CHI S16-DUC S16-GEO S16-HOM S16-SAR S16-SCO S17 S18 S8-DON S8-GEO S8-SAR S8-SCO S8-TRI S9-SAR S16-SAR	67-56-1	Méthanol	0,0002 à 5,28%
S10 S11 S12-SON S13-SCO S13-SON S14-SAR S15 S16-CHI S16-SAR S17 S18 S6 S8-DON S8-GEO S8-SAR S8-SCO S8-TRI S9-GEO S9-SAR S9-SCO	95-47-6	o-Xylene	0 à 1%
S10 S11 S12-SON S13-SCO S13-SON S15 S16-CHI S16-DUC S16-HOM S16-SAR S16-SCO S17 S18 S6 S8-DON S8-GEO S8-SAR S8-SCO S8-TRI S9-GEO S9-SAR S9-SCO	106-42-3	p-Xylene	0 à 3,16%
S10 S11 S12-SON S13-SCO S14-SAN S14-SAR S15 S16-CHI S16-DUC S16-GEO S16-SAR S16-SCO S17 S18 S2 S6 S8-DON S8-GEO S8-SAR S8-SCO S8-TRI S9-GEO S9-SAR S9-SCO	108-88-3	Toluene	0 à 18,64%

## 2.4. Données obtenues auprès de l'INRS

L'INRS a été sollicité d'une part au sujet de l'Etude des composés CMR dans les déchets dangereux (PR 31-209. Alain Chollot. 4<sup>ème</sup> trimestre 2007), et d'autre part afin d'avoir un accès à des résultats issus de la base Colchic.

L'auteur de l'étude citée ci-dessus n'a pu fournir d'éléments détaillés sur les composés volatils dans les déchets puisqu'aucune donnée quantitative n'avait été recueillie lors de cette enquête.

En revanche, l'INRS a gracieusement fourni dans le cadre de cette étude un rapport d'extraction de la base de données Colchic, à partir des codes NAF relatifs au traitement des déchets (rapport présenté en **annexe 5-4**). Les résultats sont présentés dans les fiches filières des substances concernées. Une synthèse des éléments qui ressortent de cette étude est présentée ci-après.

Les résultats ont été obtenus à partir des mesures effectuées par les 8 laboratoires interrégionaux de chimie des CRAM/CARSAT et de l'INRS, entre 2001 et 2010. Ils concernent l'exposition professionnelle (prélèvements d'ambiance ou prélèvements individuels) dans les secteurs de la collecte et du traitement des déchets, à savoir :

- 38.11Z : Collecte des déchets non dangereux ;
- 38.12Z : Collecte des déchets dangereux ;
- 38.21Z : Traitement et élimination des déchets non dangereux ;
- 38.22Z : Traitement et élimination des déchets dangereux ;
- 38.31Z : Démantèlement d'épaves ;
- 38.32Z : Récupération des déchets triés.

Les substances pour lesquelles le rapport fournit des informations sont les suivantes :

- Toluène,
- Benzène,
- N-hexane,
- Xylènes,
- Ethylbenzène,
- Acétone,
- Butanone,
- Trichloroéthylène,
- Trochlorobenzène,
- Ammoniac,
- Nickel,
- Cadmium,
- Chrome

Les résultats indiqués ci-dessous sont fournis sans distinction du secteur d'activité concerné (code NAF).

Tableau 8 : Synthèse des résultats du rapport d'extraction de la base de données Colchic

	Prélèvements individuels			Prélèvements d'ambiance		
	Nombre de mesures	Concentration min	Concentration max	Nombre de mesures	Concentration min	Concentration max
Nickel ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	192	0,05	180	120	0,03	157,3
Chrome ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	178	0,09	78,1	120	0,09	589,7
Cadmium ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	183	0,05	1 930	129	0,02	29,6
Ammoniac ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )	20	0,05	18,07	19	0,02	5,45
Toluène ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )	68	0,05	393	88	0,01	34
Benzène ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )	18	0,09	288	52	3,35	200
Butanone ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )	34	0,05	51	16	0,05	5,51
n-hexane ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )	7	0,11	2,88	14	0,02	5,51
Xylènes (mélange d'isomères) ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )	49	0,1	45	43	0,02	32
o-xylène ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )	9	0,13	0,73	28	0,01	0,42
m-xylène ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )	9	0,12	0,62	38	0,01	9,21
p-xylène ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )	9	0,28	1,40	38	<0,01	4
Trichloroéthylène ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )	9	0,02	0,04	33	0,06	20
Ethylbenzène ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )	45	0,04	10	44	<0,01	9
1,2,4-trichlorobenzène ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )	13	0,38	16,2	-	-	-
Acétone ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )	23	0,3	46	-	-	-

### 3. Données recherchées pour les substances de la liste élargie

Les données recherchées pour les 85 substances de la « liste élargie » sont présentées ci-après.

Tableau 9 : Présentation des données pour les 85 substances de la liste élargie

Substance	CAS	VLEP contraignante	Classification CMR selon règlement CLP	Tension vapeur	Source tension vapeur	Références fiches toxicologiques INRS	Références fiches de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques INERIS	Fiche de Données technico-économiques sur les substances chimiques en France INERIS	Référence des normes relatives à l'analyse dans l'air Fiches Métropol	Référence des normes relatives à l'analyse dans l'air Normes AFNOR	Référence des normes relatives à l'analyse dans l'air Méthode NIOSH	Référence des normes relatives à l'analyse dans l'air Méthode OSHA
Acétone	67-64-1	* VLEP sur 8 H: 1 210 mg/m <sup>3</sup> d'air, 500 ppm * VLEP court terme: 2 420 mg/m <sup>3</sup> , 1 000 ppm	non	24700 Pa à 20 °C	INRS FT3	FT 3	-	-	Fiche Métropol 020. Cétones. 08/2004.	NF X43-267 (Juillet 2004): Air des lieux de travail. Prélèvement et analyse de vapeurs organiques. Prélèvement par pompage sur tube à adsorption et désorption au solvant. NF EN ISO 16017 (Partie 1 : Mars 2001 / Partie 2 : Oct 2003): Air intérieur, air ambiant et air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par tube à adsorption/désorption thermique/chromatographie en phase gazeuse sur capillaire. NF ISO 16200 (Décembre 2001): Qualité de l'air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par désorption au solvant/chromatographie en phase gazeuse.	Méthode 1300 : « Ketones I ». Issue 2, 15 août 1994. Méthode 2549 : « Volatile organic CPDS (Screening) ». Issue 1, 15 mai 1996. Méthode 3800 : « Organic and inorganic gases by extractive FTIR spectrometry ». Issue 1, 15 mars 2003. Méthode 2555 : « Ketones I ». Issue 1, 15 mars 2003.	Méthode 69 : Acetone. Mars 1988.
Acétonitrile	75-05-8	* VLEP sur 8 H: 70 mg/m <sup>3</sup> d'air, 40 ppm * Possibilité d'une pénétration cutanée importante.	non	9860 Pa à 25°C	INRS FT104	FT 104	-	-	Fiche Métropol 067. acétonitrile par chromatographie en phase gazeuse. 03/2004.	NF X43-267 (Juillet 2004): Air des lieux de travail. Prélèvement et analyse de vapeurs organiques. Prélèvement par pompage sur tube à adsorption et désorption au solvant. NF EN ISO 16017 (Partie 1 : Mars 2001 / Partie 2 : Oct 2003): Air intérieur, air ambiant et air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par tube à adsorption/désorption thermique/chromatographie en phase gazeuse sur capillaire. NF ISO 16200 (Décembre 2001): Qualité de l'air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par désorption au solvant/chromatographie en phase gazeuse.	Méthode 1606 : « Acétonitrile ». Issue 3, 15 janvier 1998.	Sans objet
Ammoniac anhydre	7664-41-7	* VLEP sur 8 H: 7 mg/m <sup>3</sup> d'air, 10 ppm * VLEP court terme: 14 mg/m <sup>3</sup> , 20 ppm	non	860000 Pa à 20°C	INRS FT16	FT 16	DRC-08-83451-01089C	-	Fiche Métropol 013/V01. Ammoniac et sels d'ammonium. 03/2008.	NF X43-303 (Décembre 2007): Qualité de l'air - Émissions de sources fixes - Détermination de l'ammoniac (NH <sub>3</sub> ). VDI 3869/F3 (Octobre 2010): Measurement of ammonia in ambient air - Sampling with diffusion separators (denuders) - Photometric or ion chromatographic analysis. VDI 3869/F4 (Septembre 2010): Measurement of ammonia in ambient air - Sampling with passive samplers - Photometric or ion chromatographic analysis	Méthode 3800 : « Organic and inorganic gases by extractive FTIR spectrometry ». Issue 1, 15 mars 2003. Méthode 6015 : « Ammonia ». Issue 2, 15 août 1994. Méthode 6016 : « Ammonia by IC ». Issue 1, 15 mai 1996.	Méthode ID-188 : Ammonia in Workplace Atmospheres - Solid Sorbent. Janvier 2002. Méthode ID-164 : Ammonia in Workplace Atmospheres. Decembre 1988.
Benzène	71-43-2	* VLEP sur 8H, 3,25 mg/m <sup>3</sup> d'air, 1 ppm, * Possibilité d'une pénétration cutanée importante.	C1A; M1B	9970 Pa à 20°C	INRS FT49	FT 49	INERIS-DRC-01-25590-00DR256.doc	oui Elle ne comporte pas de n° de référence	Fiche Métropol 012/V02. Hydrocarbures aromatiques. 11/2009. Fiche Métropol 055/V01.01. Mélanges de vapeurs d'hydrocarbures C6 à C12. 11/2009.	NF EN 14662 (Novembre 2005): Qualité de l'air ambiant - Méthode normalisée pour le mesurage des concentrations en benzène. NF X43-267 (Juillet 2004): Air des lieux de travail. Prélèvement et analyse de vapeurs organiques. Prélèvement par pompage sur tube à adsorption et désorption au solvant. NF EN ISO 16017 (Partie 1 : Mars 2001 / Partie 2 : Oct 2003): Air intérieur, air ambiant et air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par tube à adsorption/désorption thermique/chromatographie en phase gazeuse sur capillaire. NF ISO 16200 (Décembre 2001): Qualité de l'air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par désorption au solvant/chromatographie en phase gazeuse. ISO 9487:1991 (Août 1991): Air des lieux de travail. Détermination des hydrocarbures aromatiques vaporeux. Méthode d'analyse par tube à charbon actif/désorption des solvants/chromatographie en phase gazeuse.	Méthode 2549 : « Volatile organic compounds (screening) ». Issue 1, 15 mai 1996. Méthode 3700 : « Benzene by portable GC ». Issue 2, 15 août 1994. Méthode 1501 : « Hydrocarbons aromatic ». Issue 3, 15 mars 2003. Méthode 1500 : « Hydrocarbons, BP 36°-216°C ». Issue 3, 15 mars 2003. Méthode 3800 : « organic and inorganic gases by 3800 extractive FTIR spectrometry ». Issue 1, 15 mars 2003.	Méthode 12: Benzene. révisée en Août 1980. Méthode 1005: Benzene. Novembre 2001.

Substance	CAS	VLEP contraignante	Classification CMR selon règlement CLP	Tension vapeur	Source tension vapeur	Références fiches toxicologiques INRS	Références fiches de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques INERIS	Fiche de Données technico-économiques sur les substances chimiques en France INERIS	Référence des normes relatives à l'analyse dans l'air Fiches Métropol	Référence des normes relatives à l'analyse dans l'air Normes AFNOR	Référence des normes relatives à l'analyse dans l'air Méthode NIOSH	Référence des normes relatives à l'analyse dans l'air Méthode OSHA
Butanone	78-93-3	* VLEP sur 8 H: 600 mg/m <sup>3</sup> d'air, 200 ppm * VLEP court terme: 900 mg/m <sup>3</sup> , 300 ppm * Possibilité d'une pénétration cutanée importante.	non	10330 Pa à 20°C	INRS FT14	FT 14	-	-	Fiche Métropol 020. Cétones. 08/2004.	NF X43-267 (Juillet 2004): Air des lieux de travail. Prélèvement et analyse de vapeurs organiques. Prélèvement par pompage sur tube à adsorption et désorption au solvant. NF EN ISO 16017 (Partie 1 : Mars 2001 / Partie 2 : Oct 2003): Air intérieur, air ambiant et air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par tube à adsorption/désorption thermique/chromatographie en phase gazeuse sur capillaire. NF ISO 16200 (Décembre 2001): Qualité de l'air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par désorption au solvant/chromatographie en phase gazeuse.	Méthode 2500 : « Methyl ethyl ketone ». Issue 2, 15 mai 1996. Méthode 2549 : « Volatile organic compounds (SCREENING) ». Issue 1, 15 mai 1996. Méthode 2555 : « KETONES I ». Issue 1, 15 mars 2003. Méthode 3800 : « Organic and inorganic gases by extractive FTIR spectrometry ». Issue 1, 15 mars 2003. Méthode 8002 : « Methyl Ethyl Ethylketone, Ethanol, and Toluene in blood », issue 2, 15 août 1994.	Méthode 16: 2-Butanone (Methyl Ethyl Ketone). Janvier 1980. Méthode 84: 2-Butanone. Juillet 1990. Méthode 1004: 2-Butanone (MEK) Hexone (MIBK). Septembre 2000.
Chrome VI	18540-29-9 Trioxyde de Chrome: 1333-82-0 Chromate de potassium: 7789-00-6 Dichromate de sodium: 10588-01-9 Chromate de strontium: 7789-06-2	Non	Trioxycide de Chrome: C1A; M1B; R2 Chromate de potassium: C1B; M1B Dichromate de sodium: C1B; M1B; R1B Chromate de strontium: C1B	Non applicable	sans objet	-	-	-	Fiche Métropol 084/V03. Chrome hexavalent (spéciation du chrome). Avril 2010.	NF ISO 16740 (Juin 2005): Air des lieux de travail - Détermination du chrome hexavalent dans les particules en suspension dans l'air - Méthode par chromatographie ionique et détection spectrophotométrique avec diphenyl carbazide. NF ISO 30011 (Décembre 2010): Air des lieux de travail - Détermination des métaux et métalloïdes dans les particules en suspension dans l'air par spectrométrie de masse avec plasma à couplage inductif. NF EN 13890 (Novembre 2009): Exposition sur les lieux de travail - Procédures pour le mesurage des métaux et métalloïdes dans les particules en suspension dans l'air - Exigences et méthodes d'essai.	Méthode 7600 : « Chromium hexavalent ». Issue 2, 15 août 1994. Méthode 7605 : « Chromium hexavalent by Ion Chromatography ». Issue 1, 15 mars 2003. Méthode 7703 : « Chromium hexavalent by Field-Portable Spectrophotometry ». Issue 1, 15 mars 2003. Méthode 9101 : « Chromium hexavalent in Settled Dust Samples, 9101 ». Issue 1, 15 mai 1996.	Méthode ID-215 (version 2) : Hexavalent Chromium. Révisée en avril 2006. Method ID103: Hexavalent Chromium. Février 1990.
DMF (N,N-Diméthylformamide)	68-12-2	Non	R1B	380 Pa à 20°C	INRS FT69	FT 69	-	-	Fiche Métropol 093/V01.02. Amides par chromatographie en phase gazeuse. 06/2010.	NF X43-267 (Juillet 2004): Air des lieux de travail. Prélèvement et analyse de vapeurs organiques. Prélèvement par pompage sur tube à adsorption et désorption au solvant. NF EN ISO 16017 (Partie 1 : Mars 2001 / Partie 2 : Oct 2003): Air intérieur, air ambiant et air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par tube à adsorption/désorption thermique/chromatographie en phase gazeuse sur capillaire. NF ISO 16200 (Décembre 2001): Qualité de l'air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par désorption au solvant/chromatographie en phase gazeuse.	Méthode 2004 : « Dimethylacetamide and dimethylformamide ». Issue 2, 15 août 1994.	Méthode 66 : N,N-Diméthylformamide (DMF). Août 1987.
Méthanol	67-56-1	* VLEP sur 8 H: 260 mg/m <sup>3</sup> d'air, 200 ppm * Possibilité d'une pénétration cutanée importante.	non	12300 Pa à 20°C	INRS FT5	FT 5	-	-	Fiche Métropol 016/V01. Alcool méthylique. 01/2006.	NF X43-267 (Juillet 2004): Air des lieux de travail. Prélèvement et analyse de vapeurs organiques. Prélèvement par pompage sur tube à adsorption et désorption au solvant. NF EN ISO 16017 (Partie 1 : Mars 2001 / Partie 2 : Oct 2003): Air intérieur, air ambiant et air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par tube à adsorption/désorption thermique/chromatographie en phase gazeuse sur capillaire. NF ISO 16200 (Décembre 2001): Qualité de l'air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par désorption au solvant/chromatographie en phase gazeuse.	Méthode 2000 : « Methanol ». Issue 3, 15 janvier 1998. Méthode 2549 : « Volatile organic CPDS (Screening) ». Issue 1, 15 mai 1996. Méthode 3800 : « Organic and inorganic gases by extractive FTIR spectrometry ». Issue 1, 15 mars 2003.	Méthode 91 : Methyl alcohol. Octobre 1991.



Substance	CAS	VLEP contraignante	Classification CMR selon règlement CLP	Tension vapeur	Source tension vapeur	Références fiches toxicologiques INRS	Références fiches de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques INERIS	Fiche de Données technico-économiques sur les substances chimiques en France INERIS	Référence des normes relatives à l'analyse dans l'air Fiches Métropol	Référence des normes relatives à l'analyse dans l'air Normes AFNOR	Référence des normes relatives à l'analyse dans l'air Méthode NIOSH	Référence des normes relatives à l'analyse dans l'air Méthode OSHA
Tétrahydrofurane	109-99-9	* VLEP sur 8 H: 150 mg/m <sup>3</sup> d'air, 50 ppm * VLEP court terme: 300 mg/m <sup>3</sup> , 100 ppm * Possibilité d'une pénétration cutanée importante.	non	15200 Pa à 15°C 23500 Pa à 25°C	INRS FT42	FT 42	-	-	<b>Fiche Métropol 064.</b> Tétrahydrofurane par chromatographie en phase gazeuse. 09/2004.	<b>NF X43-267</b> (Juillet 2004): Air des lieux de travail. Prélèvement et analyse de vapeurs organiques. Prélèvement par pompage sur tube à adsorption et désorption au solvant. <b>NF EN ISO 16017</b> (Partie 1 : Mars 2001 / Partie 2 : Oct 2003): Air intérieur, air ambiant et air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par tube à adsorption/désorption thermique/chromatographie en phase gazeuse sur capillaire. <b>NF ISO 16200</b> (Décembre 2001): Qualité de l'air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par désorption au solvant/chromatographie en phase gazeuse.	<b>Méthode 1609</b> : « Tetrahydrofuran ». Issue 2, 15 août 1994. <b>Méthode 3800</b> : « organic and inorganic gases by 3800 extractive FTIR spectrometry ». Issue 1, 15 mars 2003.	<b>Méthode 07</b> : Organic Vapors. Mai 2000.
Cadmium et composés	7440-43-91306-19-0	Non	C1B; M2; R2	Non applicable	sans objet	FT 60	DRC-11-117259-10308A	oui Elle ne comporte pas de n° de référence	<b>Fiche Métropol 003/V01.</b> Métaux - Métalloïdes. 04/2008.	<b>NF EN 14902</b> (Décembre 2005): Qualité de l'air ambiant - Méthode normalisée pour la mesure du plomb, cadmium, de l'arsenic et du nickel dans la fraction MP10 de la matière particulaire en suspension. <b>NF EN 15841</b> (Janvier 2010): Qualité de l'air ambiant - Méthode normalisée pour la détermination des dépôts d'arsenic, de cadmium, de nickel et de plomb <b>NF EN 14385</b> (Mai 2004): Émissions de sources fixes - Détermination de l'émission totale de As, Cd, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, Pb, Sb, Ti et <b>VISO 11174:1996</b> (Avril 1996): Air des lieux de travail. Dosage du cadmium particulaire et des composés particuliers du cadmium. Méthode par spectrométrie d'absorption atomique dans la flamme et méthode par spectrométrie d'absorption atomique avec atomisation électrothermique. <b>NF ISO 30011</b> (Décembre 2010): Air des lieux de travail - Détermination des métaux et métalloïdes dans les particules en suspension dans l'air par spectrométrie de masse avec plasma à couplage inductif. <b>NF EN 13890</b> (Novembre 2009): Exposition sur les lieux de travail - Procédures pour le mesurage des métaux et métalloïdes dans les particules en suspension dans l'air - Exigences et méthodes d'essai.	<b>Méthode 7300</b> : « Elements by ICP (Nitric/Perchloric Acid Ashing) ». Issue 3, 15 mars 2003. <b>Méthode 7048</b> : « Cadmium and compounds, as Cd ». Issue 2, 15 août 1994.	<b>Méthode 1006</b> : Arsenic, Cadmium, Cobalt, Copper, Lead, and Nickel. Janvier 2005. <b>Méthode ID105</b> : Inorganic Arsenic In Workplace Atmospheres. Révision : Mai 1991. <b>Méthode ID121</b> : Metal & Metalloid Particulates In Workplace Atmospheres (Atomic Absorption). Révision : Février 2002. <b>Méthode ID125G</b> : Metal and Metalloid Particulates in Workplace Atmospheres (ICP Analysis). Révision : Septembre 2002. <b>Méthode ID189</b> : Cadmium In Workplace Atmospheres. Juin 1992. <b>Méthode ID206</b> : ICP Analysis of Metal/Metalloid Particulates From Solder Operations. Mai 1991.
Nickel métallique et ses composés	7440-02-0 12035-36-8 1313-99-1 16812-54-7	Non	Nickel: C2 Dioxyde de nickel: C1A Monoxyde de nickel: C1A Sulfure de nickel: C1A	Non applicable	sans objet	FT 68	INERIS –DRC-02-25590-02DF44.doc	oui Elle ne comporte pas de n° de référence	<b>Fiche Métropol 003/V01.</b> Métaux - Métalloïdes. 04/2008.	<b>NF EN 14902</b> (Décembre 2005): Qualité de l'air ambiant - Méthode normalisée pour la mesure du plomb, cadmium, de l'arsenic et du nickel dans la fraction MP10 de la matière particulaire en suspension. <b>NF EN 15841</b> (Janvier 2010): Qualité de l'air ambiant - Méthode normalisée pour la détermination des dépôts d'arsenic, de cadmium, de nickel et de plomb. <b>NF EN 14385</b> (Mai 2004): Émissions de sources fixes - Détermination de l'émission totale de As, Cd, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, Pb, Sb, Ti et V. <b>NF ISO 30011</b> (Décembre 2010): Air des lieux de travail - Détermination des métaux et métalloïdes dans les particules en suspension dans l'air par spectrométrie de masse avec plasma à couplage inductif. <b>NF EN 13890</b> (Novembre 2009): Exposition sur les lieux de travail - Procédures pour le mesurage des métaux et métalloïdes dans les particules en suspension dans l'air - Exigences et méthodes d'essai.	<b>Méthode 7300</b> : « Elements by ICP (Nitric/Perchloric Acid Ashing) ». Issue 3, 15 mars 2003. <b>Méthode 7301</b> : « Elements by ICP (Aqua Regia Ashing) ». Issue 1, 15 mars 2003. <b>Méthode 7303</b> : « Elements by ICP (Hot Block/HCl/HNO3 Digestion) ». Issue 1, 15 mars 2003. <b>Méthode 9102</b> : « Elements on wipes ». Issue 1, 15 mars 2003. <b>Méthode 6007</b> : « Nickel Carbonyl ». Issue 2, 15 août 1994.	<b>Méthode 1006</b> : Arsenic, Cadmium, Cobalt, Copper, Lead, and Nickel. Janvier 2005. <b>Méthode ID121</b> : Metal & Metalloid Particulates In Workplace Atmospheres (Atomic Absorption). Révision : Février 2002. <b>Méthode ID125G</b> : Metal and Metalloid Particulates in Workplace Atmospheres (ICP Analysis). Révision : Septembre 2002.

Substance	CAS	VLEP contraignante	Classification CMR selon règlement CLP	Tension vapeur	Source tension vapeur	Références fiches toxicologiques INRS	Références fiches de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques INERIS	Fiche de Données technico-économiques sur les substances chimiques en France INERIS	Référence des normes relatives à l'analyse dans l'air Fiches Métropol	Référence des normes relatives à l'analyse dans l'air Normes AFNOR	Référence des normes relatives à l'analyse dans l'air Méthode NIOSH	Référence des normes relatives à l'analyse dans l'air Méthode OSHA
n-hexane	110-54-3	* VLEP sur 8 H: 72 mg/m <sup>3</sup> d'air, 20 ppm	R2	16000 Pa à 20°C	INRS FT113	FT 113	-	-	<b>Fiche Métropol 055/V01.01.</b> Mélange de vapeurs d'hydrocarbures C6 à C12. 11/2009. <b>Fiche Métropol C/V01.</b> Prélèvement passif badge GABIE. 10/2007.	<b>NF X43-267</b> (Juillet 2004): Air des lieux de travail. Prélèvement et analyse de vapeurs organiques. Prélèvement par pompage sur tube à adsorption et désorption au solvant. <b>NF EN ISO 16017</b> (Partie 1 : Mars 2001 / Partie 2 : Oct 2003): Air intérieur, air ambiant et air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par tube à adsorption/désorption thermique/chromatographie en phase gazeuse sur capillaire. <b>NF ISO 16200</b> (Décembre 2001): Qualité de l'air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par désorption au solvant/chromatographie en phase gazeuse.	<b>Méthode 2549</b> : « Volatile organic CPDS (Screening) ». Issue 1, 15 mai 1996. <b>Méthode 1500</b> : « Hydrocarbons, BP 36-216°C ». Issue 3, 15 mars 2003. <b>Méthode 3800</b> : « Organic and inorganic gases by extractive FTIR spectrometry ». Issue 1, 15 mars 2003. Guidelines for Air Sampling and Analytical Method Development and Evaluation 95-117	<b>Méthode 07</b> : Organic Vapors. Mai 2000.
1,2,3-triméthylbenzène	526-73-8	* VLEP sur 8 H: 100 mg/m <sup>3</sup> d'air, 20 ppm * VLEP court terme: 250 mg/m <sup>3</sup> , 50 ppm	non	225 Pa à 25°C	HSDB	-	-	-	<b>Fiche Métropol 012/V02.</b> Hydrocarbures aromatiques. 11/2009. <b>Fiche Métropol 055/V01.01.</b> Mélanges de vapeurs d'hydrocarbures C6 à C12. 11/2009.	<b>NF X43-267</b> (Juillet 2004): Air des lieux de travail. Prélèvement et analyse de vapeurs organiques. Prélèvement par pompage sur tube à adsorption et désorption au solvant. <b>NF EN ISO 16017</b> (Partie 1 : Mars 2001 / Partie 2 : Oct 2003): Air intérieur, air ambiant et air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par tube à adsorption/désorption thermique/chromatographie en phase gazeuse sur capillaire. <b>NF ISO 16200</b> (Décembre 2001): Qualité de l'air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par désorption au solvant/chromatographie en phase gazeuse. <b>ISO 9487:1991</b> (Août 1991): Air des lieux de travail. Détermination des hydrocarbures aromatiques vaporeux. Méthode d'analyse par tube à charbon actif/désorption des solvants/chromatographie en phase gazeuse.	Sans objet	<b>Méthode PV2091</b> : Trimethylenzenes. Septembre 1987.
1,2,4-triméthylbenzène	95-63-6	* VLEP sur 8 H: 100 mg/m <sup>3</sup> d'air, 20 ppm * VLEP court terme: 250 mg/m <sup>3</sup> , 50 ppm	non	280 Pa à 25°C	HSDB	-	-	-	<b>Fiche Métropol 012/V02.</b> Hydrocarbures aromatiques. 11/2009. <b>Fiche Métropol 055/V01.01.</b> Mélanges de vapeurs d'hydrocarbures C6 à C12. 11/2009.	<b>NF X43-267</b> (Juillet 2004): Air des lieux de travail. Prélèvement et analyse de vapeurs organiques. Prélèvement par pompage sur tube à adsorption et désorption au solvant. <b>NF EN ISO 16017</b> (Partie 1 : Mars 2001 / Partie 2 : Oct 2003): Air intérieur, air ambiant et air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par tube à adsorption/désorption thermique/chromatographie en phase gazeuse sur capillaire. <b>NF ISO 16200</b> (Décembre 2001): Qualité de l'air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par désorption au solvant/chromatographie en phase gazeuse. <b>ISO 9487:1991</b> (Août 1991): Air des lieux de travail. Détermination des hydrocarbures aromatiques vaporeux. Méthode d'analyse par tube à charbon actif/désorption des solvants/chromatographie en phase gazeuse.	Sans objet	<b>Méthode PV2091</b> : Trimethylenzenes. Septembre 1987.

Substance	CAS	VLEP contraignante	Classification CMR selon règlement CLP	Tension vapeur	Source tension vapeur	Références fiches toxicologiques INRS	Références fiches de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques INERIS	Fiche de Données technico-économiques sur les substances chimiques en France INERIS	Référence des normes relatives à l'analyse dans l'air Fiches Métropol	Référence des normes relatives à l'analyse dans l'air Normes AFNOR	Référence des normes relatives à l'analyse dans l'air Méthode NIOSH	Référence des normes relatives à l'analyse dans l'air Méthode OSHA
1,3,5-triméthylbenzène (mésitylène)	108-67-8	* VLEP sur 8 H: 100 mg/m <sup>3</sup> d'air, 20 ppm * VLEP court terme: 250 mg/m <sup>3</sup> , 50 ppm	non	248 Pa à 20°C	INRS FT223	FT 223	-	-	<b>Fiche Métropol 012/V02.</b> Hydrocarbures aromatiques. 11/2009. <b>Fiche Métropol 055/V01.01.</b> Mélanges de vapeurs d'hydrocarbures C6 à C12. 11/2009.	<b>NF X43-267</b> (Juillet 2004): Air des lieux de travail. Prélèvement et analyse de vapeurs organiques. Prélèvement par pompage sur tube à adsorption et désorption au solvant. <b>NF EN ISO 16017</b> (Partie 1 : Mars 2001 / Partie 2 : Oct 2003): Air intérieur, air ambiant et air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par tube à adsorption/désorption thermique/chromatographie en phase gazeuse sur capillaire. <b>NF ISO 16200</b> (Décembre 2001): Qualité de l'air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par désorption au solvant/chromatographie en phase gazeuse. <b>ISO 9487:1991</b> (Août 1991): Air des lieux de travail. Détermination des hydrocarbures aromatiques vaporeux. Méthode d'analyse par tube à charbon actif/désorption des solvants/chromatographie en phase gazeuse.	Sans objet	<b>Méthode PV2091</b> : Triméthylbenzènes. Septembre 1987.
Chlorobenzène	108-90-7	* VLEP sur 8 H: 23 mg/m <sup>3</sup> d'air, 5 ppm * VLEP court terme: 70 mg/m <sup>3</sup> , 15 ppm	non	1170 Pa à 20°C	INRS FT23	FT 23	INERIS –DRC-01-25590-01DF007.doc	oui Elle ne comporte pas de n° de référence	<b>Fiche Métropol 071.</b> Monochlorobenzène par chromatographie en phase gazeuse. 08/2004.	<b>NF X43-267</b> (Juillet 2004): Air des lieux de travail. Prélèvement et analyse de vapeurs organiques. Prélèvement par pompage sur tube à adsorption et désorption au solvant. <b>NF EN ISO 16017</b> (Partie 1 : Mars 2001 / Partie 2 : Oct 2003): Air intérieur, air ambiant et air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par tube à adsorption/désorption thermique/chromatographie en phase gazeuse sur capillaire. <b>NF ISO 16200</b> (Décembre 2001): Qualité de l'air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par désorption au solvant/chromatographie en phase gazeuse. <b>ISO 9486:1991</b> (Août 1991): Air des lieux de travail. Détermination des hydrocarbures chlorés vaporeux. Méthode d'analyse par tube à charbon actif/désorption des solvants/chromatographie en phase gazeuse.	<b>Méthode 1003</b> : « Hydrocarbures, halogenated ». Issue 3, 15 mars 2003.	<b>Méthode 07</b> : Organic vapors. Mai 2000.
1,2-dichlorobenzène	95-50-1	* VLEP sur 8 H: 122 mg/m <sup>3</sup> d'air, 20 ppm * VLEP court terme: 306 mg/m <sup>3</sup> , 50 ppm * Possibilité d'une pénétration cutanée importante.	non	140 Pa à 20°C	INRS FT73	FT 73	-	oui Elle ne comporte pas de n° de référence	<b>Fiche Métropol 073/V01.</b> Dichlorobenzènes par chromatographie en phase gazeuse. 03/2008.	<b>NF X43-267</b> (Juillet 2004): Air des lieux de travail. Prélèvement et analyse de vapeurs organiques. Prélèvement par pompage sur tube à adsorption et désorption au solvant. <b>NF EN ISO 16017</b> (Partie 1 : Mars 2001 / Partie 2 : Oct 2003): Air intérieur, air ambiant et air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par tube à adsorption/désorption thermique/chromatographie en phase gazeuse sur capillaire. <b>NF ISO 16200</b> (Décembre 2001): Qualité de l'air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par désorption au solvant/chromatographie en phase gazeuse. <b>ISO 9486:1991</b> (Août 1991): Air des lieux de travail. Détermination des hydrocarbures chlorés vaporeux. Méthode d'analyse par tube à charbon actif/désorption des solvants/chromatographie en phase gazeuse.	<b>Méthode 1003</b> : « Hydrocarbures, halogenated ». Issue 3, 15 mars 2003. <b>Méthode 2549</b> : « Volatile organic compounds (SCREENING) ». Issue 1, 15 mai 1996.	<b>Méthode 07</b> : Organic vapors. Mai 2000.



Substance	CAS	VLEP contraignante	Classification CMR selon règlement CLP	Tension vapeur	Source tension vapeur	Références fiches toxicologiques INRS	Références fiches de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques INERIS	Fiche de Données technico-économiques sur les substances chimiques en France INERIS	Référence des normes relatives à l'analyse dans l'air Fiches Métropol	Référence des normes relatives à l'analyse dans l'air Normes AFNOR	Référence des normes relatives à l'analyse dans l'air Méthode NIOSH	Référence des normes relatives à l'analyse dans l'air Méthode OSHA
1,2,4-trichlorobenzène	120-82-1	* VLEP sur 8 H: 15,1 mg/m <sup>3</sup> d'air, 2 ppm* VLEP court terme: 37,8 mg/m <sup>3</sup> , 5 ppm* Possibilité d'une pénétration cutanée importante.	non	31 Pa à 20°C	INERIS - Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques – Trichlorobenzènes	FT 151	INERIS –DRC-01-25590-00DF296.doc	oui Elle ne comporte pas de n° de référence	<b>Fiche Métropol 074/V01.</b> Trichlorobenzène par chromatographie en phase gazeuse. 10/2007	<b>NF T20-775</b> (Mai 1984): Trichlorobenzène-1,2,4 à usage industriel - Méthodes d'essai <b>NF X43-267</b> (Juillet 2004): Air des lieux de travail. Prélèvement et analyse de vapeurs organiques. Prélèvement par pompage sur tube à adsorption et désorption au solvant. <b>NF EN ISO 16017</b> (Partie 1 : Mars 2001 / Partie 2 : Oct 2003): Air intérieur, air ambiant et air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par tube à adsorption/désorption thermique/chromatographie en phase gazeuse sur capillaire. <b>NF ISO 16200</b> (Décembre 2001): Qualité de l'air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par désorption au solvant/chromatographie en phase gazeuse. <b>ISO 9486:1991</b> (Août 1991): Air des lieux de travail. Détermination des hydrocarbures chlorés vaporeux. Méthode d'analyse par tube à charbon actif/désorption des solvants/chromatographie en phase gazeuse.	<b>Méthode 5517</b> : « Polychlorobenzènes ». Issue 2, 15 août 1994.	Sans objet
Toluène	108-88-3	* VLEP sur 8 H: 192 mg/m <sup>3</sup> d'air, 50 ppm* * VLEP court terme: 384 mg/m <sup>3</sup> , 100 ppm* * Possibilité d'une pénétration cutanée importante.	R2	3000 Pa à 20°C	INRS FT74	FT 74	INERIS –DRC-01-25590-00DF248.doc	INERIS DRC-10-112065-14008A	<b>Fiche Métropol 012/V02.</b> Hydrocarbures aromatiques. 11/2009. <b>Fiche Métropol 055/V01.01.</b> Mélanges de vapeurs d'hydrocarbures C6 à C12. 11/2009.	<b>NF X43-267</b> (Juillet 2004): Air des lieux de travail. Prélèvement et analyse de vapeurs organiques. Prélèvement par pompage sur tube à adsorption et désorption au solvant. <b>NF EN ISO 16017</b> (Partie 1 : Mars 2001 / Partie 2 : Oct 2003): Air intérieur, air ambiant et air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par tube à adsorption/désorption thermique/chromatographie en phase gazeuse sur capillaire. <b>NF ISO 16200</b> (Décembre 2001): Qualité de l'air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par désorption au solvant/chromatographie en phase gazeuse. <b>ISO 9487:1991</b> (Août 1991): Air des lieux de travail. Détermination des hydrocarbures aromatiques vaporeux. Méthode d'analyse par tube à charbon actif/désorption des solvants/chromatographie en phase gazeuse.	<b>Méthode 2549</b> : « Volatile organic compounds (screening) ». Issue 1, 15 mai 1996. <b>Méthode 4000</b> : « Toluene (diffusive sampler) », issue 2, 15 août 1994. <b>Méthode 1500</b> : « Hydrocarbons, BP 36-216°C ». Issue 3, 15 mars 2003. <b>Méthode 1501</b> : « Hydrocarbons aromatic ». Issue 3, 15 mars 2003. <b>Méthode 3800</b> : « organic and inorganic gases by 3800 extractive FTIR spectrometry ». Issue 1, 15 mars 2003. Guidelines for Air Sampling and Analytical Method Development and Evaluation 95-117	<b>Méthode 111</b> : Toluene. Avril 1998.
Trichloroéthylène	79-01-6	Non	C1B; M2	8600 Pa à 20°C	INRS FT22	FT 22	INERIS –DRC-01-25590-00DR039.doc	INERIS DRC-07-86334-13059A	<b>Fiche Métropol 029/V02.01.</b> Dérivés halogénés des hydrocarbures aliphatiques. 01/2009	<b>NF X43-267</b> (Juillet 2004): Air des lieux de travail. Prélèvement et analyse de vapeurs organiques. Prélèvement par pompage sur tube à adsorption et désorption au solvant. <b>NF EN ISO 16017</b> (Partie 1 : Mars 2001 / Partie 2 : Oct 2003): Air intérieur, air ambiant et air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par tube à adsorption/désorption thermique/chromatographie en phase gazeuse sur capillaire. <b>NF ISO 16200</b> (Décembre 2001): Qualité de l'air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par désorption au solvant/chromatographie en phase gazeuse. <b>ISO 9486:1991</b> (Août 1991): Air des lieux de travail. Détermination des hydrocarbures chlorés vaporeux. Méthode d'analyse par tube à charbon actif/désorption des solvants/chromatographie en phase gazeuse.	<b>Méthode 1003</b> : « Hydrocarbons halogenated ». Issue 3, 15 mars 2003. <b>Méthode 1022</b> : « Trichloroethylene ». Issue 2, 15 août 1994. <b>Méthode 3701</b> : « Trichloroethylene by portable GC ». Issue 2, 15 août 1994. <b>Méthode 3800</b> : « organic and inorganic gases by 3800 extractive FTIR spectrometry ». Issue 1, 15 mars 2003.	<b>Méthode 1001</b> : Tetrachloroethylene Trichloroethylene. Mai 1999.

Substance	CAS	VLEP contraignante	Classification CMR selon règlement CLP	Tension vapeur	Source tension vapeur	Références fiches toxicologiques INRS	Références fiches de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques INERIS	Fiche de Données technico-économiques sur les substances chimiques en France INERIS	Référence des normes relatives à l'analyse dans l'air Fiches Métropol	Référence des normes relatives à l'analyse dans l'air Normes AFNOR	Référence des normes relatives à l'analyse dans l'air Méthode NIOSH	Référence des normes relatives à l'analyse dans l'air Méthode OSHA
m-xylène	108-38-3	* VLEP sur 8 H: 221 mg/m <sup>3</sup> d'air, 50 ppm * VLEP court terme: 442 mg/m <sup>3</sup> , 100 ppm * Possibilité d'une pénétration cutanée importante.	non	790 Pa à 20°C	INERIS - Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques. o-, m-, p-xylènes et leurs mélanges	FT 77	INERIS-DRC-01-25590-01DR027.doc	oui Elle ne comporte pas de n° de référence	Fiche Métropol 012/V02. Hydrocarbures aromatiques. 11/2009.	NF X43-267 (Juillet 2004): Air des lieux de travail. Prélèvement et analyse de vapeurs organiques. Prélèvement par pompage sur tube à adsorption et désorption au solvant. NF EN ISO 16017 (Partie 1 : Mars 2001 / Partie 2 : Oct 2003): Air intérieur, air ambiant et air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par tube à adsorption/désorption thermique/chromatographie en phase gazeuse sur capillaire. NF ISO 16200 (Décembre 2001): Qualité de l'air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par désorption au solvant/chromatographie en phase gazeuse. ISO 9487:1991 (Août 1991): Air des lieux de travail. Détermination des hydrocarbures aromatiques vaporeux. Méthode d'analyse par tube à charbon actif/désorption des solvants/chromatographie en phase gazeuse.	Méthode 3800 : « organic and inorganic gases by 3800 extractive FTIR spectrometry ». Issue 1, 15 mars 2003.	Méthode 1002 : Xylenes (o-, m-, p-isomers) Ethylbenzene. Août 1999.
o-xylène	95-47-6	* VLEP sur 8 H: 221 mg/m <sup>3</sup> d'air, 50 ppm * VLEP court terme: 442 mg/m <sup>3</sup> , 100 ppm * Possibilité d'une pénétration cutanée importante.	non	663 Pa à 20°C	INERIS - Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques. o-, m-, p-xylènes et leurs mélanges	INERIS-DRC-01-25590-01DR027.doc	Fiche Métropol 012/V02. Hydrocarbures aromatiques. 11/2009.		Méthode 3800 : « organic and inorganic gases by 3800 extractive FTIR spectrometry ». Issue 1, 15 mars 2003.			
p-xylène	106-42-3	* VLEP sur 8 H: 221 mg/m <sup>3</sup> d'air, 50 ppm * VLEP court terme: 442 mg/m <sup>3</sup> , 100 ppm * Possibilité d'une pénétration cutanée importante.	non	863 Pa à 20°C	INERIS - Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques. o-, m-, p-xylènes et leurs mélanges	FT 77	INERIS-DRC-01-25590-01DR027.doc		Fiche Métropol 012/V02. Hydrocarbures aromatiques. 11/2009.		Méthode 3800 : « organic and inorganic gases by 3800 extractive FTIR spectrometry ». Issue 1, 15 mars 2003.	
Xylène : mélange d'isomères	1330-20-7	* VLEP sur 8 H: 221 mg/m <sup>3</sup> d'air, 50 ppm * VLEP court terme: 442 mg/m <sup>3</sup> , 100 ppm * Possibilité d'une pénétration cutanée importante.	non	896 Pa à 20°C	Reptox	FT 77	INERIS-DRC-01-25590-01DR027.doc		Fiche Métropol 012/V02. Hydrocarbures aromatiques. 11/2009. Fiche Métropol 055/V01.01. Mélanges de vapeurs d'hydrocarbures C6 à C12. 11/2009.		Méthode 1501: « Hydrocarbons aromatic ». Issue 3, 15 mars 2003. Méthode 2549 : « Volatile organic compounds (screening) ». Issue 1, 15 mai 1996. Méthode 3800 : « Organic and inorganic gases by Extractive FTIR spectrometry ». Issue 1, 15 mars 2003.	
Ethylbenzène	100-41-4	* VLEP sur 8 H: 88,4 mg/m <sup>3</sup> d'air, 20 ppm * VLEP court terme: 442 mg/m <sup>3</sup> , 100 ppm * Possibilité d'une pénétration cutanée importante.	non	930 Pa à 20°C	INRS FT266	FT 266	INERIS -DRC-01-DR029.doc	oui Elle ne comporte pas de n° de référence	Fiche Métropol 012/V02. Hydrocarbures aromatiques. 11/2009. Fiche Métropol 055/V01.01. Mélanges de vapeurs d'hydrocarbures C6 à C12. 11/2009.	NF X43-267 (Juillet 2004): Air des lieux de travail. Prélèvement et analyse de vapeurs organiques. Prélèvement par pompage sur tube à adsorption et désorption au solvant. NF EN ISO 16017 (Partie 1 : Mars 2001 / Partie 2 : Oct 2003): Air intérieur, air ambiant et air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par tube à adsorption/désorption thermique/chromatographie en phase gazeuse sur capillaire. NF ISO 16200 (Décembre 2001): Qualité de l'air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par désorption au solvant/chromatographie en phase gazeuse. ISO 9487:1991 (Août 1991): Air des lieux de travail. Détermination des hydrocarbures aromatiques vaporeux. Méthode d'analyse par tube à charbon actif/désorption des solvants/chromatographie en phase gazeuse.	Méthode 1501: « Hydrocarbons aromatic ». Issue 3, 15 mars 2003.	Méthode 07 : Organic vapors. Mai 2000. Méthode 1002 : Xylenes (o-, m-, p-isomers) Ethylbenzene. Août 1999.

Substance	CAS	VLEP contraignante	Classification CMR selon règlement CLP	Tension vapeur	Source tension vapeur	Références fiches toxicologiques INRS	Références fiches de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques INERIS	Fiche de Données technico-économiques sur les substances chimiques en France INERIS	Référence des normes relatives à l'analyse dans l'air Fiches Métropol	Référence des normes relatives à l'analyse dans l'air Normes AFNOR	Référence des normes relatives à l'analyse dans l'air Méthode NIOSH	Référence des normes relatives à l'analyse dans l'air Méthode OSHA
Diméthylacétamide (N, N-diméthylacétamide)	127-19-5	* VLEP sur 8 H: 7,2 mg/m <sup>3</sup> d'air, 2 ppm * VLEP court terme: 36 mg/m <sup>3</sup> , 10 ppm * Possibilité d'une pénétration cutanée importante.	R1B	176 Pa à 20 °C	INRS FT261	FT 261	-	-	Fiche Métropol 093/V01.02. Amides par chromatographie en phase gazeuse. 06/2010.	NF X43-267 (Juillet 2004): Air des lieux de travail. Prélèvement et analyse de vapeurs organiques. Prélèvement par pompage sur tube à adsorption et désorption au solvant. NF EN ISO 16017 (Partie 1 : Mars 2001 / Partie 2 : Oct 2003): Air intérieur, air ambiant et air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par tube à adsorption/désorption thermique/chromatographie en phase gazeuse sur capillaire. NF ISO 16200 (Décembre 2001): Qualité de l'air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par désorption au solvant/chromatographie en phase gazeuse.	Méthode 2004 : "Dimethylacetamide and dimethylformamide". Issue 2, 15 août 1994.	Sans objet
1,2 Dichloroéthane	107-06-2	Non	C1B	8500 Pa à 20°C	INRS FT54	FT 54	INERIS-DRC-01-25590-01DR024.doc	oui Elle ne comporte pas de n° de référence	Fiche Métropol 029/V02.01. Dérivés halogénés des hydrocarbures aliphatiques. 01/2009	NF X43-267 (Juillet 2004): Air des lieux de travail. Prélèvement et analyse de vapeurs organiques. Prélèvement par pompage sur tube à adsorption et désorption au solvant. NF EN ISO 16017 (Partie 1 : Mars 2001 / Partie 2 : Oct 2003): Air intérieur, air ambiant et air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par tube à adsorption/désorption thermique/chromatographie en phase gazeuse sur capillaire. NF ISO 16200 (Décembre 2001): Qualité de l'air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par désorption au solvant/chromatographie en phase gazeuse. ISO 9486:1991 (Août 1991): Air des lieux de travail. Détermination des hydrocarbures chlorés vaporeux. Méthode d'analyse par tube à charbon actif/désorption des solvants/chromatographie en phase gazeuse.	Méthode 1003 : « Hydrocarbons halogenated ». Issue 3, 15 mars 2003.	Méthode 03 : Ethylene Dichloride. Avril 1979.
Plomb métallique et ses composés	-	* VLEP sur 8 H: 0,1 mg/m <sup>3</sup> d'air,* Limite pondérale définie en plomb métal (Pb).	non	dépend du composé	INRS FT59	FT 59	ERIS-DRC-01-25590-ETSC-API/SD - N°00df257.doc	oui Elle ne comporte pas de n° de référence	Fiche Métropol 003/V01. Métaux - Métalloïdes. 04/2008.	NF EN 14902 (Décembre 2005): Qualité de l'air ambiant - Méthode normalisée pour la mesure du plomb, cadmium, de l'arsenic et du nickel dans la fraction MP10 de la matière particulaire en suspension.NF EN 15841 (Janvier 2010): Qualité de l'air ambiant - Méthode normalisée pour la détermination des dépôts d'arsenic, de cadmium, de nickel et de plomb.NF EN 14385 (Mai 2004): Émissions de sources fixes - Détermination de l'émission totale de As, Cd, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, Pb, Sb, Tl et V.NF X43-027 (Novembre 1993): Qualité de l'air - Air ambiant - Détermination du plomb dans les aérosols - Spectrométrie de fluorescence X.NF ISO 30011 (Décembre 2010): Air des lieux de travail - Détermination des métaux et métalloïdes dans les particules en suspension dans l'air par spectrométrie de masse avec plasma à couplage inductif.NF EN 13890 (Novembre 2009): Exposition sur les lieux de travail - Procédures pour le mesurage des métaux et métalloïdes dans les particules en suspension dans l'air - Exigences et méthodes d'essai.	Sans objet	Sans objet

Substance	CAS	VLEP contraignante	Classification CMR selon règlement CLP	Tension vapeur	Source tension vapeur	Références fiches toxicologiques INRS	Références fiches de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques INERIS	Fiche de Données technico-économiques sur les substances chimiques en France INERIS	Référence des normes relatives à l'analyse dans l'air Fiches Métropol	Référence des normes relatives à l'analyse dans l'air Normes AFNOR	Référence des normes relatives à l'analyse dans l'air Méthode NIOSH	Référence des normes relatives à l'analyse dans l'air Méthode OSHA
arsenic et composés	1327-53-3	Non	C1A	non applicable	sans objet	FT 89	INERIS- DRC-09-103112-11453A	INERIS DRC-08-94512-08288A	<b>Fiche Métropol 023.</b> Arsenis-Arsine-Phosphine-Stibine. 09/2003.	<p><b>NF X43-293</b> (Décembre 1993): Air des lieux de travail - Prélèvement et dosage du trioxyde de di-arsenic et de composés particulaires de l'arsenic</p> <p><b>NF EN 14902</b> (Décembre 2005): Qualité de l'air ambiant - Méthode normalisée pour la mesure du plomb, cadmium, de l'arsenic et du nickel dans la fraction MP10 de la matière particulaire en suspension.</p> <p><b>NF EN 15841</b> (Janvier 2010): Qualité de l'air ambiant - Méthode normalisée pour la détermination des dépôts d'arsenic, de cadmium, de nickel et de plomb.</p> <p><b>NF EN 14385</b> (Mai 2004): Émissions de sources fixes - Détermination de l'émission totale de As, Cd, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, Pb, Sb, Ti et V.</p> <p><b>NF ISO 30011</b> (Décembre 2010): Air des lieux de travail - Détermination des métaux et métalloïdes dans les particules en suspension dans l'air par spectrométrie de masse avec plasma à couplage inductif.</p> <p><b>NF EN 13890</b> (Novembre 2009): Exposition sur les lieux de travail - Procédures pour le mesurage des métaux et métalloïdes dans les particules en suspension dans l'air - Exigences et méthodes d'essai.</p> <p><b>ISO 11041:1996</b> (Avril 1996): Air des lieux de travail. Dosage de l'arsenic particulaire, des composés particulaires de l'arsenic et des vapeurs de trioxyde d'arsenic. Méthode par production d'hydrures et spectrométrie d'absorption atomique.</p>	<p><b>Méthode 7900</b> : « Arsenic and compounds, as As (except AsH3 and As2O3) ». Issue 2, 15 août 1994.</p> <p><b>Méthode 7300</b> : « Elements by ICP (Nitric/Perchloric Acid Ashing) ». Issue 3, 15 mars 2003.</p> <p><b>Méthode 7301</b> : « Elements by ICP 7301 (Aqua Regia Ashing) ». Issue 1, 15 mars 2003.</p> <p><b>Méthode 7303</b> : « Elements by ICP 7303 (Hot Block/HCl/HNO3 Digestion) ». Issue 1, 15 mars 2003.</p> <p><b>Méthode 9102</b> : « Elements on wipes ». Issue 1, 15 mars 2003.</p>	<p><b>Méthode 1006</b> : Arsenic, Cadmium, Cobalt, Copper, Lead, and Nickel. Janvier 2005.</p> <p><b>Méthode ID105</b> : Inorganic Arsenic In Workplace Atmospheres. Révision : Mai 1991.</p>
Butadiène	106-99-0	Non	C1A ; M1B	240000 Pa à 20°C	INERIS - Fiche substance	FT 241	DRC-11-117259-10350A	-	<b>Fiche Métropol 076.</b> 1,3-butadiène par chromatographie en phase gazeuse. 07/2003.	<p><b>NF X43-267</b> (Juillet 2004): Air des lieux de travail. Prélèvement et analyse de vapeurs organiques. Prélèvement par pompage sur tube à adsorption et désorption au solvant.</p> <p><b>NF EN ISO 16017</b> (Partie 1 : Mars 2001 / Partie 2 : Oct 2003): Air intérieur, air ambiant et air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par tube à adsorption/désorption thermique/chromatographie en phase gazeuse sur capillaire.</p> <p><b>NF ISO 16200</b> (Décembre 2001): Qualité de l'air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par désorption au solvant/chromatographie en phase gazeuse.</p>	<p><b>Méthode 1024</b> : « 1,3-Butadiene ». Issue 2, 15 août 1994.</p>	<p><b>Méthode 56</b> : 1,3-Butadiene. Decembre 1985.</p>
Chloroforme (Trichlorométhane)	67-66-3	* VLEP sur 8 H: 10 mg/m <sup>3</sup> d'air, 2 ppm * Possibilité d'une pénétration cutanée importante.	C2	21300 Pa à 20 °C	INRS FT82	FT 82	DRC-11-117259-10255A	oui Elle ne comporte pas de n° de référence	<p><b>Fiche Métropol 029/V02.01.</b> Dérivés halogénés des hydrocarbures aliphatiques. 01/2009</p> <p><b>Fiche Métropol C/V01.</b> Prélèvement passif badges Gabie. 10/2007</p>	<p><b>NF X43-267</b> (Juillet 2004): Air des lieux de travail. Prélèvement et analyse de vapeurs organiques. Prélèvement par pompage sur tube à adsorption et désorption au solvant.</p> <p><b>NF EN ISO 16017</b> (Partie 1 : Mars 2001 / Partie 2 : Oct 2003): Air intérieur, air ambiant et air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par tube à adsorption/désorption thermique/chromatographie en phase gazeuse sur capillaire.</p> <p><b>NF ISO 16200</b> (Décembre 2001): Qualité de l'air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par désorption au solvant/chromatographie en phase gazeuse.</p> <p><b>ISO 9486:1991</b> (Août 1991): Air des lieux de travail. Détermination des hydrocarbures chlorés vaporeux. Méthode d'analyse par tube à charbon actif/désorption des solvants/chromatographie en phase gazeuse.</p>	<p><b>Méthode 1003</b> : « Hydrocarbons halogenated ». Issue 3, 15 mars 2003.</p>	<p><b>Méthode 05</b> : Chloroform. Mai 1979.</p>



Substance	CAS	VLEP contraignante	Classification CMR selon règlement CLP	Tension vapeur	Source tension vapeur	Références fiches toxicologiques INRS	Références fiches de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques INERIS	Fiche de Données technico-économiques sur les substances chimiques en France INERIS	Référence des normes relatives à l'analyse dans l'air Fiches Métropol	Référence des normes relatives à l'analyse dans l'air Normes AFNOR	Référence des normes relatives à l'analyse dans l'air Méthode NIOSH	Référence des normes relatives à l'analyse dans l'air Méthode OSHA
Chlorure de vinyle	75-01-4	* VLEP sur 8 H: 2,59 mg/m <sup>3</sup> d'air, 1 ppm	C1A	3,3.10 <sup>5</sup> Pa à 20°C	INERIS FT Chlorure de vinyle	FT 184	INERIS DRC-10-109974-07053A	oui Elle ne comporte pas de n° de référence	-	<p><b>NF X43-267</b> (Juillet 2004): Air des lieux de travail. Prélèvement et analyse de vapeurs organiques. Prélèvement par pompage sur tube à adsorption et désorption au solvant.</p> <p><b>NF EN ISO 16017</b> (Partie 1 : Mars 2001 / Partie 2 : Oct 2003): Air intérieur, air ambiant et air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par tube à adsorption/désorption thermique/chromatographie en phase gazeuse sur capillaire.</p> <p><b>NF ISO 16200</b> (Décembre 2001): Qualité de l'air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par désorption au solvant/chromatographie en phase gazeuse.</p>	<b>Méthode 1007</b> : « Vinyl chloride ». Issue 2, 15 août 1994.	<b>Méthode ORG 004</b> : Vinyl Chloride. Avril 1979. <b>Méthode 75</b> : Vinyl Chloride. Avril 1989.
Monoxyde de carbone	630-08-0	Non	R1A	34kPa à -200°C	INRS FT47	FT 47	-	-	-	<p><b>NF ISO 8760</b> (Juin 1990): Air des lieux de travail - Détermination de la concentration en masse du monoxyde de carbone - Méthode utilisant des tubes détecteurs pour échantillonnage rapide à lecture directe.</p> <p><b>NF EN 15058</b> (Juillet 2006): Émissions de sources fixes - Détermination de la concentration massique en monoxyde de carbone (CO) - Méthode de référence : spectrométrie infra-rouge non dispersive.</p> <p><b>NF EN 14626</b> (Version corrigée - Juillet 2005): Qualité de l'air ambiant - Méthode normalisée de mesurage de la concentration en monoxyde de carbone par la méthode à rayonnement infrarouge non dispersif.</p> <p><b>ISO 8760:1990</b> (Mars 1990): Air des lieux de travail. Détermination de la concentration en masse du monoxyde de carbone. Méthode utilisant des tubes détecteurs pour échantillonnage rapide à lecture directe.</p> <p><b>ISO 12039:2001</b> (Juin 2001): Émissions de sources fixes - Détermination de la concentration de monoxyde de carbone, de dioxyde de carbone et d'oxygène - Caractéristiques de fonctionnement et étalonnage de systèmes automatiques de mesure.</p> <p><b>ISO 4224:2000</b> (Mars 2000): Air ambiant - Dosage du monoxyde de carbone - Méthode par spectrométrie dans l'infrarouge selon un procédé de type non dispersif.</p> <p><b>ISO 8186:1989</b> (Juillet 1989): Air ambiant. Détermination de la concentration en masse du monoxyde de carbone. Méthode par chromatographie en phase gazeuse.</p>	<b>Méthode 6604</b> : « Carbon monoxide ». Issue 1, 15 mai 1996.	<b>Méthode ID-209</b> : Carbon Monoxide In Workplace Atmospheres (Direct-Reading Monitor). Mars 1993. <b>Méthode ID-210</b> : Carbon Monoxide In Workplace Atmospheres. Mars 1991.
Acrylonitrile	107-13-1	Non	C1B	1,17.10 <sup>4</sup> à 20°C	INERIS Fiche "Seuils de toxicité aiguë Acrylonitrile" INERIS-DRC-08-94398-11955A	FT 105	-	-	-	Sans objet	<b>Méthode 1604</b> : « Acrylonitrile ». Issue 2, 15 août 1994.	<b>Méthode 37</b> : Acrylonitrile. Mai 1982.

Substance	CAS	VLEP contraignante	Classification CMR selon règlement CLP	Tension vapeur	Source tension vapeur	Références fiches toxicologiques INRS	Références fiches de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques INERIS	Fiche de Données technico-économiques sur les substances chimiques en France INERIS	Référence des normes relatives à l'analyse dans l'air Fiches Métropol	Référence des normes relatives à l'analyse dans l'air Normes AFNOR	Référence des normes relatives à l'analyse dans l'air Méthode NIOSH	Référence des normes relatives à l'analyse dans l'air Méthode OSHA
Hydrazine	302-01-2	Non	C1B	1400 Pa à 20°C	INRS FT21	FT 21	-	-	<b>Fiche Métropol 052/V01.01.</b> Hydrazine. 11/2006. <b>Fiche Métropol 063/V01.01.</b> 1,1-diméthylehydrazine (UMDH) associée à l'hydrate d'hydrazine par chromatographie en phase liquide. 11/2006.	Sans objet	<b>Méthode 3503</b> : « Hydrazine ». Issue 2, 15 août 1994.	<b>Méthode 20</b> : Hydrazine. Septembre 1980. <b>Méthode 108</b> : Hydrazine. Février 1997.
Acétate d'isopentyle	123-92-2	* VLEP sur 8 H: 270 mg/m <sup>3</sup> d'air, 50 ppm * VLEP court terme: 540 mg/m <sup>3</sup> , 100 ppm	non	530 Pa à 20°C	INRS FT175	FT 175	-	-	<b>Fiche Métropol 021.</b> Esters. 08/2004.	<b>NF ISO 16200</b> (Décembre 2001): Qualité de l'air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par désorption au solvant/chromatographie en phase gazeuse.	<b>Méthode 1450</b> : « Ester 1 ». Issue 3, 15 mars 2003.	<b>Méthode 07</b> : Organic Vapors. Mai 2000.
Acétate de 2-méthoxy-1-éthyléthyle	108-65-6	* VLEP sur 8 H: 275 mg/m <sup>3</sup> d'air, 50 ppm * VLEP court terme: 550 mg/m <sup>3</sup> , 100 ppm * Possibilité d'une pénétration cutanée importante.	non	400 à 500 Pa à 20°C	INRS FT221	FT 221	-	-	<b>Fiche Métropol 022/V01.</b> Ethers de glycol. 01/2009.	<b>NF ISO 16200</b> (Décembre 2001): Qualité de l'air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par désorption au solvant/chromatographie en phase gazeuse.	<b>Méthode 2554</b> : « Glycol ethers ». Issue 1, 15 mars 2003.	<b>Méthode 99</b> : Propylene glycol monomethyl ethers/acetates. Avril 1993.
Acétate de 1-méthylbutyle	626-38-0	* VLEP sur 8 H: 270 mg/m <sup>3</sup> d'air, 50 ppm * VLEP court terme: 540 mg/m <sup>3</sup> , 100 ppm	non	930 Pa à 20°C	INRS FT175	FT 175	-	-	-	<b>NF ISO 16200</b> (Décembre 2001): Qualité de l'air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par désorption au solvant/chromatographie en phase gazeuse.	<b>Méthode 1450</b> : « Ester 1 ». Issue 3, 15 mars 2003.	<b>Méthode 07</b> : Organic Vapors. Mai 2000.
Acétate de pentyle	628-63-7	* VLEP sur 8 H: 270 mg/m <sup>3</sup> d'air, 50 ppm * VLEP court terme: 540 mg/m <sup>3</sup> , 100 ppm	non	530 Pa à 20°C	INRS FT175	FT 175	-	-	<b>Fiche Métropol 021.</b> Esters. 08/2004.	<b>NF ISO 16200</b> (Décembre 2001): Qualité de l'air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par désorption au solvant/chromatographie en phase gazeuse.	<b>Méthode 1450</b> : « Ester 1 ». Issue 3, 15 mars 2003. <b>Méthode 2549</b> : « Volatile organic compounds (SCREENING) ». Issue 1, 15 mai 1996.	<b>Méthode 07</b> : Organic Vapors. Mai 2000. <b>Méthode PV2142</b> : n-Amyl Acetate / Isoamyl Acetate. Février 2005.
Acide chlorhydrique	7647-01-0	VLEP court terme: 7,6 mg/m <sup>3</sup> , 5 ppm	non	4220000 Pa à 20°C	INRS FT13	FT 13	-	-	<b>Fiche Métropol 009/V01.02.</b> Anions minéraux. 07/2010.	<b>NF ISO 21438-2</b> (Janvier 2010): Air des lieux de travail - Détermination des acides inorganiques par chromatographie ionique - Partie 2 : acides volatils, sauf acide fluorhydrique (acide chlorhydrique, acide bromhydrique et acide nitrique). <b>NF EN 1911</b> (Octobre 2010): Émissions de sources fixes - Détermination de la concentration massique en chlorures gazeux, exprimée en HCl - Méthode de référence normalisée. <b>ISO 21438-2:2009</b> (Décembre 2009): Air des lieux de travail - Détermination des acides inorganiques par chromatographie ionique - Partie 2 : acides volatils, sauf acide fluorhydrique (acide chlorhydrique, acide bromhydrique et acide nitrique).	<b>Méthode 7903</b> : « Acids, inorganic ». Issue 2, 15 août 1994.	<b>Méthode ID-174SG</b> : Hydrogen Chloride in Workplace Atmospheres. Février 1986.
2-aminoéthanol	141-43-5	* VLEP sur 8 H: 2,5 mg/m <sup>3</sup> d'air, 1 ppm * VLEP court terme: 7,6 mg/m <sup>3</sup> , 3 ppm * Possibilité d'une pénétration cutanée importante.	non	50 Pa à 20°C	INRS FT146	FT 146	-	-	<b>Fiche Métropol 066/V01.</b> éthanolamines par chromatographie ionique avec et sans suppression. 03/2008. <b>Fiche Métropol 081/V01.</b> éthanolamines par électrophorèse capillaire. 03/2008.	<b>ISO 17734-2:2006</b> (Mars 2006): Détermination des composés organiques azotés dans l'air par chromatographie liquide et spectrométrie de masse - Partie 2 : amines et aminoisocyanates par les dérivés de la dibutylamine et du chloroformate d'éthyle. <b>XP X43-554</b> (Juillet 2009): Émissions de sources fixes - Détermination de la concentration massique en composés organiques volatils non méthaniques dans les effluents gazeux à partir des mesures des composés organiques volatils totaux et du méthane - Méthode de référence : détecteur à ionisation de flamme. <b>NF ISO 16200</b> (Décembre 2001): Qualité de l'air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par désorption au solvant/chromatographie en phase gazeuse.	<b>Méthode 2007</b> : « Aminoethanol compounds I ». Issue 2, 15 août 1994. <b>Méthode 3509</b> : « Aminoethanol compounds II ». Issue 2, 15 août 1994.	<b>Méthode PV2111</b> : Ethanolamine. Mars 1988.

Substance	CAS	VLEP contraignante	Classification CMR selon règlement CLP	Tension vapeur	Source tension vapeur	Références fiches toxicologiques INRS	Références fiches de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques INERIS	Fiche de Données technico-économiques sur les substances chimiques en France INERIS	Référence des normes relatives à l'analyse dans l'air Fiches Métropol	Référence des normes relatives à l'analyse dans l'air Normes AFNOR	Référence des normes relatives à l'analyse dans l'air Méthode NIOSH	Référence des normes relatives à l'analyse dans l'air Méthode OSHA
Brome	7726-95-6	* VLEP sur 8 H: 0,7 mg/m <sup>3</sup> d'air, 0,1 ppm	non	24000 Pa à 20°C	INRS FT27	FT 27	-	-	-	Sans objet	<b>Méthode 6011</b> : « Bromine ». Issue 2, 15 août 1994.	<b>Méthode ID-108</b> : Bromine In Workplace Atmospheres. Révisée avril 1990.
Chlore	7782-50-5	* VLEP court terme: 1,5 mg/m <sup>3</sup> , 0,5 ppm	non	569000 Pa à 20°C	INRS FT51	FT 51	-	-	<b>Fiche Métropol 007/V01.01.</b> Trichlorure d'azote et autres composés chlorés. 10/2007.	Sans objet	<b>Méthode 6011</b> : « Chlorine ». Issue 2, 15 août 1994.	<b>Méthode ID-101</b> : Chlorine In Workplace Atmospheres. Révisée mai 1991.
Cumène	98-82-8	* VLEP sur 8 H: 100 mg/m <sup>3</sup> d'air, 20 ppm * VLEP court terme: 250 mg/m <sup>3</sup> , 50 ppm * Possibilité d'une pénétration cutanée importante.	non	600 Pa à 25°C	HSDB	-	-	-	<b>Fiche Métropol 055/V01.01.</b> Mélanges de vapeurs d'hydrocarbures C6 à C12. 11/2009.	<b>NF X43-267</b> (Juillet 2004): Air des lieux de travail. Prélèvement et analyse de vapeurs organiques. Prélèvement par pompage sur tube à adsorption et désorption au solvant. <b>NF EN ISO 16017</b> (Partie 1 : Mars 2001 / Partie 2 : Oct 2003): Air intérieur, air ambiant et air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par tube à adsorption/désorption thermique/chromatographie en phase gazeuse sur capillaire. <b>NF ISO 16200</b> (Décembre 2001): Qualité de l'air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par désorption au solvant/chromatographie en phase gazeuse.	<b>Méthode 1501</b> : « Hydrocarbures aromatics ». Issue 3, 15 mars 2003.	<b>Méthode PV2137</b> : Cumene. Mars 2004.
Cyclohexane	110-82-7	* VLEP sur 8 H: 700 mg/m <sup>3</sup> d'air, 200 ppm	non	10300 Pa à 20°C	INRS FT17	FT 17	-	-	<b>Fiche Métropol 055/V01.01.</b> Mélanges de vapeurs d'hydrocarbures C6 à C12. 11/2009.	<b>NF X43-267</b> (Juillet 2004): Air des lieux de travail. Prélèvement et analyse de vapeurs organiques. Prélèvement par pompage sur tube à adsorption et désorption au solvant. <b>NF EN ISO 16017</b> (Partie 1 : Mars 2001 / Partie 2 : Oct 2003): Air intérieur, air ambiant et air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par tube à adsorption/désorption thermique/chromatographie en phase gazeuse sur capillaire. <b>NF ISO 16200</b> (Décembre 2001): Qualité de l'air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par désorption au solvant/chromatographie en phase gazeuse. <b>ISO 9487:1991</b> (Août 1991): Air des lieux de travail. Détermination des hydrocarbures aromatiques vaporeux. Méthode d'analyse par tube à charbon actif/désorption des solvants/chromatographie en phase gazeuse.	<b>Méthode 1500</b> : « Hydrocarbures, BP 36°-216°C ». Issue 3, 15 mars 2003. Guidelines for Air Sampling and Analytical Method Development and Evaluation 95-117	<b>Méthode 07</b> : Organic vapors. Mai 2000.
Cyclohexanone	108-94-1	* VLEP sur 8 H: 40,8 mg/m <sup>3</sup> d'air, 10 ppm * VLEP court terme: 81,6 mg/m <sup>3</sup> , 20 ppm	non	470 Pa à 20°C	INRS FT39	FT 39	-	-	<b>Fiche Métropol 020.</b> Cétones. 08/2004.	<b>NF X43-267</b> (Juillet 2004): Air des lieux de travail. Prélèvement et analyse de vapeurs organiques. Prélèvement par pompage sur tube à adsorption et désorption au solvant. <b>NF EN ISO 16017</b> (Partie 1 : Mars 2001 / Partie 2 : Oct 2003): Air intérieur, air ambiant et air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par tube à adsorption/désorption thermique/chromatographie en phase gazeuse sur capillaire. <b>NF ISO 16200</b> (Décembre 2001): Qualité de l'air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par désorption au solvant/chromatographie en phase gazeuse. <b>ISO 9487:1991</b> (Août 1991): Air des lieux de travail. Détermination des hydrocarbures aromatiques vaporeux. Méthode d'analyse par tube à charbon actif/désorption des solvants/chromatographie en phase gazeuse.	<b>Méthode 1300</b> : « Ketones I ». Issue 2, 15 août 1994. <b>Méthode 2549</b> : « Volatile organic compounds (SCREENING) ». Issue 1, 15 mai 1996. <b>Méthode 2555</b> : «KETONES I ». Issue 1, 15 mars 2003.	<b>Méthode 01</b> : Cyclohexanone. Avril 1979.

Substance	CAS	VLEP contraignante	Classification CMR selon règlement CLP	Tension vapeur	Source tension vapeur	Références fiches toxicologiques INRS	Références fiches de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques INERIS	Fiche de Données technico-économiques sur les substances chimiques en France INERIS	Référence des normes relatives à l'analyse dans l'air Fiches Métropol	Référence des normes relatives à l'analyse dans l'air Normes AFNOR	Référence des normes relatives à l'analyse dans l'air Méthode NIOSH	Référence des normes relatives à l'analyse dans l'air Méthode OSHA
Diméthylamine	124-40-3	* VLEP sur 8 H: 1,9 mg/m <sup>3</sup> d'air, 1 ppm * VLEP court terme: 3,8 mg/m <sup>3</sup> , 2 ppm	non	202650 Pa à 25°C	HSDB	-	-	-	<b>Fiche Métropol 025.</b> Amines par chromatographie en phase gazeuse. 09/2004. <b>Fiche Métropol 026.</b> Amines par chromatographie liquide haute performance (amines primaires et secondaires). 08/2004.	<b>ISO 17734-2:2006</b> (Mars 2006): Détermination des composés organiques azotés dans l'air par chromatographie liquide et spectrométrie de masse - Partie 2 : amines et aminoisocyanates par les dérivés de la dibutylamine et du chloroformate d'éthyle. <b>XP X43-554</b> (Juillet 2009): Émissions de sources fixes - Détermination de la concentration massique en composés organiques volatils non méthaniques dans les effluents gazeux à partir des mesures des composés organiques volatils totaux et du méthane - Méthode de référence : détecteur à ionisation de flamme.	<b>Méthode 2010</b> : « Amines, aliphatic ». Issue 2, 15 août 1994.	<b>Méthode 34</b> : Diméthylamine. Février 1982.
Diéthylamine	109-89-7	* VLEP sur 8 H: 15 mg/m <sup>3</sup> d'air, 5 ppm * VLEP court terme: 30 mg/m <sup>3</sup> , 10 ppm	non	26000 Pa à 20°C	INRS FT114	FT 114	-	-	<b>Fiche Métropol 025.</b> Amines par chromatographie en phase gazeuse. 09/2004. <b>Fiche Métropol 026.</b> Amines par chromatographie liquide haute performance (amines primaires et secondaires). 08/2004.	<b>ISO 17734-2:2006</b> (Mars 2006): Détermination des composés organiques azotés dans l'air par chromatographie liquide et spectrométrie de masse - Partie 2 : amines et aminoisocyanates par les dérivés de la dibutylamine et du chloroformate d'éthyle. <b>XP X43-554</b> (Juillet 2009): Émissions de sources fixes - Détermination de la concentration massique en composés organiques volatils non méthaniques dans les effluents gazeux à partir des mesures des composés organiques volatils totaux et du méthane - Méthode de référence : détecteur à ionisation de flamme.	<b>Méthode 2010</b> : « Amines, aliphatic ». Issue 2, 15 août 1994.	<b>Méthode 41</b> : Diéthylamine. Décembre 1982.
Ethylamine	75-04-7	* VLEP sur 8 H: 9,4 mg/m <sup>3</sup> d'air, 5 ppm* VLEP court terme: 28,2 mg/m <sup>3</sup> , 15 ppm	non	117000 Pa à 20°C	INRS FT134	FT 134	-	-	<b>Fiche Métropol 025.</b> Amines par chromatographie en phase gazeuse. 09/2004. <b>Fiche Métropol 026.</b> Amines par chromatographie liquide haute performance (amines primaires et secondaires). 08/2004.	<b>ISO 17734-2:2006</b> (Mars 2006): Détermination des composés organiques azotés dans l'air par chromatographie liquide et spectrométrie de masse - Partie 2 : amines et aminoisocyanates par les dérivés de la dibutylamine et du chloroformate d'éthyle. <b>XP X43-554</b> (Juillet 2009): Émissions de sources fixes - Détermination de la concentration massique en composés organiques volatils non méthaniques dans les effluents gazeux à partir des mesures des composés organiques volatils totaux et du méthane - Méthode de référence : détecteur à ionisation de flamme.	Sans objet	<b>Méthode 36</b> : Ethylamine. Mai 1982.
Fluorure d'hydrogène	7664-39-3	* VLEP sur 8 H: 1,5 mg/m <sup>3</sup> d'air, 1,8 ppm * VLEP court terme: 2,5 mg/m <sup>3</sup> , 3 ppm	non	103300 Pa à 20°C	INRS FT6	FT 6	INERIS – DRC-08-83451-03119B.doc	-	<b>Fiche Métropol 009/V01.02.</b> Anions minéraux. 07/2010.	<b>NF ISO 15713</b> (Septembre 2006): Émissions de sources fixes - Échantillonnage et détermination de la teneur en fluorure gazeux <b>ISO 15713:2006</b> (Juin 2006): Émissions de sources fixes - Échantillonnage et détermination de la teneur en fluorure gazeux	<b>Méthode 3800</b> : « Organic and inorganic gases by extractive FTIR spectrometry ». Issue 1, 15 mars 2003. <b>Méthode 7902</b> : « Fluorides, aerosol and gas by ISE ». Issue 2, 15 août 1994. <b>Méthode 7903</b> : « Acids, inorganic ». Issue 2, 15 août 1994. <b>Méthode 7906</b> : « Fluorides aerosol and gas, by IC ». Issue 2, 15 août 1994.	<b>Méthode ID-110</b> : Fluoride (F <sup>-</sup> and HF) in workplace atmospheres. Décembre 1988.
n-heptane	142-82-5	* VLEP sur 8 H: 1 668 mg/m <sup>3</sup> d'air, 400 ppm * VLEP court terme: 2 085 mg/m <sup>3</sup> , 500 ppm	non	Env. 6000 Pa à 20°C	INRS FT168	FT 168	-	-	<b>Fiche Métropol 055/V01.01.</b> Mélanges de vapeurs d'hydrocarbures C6 à C12. 11/2009.	<b>NF X43-267</b> (Juillet 2004): Air des lieux de travail. Prélèvement et analyse de vapeurs organiques. Prélèvement par pompage sur tube à adsorption et désorption au solvant. <b>NF EN ISO 16017</b> (Partie 1 : Mars 2001 / Partie 2 : Oct 2003): Air intérieur, air ambiant et air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par tube à adsorption/désorption thermique/chromatographie en phase gazeuse sur capillaire. <b>NF ISO 16200</b> (Décembre 2001): Qualité de l'air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par désorption au solvant/chromatographie en phase gazeuse.	<b>Méthode 1500</b> : « Hydrocarbons, BP 36°-216°C ». Issue 3, 15 mars 2003. <b>Méthode 2549</b> : « Volatile organic compounds (screening) ». Issue 1, 15 mai 1996. Guidelines for Air Sampling and Analytical Method Development and Evaluation 95-117	<b>Méthode 07</b> : Organic vapors. Mai 2000.



Substance	CAS	VLEP contraignante	Classification CMR selon règlement CLP	Tension vapeur	Source tension vapeur	Références fiches toxicologiques INRS	Références fiches de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques INERIS	Fiche de Données technico-économiques sur les substances chimiques en France INERIS	Référence des normes relatives à l'analyse dans l'air Fiches Métropol	Référence des normes relatives à l'analyse dans l'air Normes AFNOR	Référence des normes relatives à l'analyse dans l'air Méthode NIOSH	Référence des normes relatives à l'analyse dans l'air Méthode OSHA
Heptane-2-one	110-43-0	* VLEP sur 8 H: 238 mg/m <sup>3</sup> d'air, 50 ppm * VLEP court terme: 475 mg/m <sup>3</sup> , 100 ppm * Possibilité d'une pénétration cutanée importante.	non	513,3 Pa à 25°C	HSDB	-	-	-	-	<b>NF X43-267</b> (Juillet 2004): Air des lieux de travail. Prélèvement et analyse de vapeurs organiques. Prélèvement par pompage sur tube à adsorption et désorption au solvant. <b>NF EN ISO 16017</b> (Partie 1 : Mars 2001 / Partie 2 : Oct 2003): Air intérieur, air ambiant et air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par tube à adsorption/désorption thermique/chromatographie en phase gazeuse sur capillaire. <b>NF ISO 16200</b> (Décembre 2001): Qualité de l'air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par désorption au solvant/chromatographie en phase gazeuse.	<b>Méthode 1301</b> : « Ketones II ». Issue 2, 15 août 1994. <b>Méthode 2553</b> : « Ketones II ». Issue 1, 15 mars 2003.	<b>Méthode 07</b> : Organic vapors. Mai 2000.
Heptane-3-one	106-35-4	* VLEP sur 8 H: 95 mg/m <sup>3</sup> d'air, 20 ppm	non	346,6 Pa à 20°C	HSDB	-	-	-	-	<b>NF X43-267</b> (Juillet 2004): Air des lieux de travail. Prélèvement et analyse de vapeurs organiques. Prélèvement par pompage sur tube à adsorption et désorption au solvant. <b>NF EN ISO 16017</b> (Partie 1 : Mars 2001 / Partie 2 : Oct 2003): Air intérieur, air ambiant et air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par tube à adsorption/désorption thermique/chromatographie en phase gazeuse sur capillaire. <b>NF ISO 16200</b> (Décembre 2001): Qualité de l'air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par désorption au solvant/chromatographie en phase gazeuse.	<b>Méthode 1301</b> : « Ketones II ». Issue 2, 15 août 1994. <b>Méthode 2553</b> : « Ketones II ». Issue 1, 15 mars 2003.	<b>Méthode 07</b> : Organic vapors. Mai 2000.
(2-méthoxyméthyl éthoxy)-propanol	34590-94-8	* VLEP sur 8 H: 308 mg/m <sup>3</sup> d'air, 50 ppm * Possibilité d'une pénétration cutanée importante.	non	53,3 Pa à 26°C	HSDB	-	-	-	-	<b>NF X43-267</b> (Juillet 2004): Air des lieux de travail. Prélèvement et analyse de vapeurs organiques. Prélèvement par pompage sur tube à adsorption et désorption au solvant. <b>NF EN ISO 16017</b> (Partie 1 : Mars 2001 / Partie 2 : Oct 2003): Air intérieur, air ambiant et air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par tube à adsorption/désorption thermique/chromatographie en phase gazeuse sur capillaire. <b>NF ISO 16200</b> (Décembre 2001): Qualité de l'air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par désorption au solvant/chromatographie en phase gazeuse.	<b>Méthode 2554</b> : « Glycol ethers ». Issue 1, 15 mars 2003.	<b>Méthode 101</b> : Dipropylene Glycol Methyl Ether. Septembre 1993.
1-méthoxypropane-2-ol	107-98-2	* VLEP sur 8 H: 188 mg/m <sup>3</sup> d'air, 50 ppm * VLEP court terme: 375 mg/m <sup>3</sup> , 100 ppm * Possibilité d'une pénétration cutanée importante.	non	1200 Pa à 20°C	INRS FT221	FT 221	-	-	<b>Fiche Métropol 022/V01</b> . Ethers de glycol. 01/2009.	<b>NF X43-267</b> (Juillet 2004): Air des lieux de travail. Prélèvement et analyse de vapeurs organiques. Prélèvement par pompage sur tube à adsorption et désorption au solvant. <b>NF EN ISO 16017</b> (Partie 1 : Mars 2001 / Partie 2 : Oct 2003): Air intérieur, air ambiant et air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par tube à adsorption/désorption thermique/chromatographie en phase gazeuse sur capillaire. <b>NF ISO 16200</b> (Décembre 2001): Qualité de l'air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par désorption au solvant/chromatographie en phase gazeuse.	<b>Méthode 2554</b> : « Glycol ethers ». Issue 1, 15 mars 2003.	<b>Méthode 99</b> : Propylene glycol monomethyl ethers/acetates. Avril 1993.

Substance	CAS	VLEP contraignante	Classification CMR selon règlement CLP	Tension vapeur	Source tension vapeur	Références fiches toxicologiques INRS	Références fiches de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques INERIS	Fiche de Données technico-économiques sur les substances chimiques en France INERIS	Référence des normes relatives à l'analyse dans l'air Fiches Métropol	Référence des normes relatives à l'analyse dans l'air Normes AFNOR	Référence des normes relatives à l'analyse dans l'air Méthode NIOSH	Référence des normes relatives à l'analyse dans l'air Méthode OSHA
4-méthylpentane-2-one	108-10-1	* VLEP sur 8 H: 83 mg/m <sup>3</sup> d'air, 20 ppm * VLEP court terme: 208 mg/m <sup>3</sup> , 50 ppm	non	2100 Pa à 20°C	INRS FT56	FT 56	-	-	<b>Fiche Métropol 020.</b> Cétones. 08/2004.	<b>NF X43-267</b> (Juillet 2004): Air des lieux de travail. Prélèvement et analyse de vapeurs organiques. Prélèvement par pompage sur tube à adsorption et désorption au solvant. <b>NF EN ISO 16017</b> (Partie 1 : Mars 2001 / Partie 2 : Oct 2003): Air intérieur, air ambiant et air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par tube à adsorption/désorption thermique/chromatographie en phase gazeuse sur capillaire. <b>NF ISO 16200</b> (Décembre 2001): Qualité de l'air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par désorption au solvant/chromatographie en phase gazeuse.	<b>Méthode 1300</b> : « Ketones I ». Issue 2, 15 août 1994. <b>Méthode 2549</b> : « Volatile organic compounds (SCREENING) ». Issue 1, 15 mai 1996. <b>Méthode 2555</b> : «KETONES I ». Issue 1, 15 mars 2003.	<b>Méthode 1004</b> : 2-Butanone (MEK) Hexone (MIBK). Septembre 2000.
Morpholine	110-91-8	* VLEP sur 8 H: 36 mg/m <sup>3</sup> d'air, 10 ppm * VLEP court terme: 72 mg/m <sup>3</sup> , 20 ppm	non	1100 Pa à 20°C	INRS FT265	FT 265	-	-	<b>Fiche Métropol 025.</b> Amines par chromatographie en phase gazeuse. 09/2004. <b>Fiche Métropol 026.</b> Amines par chromatographie liquide haute performance (amines primaires et secondaires). 08/2004.	<b>ISO 17734-2:2006</b> (Mars 2006): Détermination des composés organiques azotés dans l'air par chromatographie liquide et spectrométrie de masse - Partie 2 : amines et aminoisocyanates par les dérivés de la dibutylamine et du chloroformate d'éthyle. <b>XP X43-554</b> (Juillet 2009): Émissions de sources fixes - Détermination de la concentration massique en composés organiques volatils non méthaniques dans les effluents gazeux à partir des mesures des composés organiques volatils totaux et du méthane - Méthode de référence : détecteur à ionisation de flamme.	Sans objet	<b>Méthode PV2123</b> : Morpholine. Mai 2003.
Oxyde de diéthyle	60-29-7	* VLEP sur 8 H: 308 mg/m <sup>3</sup> d'air, 100 ppm * VLEP court terme: 616 mg/m <sup>3</sup> , 200 ppm	non	58900 Pa à 20°C	INRS FT10	FT 10	-	-	-	<b>NF X43-267</b> (Juillet 2004): Air des lieux de travail. Prélèvement et analyse de vapeurs organiques. Prélèvement par pompage sur tube à adsorption et désorption au solvant. <b>NF EN ISO 16017</b> (Partie 1 : Mars 2001 / Partie 2 : Oct 2003): Air intérieur, air ambiant et air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par tube à adsorption/désorption thermique/chromatographie en phase gazeuse sur capillaire. <b>NF ISO 16200</b> (Décembre 2001): Qualité de l'air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par désorption au solvant/chromatographie en phase gazeuse.	<b>Méthode 1610</b> : « Ethyl ether ». Issue 3, 15 mars 2003.	<b>Méthode 07</b> : Organic Vapors. Mai 2000.
Pentane	109-66-0	* VLEP sur 8 H: 3 000 mg/m <sup>3</sup> d'air, 1000 ppm	non	68528 Pa à 25°C	HSDB	-	-	-	-	<b>NF X43-267</b> (Juillet 2004): Air des lieux de travail. Prélèvement et analyse de vapeurs organiques. Prélèvement par pompage sur tube à adsorption et désorption au solvant. <b>NF EN ISO 16017</b> (Partie 1 : Mars 2001 / Partie 2 : Oct 2003): Air intérieur, air ambiant et air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par tube à adsorption/désorption thermique/chromatographie en phase gazeuse sur capillaire. <b>NF ISO 16200</b> (Décembre 2001): Qualité de l'air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par désorption au solvant/chromatographie en phase gazeuse.	<b>Méthode 1500</b> : « Hydrocarbons, BP 36°-216°C ». Issue 3, 15 mars 2003. <b>Méthode 2549</b> : « Volatile organic compounds (screening) ». Issue 1, 15 mai 1996. Guidelines for Air Sampling and Analytical Method Development and Evaluation 95-117	<b>Méthode 07</b> : Organic Vapors. Mai 2000.

Substance	CAS	VLEP contraignante	Classification CMR selon règlement CLP	Tension vapeur	Source tension vapeur	Références fiches toxicologiques INRS	Références fiches de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques INERIS	Fiche de Données technico-économiques sur les substances chimiques en France INERIS	Référence des normes relatives à l'analyse dans l'air Fiches Métropol	Référence des normes relatives à l'analyse dans l'air Normes AFNOR	Référence des normes relatives à l'analyse dans l'air Méthode NIOSH	Référence des normes relatives à l'analyse dans l'air Méthode OSHA
Phénol	108-95-2	* VLEP sur 8 H: 7,8 mg/m <sup>3</sup> d'air, 2 ppm* VLEP court terme: 15,6 mg/m <sup>3</sup> , 4 ppm* Possibilité d'une pénétration cutanée importante.	M2	20 Pa à 20°C	INRS FT15	FT 15	INERIS-DRC-01-25590-01DR021.doc	-	<b>Fiche Métropol 037.</b> Phénol et crésols. 08/2004.	<b>NF X43-267</b> (Juillet 2004): Air des lieux de travail. Prélèvement et analyse de vapeurs organiques. Prélèvement par pompage sur tube à adsorption et désorption au solvant. <b>NF EN ISO 16017</b> (Partie 1 : Mars 2001 / Partie 2 : Oct 2003): Air intérieur, air ambiant et air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par tube à adsorption/désorption thermique/chromatographie en phase gazeuse sur capillaire. <b>NF ISO 16200</b> (Décembre 2001): Qualité de l'air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par désorption au solvant/chromatographie en phase gazeuse. <b>ISO 9487:1991</b> (Août 1991): Air des lieux de travail. Détermination des hydrocarbures aromatiques vaporeux. Méthode d'analyse par tube à charbon actif/désorption des solvants/chromatographie en phase gazeuse.	<b>Méthode 2546</b> : « Cresol (all isomers) and Phenol ». Issue 1, 15 août 1994. <b>Méthode 2549</b> : « Volatile organic compounds (screening) ». Issue 1, 15 mai 1996. <b>Méthode 3502</b> : « Phenol ». Issue 2, 15 août 1993. <b>Méthode 8305</b> : « Phenol and p-Cresol in urine ». Issue 2, 15 août 1994.	<b>Méthode 32</b> : Phenol and Cresol. Novembre 1981.
Phosgène	75-44-5	* VLEP sur 8 H: 0,08 mg/m <sup>3</sup> d'air, 0,02 ppm * VLEP court terme: 0,4 mg/m <sup>3</sup> , 0,1 ppm	non	161700 Pa à 20°C	INRS FT72	FT 72	-	-	<b>Fiche Métropol 075.</b> Phosgène par chromatographie en phase gazeuse. 09/2004.	Sans objet	Sans objet	<b>Méthode 61</b> : Phosgene. Août 1986.
Phosphine	7803-51-2	* VLEP sur 8 H: 0,14 mg/m <sup>3</sup> d'air, 0,1 ppm	non	4080000 Pa à 20°C	INRS FT179	FT 179	-	-	<b>Fiche Métropol 023.</b> Arsenis-Arsine-Phosphine-Stibine. 09/2003.	Sans objet	<b>Méthode 6002</b> : «Phosphine ». Issue 2, 15 janvier 1998.	<b>Méthode 1003</b> : Phosphine. Février 2000. <b>Méthode ID-180</b> : Phosphine in workplace atmospheres. Mars 1988.
1,1,1-trichloroéthane	71-55-6	* VLEP sur 8 H: 555 mg/m <sup>3</sup> d'air, 100 ppm * VLEP court terme: 1 110 mg/m <sup>3</sup> , 200 ppm	non	13300 Pa à 20°C	INRS FT26	FT 26	-	INERIS -DRC-01-DR029.doc	<b>Fiche Métropol 029/V02.01.</b> Dérivés halogénés des hydrocarbures aliphatiques. 01/2009	<b>NF X43-267</b> (Juillet 2004): Air des lieux de travail. Prélèvement et analyse de vapeurs organiques. Prélèvement par pompage sur tube à adsorption et désorption au solvant. <b>NF EN ISO 16017</b> (Partie 1 : Mars 2001 / Partie 2 : Oct 2003): Air intérieur, air ambiant et air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par tube à adsorption/désorption thermique/chromatographie en phase gazeuse sur capillaire. <b>NF ISO 16200</b> (Décembre 2001): Qualité de l'air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par désorption au solvant/chromatographie en phase gazeuse. <b>ISO 9486:1991</b> (Août 1991): Air des lieux de travail. Détermination des hydrocarbures chlorés vaporeux. Méthode d'analyse par tube à charbon actif/désorption des solvants/chromatographie en phase gazeuse.	<b>Méthode 1003</b> : « Hydrocarbons halogenated ». Issue 3, 15 mars 2003. <b>Méthode 2549</b> : « Volatile organic compounds (screening) ». Issue 1, 15 mai 1996.	<b>Méthode 14</b> : 1,1,1-Trichloroethane. Janvier 1980.
Triéthylamine	121-44-8	* VLEP sur 8 H: 4,2 mg/m <sup>3</sup> d'air, 1 ppm * VLEP court terme: 12,6 mg/m <sup>3</sup> , 3 ppm * Possibilité d'une pénétration cutanée importante.	non	7200 Pa à 20°C	INRS FT115	FT 115	-	-	<b>Fiche Métropol 025.</b> Amines par chromatographie en phase gazeuse. 09/2004.	<b>ISO 17734-2:2006</b> (Mars 2006): Détermination des composés organiques azotés dans l'air par chromatographie liquide et spectrométrie de masse - Partie 2 : amines et aminoisocyanates par les dérivés de la dibutylamine et du chloroformate d'éthyle. <b>XP X43-554</b> (Juillet 2009): Émissions de sources fixes - Détermination de la concentration massique en composés organiques volatils non méthaniques dans les effluents gazeux à partir des mesures des composés organiques volatils totaux et du méthane - Méthode de référence : détecteur à ionisation de flamme.	Sans objet	<b>Méthode PV2060</b> : Triéthylamine, Triméthylamine. Decembre 1993.
Créosote	8001-58-9	Non	C1B	6000 Pa à 20°C	Fiches Internationales de Sécurité Chimique	-	-	-	-	Sans objet	Sans objet	Sans objet

Substance	CAS	VLEP contraignante	Classification CMR selon règlement CLP	Tension vapeur	Source tension vapeur	Références fiches toxicologiques INRS	Références fiches de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques INERIS	Fiche de Données technico-économiques sur les substances chimiques en France INERIS	Référence des normes relatives à l'analyse dans l'air Fiches Métropol	Référence des normes relatives à l'analyse dans l'air Normes AFNOR	Référence des normes relatives à l'analyse dans l'air Méthode NIOSH	Référence des normes relatives à l'analyse dans l'air Méthode OSHA
Epichlorhydrine	106-89-8	Non	C1B	1700 Pa à 20°C	INRS FT 187	FT 187	-	-	-	<p><b>NF X43-267</b> (Juillet 2004): Air des lieux de travail. Prélèvement et analyse de vapeurs organiques. Prélèvement par pompage sur tube à adsorption et désorption au solvant.</p> <p><b>NF EN ISO 16017</b> (Partie 1 : Mars 2001 / Partie 2 : Oct 2003): Air intérieur, air ambiant et air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par tube à adsorption/désorption thermique/chromatographie en phase gazeuse sur capillaire.</p> <p><b>NF ISO 16200</b> (Décembre 2001): Qualité de l'air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par désorption au solvant/chromatographie en phase gazeuse.</p> <p><b>ISO 9486:1991</b> (Août 1991): Air des lieux de travail. Détermination des hydrocarbures chlorés vaporeux. Méthode d'analyse par tube à charbon actif/désorption des solvants/chromatographie en phase gazeuse.</p>	<p><b>Méthode 1010</b> : « EPICHLOROHYDRIN ». Issue 2, 15 août 1994.</p>	<p><b>Méthode 07</b> : Organic Vapors. Mai 2000.</p>
Ether de bis chlorométhyle	542-88-1	Non	C1A	3919,6668 Pa à 25 deg C	HSDB	-	-	-	-	<p><b>NF X43-267</b> (Juillet 2004): Air des lieux de travail. Prélèvement et analyse de vapeurs organiques. Prélèvement par pompage sur tube à adsorption et désorption au solvant.</p> <p><b>NF EN ISO 16017</b> (Partie 1 : Mars 2001 / Partie 2 : Oct 2003): Air intérieur, air ambiant et air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par tube à adsorption/désorption thermique/chromatographie en phase gazeuse sur capillaire.</p> <p><b>NF ISO 16200</b> (Décembre 2001): Qualité de l'air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par désorption au solvant/chromatographie en phase gazeuse.</p> <p><b>ISO 9486:1991</b> (Août 1991): Air des lieux de travail. Détermination des hydrocarbures chlorés vaporeux. Méthode d'analyse par tube à charbon actif/désorption des solvants/chromatographie en phase gazeuse.</p>	Sans objet	<p><b>Méthode 10</b> : Chloromethyl Methyl Ether (CMME), Bis-Chloromethyl Ether (BCME). Août 1979.</p>
Ether de méthyle et de chlorométhyle	107-30-2	Non	C1A	3999,66 Pa à 22 deg C	HSDB	-	-	-	-	<p><b>NF X43-267</b> (Juillet 2004): Air des lieux de travail. Prélèvement et analyse de vapeurs organiques. Prélèvement par pompage sur tube à adsorption et désorption au solvant.</p> <p><b>NF EN ISO 16017</b> (Partie 1 : Mars 2001 / Partie 2 : Oct 2003): Air intérieur, air ambiant et air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par tube à adsorption/désorption thermique/chromatographie en phase gazeuse sur capillaire.</p> <p><b>NF ISO 16200</b> (Décembre 2001): Qualité de l'air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par désorption au solvant/chromatographie en phase gazeuse.</p> <p><b>ISO 9486:1991</b> (Août 1991): Air des lieux de travail. Détermination des hydrocarbures chlorés vaporeux. Méthode d'analyse par tube à charbon actif/désorption des solvants/chromatographie en phase gazeuse.</p>	Sans objet	<p><b>Méthode 10</b> : Chloromethyl Methyl Ether (CMME), Bis-Chloromethyl Ether (BCME). Août 1979.</p>



Substance	CAS	VLEP contraignante	Classification CMR selon règlement CLP	Tension vapeur	Source tension vapeur	Références fiches toxicologiques INRS	Références fiches de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques INERIS	Fiche de Données technico-économiques sur les substances chimiques en France INERIS	Référence des normes relatives à l'analyse dans l'air Fiches Métropol	Référence des normes relatives à l'analyse dans l'air Normes AFNOR	Référence des normes relatives à l'analyse dans l'air Méthode NIOSH	Référence des normes relatives à l'analyse dans l'air Méthode OSHA
Isoprène	78-79-5	Non	C1B; M2	73327,1 Pa à 25 deg C	HSDB	-	-	-	-	<p><b>NF X43-267</b> (Juillet 2004): Air des lieux de travail. Prélèvement et analyse de vapeurs organiques. Prélèvement par pompage sur tube à adsorption et désorption au solvant.</p> <p><b>NF EN ISO 16017</b> (Partie 1 : Mars 2001 / Partie 2 : Oct 2003): Air intérieur, air ambiant et air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par tube à adsorption/désorption thermique/chromatographie en phase gazeuse sur capillaire.</p> <p><b>NF ISO 16200</b> (Décembre 2001): Qualité de l'air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par désorption au solvant/chromatographie en phase gazeuse.</p>	Sans objet	Sans objet
N-Methylpyrrolidone (NMP)	872-50-4	Non	non	39 Pa à 20°C	INRS FT 213	FT 213	-	-	<p><b>Fiche Métropol 091/V01.</b> Pyrrolidones par chromatographie en phase gazeuse. 07/2007.</p>	<p><b>NF X43-267</b> (Juillet 2004): Air des lieux de travail. Prélèvement et analyse de vapeurs organiques. Prélèvement par pompage sur tube à adsorption et désorption au solvant.</p> <p><b>NF EN ISO 16017</b> (Partie 1 : Mars 2001 / Partie 2 : Oct 2003): Air intérieur, air ambiant et air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par tube à adsorption/désorption thermique/chromatographie en phase gazeuse sur capillaire.</p> <p><b>NF ISO 16200</b> (Décembre 2001): Qualité de l'air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par désorption au solvant/chromatographie en phase gazeuse.</p>	<p><b>Méthode 1302</b> : « N-Methyl-2-Pyrrolidinone ». Issue 1, 15 janvier 1998.</p>	<p><b>Méthode PV2043</b> : N-Methyl-2-Pyrrolidinone. Juin 1991.</p>
Oxyde de propylène	75-56-9	Non	C1B ; M1B	71727,236 Pa à 25 deg C	HSDB	-	-	-	-	<p><b>NF X43-267</b> (Juillet 2004): Air des lieux de travail. Prélèvement et analyse de vapeurs organiques. Prélèvement par pompage sur tube à adsorption et désorption au solvant.</p> <p><b>NF EN ISO 16017</b> (Partie 1 : Mars 2001 / Partie 2 : Oct 2003): Air intérieur, air ambiant et air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par tube à adsorption/désorption thermique/chromatographie en phase gazeuse sur capillaire.</p> <p><b>NF ISO 16200</b> (Décembre 2001): Qualité de l'air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par désorption au solvant/chromatographie en phase gazeuse.</p>	<p><b>Méthode 1612</b> : « Propylene oxide ». Issue 2, 15 août 1994.</p>	<p><b>Méthode 88</b> : Propylene Oxide. Juin 1991.</p>
Bromopropane	106-94-5	Non	R1B	14780 Pa à 20°C	INRS FT250	FT 250	-	-	<p><b>Fiche Métropol 029/V02.01.</b> Dérivés halogénés des hydrocarbures aliphatiques. 01/2009</p>	<p><b>NF X43-267</b> (Juillet 2004): Air des lieux de travail. Prélèvement et analyse de vapeurs organiques. Prélèvement par pompage sur tube à adsorption et désorption au solvant.</p> <p><b>NF EN ISO 16017</b> (Partie 1 : Mars 2001 / Partie 2 : Oct 2003): Air intérieur, air ambiant et air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par tube à adsorption/désorption thermique/chromatographie en phase gazeuse sur capillaire.</p> <p><b>NF ISO 16200</b> (Décembre 2001): Qualité de l'air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par désorption au solvant/chromatographie en phase gazeuse.</p>	<p><b>Méthode 1025</b> : « 1- and 2-Bromopropane ». Issue 1, 15 mars 2003.</p>	<p><b>Méthode PV2061</b> : 1-Bromopropane. Mars 1999.</p>

Substance	CAS	VLEP contraignante	Classification CMR selon règlement CLP	Tension vapeur	Source tension vapeur	Références fiches toxicologiques INRS	Références fiches de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques INERIS	Fiche de Données technico-économiques sur les substances chimiques en France INERIS	Référence des normes relatives à l'analyse dans l'air Fiches Métropol	Référence des normes relatives à l'analyse dans l'air Normes AFNOR	Référence des normes relatives à l'analyse dans l'air Méthode NIOSH	Référence des normes relatives à l'analyse dans l'air Méthode OSHA
EGME (2-Méthoxyéthanol)	109-86-4	Non	R1B	820 Pa à 20°C	INRS FT103	FT 103	-	-	Fiche Métropol 022/V01. Ethers de glycol. 01/2009.	NF X43-267 (Juillet 2004): Air des lieux de travail. Prélèvement et analyse de vapeurs organiques. Prélèvement par pompage sur tube à adsorption et désorption au solvant. NF EN ISO 16017 (Partie 1 : Mars 2001 / Partie 2 : Oct 2003): Air intérieur, air ambiant et air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par tube à adsorption/désorption thermique/chromatographie en phase gazeuse sur capillaire. NF ISO 16200 (Décembre 2001): Qualité de l'air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par désorption au solvant/chromatographie en phase gazeuse.	Méthode 1403 : « Alcohols IV ». Issue 3, 15 mars 2003.	Méthode 53 : 2-Methoxyethanol (Methyl Cellosolve, 2ME), 2-Methoxyethyl Acetate (Methyl Cellosolve Acetate, 2MEA), 2-Ethoxyethanol (Cellosolve, 2EE), 2-Ethoxyethyl Acetate (Cellosolve Acetate, 2EEA). Janvier 1985. Méthode 79 : 2-Methoxyethanol (Methyl Cellosolve, 2ME), 2-Methoxyethyl Acetate (Methyl Cellosolve Acetate, 2MEA), 2-Ethoxyethanol (Cellosolve, 2EE), 2-Ethoxyethyl Acetate (Cellosolve Acetate, 2EEA). Janvier 1990.
EGMEA (2-Méthoxyéthanol acétate)	110-49-6	Non	R1B	270 Pa à 20°C	INRS FT131	FT 131	-	-	Fiche Métropol 022/V01. Ethers de glycol. 01/2009.	NF X43-267 (Juillet 2004): Air des lieux de travail. Prélèvement et analyse de vapeurs organiques. Prélèvement par pompage sur tube à adsorption et désorption au solvant. NF EN ISO 16017 (Partie 1 : Mars 2001 / Partie 2 : Oct 2003): Air intérieur, air ambiant et air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par tube à adsorption/désorption thermique/chromatographie en phase gazeuse sur capillaire. NF ISO 16200 (Décembre 2001): Qualité de l'air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par désorption au solvant/chromatographie en phase gazeuse.	Méthode 1451 : « Methyl cellosolve acetate ». Issue 2, 15 août 1994.	Méthode 53 : 2-Methoxyethanol (Methyl Cellosolve, 2ME), 2-Methoxyethyl Acetate (Methyl Cellosolve Acetate, 2MEA), 2-Ethoxyethanol (Cellosolve, 2EE), 2-Ethoxyethyl Acetate (Cellosolve Acetate, 2EEA). Janvier 1985. Méthode 79 : 2-Methoxyethanol (Methyl Cellosolve, 2ME), 2-Methoxyethyl Acetate (Methyl Cellosolve Acetate, 2MEA), 2-Ethoxyethanol (Cellosolve, 2EE), 2-Ethoxyethyl Acetate (Cellosolve Acetate, 2EEA). Janvier 1990.
EGEE (2-Ethoxyéthanol)	110-80-5	Non	R1B	510 Pa à 20°C	INRS FT58	FT 58	-	-	Fiche Métropol 022/V01. Ethers de glycol. 01/2009.	NF X43-267 (Juillet 2004): Air des lieux de travail. Prélèvement et analyse de vapeurs organiques. Prélèvement par pompage sur tube à adsorption et désorption au solvant. NF EN ISO 16017 (Partie 1 : Mars 2001 / Partie 2 : Oct 2003): Air intérieur, air ambiant et air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par tube à adsorption/désorption thermique/chromatographie en phase gazeuse sur capillaire. NF ISO 16200 (Décembre 2001): Qualité de l'air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par désorption au solvant/chromatographie en phase gazeuse.	Méthode 1403 : « Alcohols IV ». Issue 3, 15 mars 2003.	Méthode 53 : 2-Methoxyethanol (Methyl Cellosolve, 2ME), 2-Methoxyethyl Acetate (Methyl Cellosolve Acetate, 2MEA), 2-Ethoxyethanol (Cellosolve, 2EE), 2-Ethoxyethyl Acetate (Cellosolve Acetate, 2EEA). Janvier 1985. Méthode 79 : 2-Methoxyethanol (Methyl Cellosolve, 2ME), 2-Methoxyethyl Acetate (Methyl Cellosolve Acetate, 2MEA), 2-Ethoxyethanol (Cellosolve, 2EE), 2-Ethoxyethyl Acetate (Cellosolve Acetate, 2EEA). Janvier 1990.

Substance	CAS	VLEP contraignante	Classification CMR selon règlement CLP	Tension vapeur	Source tension vapeur	Références fiches toxicologiques INRS	Références fiches de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques INERIS	Fiche de Données technico-économiques sur les substances chimiques en France INERIS	Référence des normes relatives à l'analyse dans l'air Fiches Métropol	Référence des normes relatives à l'analyse dans l'air Normes AFNOR	Référence des normes relatives à l'analyse dans l'air Méthode NIOSH	Référence des normes relatives à l'analyse dans l'air Méthode OSHA
EGGEA (acétate d'éthylglycol)	111-15-9	Non	R1B	270 Pa à 20°C	INRS FT71	FT 71	-	-	Fiche Métropol 022/V01. Ethers de glycol. 01/2009.	NF X43-267 (Juillet 2004): Air des lieux de travail. Prélèvement et analyse de vapeurs organiques. Prélèvement par pompage sur tube à adsorption et désorption au solvant. NF EN ISO 16017 (Partie 1 : Mars 2001 / Partie 2 : Oct 2003): Air intérieur, air ambiant et air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par tube à adsorption/désorption thermique/chromatographie en phase gazeuse sur capillaire. NF ISO 16200 (Décembre 2001): Qualité de l'air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par désorption au solvant/chromatographie en phase gazeuse.	Méthode 1450 : « Ester 1 ». Issue 3, 15 mars 2003.	Méthode 53 : 2-Methoxyethanol (Methyl Cellosolve, 2ME), 2-Methoxyethyl Acetate (Methyl Cellosolve Acetate, 2MEA), 2-Ethoxyethanol (Cellosolve, 2EE), 2-Ethoxyethyl Acetate (Cellosolve Acetate, 2EEA). Janvier 1985. Méthode 79 : 2-Methoxyethanol (Methyl Cellosolve, 2ME), 2-Methoxyethyl Acetate (Methyl Cellosolve Acetate, 2MEA), 2-Ethoxyethanol (Cellosolve, 2EE), 2-Ethoxyethyl Acetate (Cellosolve Acetate, 2EEA). Janvier 1990.
Gasoil	86290-81-5 8006-61-9	Non	C1B	40530 à 91192 Pa à 37,8°C	HSDB	-	-	-	-	NF X43-267 (Juillet 2004): Air des lieux de travail. Prélèvement et analyse de vapeurs organiques. Prélèvement par pompage sur tube à adsorption et désorption au solvant. NF EN ISO 16017 (Partie 1 : Mars 2001 / Partie 2 : Oct 2003): Air intérieur, air ambiant et air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par tube à adsorption/désorption thermique/chromatographie en phase gazeuse sur capillaire. NF ISO 16200 (Décembre 2001): Qualité de l'air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par désorption au solvant/chromatographie en phase gazeuse.	Sans objet	Méthode PV2028 : Gasoline. Decembre 1987.
Oxyde de styrène	96-09-3	Non	C1B	40 Pa à 20°C	HSDB	-	-	-	-	Sans objet	Sans objet	Sans objet
Beryllium	7440-41-7	Non	C1B	1333 Pa à 1860°C	HSDB	FT 92	-	-	Fiche Métropol 003/V01. Métaux - Métalloïdes. 04/2008.	NF ISO 30011 (Décembre 2010): Air des lieux de travail - Détermination des métaux et métalloïdes dans les particules en suspension dans l'air par spectrométrie de masse avec plasma à couplage inductif. NF EN 13890 (Novembre 2009): Exposition sur les lieux de travail - Procédures pour le mesurage des métaux et métalloïdes dans les particules en suspension dans l'air - Exigences et méthodes d'essai.	Méthode 7102 : « Beryllium and compounds, as Be ». Issue 2, 15 août 1994. Méthode 7300 : « Elements by ICP (Nitric/Perchloric Acid Ashing) ». Issue 3, 15 mars 2003. Méthode 7301 : « Elements by ICP (Aqua Regia Ashing) ». Issue 1, 15 mars 2003. Méthode 7303 : « Elements by ICP (Hot Block/HCl/HNO3 Digestion) ». Issue 1, 15 mars 2003. Méthode 7704 : « Beryllium in Air by Field-Portable Fluorometry ». Issue 1, 06 avril 2007. Méthode 9102 : « Elements on wipes ». Issue 1, 15 mars 2003. Méthode 9110 : « Beryllium in Surface Wipes by Field-Portable Fluorometry ». Issue 1, 06 avril 2007.	Méthode ID-125G : Metal and Metalloid Particulates in Workplace Atmospheres (ICP Analysis). Révisée en septembre 2002. Méthode ID-206 : ICP Analysis of Metal/Metalloid Particulates From Solder Operations. Mai 1991.

Substance	CAS	VLEP contraignante	Classification CMR selon règlement CLP	Tension vapeur	Source tension vapeur	Références fiches toxicologiques INRS	Références fiches de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques INERIS	Fiche de Données technico-économiques sur les substances chimiques en France INERIS	Référence des normes relatives à l'analyse dans l'air Fiches Métropol	Référence des normes relatives à l'analyse dans l'air Normes AFNOR	Référence des normes relatives à l'analyse dans l'air Méthode NIOSH	Référence des normes relatives à l'analyse dans l'air Méthode OSHA
Bois (poussières de)	Sans objet	* VLEP sur 8 H: 1 mg/m <sup>3</sup> d'air	non	non applicable (poussières)	sans objet	-	-	-	-	NF EN ISO 16000-10 (Août 2006): Air intérieur - Partie 10 : dosage de l'émission de composés organiques volatils de produits de construction et d'objets d'équipement - Méthode de la cellule d'essai d'émission.	Sans objet	Sans objet
Amiante	132207-32-0 (chrysotile) 12001-29-5 (chrysotile) 12172-73-5 (amosite) 12001-28-4 (crocidolite) 77536-68-6 (trémolite) 77536-66-4 (actinolite) 77536-67-5 (antophyllite)	* 0,1 fibre par centimètre cube sur une heure de travail	C1A	non applicable (poussières)	sans objet	FT 145	-	-	Fiche Métropol 010/V01. Amiante par microscopie électronique à transmission. 10/2007.	NF X43-050 (Janvier 1996): Qualité de l'air - Détermination de la concentration en fibres d'amiante par microscopie électronique à transmission - Méthode indirecte. NF EN ISO 16000-7 (Septembre 2007): Air intérieur - Partie 7 : stratégie d'échantillonnage pour la détermination des concentrations en fibres d'amiante en suspension dans l'air. ISO 10312:1995 (Mai 1995): Air ambiant. Détermination des fibres d'amiante. Méthode de microscopie électronique à transmission directe. ISO 13794:1999 (Juillet 1999): Air ambiant - Dosage des fibres d'amiante - Méthode par microscopie électronique à transmission par transfert indirect.	Méthode 7400 : « Asbestos and other fibers by PCM ». Issue 2, 15 août 1994. Méthode 7402 : « Asbestos by TEM ». Issue 2, 15 août 1994. Méthode 9000 : « Asbestos, Chrysotile by XRD ». Issue 2, 15 août 1994. Méthode 9002 : « Asbestos (bulk) by PLM ». Issue 2, 15 août 1994.	Méthode ID-160 : Asbestos In Air. Juillet 1997. Méthode ID-191 : Polarized Light Microscopy of Asbestos. Révisée en décembre 1992.
Fibres céramiques réfractaires classées cancérogènes	Sans objet	* VLEP sur 8 H: 0,1 fibre/cm <sup>3</sup>	C1B	non applicable (poussières)	sans objet	-	-	-	Fiche Métropol 054/V01.02. Comptage des fibres par microscopie en contraste de phase. 03/2008.	Sans objet	Sans objet	Sans objet
silice cristalline (poussières alvéolaires de quartz)	14808-60-7	* poussières alvéolaires de quartz : 0,1 mg/m <sup>3</sup>	non	non applicable (poussières)	INRS FT232	FT 232	-	-	Fiche Métropol 049/V01. Silice cristalline par diffraction des rayons X. 09/2005. Fiche Métropol 092/V01. Quartz par spectrométrie infrarouge - méthode directe. 09/2005.	NF ISO 24095 (Février 2010): Air des lieux de travail - Lignes directrices pour le mesurage de la fraction alvéolaire de la silice cristalline. NF X43-295 (Juin 1995): Air des lieux de travail - Détermination par rayons X de la concentration de dépôt alvéolaire de silice cristalline - Échantillonnage par dispositif à coupelle rotative. NF X43-296 (Juin 1995): Air des lieux de travail - Détermination par rayons X de la fraction conventionnelle alvéolaire de la silice cristalline - Échantillonnage sur membrane filtrante. XP X43-243 (Mars 2002): Air des lieux de travail - Dosage par spectrométrie infrarouge à transformée de Fourier de la silice cristalline - Échantillonnage par dispositif à coupelle tournante ou sur membrane filtrante. ISO 24095:2009 (Décembre 2009): Air des lieux de travail - Lignes directrices pour le mesurage de la fraction alvéolaire de la silice cristalline.	Méthode 7500 : « Silica crystalline, by XRD (filter redeposition) ». Issue 4, 15 mars 2004. Méthode 7601 : « Silica, Crystalline, by VIS ». Issue 3, 15 mars 2003. Méthode 7602 : « Silica, Crystalline by IR (KBr pellet) ». Issue 3, 15 mars 2003. Méthode 7603 : « Quartz in coal mine dust, by IR (redeposition) ». Issue 3, 15 mars 2003.	Méthode ID-142 : Quartz And Cristobalite In Workplace Atmospheres. Révisée en décembre 1996.
Silice (poussières alvéolaires de cristobalite)	14464-46-1	* VLEP sur 8 H: 0,05 mg/m <sup>3</sup>	non	non déterminé	INRS FT232	FT 232	-	-	Fiche Métropol 049/V01. Silice cristalline par diffraction des rayons X. 09/2005.	NF ISO 24095 (Février 2010): Air des lieux de travail - Lignes directrices pour le mesurage de la fraction alvéolaire de la silice cristalline. NF X43-295 (Juin 1995): Air des lieux de travail - Détermination par rayons X de la fraction conventionnelle alvéolaire de la silice cristalline - Échantillonnage sur membrane filtrante. XP X43-243 (Mars 2002): Air des lieux de travail - Dosage par spectrométrie infrarouge à transformée de Fourier de la silice cristalline - Échantillonnage par dispositif à coupelle tournante ou sur membrane filtrante. ISO 24095:2009 (Décembre 2009): Air des lieux de travail - Lignes directrices pour le mesurage de la fraction alvéolaire de la silice cristalline.	Méthode 7500 : « Silica, Crystalline, by XRD (filter redeposition) ». Issue 4, 15 mars 2003. Méthode 7601 : « Silica, Crystalline, by VIS ». Issue 3, 15 mars 2003. Méthode 7602 : « Silica, Crystalline by IR (KBr pellet) ». Issue 3, 15 mars 2003.	Méthode ID-142 : Quartz And Cristobalite In Workplace Atmospheres. Décembre 1996.
Silice (poussières alvéolaires de tridymite)	15468-32-3	* VLEP sur 8 H: 0,05 mg/m <sup>3</sup>	non	non déterminé	INRS FT232	FT 232	-	-	Fiche Métropol 049/V01. Silice cristalline par diffraction des rayons X. 09/2005.	NF ISO 24095 (Février 2010): Air des lieux de travail - Lignes directrices pour le mesurage de la fraction alvéolaire de la silice cristalline.	Méthode 7500 : « Silica, Crystalline, by XRD (filter redeposition) ». Issue 4, 15 mars 2003. Méthode 7601 : « Silica, Crystalline, by VIS ». Issue 3, 15 mars 2003. Méthode 7602 : « Silica, Crystalline by IR (KBr pellet) ». Issue 3, 15 mars 2003.	Sans objet



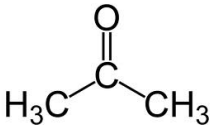
## **4. Fiches filières**

Les chapitres suivants présentent les fiches filières établies pour chaque substance de la liste restreinte (24).

**FICHE FILIÈRE DE L'ACÉTONE**

## 1. Fiche identité de la substance

Tableau 10 : Caractéristiques de l'acétone

IDENTIFICATION DE LA SUBSTANCE	
Numéros CAS	67-64-1
Numéro CE (EINECS, ELINCS, NLP)	200-662-2
Nom	Acétone
Synonymes	Diméthylcétone 2-propanone Propan-2-one Propanone 2-oxopropane β-kétopropane Éther pyroacétique
Famille chimique	Cétones
Formule brute	C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O
Formule semi-développée	
Catégorie de classement de la substance	<p><b>Classement selon le règlement CLP (N° 1272/2008 - Annexe VI) [1] :</b> Non classé cancérigène, mutagène ou reprotoxique</p> <p><b>Classement selon le CIRC [2] :</b> Non classé</p> <p><b>Classement selon l'US-EPA [3] :</b> Non classé</p> <p><b>VLEP réglementaire contraignante (article R4412-149 du code du travail) :</b> VLEP (8h) : 500 ppm soit 1 210 mg/m<sup>3</sup> VLEP (court terme : 15 min) : 1 000 ppm soit 2 420 mg/m<sup>3</sup></p>
Tension vapeur	24 700 Pa à 20°C [4]
Indicateur biologique d'exposition [5]	<p><u>Acétone urinaire :</u> Valeur-Guide Française en fin de poste : 100 mg/L (1997)<sup>14</sup></p> <p><u>Acétone sanguine :</u> Valeur-Guide Française : non déterminée</p> <p><u>Acide formique urinaire :</u> Valeur-Guide Française : non déterminée</p>
Fiche INRS	FT3 : Acétone. 2008 [4]
Fiche INERIS	Sans objet

<sup>14</sup> Cette valeur n'a pas été mise à jour depuis 1997 alors que la VME a été abaissée de 750 à 500 ppm en 2007.

## 2. Toxicité de la substance

### 2.1. Toxicité en exposition aiguë

L'intoxication aiguë par inhalation d'acétone provoque les symptômes suivants [4] :

- Irritation des yeux et des voies aériennes (dès 500 ppm),
- Symptômes neurologiques : céphalées, asthénie, vertige, coma dans certains cas convulsif,
- Symptômes digestifs : nausées, vomissements,
- Atteintes hépatiques et rénales possibles en cas d'intoxication sévère (> 10 000 ppm).

Un contact cutané étendu peut provoquer un érythème et un léger œdème. Des brûlures sont ressenties en cas de projection oculaire (sensation rapidement atténuée par le lavage).

L'ingestion peut provoquer une irritation digestive importante.

### 2.2. Toxicité en exposition chronique

Les expositions répétées à l'acétone peuvent entraîner des irritations oculaires et respiratoires, des signes neurologiques (asthénie, somnolence, vertiges) et une dermatose d'irritation [4].

L'acétone ne présente pas d'effets cancérigènes, mutagènes ou reprotoxiques.

## 3. Réglementation

### 3.1. Textes règlementaires relatifs à la substance

#### 3.1.1. Textes relatifs à l'utilisation de la substance

##### ➤ Denrées alimentaires

L'acétone est inscrite comme substance aromatisante dans la décision de la commission du 23 février 1999 modifiée portant adoption d'un répertoire des substances aromatisantes utilisées dans ou sur les denrées alimentaires, établi en application du règlement (CE) no 2232/96 du Parlement européen et du Conseil. [6]

La directive n° 2009/32/CE du 23/04/09 relative au rapprochement des législations des Etats membres concernant les solvants d'extraction utilisés dans la fabrication des denrées alimentaires et de leurs ingrédients [7], retranscrite en droit français par l'arrêté du 27 août 2009 relatif aux solvants d'extraction utilisés dans la fabrication des arômes [8], autorise l'utilisation d'acétone, dans le respect des bonnes pratiques de fabrication<sup>15</sup>, comme solvant d'extraction pour le traitement de matières premières, de denrées alimentaires, de composants de denrées alimentaires ou d'ingrédients de denrées alimentaires. L'utilisation de l'acétone pour raffiner l'huile de grignons est interdite.

L'acétone est inscrite en annexe II de la directive 2007/42/CE de la commission du 29 juin 2007 relative aux matériaux et aux objets en pellicule de cellulose régénérée, destinés à entrer en contact

---

<sup>15</sup> On considère qu'un solvant d'extraction est utilisé dans le respect des bonnes pratiques de fabrication si son emploi ne conduit qu'à la présence de résidus ou de dérivés et dans des quantités techniquement inévitables et ne présentant pas de risques pour la santé humaine.

avec les denrées alimentaires, en tant que substance autorisée dans la fabrication des pellicules de cellulose régénérée vernie. La quantité totale des substances ne peut dépasser 0,6 mg/dm<sup>2</sup> du vernis sur la face en contact avec les denrées alimentaires. [9]

➤ **Résines échangeuses d'ions**

L'arrêté du 29 mai 1997 relatif aux matériaux et objets utilisés dans les installations fixes de production, de traitement et de distribution d'eau destinée à la consommation humaine [10] autorise l'utilisation d'acétone pour la fabrication de résines échangeuses d'ions utilisées pour le traitement des eaux destinées à la consommation humaine.

➤ **Matières plastiques**

Le règlement n° 10/2011 du 14 janvier 2011 concerna nt les matériaux et objets en matière plastique destinés à entrer en contact avec les denrées alimentaires [11] autorise, dans son annexe I, l'utilisation de l'acétone comme additif ou auxiliaire de production de polymères.

Ce règlement, qui est applicable depuis le 1er mai 2011, abroge la Directive 2002/72/CE du 6 août 2002 concernant les matériaux et objets en matière plastique destinés à entrer en contact avec les denrées alimentaires [12], qui autorisait l'utilisation de l'acétone comme additif pouvant entrer dans la fabrication des matériaux et objets en matière plastique.

➤ **Cosmétiques**

L'acétone n'est pas règlementée par la Directive du Conseil 76/768/CEE du 27 juillet 1976 modifiée concernant le rapprochement des législations des États membres relatives aux produits cosmétiques [13]. Il n'apparaît donc pas dans l'arrêté du 6 février 2001 modifié fixant la liste des substances qui ne peuvent entrer dans la composition des produits cosmétiques. [14]

Notons que la directive 76/768/CEE ne sera plus applicable à partir du 11 juillet 2013, date à laquelle le Règlement n° 1223/2009 du Parlement européen et du Conseil du 30 novembre 2009 relatif aux produits cosmétiques [15] entrera en vigueur. L'acétone n'est pas règlementée par ce règlement.

Par conséquent, l'acétone peut entrer dans la composition des produits cosmétiques.

**3.1.2. Textes relatifs aux valeurs limites d'émission des installations de traitement de déchets**

Les COV non méthaniques font partie de la liste définie dans l'arrêté du 31/01/08 modifié relatif au registre et à la déclaration annuelle des émissions polluantes et des déchets [16], concernant les polluants devant être mentionnés dans le registre des émissions polluantes et des déchets et devant apparaître dans la déclaration annuelle des émissions polluantes et des déchets faite par les exploitants des établissements concernés.

L'arrêté du 02/02/98 relatif aux prélèvements et à la consommation d'eau ainsi qu'aux émissions de toute nature des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation [17] impose les valeurs limites de rejets suivantes pour les émissions de COV des ICPE :

- Si le flux horaire total dépasse 2 kg/h, la valeur limite exprimée en carbone total de la concentration globale de l'ensemble des composés est de 110 mg/m<sup>3</sup> ;
- Dans le cas de l'utilisation d'une technique d'oxydation pour l'élimination COV, la valeur limite d'émission en COV exprimée en carbone total est de 20 mg par m<sup>3</sup> ou 50 mg par m<sup>3</sup> si le rendement d'épuration est supérieur à 98%.

L'arrêté du 20/09/02 relatif aux installations d'incinération et de co-incinération de déchets dangereux [18] impose les valeurs limites de rejets suivantes pour les émissions de substances organiques à l'état de gaz ou de vapeur, exprimées en carbone organique total (COT) :

- 10 mg/m<sup>3</sup> en moyenne journalière,
- 20 mg/m<sup>3</sup> en moyenne sur une demi-heure.

L'arrêté du 20/09/02 relatif aux installations d'incinération et de co-incinération de déchets non dangereux et aux installations incinérant des déchets d'activités de soins à risques infectieux [19] impose les valeurs limites de rejets suivantes pour les émissions de substances organiques à l'état de gaz ou de vapeur, exprimées en carbone organique total (COT) :

- 10 mg/m<sup>3</sup> en moyenne journalière,
- 20 mg/m<sup>3</sup> en moyenne sur une demi-heure.

### 3.2. Valeurs de référence

Des valeurs limites d'exposition professionnelle réglementaires contraignantes dans l'air des locaux de travail ont été établies en France pour l'acétone (art. R.4412-149 du Code du travail) :

- Pour une exposition de 8h : 500 ppm, soit 1 210 mg/m<sup>3</sup>,
- Pour une exposition à court terme (15 min) : 1 000 ppm, soit 2 420 mg/m<sup>3</sup>.

Au niveau communautaire, la directive 2000/39/CE de la Commission du 8 juin 2000 relative à l'établissement d'une première liste de valeurs limites d'exposition professionnelle de caractère indicatif en application de la directive 98/24/CE du Conseil concernant la protection de la santé et de la sécurité des travailleurs contre les risques liés à des agents chimiques sur le lieu de travail [20], fixe pour l'acétone les valeurs limites d'exposition professionnelles suivantes :

- Pour une exposition moyenne pondérée sur 8 heures : 500 ppm, soit 1 210 mg/m<sup>3</sup>.

Le Scientific Committee on Occupational Exposure Limit (SCOEL) élabore les VLEP au niveau européen. D'après son rapport « Recommendation from the Scientific Expert Group<sup>16</sup> on Occupational Exposure Limits for acetone » (1997) [21], les VLEP présentées ci-avant sont basées sur les données suivantes :

- **VLEP sur 8 heures** : En se basant sur diverses études faisant état d'irritations et d'effets neurocomportementaux sur des volontaires et travailleurs exposés à l'acétone, il est considéré que les symptômes apparaissent à partir de valeurs d'exposition de 1 000 ppm (2 420 mg/m<sup>3</sup>). Un facteur d'incertitude de 2 a été appliqué, du fait des symptômes modérés observés et pour prendre en compte la tolérance chez les travailleurs. La TWA (Time Weighted Average) sur 8 heures recommandée par le SCOEL est donc de 500 ppm (1 210 mg/m<sup>3</sup>) ;
- **VLEP à court terme** : Le composé étant modérément irritant, la STEL (Short-Term Exposure Limit – 15 min) proposée est de 1 000 ppm (2 420 mg/m<sup>3</sup>) pour limiter les pics d'exposition qui pourraient entraîner irritations et incommodations des personnes exposées.

En France, le Groupe d'experts « Effets sur la santé » a édité en mai 2005 une fiche de synthèse concernant l'acétone [22]. Sur la base des données du SCOEL, des recherches complémentaires ont été effectuées par ce groupe d'experts afin d'identifier d'éventuelles données nouvelles de la littérature, entre 1995 et 2005.

Sur la base de ces nouvelles recherches, le Groupe d'experts a conclu que les publications récentes n'apportent pas d'éléments nouveaux permettant de modifier la proposition des experts SCOEL. [22]

---

<sup>16</sup> Le groupe d'experts européens SEG, constitué en 1990 a été remplacé en 1995 par le SCOEL : Scientific Committee on Occupational Exposure Limit (Comité scientifique en matière de valeurs limites d'exposition professionnelle).

### 3.3. Normes relatives à l'analyse dans l'air

Les références des normes relatives à l'analyse dans l'air de l'acétone sont présentées dans le tableau suivant :

**Tableau 11 : Normes relatives à l'analyse de l'acétone dans l'air**

Source	Référence méthode / norme
Fiches Métropol de l'INRS [23]	Fiche Métropol 020. Cétones. 08/2004.
Normes AFNOR spécifiques [24]	NF X43-267 (Juillet 2004) Air des lieux de travail. Prélèvement et analyse de vapeurs organiques. Prélèvement par pompage sur tube à adsorption et désorption au solvant.  NF EN ISO 16017 (Partie 1 : Mars 2001 / Partie 2 : Oct 2003) Air intérieur, air ambiant et air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par tube à adsorption/désorption thermique/chromatographie en phase gazeuse sur capillaire.  NF ISO 16200 (Décembre 2001) Qualité de l'air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par désorption au solvant/chromatographie en phase gazeuse.
Méthodes NIOSH [25]	Méthode 1300 : « Ketones I ». Issue 2, 15 août 1994. Méthode 2549 : « Volatile organic CPDS (Screening) ». Issue 1, 15 mai 1996. Méthode 3800 : « Organic and inorganic gases by extractive FTIR spectrometry ». Issue 1, 15 mars 2003. Méthode 2555 : « Ketones I ». Issue 1, 15 mars 2003.
Méthodes OSHA [26]	Méthode 69 : Acetone. Mars 1988.

### 3.4. EPI pour l'exposition par inhalation

La norme NF EN 529<sup>17</sup> définit les facteurs de protection pour chaque type d'appareil de protection respiratoire (annexe C).

Pour les gaz et vapeurs organiques dont le point d'ébullition est inférieur à 65°C, le type de filtre adapté est un filtre à gaz EN 14387/IN1 type AX [27].

## 4. Production et consommation de la substance

L'OCDE (Organisation de Coopération et de Développement Economiques) classe l'acétone comme produit chimique HPV (High Production Volume) [28] : elle est donc fabriquée ou importée à raison d'au moins 1 000 tonnes par an dans l'Union Européenne, et ce par au moins un état membre.

Aucune donnée concernant les quantités produites ou consommées en France n'a été trouvée lors des recherches bibliographiques.

<sup>17</sup> Appareil de protection respiratoire – Recommandations pour le choix, l'utilisation, l'entretien et la maintenance – Guide.

D'après la Société Française de Chimie, la société NOVACAP, avec sa filiale NOVAPEX, a repris les activités du groupe RHODIA et est le seul producteur français d'acétone dans son usine de Roussillon (38). Elle est le 3<sup>ème</sup> acteur européen pour l'acétone. [29] [30]

## 5. Utilisations de la substance

L'acétone est un solvant utilisé dans un très grand nombre d'applications. Cette substance est également utilisée comme intermédiaire de synthèse [4].

Les principales applications de l'acétone peuvent être divisées en 3 catégories [31][32] :

1. Matière première pour la fabrication de produits divers,
2. Solvant entrant dans la formulation de nombreux produits commerciaux,
3. Solvant utilisé dans des procédés industriels.

### 5.1. Industrie chimique

#### *5.1.1. Utilisation de l'acétone en tant que matière première*

L'acétone est utilisée en tant que telle dans la formulation de solvants commerciaux [30].

L'acétone est un des constituants du méthylène-Régie (mélange de méthanol et d'acétone), qui est un dénaturant des alcools. [33]

Elle est aussi utilisée en tant que matière première pour la préparation des substances chimiques suivantes [30] [31] [32] :

- Aldols (méthyl isobutyl cétone, méthyl isobutyl carbinol, alcool diacétone),
- Acide méthacrylique et méthylmétacrylate (précurseur de verre acrylique),
- Bisphénol A, utilisé pour la fabrication des résines époxy et du polycarbonate,
- Plexiglass ou altuglass.

#### *5.1.2. Utilisation de l'acétone en tant que solvant de procédé*

L'acétone est un solvant utilisé dans des procédés industriels (par exemple : procédés d'extraction par solvant) pour la fabrication des produits suivants [31] :

- Fils d'acétate de cellulose,
- Mousse polyuréthane,
- Poudre colloïdale.

Enfin, l'acétone est utilisée comme solvant de l'acétylène (dans les bouteilles de gaz acétylène) [4].

### 5.2. Industrie des peintures, vernis, encres, adhésifs et revêtements

L'acétone est utilisée comme solvant dans la fabrication des peintures, vernis, encres, colles, résines et revêtements [4] [31] [32], ou comme solvant de nettoyage pour ces mêmes produits [32].

### 5.3. Industrie pharmaceutique et cosmétique

L'acétone est utilisée comme extracteur de molécules (exemple : vitamine C) dans l'industrie pharmaceutique et cosmétique [30] [31] [32].



Elle peut être utilisée dans la composition des dissolvants pour vernis à ongles [32].

#### 5.4. Industrie agroalimentaire

L'acétone peut être utilisée dans l'industrie agroalimentaire : [32]

- Comme solvant d'extraction des huiles et graisses,
- Comme agent de précipitation dans la purification du sucre et de l'amidon.

#### 5.5. Etat des lieux de la substitution de la substance en France

L'acétone n'étant pas classée CMR de catégorie 1A ou 1B, les démarches de substitution telles qu'imposées par l'article R4412-66 du code du travail ne sont pas obligatoires pour cette substance.

### 6. L'acétone dans les déchets

#### 6.1. Déchets contenant de l'acétone

D'après les diverses utilisations identifiées dans la présente fiche, les déchets pouvant contenir de l'acétone sont classés dans la nomenclature déchets de l'article R541-8 (Annexe II) du Code de l'environnement [34] sous les rubriques suivantes :

**Tableau 12 : Rubriques des déchets susceptibles de contenir de l'acétone**

N°RUBRIQUE	DECHETS
<b>02</b>	<b>DÉCHETS PROVENANT DE L'AGRICULTURE, DE L'HORTICULTURE, DE L'AQUACULTURE, DE LA SYLVICULTURE, DE LA CHASSE ET DE LA PÊCHE AINSI QUE DE LA PRÉPARATION ET DE LA TRANSFORMATION DES ALIMENTS</b>
<b>02 03</b>	<b>Déchets provenant de la préparation et de la transformation des fruits, des légumes, des céréales, des huiles alimentaires, du cacao, du café, du thé et du tabac, de la production de conserves, de la production de levures et d'extraits de levures, de la préparation et de la fermentation de mélasses.</b>
02 03 03	Déchets de l'extraction aux solvants
02 03 05	Boues provenant du traitement in situ des effluents
<b>07</b>	<b>DÉCHETS DES PROCÉDÉS DE LA CHIMIE ORGANIQUE</b>
<b>07 01</b>	<b>Déchets provenant de la fabrication, formulation, distribution et utilisation (FFDU) de produits organiques de base</b>
07 01 04*	Autres solvants, liquides de lavage et liqueurs mères organiques
07 01 11*	Boues provenant du traitement in situ des effluents contenant des substances dangereuses
<b>07 02</b>	<b>Déchets provenant de la FFDU de matières plastiques, caoutchouc et fibres synthétiques</b>
07 02 04*	Autres solvants, liquides de lavage et liqueurs mères organiques
07 02 11*	Boues provenant du traitement in situ des effluents contenant des substances dangereuses
<b>07 03</b>	<b>Déchets provenant de la FFDU de teintures et pigments organiques (sauf section 06 11)</b>
07 03 04*	Autres solvants, liquides de lavage et liqueurs mères organiques
07 03 11*	Boues provenant du traitement in situ des effluents contenant des substances dangereuses
<b>07 05</b>	<b>Déchets provenant de la FFDU des produits pharmaceutiques</b>
07 05 04*	Autres solvants, liquides de lavage et liqueurs mères organiques

N° RUBRIQUE	DECHETS
07 05 11*	Boues provenant du traitement in situ des effluents contenant des substances dangereuses
<b>07 06</b>	<b>Déchets provenant de la FFDU des corps gras, savons, détergents, désinfectants et cosmétiques</b>
07 06 04*	Autres solvants, liquides de lavage et liqueurs mères organiques
07 06 11*	Boues provenant du traitement in situ des effluents contenant des substances dangereuses
<b>07 07</b>	<b>Déchets provenant de la FFDU de produits chimiques issus de la chimie fine et de produits chimiques non spécifiés ailleurs</b>
07 07 04*	Autres solvants, liquides de lavage et liqueurs mères organiques
07 07 11*	Boues provenant du traitement in situ des effluents contenant des substances dangereuses
<b>08</b>	<b>DÉCHETS PROVENANT DE LA FABRICATION, DE LA FORMULATION, DE LA DISTRIBUTION ET DE L'UTILISATION (FFDU) DE PRODUITS DE REVÊTEMENT (PEINTURES, VERNIS ET ÉMAUX VITRIFIÉS), MASTICS ET ENCRE D'IMPRESSION</b>
08 01	Déchets provenant de la FFDU et du décapage de peintures et vernis
08 02	Déchets provenant de la FFDU d'autres produits de revêtement (y compris des matériaux céramiques)
08 03	Déchets provenant de la FFDU d'encres d'impression
08 04	Déchets provenant de la FFDU de colles et mastics (y compris produits d'étanchéité)
<b>11</b>	<b>DÉCHETS PROVENANT DU TRAITEMENT CHIMIQUE DE SURFACE ET DU REVÊTEMENT DES MÉTAUX ET AUTRES MATÉRIEAUX, ET DE L'HYDROMÉTALLURGIE DES MÉTAUX NON FERREUX</b>
11 01	Déchets provenant du traitement chimique de surface et du revêtement des métaux et autres matériaux (par exemple : procédés de galvanisation, de revêtement de zinc, de décapage, de gravure, de phosphatation, de dégraissage alcalin et d'anodisation)
11 01 13*	Déchets de dégraissage contenant des substances dangereuses
<b>14</b>	<b>DÉCHETS DE SOLVANTS ORGANIQUES, D'AGENTS RÉFRIGÉRANTS ET PROPULSEURS (SAUF CHAPITRES 07 ET 08)</b>
14 06	Déchets de solvants, d'agents réfrigérants et d'agents propulseurs d'aérosols/de mousses organiques
14 06 03*	Autres solvants et mélanges de solvants
14 06 05*	Boues ou déchets solides contenant d'autres solvants
<b>15</b>	<b>EMBALLAGES ET DÉCHETS D'EMBALLAGES, ABSORBANTS, CHIFFONS D'ESSUYAGE, MATÉRIEAUX FILTRANTS ET VÊTEMENTS DE PROTECTION NON SPÉCIFIÉS AILLEURS</b>
15 01	Emballages et déchets d'emballages (y compris les déchets d'emballages municipaux collectés séparément)
15 01 10*	Emballages contenant des résidus de substances dangereuses ou contaminés par de tels résidus.
<b>15 02</b>	<b>Absorbants, matériaux filtrants, chiffons d'essuyage et vêtements de protection</b>
15 02 02*	Absorbants, matériaux filtrants (y compris les filtres à huile non spécifiés ailleurs), chiffons d'essuyage et vêtements de protection contaminés par des substances dangereuses
<b>16</b>	<b>DÉCHETS NON DÉCRITS AILLEURS DANS LA LISTE</b>
<b>16 03</b>	<b>Loupés de fabrication et produits non utilisés</b>
16 03 05*	Déchets d'origine organique contenant des substances dangereuses
<b>16 05</b>	<b>Gaz en récipients à pression et produits chimiques mis au rebut</b>
16 05 04*	Gaz en récipients à pression (compris les halons) contenant des substances dangereuses
16 05 06*	Produits chimiques de laboratoire à base de ou contenant des substances dangereuses, y compris les mélanges de produits chimiques de laboratoire
16 05 08*	Produits chimiques d'origine organique à base de ou contenant des substances dangereuses, mis au rebut

N° RUBRIQUE	DECHETS
16 07	Déchets provenant du nettoyage de cuves et fûts de stockage et de transport
16 10	Déchets liquides aqueux destinés à un traitement hors site
16 10 01*	Déchets liquides aqueux contenant des substances dangereuses
16 10 03*	Concentrés aqueux contenant des substances dangereuses
19	<b>DÉCHETS PROVENANT DES INSTALLATIONS DE GESTION DES DÉCHETS, DES STATIONS D'ÉPURATION DES EAUX USÉES HORS SITE ET DE LA PRÉPARATION D'EAU DESTINÉE À LA CONSOMMATION HUMAINE ET D'EAU À USAGE INDUSTRIEL</b>
19 07	Lixiviats de décharges
19 07 02*	Lixiviats de décharges contenant des substances dangereuses
20	<b>DÉCHETS MUNICIPAUX (DÉCHETS MÉNAGERS ET DÉCHETS ASSIMILÉS PROVENANT DES COMMERCES, DES INDUSTRIES ET DES ADMINISTRATIONS), Y COMPRIS LES FRACTIONS COLLECTÉES SÉPARÉMENT</b>
20 01	Fractions collectées séparément
20 01 13*	Solvants

## 6.2. Flux d'acétone dans les déchets

Aucune donnée n'a été trouvée dans la littérature concernant les gisements et flux d'acétone dans les déchets.

Une entreprise du comité de suivi, spécialisée dans le traitement par incinération de déchets industriels dangereux, a fourni des résultats de mesures réalisées à la réception de déchets, entre 2005 et 2010.

Les résultats sont présentés dans le tableau suivant, sous la forme de pourcentages massiques de la substance dans les déchets analysés.

**Tableau 13 : Analyses dans les déchets – Incinération déchets industriels (2005 à 2010)**

Désignation du déchet	% massique d'acétone dans le déchet
Solvants halogénés	7,6 à 30
Solvant chloré	9,2
Produits chimiques pour FD Goulotte	non déterminé
Emballages souillés de solvants+PCB	non déterminé

## 6.3. Formation de l'acétone lors du traitement des déchets

### 6.3.1. Incinération des déchets

De façon générale, les concentrations des composés organiques émis lors de la combustion des déchets dépendent étroitement des conditions thermiques. D'après S. Bicocchi *et al* (2009), les concentrations en cétones émises par les installations d'incinération d'ordures ménagères peuvent varier entre 0 et 1000 mg/Nm<sup>3</sup>. [35]

### 6.3.2. Compostage des déchets

L'acétone fait partie des principales substances émises lors des procédés de compostage (ASTEE, 2006 ; P. Galarneau-Micone, 2007). [36] [37]

L'étude FNADE-MEDD réalisée en 2002 sur les risques non microbiologiques associés au compostage des déchets rapporte les teneurs en COV dans l'air au sein des tas de compost d'ordures ménagères brutes. Pour l'acétone, cette concentration est de 166 000  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . [38]

### 6.3.3. Stockage des déchets

Selon le Guide pour l'évaluation du risque sanitaire dans le cadre de l'étude d'impact d'une Installation de Stockage de Déchets Ménagers et Assimilés (2005) (ISDMA) [39], l'acétone fait partie des substances présentes dans les émissions de torchères à biogaz, chaudières et moteurs / turbines à biogaz des ISDMA. Les concentrations en acétone dans le biogaz sont comprises entre 13,57 et 27,00  $\text{mg}/\text{Nm}^3$ , celles en sortie de torchère de biogaz de l'ordre de 0,051  $\text{mg}/\text{Nm}^3$ .

Les concentrations en acétone dans le biogaz sont comprises, selon les sources, entre 13,57 et 27  $\text{mg}/\text{m}^3$  et les concentrations données pour la sortie de torchère sont comprises, selon les sources, entre 0,051 et 0,267  $\text{mg}/\text{m}^3$ . [41]

Selon l'INERIS [40], l'acétone fait partie des éléments traces contenus dans le biogaz des Centres d'Enfouissement Technique (CET), à des intervalles de concentration compris entre 22 et 32  $\text{mg}/\text{m}^3$ , selon les sources.

Le rapport « Stockage des déchets et santé publique » (2004), coordonné par l'INVS [41], indique :

- La présence d'acétone parmi les micropolluants organiques présents à l'état de traces dans le biogaz des centres de stockage de déchets non dangereux. Ces composés organiques sont issus de la biodégradation de la matière organique fermentescible. Les concentrations sont comprises entre 0,18 et 23,7  $\text{mg}/\text{m}^3$  ;
- La présence d'acétone parmi les micropolluants organiques anthropogéniques présents dans les lixiviats, à des concentrations comprises entre 6 et 4 400  $\mu\text{g}/\text{L}$ .

## 6.4. Exposition des travailleurs à l'acétone

Les concentrations en acétone mesurées dans l'air de sites de compostage de déchets ménagers solides varient en fonction des postes (données 1995) (FNADE, 2002) : [38]

**Tableau 14 : Acétone mesurée dans l'air en divers points de site de compostage de déchets ménagers solides (teneurs en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) (Eitzer, 1995)**

Point de mesure	Concentration en $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Stockage	6 100
Broyage	0
Digesteur	0
Compost frais	9 200
Compost mûr	2 300

D'après l'étude relative aux émissions de deux centres de stockage d'ordures ménagères réalisée par Hours *et al* (2000), les concentrations les plus élevées mesurées aux postes de travail sont de l'ordre de 10  $\text{mg}/\text{m}^3$  (postes « alvéole en cours d'exploitation »). [42]

Une étude de l'INRS sur la caractérisation des risques chimiques potentiels dans quelques filières de traitement des déchets [43] a établi, à partir de la base COLCHIC, la liste des agents chimiques présents dans les filières de traitement des déchets et les niveaux d'exposition auxquels sont soumis les salariés. Cette étude indique que l'acétone fait partie des 10 agents les plus mesurés dans le secteur de la récupération des déchets non métalliques recyclables. Elle précise que ce secteur regroupe de nombreux procédés de récupération de matériaux, eux-mêmes très divers : papiers, textiles, plastiques, caoutchouc... Les sites d'équarrissage sont également répertoriés dans ce

secteur d'activité. Dans ce secteur, environ 3,5% des mesures concernent la recherche d'acétone. L'étude ne donne cependant aucune précision sur les niveaux d'expositions mesurés.

La base Colchic de l'INRS fournit des données d'exposition dans les ambiances de travail des filières du déchet. Les résultats ont été obtenus à partir des mesures effectuées par les 8 laboratoires interrégionaux de chimie des CRAM/CARSAT et de l'INRS, entre 2001 et 2010. Les résultats sont présentés dans le tableau suivant sans distinction du secteur d'activité concerné (résultats détaillés en **annexe 5-4**).

**Tableau 15 : Extraction de la base de données Colchic – Analyses en acétone**

	Prélèvements individuels			Prélèvements d'ambiance		
	Nombre de mesures	Concentration min	Concentration max	Nombre de mesures	Concentration min	Concentration max
<b>Acétone (mg/m<sup>3</sup>)</b>	23	0,3	46	-	-	-

Une entreprise spécialisée dans le traitement des déchets spéciaux a fourni des données semi-quantitatives sur les niveaux mesurés en acétone dans les ambiances de travail. Les résultats sont présentés dans le tableau ci-après.

**Tableau 16 : Données d'exposition en acétone - Traitement des déchets spéciaux<sup>18</sup>**

Activités évaluées	Nombre de sites évalués	Postes de travail évalués	Nombre de fois recherchées lors des mesures d'exposition professionnelles	Nombre de fois inférieures aux VLEP	Nombre de fois supérieures aux VLEP	Nombre de fois détectées (Valeurs inf + valeurs sup à la VLEP)
Incinération	5	Tous postes confondus	77	8	0	8
Traitement biologique	5	Tous postes confondus	10	0	0	0
Traitement physico-chimique	6	Tous postes confondus	11	0	0	0
Valorisation solvants et hydrocarbures	8	Tous postes confondus	60	11	0	11
Transit et regroupement	5	Tous postes confondus	39	0	0	0
Déconditionnement	7	Tous postes confondus	41	6	0	6
Broyage	6	Tous postes confondus	67	1	0	1
Stockage (inclus les dépotages et prélèvements)	15	Tous postes confondus	101	10	1	11

Un dépassement des VLEP a été observé pour l'acétone (poste de stockage).

<sup>18</sup> Les résultats d'analyse présentés ne tiennent pas compte des EPI (pas de facteur d'abattement appliqué).

## 7. Références bibliographiques

---

1 Règlement (CE) n° 1272/2008 du Parlement européen et du Conseil du 16 décembre 2008 relatif à la classification, à l'étiquetage et à l'emballage des substances et des mélanges, modifiant et abrogeant les directives 67/548/CEE et 1999/45/CE et modifiant le règlement (CE) n° 1907/2006.

2 Liste des Agents Classés par les Monographies du CIRC, Volumes 1–101.  
<http://monographs.iarc.fr/FR/Classification/index.php>

3 Integrated Risk Information System (IRIS). US-EPA. Acetone. Dernière mise à jour : 31/07/2003.  
<http://www.epa.gov/iris/subst/0128.htm>

4 FT3. Acétone. INRS. 2008.

5 Base de données BIOTOX. INRS. Mise à jour : septembre 2010.

6 Décision de la Commission du 23 février 1999 portant adoption d'un répertoire des substances aromatisantes utilisées dans ou sur les denrées alimentaires, établi en application du règlement (CE) n° 2232/96 du Parlement européen et du Conseil.

7 Directive n° 2009/32/CE du 23/04/09 relative au rapprochement des législations des Etats membres concernant les solvants d'extraction utilisés dans la fabrication des denrées alimentaires et de leurs ingrédients.

8 Arrêté du 27 août 2009 relatif aux solvants d'extraction utilisés dans la fabrication des arômes.

9 Directive 2007/42/CE de la commission du 29 juin 2007 relative aux matériaux et aux objets en pellicule de cellulose régénérée, destinés à entrer en contact avec les denrées alimentaires.

10 Arrêté du 29/05/97 relatif aux matériaux et objets utilisés dans les installations fixes de production, de traitement et de distribution d'eau destinée à la consommation humaine.

11 Règlement n° 10/2011 du 14/01/2011 concernant les matériaux et objets en matière plastique destinés à entrer en contact avec les denrées alimentaires.

12 Directive 2002/72/CE du 6 août 2002 concernant les matériaux et objets en matière plastique destinés à entrer en contact avec les denrées alimentaires.

13 Directive du Conseil 76/768/CEE du 27 juillet 1976 modifiée concernant le rapprochement des législations des États membres relatives aux produits cosmétiques.

14 Arrêté du 6 février 2001 fixant la liste des substances qui ne peuvent entrer dans la composition des produits cosmétiques.

15 Règlement n° 1223/2009 du Parlement européen et du Conseil du 30 novembre 2009 relatif aux produits cosmétiques.

16 Arrêté du 31/01/08 modifié relatif au registre et à la déclaration annuelle des émissions polluantes et des déchets.

- 
- 17 Arrêté du 02/02/98 modifié relatif aux prélèvements et à la consommation d'eau ainsi qu'aux émissions de toute nature des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation.
- 18 Arrêté du 20/09/02 modifié relatif aux installations d'incinération et de co-incinération de déchets dangereux.
- 19 Arrêté du 20/09/02 modifié relatif aux installations d'incinération et de co-incinération de déchets non dangereux et aux installations incinérant des déchets d'activités de soins à risques infectieux.
- 20 Directive 2000/39/CE de la Commission du 8 juin 2000 relative à l'établissement d'une première liste de valeurs limites d'exposition professionnelle de caractère indicatif en application de la directive 98/24/CE du Conseil concernant la protection de la santé et de la sécurité des travailleurs contre les risques liés à des agents chimiques sur le lieu de travail.
- 21 Recommendation from the Scientific Expert Group on Occupational Exposure Limits for acetone. SEG/SUM/154. Mars 1997.
- 22 Fiche de synthèse : Acétone. Groupe d'experts « Effets sur la santé ». Mai 2005.
- 23 Fiche Métropol 020. Cétones. INRS. 08/2004.
- 24 Site internet de l'Afnor. Date de consultation : mai 2011. <http://www.boutique.afnor.org/>.
- 25 NIOSH Manual of Analytical Methods. 3<sup>ème</sup> supplément. 2003. <http://www.cdc.gov/niosh/docs/2003-154/>
- 26 Sampling & Analytical Methods. Occupational Safety & Health Administration (OSHA). Dernière date de mise à jour : 23/03/2010. [http://www.osha.gov/dts/sltc/methods/toc\\_c.html](http://www.osha.gov/dts/sltc/methods/toc_c.html)
- 27 Fiche pratique de sécurité. Les appareils de protection respiratoire. ED 98. INRS. Octobre 2008.
- 28 OCDE (Organisation de coopération et de développement économiques). Date de consultation : mai 2011. <http://webnet.oecd.org/hpv/UI/Search.aspx>
- 29 Données industrielles, économiques, géographiques sur les principaux produits chimiques, métaux et matériaux. Produits organiques : Cumène, Phénol. Jean-Louis VIGNES, Gilles ANDRE, Frédéric KAPALA. Société Française de Chimie. 8<sup>ème</sup> édition : 2009. <http://91.121.18.171/sfc/Donnees/acc.htm>
- 30 Site internet de la société NOVAPEX. Date de consultation : mai 2011. <http://www.novapex.fr/Acetone--438.html>
- 31 SIDS Initial Assessment Report (SIAR) for the 9th SIAM. Acetone. UNEP Publications. Juillet 1999.
- 32 Acetone. Environmental Health Criteria 207. IPCS INCHEM. 1998. <http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc207.htm>
- 33 FT5. Méthanol. INRS. 2009.
- 34 Annexe II de l'article R541-8 du Code de l'environnement : LISTE DE DÉCHETS.
- 35 Les polluants et les techniques d'épuration des fumées. Cas des unités de traitement et de valorisation des déchets. Etat de l'art. Stéphane Biccocchi, Mathieu Boulinguez, Karen Diard. Etude



réalisée sous la direction et pour le compte de l'association RECORD. Editions Tec & Doc Lavoisier. 2<sup>e</sup> édition. 2009.

36 Guide méthodologique pour l'évaluation du risque sanitaire de l'étude d'impact des installations de compostage soumises à autorisation. ASTEE. Juin 2006.

37 Mise au point d'un outil de mesure utilisant un Nez Electronique destiné à la mesure en continu d'équivalents unités odeurs (E.U.O.). Philippe GALARNEAU-MICONE. Rapport de thèse. Laboratoire LABORATOIRE DE CHIMIE AGRO-INDUSTRIELLE, INRA. Mai 2007.

38 Les risques non microbiologiques associés au compostage des déchets. FNADE, Ministère de l'écologie et du développement durable. 19 août 2002.

39 Guide pour l'évaluation du risque sanitaire dans le cadre de l'étude d'impact d'une installation de stockage de déchets ménagers et assimilés. Association Scientifique et Technique pour l'Eau et l'Environnement (ASTEE). Février 2005.

40 Caractérisation des biogaz – Bibliographie – Mesures sur sites – Rapport final. J. POULLEAU. INERIS. Octobre 2002.

41 Stockage des déchets et santé publique. Chapitre 2.1. INVS. Septembre 2004.  
<http://www.invs.sante.fr/publications/2005/dechets/index.html>

42 Etude des polluants atmosphériques émis dans deux centres de stockage des ordures ménagères ; Caractérisation et mesure des niveaux d'exposition ; Mise au point d'outils de suivi en vue de l'évaluation des risques sanitaires. M. Hours, Ph. Berny. ETUDE N° 99-0654/3A. RECORD, ADEME. Septembre 2001.

43 ND 2271-207-07. Caractérisation des risques chimiques potentiels dans quelques filières de traitement des déchets. Barbara SAVARY, Raymond VINCENT. Cahiers de notes documentaires. INRS. 2<sup>ème</sup> trimestre 2007.



**FICHE FILIÈRE DE L'ACÉTONITRILE**

# 1. Fiche identité de la substance

Tableau 17 : Caractéristiques de l'acétonitrile

IDENTIFICATION DE LA SUBSTANCE	
Numéros CAS	75-05-8
Numéro CE (EINECS, ELINCS, NLP)	200-835-2
Nom	Acétonitrile
Synonymes	Cyanure de méthyle Cyanométhane Ethanenitrile Methanecarbonitrile
Famille chimique	Nitrile saturé
Formule brute	C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> N
Formule semi-développée	H <sub>3</sub> C-C≡N
Catégorie de classement de la substance	<p><b>Classement selon le règlement CLP (N°1272/2008 - Annexe VI) [1] :</b> Non classé cancérigène, mutagène ou reprotoxique</p> <p><b>Classement selon le CIRC [2] :</b> Non classé</p> <p><b>Classement selon l'US-EPA [3] :</b> Classe D : substance non classifiable quant à sa cancérogénicité pour l'homme</p> <p><b>VLEP réglementaire contraignante (article R4412-149 du code du travail) :</b> VLEP (8h) : 40 ppm soit 70 mg/m<sup>3</sup></p>
Tension vapeur	9 860 Pa à 25°C [4] 9 451-9 864 Pa à 20°C [5]
Indicateur biologique d'exposition [6]	Non défini <sup>19</sup> [4]
Fiche INRS	FT104 : Acétonitrile. 2004 [4]
Fiche INERIS	Sans objet

<sup>19</sup> Des dosages urinaires ou sériques de thiocyanates ont été proposés comme éventuelle surveillance biologique de l'exposition à l'acétonitrile ; en réalité, ils ne sont pas spécifiques de l'intoxication par l'acétonitrile et les résultats sont actuellement difficiles à interpréter, même en tenant compte des habitudes tabagiques et alimentaires des sujets.

## 2. Toxicité de la substance

La toxicité de l'acétonitrile est liée à la production de cyanure d'hydrogène qui est un produit du métabolisme de l'acétonitrile dans l'organisme. Le cyanure d'hydrogène est un poison de la respiration cellulaire. [7]

### 2.1. Toxicité en exposition aiguë

Une exposition aiguë par inhalation à l'acétonitrile peut être à l'origine des symptômes suivants, qui se manifestent de façon plus ou moins importante en fonction des concentrations d'exposition [4] :

- Douleurs thoraciques,
- Rougeur de la face,
- Irritation pulmonaire,
- Irritation du nez et de la gorge,
- Détresse respiratoire,
- Vomissements,
- Hématémèse,
- Troubles moteurs (convulsions, incoordination musculaire),
- Hypotension,
- Cyanose,
- Dépression respiratoire,
- Coma.

L'exposition cutanée ou oculaire peut provoquer des irritations cutanées ou oculaires.

### 2.2. Toxicité en exposition chronique

Comme la plupart des solvants organiques, l'acétonitrile est responsable d'irritations cutanées récidivantes, d'atteintes neurologiques (ébrété), de sensations de vertige voire des signes de syndrome narcotique [4].

Aucune étude permettant de montrer un effet cancérogène de l'acétonitrile chez l'homme, n'a été publiée [4].

Les effets de l'acétonitrile sur la fertilité ne sont pas documentés pour l'espèce humaine [7].

## 3. Réglementation

### 3.1. Textes réglementaires relatifs à la substance

#### 3.1.1. Textes relatifs à l'utilisation de la substance

##### ➤ Cosmétiques

L'acétonitrile est réglementé par la Directive du Conseil 76/768/CEE du 27 juillet 1976 modifiée concernant le rapprochement des législations des États membres relatives aux produits cosmétiques [8], et notamment son annexe II, retranscrit en droit Français par l'arrêté du 6 février 2001 modifié fixant la liste des substances qui ne peuvent entrer dans la composition des produits cosmétiques [9]. Cette substance est donc interdite dans les produits cosmétiques depuis le 23/02/2001.

Notons que la directive 76/768/CEE ne sera plus applicable à partir du 11 juillet 2013, date à laquelle le Règlement n° 1223/2009 du Parlement européen et du Conseil du 30 novembre 2009 relatif aux produits cosmétiques [10] entrera en vigueur.

#### 3.1.2. Textes relatifs aux valeurs limites d'émission des installations de traitement de déchets

Les COV non méthaniques font partie de la liste définie dans l'arrêté du 31/01/08 modifié relatif au registre et à la déclaration annuelle des émissions polluantes et des déchets [11], concernant les polluants devant être mentionnés dans le registre des émissions polluantes et des déchets et devant apparaître dans la déclaration annuelle des émissions polluantes et des déchets faite par les exploitants des établissements concernés.

L'arrêté du 02/02/98 relatif aux prélèvements et à la consommation d'eau ainsi qu'aux émissions de toute nature des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation [12] impose les valeurs limites de rejets suivantes pour les émissions de COV des ICPE :

- Si le flux horaire total dépasse 2 kg/h, la valeur limite exprimée en carbone total de la concentration globale de l'ensemble des composés est de 110 mg/m<sup>3</sup> ;
- Dans le cas de l'utilisation d'une technique d'oxydation pour l'élimination COV, la valeur limite d'émission en COV exprimée en carbone total est de 20 mg par m<sup>3</sup> ou 50 mg par m<sup>3</sup> si le rendement d'épuration est supérieur à 98%.

L'arrêté du 20/09/02 relatif aux installations d'incinération et de co-incinération de déchets dangereux [13] impose les valeurs limites de rejets suivantes pour les émissions de substances organiques à l'état de gaz ou de vapeur, exprimées en carbone organique total (COT) :

- 10 mg/m<sup>3</sup> en moyenne journalière,
- 20 mg/m<sup>3</sup> en moyenne sur une demi-heure.

L'arrêté du 20/09/02 relatif aux installations d'incinération et de co-incinération de déchets non dangereux et aux installations incinérant des déchets d'activités de soins à risques infectieux [14] impose les valeurs limites de rejets suivantes pour les émissions de substances organiques à l'état de gaz ou de vapeur, exprimées en carbone organique total (COT) :

- 10 mg/m<sup>3</sup> en moyenne journalière,
- 20 mg/m<sup>3</sup> en moyenne sur une demi-heure.

### 3.2. Valeurs de référence

En France, une VLEP réglementaire contraignante dans l'air des locaux de travail a été établie pour l'acétonitrile (art. R.4412-149 du Code du travail) :

- VME (moyenne calculée sur 8 heures) = 40 ppm soit 70 mg/m<sup>3</sup> ;
- Possibilité d'une pénétration cutanée importante.

Le rapport d'expertise ayant amené à la recommandation de cette VLEP française n'est pas disponible.

Au niveau communautaire, la Directive 2006/15/CE établit une valeur limite indicative d'exposition professionnelle pour l'acétonitrile pour une exposition moyenne sur 8 heures de 40 ppm, soit 70 mg/m<sup>3</sup>, avec la mention de possibilité d'une pénétration cutanée importante. [15]

Le Scientific Committee on Occupational Exposure Limit (SCOEL) élabore les VLEP au niveau européen. Aucun rapport du SCOEL ayant amené à la recommandation de cette VLEP n'est disponible pour l'acétonitrile.

### 3.3. Normes relatives à l'analyse dans l'air

Les références des normes relatives à l'analyse dans l'air de l'acétonitrile sont présentées dans le tableau suivant :

**Tableau 18 : Normes relatives à l'analyse de l'acétonitrile dans l'air**

Source	Référence méthode / norme
Fiches Métropol de l'INRS [16]	Fiche Métropol 067. Acétonitrile par chromatographie en phase gazeuse. 03/2004.
Normes AFNOR spécifiques [17]	NF X43-267 (Juillet 2004) Air des lieux de travail. Prélèvement et analyse de vapeurs organiques. Prélèvement par pompage sur tube à adsorption et désorption au solvant.  NF EN ISO 16017 (Partie 1 : Mars 2001 / Partie 2 : Oct 2003) Air intérieur, air ambiant et air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par tube à adsorption/désorption thermique/chromatographie en phase gazeuse sur capillaire.  NF ISO 16200 (Décembre 2001) Qualité de l'air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par désorption au solvant/chromatographie en phase gazeuse.
Méthodes NIOSH [18]	Méthode 1606 : « Acétonitrile ». Issue 3, 15 janvier 1998.
Méthodes OSHA [19]	Sans objet.

### 3.4. EPI pour l'exposition par inhalation

La norme NF EN 529<sup>20</sup> définit les facteurs de protection pour chaque type d'appareil de protection respiratoire (annexe C).

<sup>20</sup> Appareil de protection respiratoire – Recommandations pour le choix, l'utilisation, l'entretien et la maintenance – Guide.

Pour les gaz et vapeurs organiques dont le point d'ébullition est supérieur à 65°C, le type de filtre adapté est un filtre à gaz EN 14387/IN1 type A [20].

## 4. Production et consommation de la substance

L'OCDE (Organisation de Coopération et de Développement Economiques) classe l'acétonitrile comme produit chimique HPV (High Production Volume) [21] : il est donc fabriqué ou importé à raison d'au moins 1 000 tonnes par an dans l'Union Européenne, et ce par au moins un état membre.

Aucune donnée concernant les quantités produites ou consommées en France n'a été trouvée lors des recherches bibliographiques.

Le Risk Assessment Report (2002) [5] précise que l'acétonitrile est fabriqué en Europe par deux entreprises situées en Allemagne et en Italie. Une troisième entreprise installée au Royaume-Uni importe le produit d'un pays hors-Europe. Il est indiqué que ces entreprises produisent ou importent la substance à hauteur de 1 000 à 5 000 tonnes par an chacune (données de 1993).

Les recherches bibliographiques n'ont pas permis de trouver de donnée plus récente concernant les chiffres de production de l'acétonitrile.

Le Risk Assessment Report (2002) [5] précise, dans le tableau présenté ci-après, la répartition des différentes utilisations de l'acétonitrile. Il s'agit de chiffres issus de sources datant de 1971 à 1990.

**Tableau 19 : Répartition des secteurs d'utilisation de l'acétonitrile**

Secteur d'utilisation	Pourcentage de la consommation totale
Industrie pharmaceutique	50%
Extraction par solvant (production de butadiène)	15%
Laboratoires d'analyses (HPLC <sup>21</sup> )	7%
Film photographique	7%
Fabrication de pesticides	3%
Autres utilisations	18%

## 5. Utilisations de la substance

L'acétonitrile est un sous-produit de la fabrication de l'acrylonitrile. Il est également formé lors de la combustion du bois et des végétaux [22].

Cette substance chimique est notamment utilisée pour ses propriétés de solvant, dans les secteurs décrits dans les paragraphes suivants.

<sup>21</sup> HPLC : chromatographie en phase liquide à haute performance

## 5.1. Industrie chimique

### 5.1.1. Utilisation de l'acétonitrile en tant que matière première

L'acétonitrile est utilisé comme matière première dans la synthèse de diverses substances chimiques [4] [5] :

- Produits pharmaceutiques : près de 50% de l'acétonitrile produit est utilisé dans l'industrie pharmaceutique pour fabriquer des substances telles que l'insuline, des antibiotiques, des vitamines ;
- Produits phytopharmaceutiques : 3% de l'acétonitrile produit est utilisé pour fabriquer des pesticides ;
- Produits photographiques : 7% de l'acétonitrile produit est utilisé pour fabriquer des films photographiques.

### 5.1.2. Utilisation de l'acétonitrile en tant que solvant d'extraction

L'acétonitrile est utilisé comme solvant dans les procédés suivants [4] [5] :

- Distillation extractive pour l'obtention du 1,3-butadiène et de l'isoprène,
- Extraction d'acides gras et d'huiles végétales ou de graisses animales.

Lorsqu'il est utilisé en tant que solvant, l'acétonitrile est recyclé et purifié pour être réutilisé. [5]

### 5.1.3. Autres utilisations de l'acétonitrile dans l'industrie chimique

L'acétonitrile est également utilisé comme milieu réactionnel, comme solvant de recristallisation ou encore dans les procédés de filage de fibres synthétiques, de dissolution de colorants textiles cationiques et de moulage de matières plastiques [4] [5] [22].

L'acétonitrile est aussi utilisé pour retirer les goudrons, phénols et matières colorantes des hydrocarbures non solubles dans l'acétonitrile [5] [22].

## 5.2. Laboratoires de recherches et d'analyses

L'acétonitrile est utilisé comme solvant dans les laboratoires afin de réaliser des analyses de type [4] [5] [22] :

- Spectrométrie,
- Electrochimie,
- Chromatographie liquide haute performance (HPLC).

Il est aussi utilisé comme milieu inerte pour la réalisation de recherches physico-chimiques, et comme solvant dans les titrages non aqueux [5].

## 5.3. Etat des lieux de la substitution de la substance en France

L'acétonitrile n'étant pas classé CMR de catégorie 1A ou 1B, les démarches de substitution telles qu'imposées par l'article R4412-66 du code du travail ne sont pas obligatoires pour cette substance.

## 6. L'acétonitrile dans les déchets

### 6.1. Déchets contenant de l'acétonitrile

D'après les différentes utilisations identifiées dans la présente fiche, les déchets pouvant contenir de l'acétonitrile sont classés dans la nomenclature déchets de l'article R541-8 (Annexe II) du Code de l'environnement [23] sous les rubriques suivantes :

**Tableau 20 : Rubriques des déchets susceptibles de contenir de l'acétonitrile**

N°RUBRIQUE	DECHETS
<b>02</b>	<b>DÉCHETS PROVENANT DE L'AGRICULTURE, DE L'HORTICULTURE, DE L'AQUACULTURE, DE LA SYLVICULTURE, DE LA CHASSE ET DE LA PÊCHE AINSI QUE DE LA PRÉPARATION ET DE LA TRANSFORMATION DES ALIMENTS</b>
<b>02 03</b>	<b>Déchets provenant de la préparation et de la transformation des fruits, des légumes, des céréales, des huiles alimentaires, du cacao, du café, du thé et du tabac, de la production de conserves, de la production de levures et d'extraits de levures, de la préparation et de la fermentation de mélasses.</b>
02 03 03	Déchets de l'extraction aux solvants
02 03 05	Boues provenant du traitement in situ des effluents
<b>04</b>	<b>DÉCHETS PROVENANT DES INDUSTRIES DU CUIR, DE LA FOURRURE ET DU TEXTILE</b>
<b>04 02</b>	<b>Déchets de l'industrie textile</b>
04 02 14*	Déchets provenant des finitions contenant des solvants organiques
04 02 16*	Teintures et pigments contenant des substances dangereuses
04 02 19*	Boues provenant du traitement in situ des effluents contenant des substances dangereuses
<b>07</b>	<b>DÉCHETS DES PROCÉDÉS DE LA CHIMIE ORGANIQUE</b>
<b>07 01</b>	<b>Déchets provenant de la fabrication, formulation, distribution et utilisation (FFDU) de produits organiques de base</b>
07 01 04*	Autres solvants, liquides de lavage et liqueurs mères organiques
07 01 08*	Autres résidus de réaction et résidus de distillation
07 01 11*	Boues provenant du traitement in situ des effluents contenant des substances dangereuses
<b>07 02</b>	<b>Déchets provenant de la FFDU de matières plastiques, caoutchouc et fibres synthétiques</b>
07 02 04*	Autres solvants, liquides de lavage et liqueurs mères organiques
07 02 08*	Autres résidus de réaction et résidus de distillation
07 02 11*	Boues provenant du traitement in situ des effluents contenant des substances dangereuses
<b>07 03</b>	<b>Déchets provenant de la FFDU de teintures et pigments organiques (sauf section 06 11)</b>
07 03 04*	Autres solvants, liquides de lavage et liqueurs mères organiques
07 03 08*	Autres résidus de réaction et résidus de distillation
07 03 11*	Boues provenant du traitement in situ des effluents contenant des substances dangereuses
<b>07 04</b>	<b>Déchets provenant de la FFDU de produits phytosanitaires organiques (sauf rubriques 02 01 08 et 02 01 09), d'agents de protection du bois (sauf section 03 02) et d'autres biocides</b>
07 04 04*	Autres solvants, liquides de lavage et liqueurs mères organiques
07 04 08*	Autres résidus de réaction et résidus de distillation
07 04 11*	Boues provenant du traitement in situ des effluents contenant des substances dangereuses
<b>07 05</b>	<b>Déchets provenant de la FFDU des produits pharmaceutiques</b>
07 05 04*	Autres solvants, liquides de lavage et liqueurs mères organiques



N° RUBRIQUE	DECHETS
07 06 08*	Autres résidus de réaction et résidus de distillation
07 05 11*	Boues provenant du traitement in situ des effluents contenant des substances dangereuses
<b>07 07</b>	<b>Déchets provenant de la FFDU de produits chimiques issus de la chimie fine et de produits chimiques non spécifiés ailleurs</b>
07 07 04*	Autres solvants, liquides de lavage et liqueurs mères organiques
07 07 08*	Autres résidus de réaction et résidus de distillation
07 07 11*	Boues provenant du traitement in situ des effluents contenant des substances dangereuses
<b>09</b>	<b>DÉCHETS PROVENANT DE L'INDUSTRIE PHOTOGRAPHIQUE</b>
<b>09 01</b>	<b>Déchets de l'industrie photographique</b>
09 01 07	Pellicules et papiers photographiques contenant de l'argent ou des composés de l'argent
09 01 08	Pellicules et papiers photographiques sans argent ni composés de l'argent
<b>15</b>	<b>EMBALLAGES ET DÉCHETS D'EMBALLAGES, ABSORBANTS, CHIFFONS D'ESSUYAGE, MATÉRIEAUX FILTRANTS ET VÊTEMENTS DE PROTECTION NON SPÉCIFIÉS AILLEURS</b>
<b>15 01</b>	<b>Emballages et déchets d'emballages (y compris les déchets d'emballages municipaux collectés séparément)</b>
15 01 10*	Emballages contenant des résidus de substances dangereuses ou contaminés par de tels résidus.
<b>15 02</b>	<b>Absorbants, matériaux filtrants, chiffons d'essuyage et vêtements de protection</b>
15 02 02*	Absorbants, matériaux filtrants (y compris les filtres à huile non spécifiés ailleurs), chiffons d'essuyage et vêtements de protection contaminés par des substances dangereuses
<b>16</b>	<b>DÉCHETS NON DÉCRITS AILLEURS DANS LA LISTE</b>
<b>16 03</b>	<b>Loupés de fabrication et produits non utilisés</b>
16 03 05*	Déchets d'origine organique contenant des substances dangereuses
<b>16 05</b>	<b>Gaz en récipients à pression et produits chimiques mis au rebut</b>
16 05 06*	Produits chimiques de laboratoire à base de ou contenant des substances dangereuses, y compris les mélanges de produits chimiques de laboratoire
16 05 08*	Produits chimiques d'origine organique à base de ou contenant des substances dangereuses, mis au rebut
<b>16 07</b>	<b>Déchets provenant du nettoyage de cuves et fûts de stockage et de transport</b>
<b>16 10</b>	<b>Déchets liquides aqueux destinés à un traitement hors site</b>
16 10 01*	Déchets liquides aqueux contenant des substances dangereuses
16 10 03*	Concentrés aqueux contenant des substances dangereuses
<b>20</b>	<b>DÉCHETS MUNICIPAUX (DÉCHETS MÉNAGERS ET DÉCHETS ASSIMILÉS PROVENANT DES COMMERCES, DES INDUSTRIES ET DES ADMINISTRATIONS), Y COMPRIS LES FRACTIONS COLLECTÉES SÉPARÉMENT</b>
<b>20 01</b>	<b>Fractions collectées séparément</b>
20 01 13*	Solvants
20 01 17*	Produits chimiques de la photographie

## 6.2. Flux de l'acétonitrile dans les déchets

Aucune donnée n'a été trouvée dans la littérature concernant les gisements et flux d'acétonitrile dans les déchets.

Une entreprise du comité de suivi, spécialisée dans le traitement par incinération de déchets industriels dangereux, a fourni des résultats de mesures réalisées à la réception de déchets, entre 2005 et 2010.

Les résultats sont présentés dans le tableau suivant, sous la forme de pourcentages massiques de la substance dans les déchets analysés.

**Tableau 21 : Analyses dans les déchets – Incinération déchets industriels (2005 à 2010)**

Désignation du déchet	% massique d'acétonitrile dans le déchet
Sels résidus d'ACN	94,7
Acétonitrile	10
Rés. Distillation acétonitrile (pied)	8,4
Acétonitrile + Hétérocycles bromés	non déterminé
Boue curage fosse et bac	non déterminé

### 6.3. Formation de l'acétonitrile lors du traitement des déchets

L'acétonitrile ne semble pas être une substance susceptible de se former lors du traitement des déchets.

### 6.4. Exposition des travailleurs à l'acétonitrile

Aucune donnée n'a été trouvée dans la littérature concernant l'exposition des travailleurs du secteur des déchets à l'acétonitrile.

## 7. Références bibliographiques

---

- 1 Règlement (CE) n° 1272/2008 du Parlement européen et du Conseil du 16 décembre 2008 relatif à la classification, à l'étiquetage et à l'emballage des substances et des mélanges, modifiant et abrogeant les directives 67/548/CEE et 1999/45/CE et modifiant le règlement (CE) n° 1907/2006.
- 2 Liste des Agents Classés par les Monographies du CIRC, Volumes 1–101. <http://monographs.iarc.fr/FR/Classification/index.php>
- 3 Integrated Risk Information System (IRIS). US-EPA. Acétonitrile. Dernière mise à jour : 15/08/2005. <http://www.epa.gov/ncea/iris/subst/0205.htm>
- 4 FT104. Acétonitrile. INRS. 2004.
- 5 European Union Risk Assessment Report – Acétonitrile. Final report. 2002.
- 6 Base de données BIOTOX. INRS. Mise à jour : septembre 2010.
- 7 Fiche Déméter 079. Acétonitrile. INRS. Mars 2010.
- 8 Directive du Conseil 76/768/CEE du 27 juillet 1976 modifiée concernant le rapprochement des législations des États membres relatives aux produits cosmétiques.
- 9 Arrêté du 6 février 2001 fixant la liste des substances qui ne peuvent entrer dans la composition des produits cosmétiques.
- 10 Règlement n° 1223/2009 du Parlement européen et du Conseil du 30 novembre 2009 relatif aux produits cosmétiques.
- 11 Arrêté du 31/01/08 modifié relatif au registre et à la déclaration annuelle des émissions polluantes et des déchets.
- 12 Arrêté du 02/02/98 modifié relatif aux prélèvements et à la consommation d'eau ainsi qu'aux émissions de toute nature des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation.
- 13 Arrêté du 20/09/02 modifié relatif aux installations d'incinération et de co-incinération de déchets dangereux.
- 14 Arrêté du 20/09/02 modifié relatif aux installations d'incinération et de co-incinération de déchets non dangereux et aux installations incinérant des déchets d'activités de soins à risques infectieux.
- 15 Directive 2006/15/CE de la Commission du 7 février 2006 établissant une deuxième liste de valeurs limites indicatives d'exposition professionnelle en application de la directive 98/24/CE du Conseil et portant modification des directives 91/322/CEE et 2000/39/CE.
- 16 Fiche Métropol 067. Acétonitrile par chromatographie en phase gazeuse. INRS. 03/2004.
- 17 Site internet de l'Afnor. Date de consultation : mai 2011. <http://www.boutique.afnor.org/>.
- 18 NIOSH Manual of Analytical Methods. 3<sup>ème</sup> supplément. 2003. <http://www.cdc.gov/niosh/docs/2003-154/>

19 Sampling & Analytical Methods. Occupational Safety & Health Administration (OSHA). Dernière date de mise à jour : 23/03/2010. <http://www.osha.gov/dts/sltc/methods/toc.html>

20 Fiche pratique de sécurité. Les appareils de protection respiratoire. ED 98. INRS. Octobre 2008.

21 OCDE (Organisation de coopération et de développement économiques). Date de consultation : mai 2011. <http://webnet.oecd.org/hpv/UI/Search.aspx>

22 Acétonitrile. Environmental Health Criteria 154. IPCS INCHEM. 1993.  
<http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc154.htm>

23 Annexe II de l'article R541-8 du Code de l'environnement : LISTE DE DÉCHETS.

**FICHE FILIÈRE DE L'AMMONIAC**

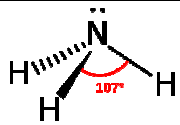
L'**ammoniac anhydre** est un gaz incolore à odeur piquante, qui se liquéfie facilement et qui est très soluble dans l'eau (33,1% en poids à 20°C). Les solutions obtenues sont connues sous le nom d'**ammoniaque** ou d'hydroxyde d'ammonium. **[1]**

En solution, l'ammoniac est présent sous deux formes qui sont en équilibre : l'ammoniac non ionisé ( $\text{NH}_3$ ) et l'ammoniac ionisé ( $\text{NH}_4^+$ ). Ces deux formes sont en équilibre dynamique, gouverné par les variations de pH de la solution, la forme ionisée étant souvent prépondérante. **[2]**

La volatilisation de l'ammoniac ( $\text{NH}_3$ ) des solutions est un processus majeur. Les déchets contenant de l'ammoniaque, par ce processus de volatilisation, peuvent donc être à l'origine de l'exposition à l'ammoniac des travailleurs du secteur du traitement des déchets. Par conséquent, la présente fiche expose la réglementation et les utilisations associées à l'ammoniac et à l'ammoniaque.

## 1. Fiche identité de la substance

Tableau 22 : Caractéristiques de l'ammoniac anhydre

IDENTIFICATION DE LA SUBSTANCE	
Numéros CAS	7664-41-7
Numéro CE (EINECS, ELINCS, NLP)	231-635-3
Nom	Ammoniac anhydre
Synonymes	Ammoniac Ammonia Hydroxyde d'ammonium Anhydrous ammonia
Famille chimique	Amine
Formule brute	NH <sub>3</sub>
Formule semi-développée	
Catégorie de classement de la substance	<p><b>Classement selon le règlement CLP (N°1272/2008 - Annexe VI) [3] :</b> Non classé cancérigène, mutagène ou reprotoxique</p> <p><b>Classement selon le CIRC [4] :</b> Non classé</p> <p><b>Classement selon l'US-EPA [5] :</b> Non classé</p> <p><b>VLEP réglementaire contraignante (article R4412-149 du code du travail) :</b> VLEP (8h) : 10 ppm soit 7 mg/m<sup>3</sup> VLEP (court terme : 15 min) : 20 ppm soit 14 mg/m<sup>3</sup></p>
Tension vapeur	860 000 Pa à 20°C [1]
Indicateur biologique d'exposition [6]	Non défini
Fiche INRS	FT16 : Ammoniac et solutions aqueuses. 2007 [1]
Fiche INERIS	Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques. Ammoniac. 10/07/2009 [2]

## 2. Toxicité de la substance

### 2.1. Toxicité en exposition aiguë

L'exposition au gaz ammoniac provoque une irritation des muqueuses oculaires et respiratoires. Les symptômes lors de l'exposition à des concentrations élevées sont les suivants [1] :

- Irritation trachéobronchique (toux, détresse respiratoire),
- Atteinte des muqueuses nasales (ulcération, œdème, ...),
- Atteinte oculaire (larmoiement, hyperhémie et ulcérations conjonctivales,...),
- Brûlures chimiques cutanées des parties découvertes.

## 2.2. Toxicité en exposition chronique

L'exposition prolongée et répétée à l'ammoniac entraîne une tolérance : l'odeur et les effets irritants du gaz sont perçus à des concentrations plus élevées qu'initialement.

L'exposition à long terme de l'homme à l'ammoniac a fait l'objet d'une seule étude épidémiologique. Les anomalies constatées sont des diminutions non significatives de la capacité vitale<sup>22</sup> et du volume expiratoire maximum seconde (VEMS).

Les effets cancérigènes, mutagènes ou reprotoxiques de l'ammoniac ne sont pas documentés pour l'espèce humaine [1].

## 3. Réglementation

### 3.1. Textes réglementaires relatifs à la substance

#### 3.1.1. Textes relatifs à l'utilisation de la substance

##### ➤ **Denrées alimentaires**

L'ammoniac est inscrit comme substance aromatisante dans la décision de la commission du 23 février 1999 modifiée portant adoption d'un répertoire des substances aromatisantes utilisées dans ou sur les denrées alimentaires, établi en application du règlement (CE) no 2232/96 du Parlement européen et du Conseil. [7]

##### ➤ **Matières plastiques**

L'ammoniac est inscrit en annexe I du règlement (UE) n° 10/2011 de la Commission du 14 janvier 2011 concernant les matériaux et objets en matière plastique destinés à entrer en contact avec des denrées alimentaires [8], comme substance pouvant être utilisée comme :

- additif ou auxiliaire de production de polymères,
- monomère ou autre substance de départ ou macromolécule obtenue par fermentation microbienne.

L'hydroxyde d'ammonium (ou ammoniaque) est également inscrit en annexe I du règlement (UE) n° 10/2011, comme substance pouvant être utilisée uniquement comme additif ou auxiliaire de production de polymères.

Ce règlement, qui est applicable depuis le 1er mai 2011, abroge la Directive 2002/72/CE du 6 août 2002 concernant les matériaux et objets en matière plastique destinés à entrer en contact avec les denrées alimentaires [9], qui autorisait l'utilisation de l'ammoniac comme substance de départ pour la fabrication des matériaux et objets en matière plastique et comme additif pouvant entrer dans la fabrication des matériaux et objets en matière plastique. On entend par « matériaux et objets en matière plastique » des matériaux et objets qui, à l'état de produits finis, sont destinés à être mise en contact ou sont mis en contact avec des denrées alimentaires.

##### ➤ **Biocides**

L'ammoniac est cité en annexe I du règlement 1451/2007 du 4 décembre 2007 concernant la seconde phase du programme de travail de dix ans visé à l'article 16, paragraphe 2, de la directive 98/8/CE du

---

<sup>22</sup> Capacité vitale : Quantité maximale d'air qui peut être inspirée et rejetée par les poumons en une inspiration et une expiration.



Parlement européen et du Conseil concernant la mise sur le marché des produits biocides [10], c'est-à-dire qu'il s'agit d'une substance identifiée comme substance active dans les produits biocides mis sur le marché avant le 14 mai 2000. Aujourd'hui cette substance n'est plus autorisée comme substance active dans les produits biocides (non citée en annexe I de la directive 98/8/CE) [11].

### ➤ **Cosmétiques**

L'ammoniaque est règlementée par la Directive du Conseil 76/768/CEE du 27 juillet 1976 modifiée concernant le rapprochement des législations des États membres relatives aux produits cosmétiques [12], et notamment son annexe III, retranscrit en droit Français par l'arrêté du 6 février 2001 modifié fixant la liste des substances qui ne peuvent être utilisées dans les produits cosmétiques en dehors des restrictions et conditions fixées par cette liste [13]. Cet arrêté fixe la concentration maximale autorisée dans le produit cosmétique fini à 6% en ammoniac (NH<sub>3</sub>). Il fixe aussi les conditions d'emploi et avertissements à reprendre obligatoirement sur l'étiquetage au-delà d'une concentration de 2% : « contient de l'ammoniaque ».

Notons que la directive 76/768/CEE ne sera plus applicable à partir du 11 juillet 2013, date à laquelle le Règlement n° 1223/2009 du Parlement européen et du Conseil du 30 novembre 2009 relatif aux produits cosmétiques [14] entrera en vigueur. Ce règlement reprend les mêmes restrictions que celles citées précédemment.

#### **3.1.2. Textes relatifs aux valeurs limites d'émission des installations de traitement de déchets**

L'ammoniac fait partie de la liste définie dans l'arrêté du 31/01/08 modifié relatif au registre et à la déclaration annuelle des émissions polluantes et des déchets [15], concernant les polluants devant être mentionnés dans le registre des émissions polluantes et des déchets et devant apparaître dans la déclaration annuelle des émissions polluantes et des déchets faite par les exploitants des établissements concernés.

L'arrêté du 2 février 1998 modifié relatif aux prélèvements et à la consommation d'eau ainsi qu'aux émissions de toute nature des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation [16] indique la valeur limite d'émissions atmosphériques suivante (*Chapitre V : Valeurs limites d'émissions - Section 2 pollution de l'air - article 27 - 9 - Rejets de diverses substances gazeuses : c) Ammoniac*) : Si le flux horaire d'ammoniac dépasse 100 g/h, la valeur limite de concentration est de 50 mg/m<sup>3</sup>.

L'arrêté du 20/09/02 relatif aux installations d'incinération et de co-incinération de déchets dangereux [17] impose pour l'ammoniac la valeur limite de rejets atmosphériques pour les installations d'incinération suivante : Valeur journalière moyenne = 30 mg/m<sup>3</sup>.

L'arrêté du 20/09/02 relatif aux installations d'incinération et de co-incinération de déchets non dangereux et aux installations incinérant des déchets d'activités de soins à risques infectieux [18] impose pour l'ammoniac la valeur limite de rejets atmosphériques pour les installations d'incinération suivante : Valeur journalière moyenne = 30 mg/m<sup>3</sup>.

### **3.2. Valeurs de référence**

Des valeurs limites d'exposition professionnelle contraignantes dans l'air des locaux de travail ont été établies en France pour l'ammoniac (art. R.4412-149 du Code du travail) :

- Pour une exposition de 8h : 10 ppm soit 7 mg/m<sup>3</sup>,
- Pour une exposition à court terme (15 min) : 20 ppm soit 14 mg/m<sup>3</sup>.

Au niveau communautaire, la directive 2000/39/CE de la Commission du 8 juin 2000 relative à l'établissement d'une première liste de valeurs limites d'exposition professionnelle de caractère indicatif en application de la directive 98/24/CE du Conseil concernant la protection de la santé et de la sécurité des travailleurs contre les risques liés à des agents chimiques sur le lieu de travail [19], fixe pour l'ammoniac les valeurs limites d'exposition professionnelles suivantes :

- Pour une exposition à court terme : 50 ppm, soit 36 mg/m<sup>3</sup>,
- Pour une exposition moyenne pondérée sur 8 heures : 20 ppm, soit 14 mg/m<sup>3</sup>.

Le Scientific Committee on Occupational Exposure Limit (SCOEL) élabore les VLEP au niveau européen. D'après son rapport « Recommendation from Scientific Expert Group<sup>23</sup> on Occupational Exposure Limits for ammonia » (1992) [20], le SEG a établi pour l'ammoniac :

- la VLEP sur 8 heures<sup>24</sup> suivante : 20 ppm (14 mg/m<sup>3</sup>) ;
- la VLEP à court terme (15 min)<sup>25</sup> suivante : 50 ppm (36 mg/m<sup>3</sup>).

Pour l'établissement des valeurs limites, le SEG a tenu compte de plusieurs études indiquant un LOAEL<sup>26</sup> de 50 ppm (36 mg/m<sup>3</sup>) pour des observations d'irritations modérées chez l'homme. Un facteur d'incertitude de 2 a été appliqué afin de tenir compte de la variabilité interindividuelle. La valeur résultante est arrondie à 20 ppm (14 mg/m<sup>3</sup>).

La valeur limite à court terme<sup>25</sup> de 50 ppm est recommandée pour limiter les pics d'exposition pouvant être à l'origine d'irritations.

En France, le Groupe VLEP « Effets sur la santé » a édité en octobre 2003 une fiche de synthèse concernant l'ammoniac [21]. Sur la base des données du SCOEL, des recherches complémentaires ont été effectuées par ce groupe d'experts afin d'identifier d'éventuelles données nouvelles de la littérature, entre 1991 et 2001. Les recherches ont été effectuées dans les bases de données suivantes : Medline (1991-2001) et Toxline (1995-2001).

Sur la base de ces nouvelles recherches, le Groupe d'experts a conclu les éléments suivants [22] :

- l'ensemble des éléments tend à démontrer l'existence d'effets à long terme résultant de l'exposition professionnelle prolongée à l'ammoniac (syndromes restrictifs et obstructifs, sinusites, hémoptysie).
- Ces effets semblent suffisamment établis par la littérature des années 90 et au-delà (plusieurs équipes et différents types de lieux de travail). Ils sont perceptibles, après des expositions supérieures à des niveaux de l'ordre de 12-13 ppm pendant 10 années ; de tels niveaux sont également susceptibles de déclencher des réactions asthmatiques chez des personnes sensibles. A 20-25 ppm, de fortes toux peuvent occasionnellement être déclenchées (Baur et coll., 1998).
- Compte tenu de ces données, les recommandations du SCOEL semblent insuffisantes pour protéger les personnes professionnellement exposées sur de longues durées ; elles devraient être abaissées d'un facteur égal ou supérieur à 2, déduit d'études en situations réelles.

Ces préconisations ont été prises en compte par le décret n°2007-1539 du 26 octobre 2007 fixant des valeurs limites d'exposition professionnelle contraignantes pour certains agents chimiques et modifiant le code du travail [22].

### 3.3. Normes relatives à l'analyse dans l'air

Les références des normes relatives à l'analyse dans l'air de l'ammoniac anhydre sont présentées dans le tableau suivant :

---

<sup>23</sup> Le groupe d'experts européens SEG, constitué en 1990 a été remplacé en 1995 par le SCOEL : Scientific Committee on Occupational Exposure Limit (Comité scientifique en matière de valeurs limites d'exposition professionnelle).

<sup>24</sup> 8-hour Time Weighted Average (TWA)

<sup>25</sup> Short Term Exposure Limit (STEL)

<sup>26</sup> LOAEL : Lowest Observed Adverse Effect Level

**Tableau 23 : Normes relatives à l'analyse de l'ammoniac dans l'air**

Source	Référence méthode / norme
Fiches Métropol de l'INRS [23]	Fiche Métropol 013/V01. Ammoniac et sels d'ammonium. INRS. 03/2008.
Normes AFNOR spécifiques [24]	NF X43-303 (Décembre 2007) Qualité de l'air - Émissions de sources fixes - Détermination de l'ammoniac (NH <sub>3</sub> ).  VDI 3869/F3 (Octobre 2010) Measurement of ammonia in ambient air - Sampling with diffusion separators (denuders) - Photometric or ion chromatographic analysis.  VDI 3869/F4 (Septembre 2010) Measurement of ammonia in ambient air - Sampling with passive samplers - Photometric or ion chromatographic analysis
Méthodes NIOSH [25]	Méthode 3800 : « Organic and inorganic gases by extractive FTIR spectrometry ». Issue 1, 15 mars 2003. Méthode 6015 : « Ammonia ». Issue 2, 15 août 1994. Méthode 6016 : « Ammonia by IC ». Issue 1, 15 mai 1996.
Méthodes OSHA [26]	Méthode ID-188 : Ammonia in Workplace Atmospheres - Solid Sorbent. Janvier 2002. Méthode ID-164 : Ammonia in Workplace Atmospheres. Décembre 1988.

### 3.4. EPI pour l'exposition par inhalation

La norme NF EN 529<sup>27</sup> définit les facteurs de protection pour chaque type d'appareil de protection respiratoire (annexe C).

Pour l'ammoniac, le type de filtre adapté est un filtre à gaz EN 14387/IN1 type K [27].

Le guide d'intervention chimique concernant l'ammoniac, réalisé par Total, Cedre et Grande Paroisse [28], préconise les équipements de protection individuels suivants, en fonction des CME (Concentration Maximale d'Emploi) :

- Masque à gaz jusqu'à 300 ppm et sur une courte période,
- Appareil Respiratoire Isolant (ARI) au-delà de 300 ppm et sans limite d'utilisation,
- Porter un scaphandre antichimique si la concentration de produit risque d'être forte.

<sup>27</sup> Appareil de protection respiratoire – Recommandations pour le choix, l'utilisation, l'entretien et la maintenance – Guide.

## 4. Production et consommation de la substance

L'OCDE (Organisation de Coopération et de Développement Economiques) classe l'ammoniac comme produit chimique HPV (High Production Volume) [29] : il est donc fabriqué ou importé à raison d'au moins 1 000 tonnes par an dans l'Union Européenne, et ce par au moins un état membre.

D'après la Société Française de Chimie [30], la production européenne d'ammoniac en 2005 est évaluée à 16 millions de tonnes. La consommation européenne d'ammoniac cette même année est évaluée à 18 millions de tonnes.

En France, la production d'ammoniac en 2005 s'est élevée à 1,79 millions de tonnes, réparties sur les usines suivantes :

- Grand Quevilly (GPN) : 400 000 t,
- Grandpuits (GPN) : 402 400 t,
- Le Havre (Yara France) : 400 800 t,
- Ottmarsheim (GPN et BASF) : 219 500 t,
- Pardies (Yara France) : 122 000 à 250 000 t, destinées en majeure partie à des applications hors engrais.

Aucune donnée concernant la consommation annuelle française d'ammoniac n'a été trouvée lors des recherches bibliographiques.

## 5. Utilisations de la substance

L'ammoniac est utilisé soit en tant que tel sous sa forme gazeuse, soit en tant qu'intermédiaire de synthèse pour la fabrication de composés d'ammonium. Cette substance trouve des applications dans un grand nombre de domaines industriels. [2]

Les solutions aqueuses d'ammoniaque ou d'hydroxyde d'ammonium sont fabriquées par dissolution de l'ammoniac pur dans de l'eau [31].

L'ammoniac anhydre étant très soluble dans l'eau, il se retrouve sous la forme d'ammoniaque dès qu'il est mis en solution. Ces deux formes étant très liées, les paragraphes suivants présentent les utilisations de l'ammoniac anhydre ainsi que celles des solutions d'ammoniaque.

### 5.1. Industrie chimique

#### *5.1.1. Dérivés principaux de l'ammoniac*

L'ammoniac est la matière première principale utilisée dans la fabrication des composés suivants [2] [30] :

- Acide nitrique,
- Urée,
- Sels d'ammonium (sulfate, nitrate).

Les diverses utilisations de ces composés sont développées dans les paragraphes suivants.

- ***Industrie des engrais azotés***

90% de l'urée et du nitrate d'ammonium et 70% de l'acide nitrique sont destinés à la production d'engrais [30].

Ainsi au total, plus de 80% de la consommation mondiale d'ammoniac est destinée à la fabrication d'engrais [1] [30].

- **Industrie des matières plastiques**

Parmi les 10% d'urée qui ne sont pas utilisés pour la fabrication d'engrais, une partie est utilisée pour fabriquer des colles urée-formol, de la mélamine et des dérivés isocyanuriques,

- **Pétrochimie**

L'urée est également utilisée dans l'extraction des paraffines [30].

- **Industrie des explosifs**

L'acide nitrique est utilisé par l'industrie des explosifs ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ , nitrates organiques) [30].

- **Chimie organique**

Une faible quantité d'acide nitrique est utilisée en chimie organique dans des réactions de nitration [30].

### **5.1.2. Autres produits chimiques fabriqués à partir de l'ammoniac**

L'ammoniac est utilisé dans la synthèse de l'hydrazine [2].

L'ammoniac est utilisé dans la synthèse de l'acrylonitrile et des isocyanates, utilisés dans la fabrication de matières plastiques [2]. Il intervient également dans la fabrication de polyuréthane et de résines [30].

L'ammoniac intervient, en étant recyclé, dans le procédé Solvay de fabrication du carbonate de sodium [30].

Il sert aussi pour la fabrication des produits suivants [1] [2] [32] :

- Pesticides,
- Détergents,
- Produits d'entretien : produits de nettoyage des sols, des vitres, cires pour les sols...

Bien qu'aucune des sources scientifiques consultées n'ait cité cette utilisation, le site internet de l'Oréal Professionnel indique que l'ammoniaque est un agent alcalin utilisé dans certains produits de coloration capillaire, la permanente et le lissage durable. [33]

## **5.2. Industrie des fibres synthétiques**

L'ammoniac est utilisé dans la synthèse : [1] [2] [30]

- De l'acide adipique et de l'hexaméthylènediamine, utilisés pour la fabrication du nylon,
- De l'acrylonitrile, utilisé pour la fabrication de fibres synthétiques.

### 5.3. Traitement de l'eau

L'ammoniac est un agent inhibiteur de corrosion qui remédie aux mauvaises odeurs lors des traitements des réserves d'eau [2].

### 5.4. Industrie du froid

5% de la production mondiale d'ammoniac est destinée à une utilisation en tant que fluide frigorigène [1] [2], notamment en remplacement des CFC (Chlorofluocarbures) [30].

L'ammoniac n'est plus aujourd'hui utilisé comme fluide réfrigérant dans les équipements électroménagers [32]. Ces utilisations sont très spécifiques : à titre d'exemple, 45 tonnes de NH<sub>3</sub> circulent dans 80 km de canalisations pour réfrigérer la piste de bobsleigh de La Plagne (73) construite pour les Jeux Olympiques d'hiver d'Albertville de 1992 [30].

Nota : Les fluides frigorigènes font l'objet de dispositions spécifiques présentées aux articles R.543-75 à R.543-123 du Code de l'Environnement. Ces dispositions concernent les chlorofluorocarbures (CFC), hydrochlorofluorocarbures (HCFC), hydrofluorocarbures (HFC), et perfluorocarbures (PFC). Il n'est pas fait état, dans ces parties, de l'ammoniac utilisé en tant que fluide frigorigène.

### 5.5. Secteur agricole

Outre son action pour l'élaboration des engrais, l'ammoniac permet de contrôler le mûrissement des fruits stockés et protège le maïs de la moisissure [2].

Il est aussi utilisé pour éliminer l'aflatoxine (substance toxique) des sous-produits du pressage de l'huile d'arachide, employés pour fabriquer des tourteaux pour l'alimentation animale [30].

### 5.6. Autres applications

L'ammoniac trouve aussi des applications dans des domaines très divers tels que [1] [2] [30] :

- L'industrie pharmaceutique pour la fabrication de certains médicaments,
- L'industrie de la pâte à papier,
- L'industrie du cuir,
- L'industrie de la métallurgie.

Les recherches bibliographiques n'ont pas permis de préciser l'utilisation de l'ammoniac dans ces divers secteurs.

### 5.7. Etat des lieux de la substitution de la substance en France

L'ammoniac n'étant pas classé CMR de catégorie 1A ou 1B, les démarches de substitution telles qu'imposées par l'article R4412-66 du code du travail ne sont pas obligatoires pour cette substance.

## 6. L'ammoniac dans les déchets

### 6.1. Déchets contenant de l'ammoniac

D'après les différentes utilisations identifiées dans la présente fiche, les déchets pouvant contenir de l'ammoniac ou de l'ammoniaque sont classés dans la nomenclature déchets de l'article R541-8 (Annexe II) du Code de l'environnement [34] sous les rubriques suivantes :

**Tableau 24 : Rubriques des déchets susceptibles de contenir de l'ammoniac**

N°R UBRIQUE	DECHETS
<b>02</b>	<b>DÉCHETS PROVENANT DE L'AGRICULTURE, DE L'HORTICULTURE, DE L'AQUACULTURE, DE LA SYLVICULTURE, DE LA CHASSE ET DE LA PÊCHE AINSI QUE DE LA PRÉPARATION ET DE LA TRANSFORMATION DES ALIMENTS</b>
<b>02 03</b>	<b>Déchets provenant de la préparation et de la transformation des fruits, des légumes, des céréales, des huiles alimentaires, du cacao, du café, du thé et du tabac, de la production de conserves, de la production de levures et d'extraits de levures, de la préparation et de la fermentation de mélasses.</b>
02 03 01	Boues provenant du lavage, du nettoyage, de l'épluchage, de la centrifugation et de la séparation
<b>03</b>	<b>DÉCHETS PROVENANT DE LA TRANSFORMATION DU BOIS ET DE LA PRODUCTION DE PANNEAUX ET DE MEUBLES, DE PÂTE À PAPIER, DE PAPIER ET DE CARTON</b>
<b>03 03</b>	<b>Déchets provenant de la production et de la transformation de papier, de carton et de pâte à papier</b>
03 03 02	Boues vertes (provenant de la récupération de liqueur de cuisson)
03 03 09	Boues carbonatées
03 03 10	Refus fibreux, boues de fibres, de charge et de couchage provenant d'une séparation mécanique
03 03 11	Boues provenant du traitement in situ des effluents autres que celles visées à la rubrique 03 03 10
03 03 99	Déchets non spécifiés ailleurs
<b>04</b>	<b>DÉCHETS PROVENANT DES INDUSTRIES DU CUIR, DE LA FOURRURE ET DU TEXTILE</b>
<b>04 01</b>	<b>Déchets provenant de l'industrie du cuir et de la fourrure</b>
<b>06</b>	<b>DÉCHETS DES PROCÉDÉS DE LA CHIMIE MINÉRALE</b>
<b>06 10</b>	<b>Déchets provenant de la FFDU de produits chimiques contenant de l'azote, de la chimie de l'azote et de la production d'engrais</b>
06 10 02*	Déchets contenant des substances dangereuses
06 10 99	Déchets non spécifiés ailleurs
<b>07</b>	<b>DÉCHETS DES PROCÉDÉS DE LA CHIMIE ORGANIQUE</b>
<b>07 01</b>	<b>Déchets provenant de la fabrication, formulation, distribution et utilisation (FFDU) de produits organiques de base</b>
<b>07 02</b>	<b>Déchets provenant de la FFDU de matières plastiques, caoutchouc et fibres synthétiques</b>
<b>07 05</b>	<b>Déchets provenant de la FFDU des produits pharmaceutiques</b>
<b>07 06</b>	<b>Déchets provenant de la FFDU des corps gras, savons, détergents, désinfectants et cosmétiques</b>
<b>14</b>	<b>DÉCHETS DE SOLVANTS ORGANIQUES, D'AGENTS RÉFRIGÉRANTS ET PROPULSEURS (SAUF CHAPITRES 07 ET 08)</b>
<b>14 06</b>	<b>Déchets de solvants, d'agents réfrigérants et d'agents propulseurs d'aérosols/de mousses organiques</b>
14 06 03*	Autres solvants et mélanges de solvants
14 06 05*	Boues ou déchets solides contenant d'autres solvants
<b>15</b>	<b>EMBALLAGES ET DÉCHETS D'EMBALLAGES, ABSORBANTS, CHIFFONS D'ESSUYAGE, MATÉRIEAUX FILTRANTS ET VÊTEMENTS DE PROTECTION NON SPÉCIFIÉS AILLEURS</b>

N° RUBRIQUE	DECHETS
<b>15 01</b>	<b>Emballages et déchets d'emballages (y compris les déchets d'emballages municipaux collectés séparément)</b>
15 01 10*	Emballages contenant des résidus de substances dangereuses ou contaminés par de tels résidus.
<b>15 02</b>	<b>Absorbants, matériaux filtrants, chiffons d'essuyage et vêtements de protection</b>
15 02 02*	Absorbants, matériaux filtrants (y compris les filtres à huile non spécifiés ailleurs), chiffons d'essuyage et vêtements de protection contaminés par des substances dangereuses
<b>16</b>	<b>DÉCHETS NON DÉCRITS AILLEURS DANS LA LISTE</b>
<b>16 04</b>	<b>Déchets d'explosifs</b>
<b>16 05</b>	<b>Gaz en récipients à pression et produits chimiques mis au rebut</b>
16 05 04*	Gaz en récipients à pression (compris les halons) contenant des substances dangereuses
16 05 06*	Produits chimiques de laboratoire à base de ou contenant des substances dangereuses, y compris les mélanges de produits chimiques de laboratoire
16 05 09	Produits chimiques mis au rebut autres que ceux visés aux rubriques 16 05 06, 16 05 07 ou 16 05 08
<b>19</b>	<b>DÉCHETS PROVENANT DES INSTALLATIONS DE GESTION DES DÉCHETS, DES STATIONS D'ÉPURATION DES EAUX USÉES HORS SITE ET DE LA PRÉPARATION D'EAU DESTINÉE À LA CONSOMMATION HUMAINE ET D'EAU À USAGE INDUSTRIEL</b>
<b>19 07</b>	<b>Lixiviats de décharges</b>
19 07 02*	Lixiviats de décharges contenant des substances dangereuses
<b>20</b>	<b>DÉCHETS MUNICIPAUX (DÉCHETS MÉNAGERS ET DÉCHETS ASSIMILÉS PROVENANT DES COMMERCES, DES INDUSTRIES ET DES ADMINISTRATIONS), Y COMPRIS LES FRACTIONS COLLECTÉES SÉPARÉMENT</b>
<b>20 01</b>	<b>Fractions collectées séparément</b>
20 01 19*	Pesticides
20 01 29*	Détergents contenant des substances dangereuses
20 01 30	Détergents autres que ceux visés à la rubrique 20 01 29
20 01 35*	Equipements électriques et électroniques mis au rebut contenant des composants dangereux (6), autres que ceux visés aux rubriques 20 01 21 et 20 01 23
20 03 01	Déchets municipaux en mélange

**Remarque :**

Aucune précision n'ayant été trouvée concernant l'utilisation de l'ammoniac dans la métallurgie, aucune catégorie de déchet associée n'a été retenue.

**6.2. Flux d'ammoniac dans les déchets**

D'après la dernière campagne nationale de caractérisation des ordures ménagères (MODECOM) menée par l'ADEME en 2007, l'azote ammoniacal (ammoniac  $\text{NH}_3$  et ammonium  $\text{NH}_4^+$ ) est présent à hauteur de 0,014%<sup>28</sup> dans les ordures ménagères.

Une entreprise du comité de suivi, spécialisée dans le traitement par incinération de déchets industriels dangereux, a fourni des résultats de mesures réalisées à la réception de déchets, entre 2005 et 2010.

<sup>28</sup> Le document de l'ADEME ne précise pas s'il s'agit d'un pourcentage en masse ou en volume. L'information est en attente de résultats plus précis de la part de l'ADEME.



Les résultats sont présentés dans le tableau suivant, sous la forme de pourcentages massiques d'ammoniac dans les déchets analysés.

**Tableau 25 : Analyses dans les déchets – Incinération déchets industriels (2005 à 2010)**

Désignation du déchet	% massique d'ammoniac dans le déchet
Eaux cyanurées	25

### 6.3. Formation de l'ammoniac lors du traitement des déchets

#### 6.3.1. Incinération des déchets

L'ammoniac est utilisé pour neutraliser les polluants lors de certains traitements des fumées des unités de traitement et de valorisation des déchets (SCR : réduction sélective catalytique, SNCR : réduction sélective non catalytique par exemple). Afin d'assurer une efficacité satisfaisante au traitement, ce réactif peut être introduit en excès. L'excès d'ammoniac peut alors se retrouver dans les fumées. Les concentrations émises dépendent du type de traitement utilisé. Dans le cas d'un procédé SNCR, les fuites d'ammoniac présentent des concentrations comprises entre 15 et 40 mg/Nm<sup>3</sup>, contre moins de 5 mg/Nm<sup>3</sup> pour les SCR (S. Bicocchi *et al*, 2009). [35]

#### 6.3.2. Compostage des déchets

L'ammoniac fait partie des substances émises lors du compostage des déchets. Cette substance est produite par la dégradation d'acides aminés (FNADE, 2002). [36]

La production d'ammoniac au niveau des andains en fermentation peut notamment être importante si les condensats ne sont pas récupérés. [36]

Une étude récente de l'INRS (2010) sur les risques chimiques et biologiques liés aux activités de compostage [37] précise que l'ammoniac est émis lors de la phase de montée en température du compost, et après chaque retournement des andains. Les bâtiments fermés favorisent la concentration.

#### 6.3.3. Stockage des déchets

Selon le Guide pour l'évaluation du risque sanitaire dans le cadre de l'étude d'impact d'une Installation de Stockage de Déchets Ménagers et Assimilés (2005) (ISDMA) [38], l'ammoniac fait partie des substances susceptibles d'être émises par les ISDMA. Il fait également partie des substances présentes dans les émissions de chaudières et moteurs / turbines à biogaz des ISDMA.

D'après le rapport « Stockage des déchets et santé publique » (2004), coordonné par l'INVS, l'ammoniac est présent dans le biogaz formé dans les centres de stockage de déchets non dangereux [39].

L'ammoniac est, quant à lui, le polluant le plus caractéristique des lixiviats des centres de stockage de déchets non dangereux sur le long terme. L'azote ammoniacal est présent dans les lixiviats à des concentrations de l'ordre de 500 à 2 000 mg/L, quel que soit l'âge de la décharge. [41]

Cet ordre de grandeur est confirmé par le Guide pour l'évaluation du risque sanitaire dans le cadre de l'étude d'impact d'une Installation de Stockage de Déchets Ménagers et Assimilés (2005) (ISDMA) qui indique teneurs en ammoniac mesurées dans les lixiviats de 465 mg/L. [38]

Les concentrations en ammoniac dans les lixiviats ne diminuent pas significativement même après la fermeture du centre de stockage. Il est considéré comme le polluant majeur à long terme, son élimination au sein de la décharge ne pouvant avoir lieu que par lixiviation [41].

Les procédés de traitement des lixiviats mettant en œuvre un bassin d'aération peuvent être à l'origine d'émissions constituées de gouttelettes de lixiviats mises en suspension du fait de l'aération ou de composés chimiques tels que l'ammoniac, l'azote ammoniacal des lixiviats subissant un stripping lors de l'aération. [38]

Les dispositifs d'évaporation des lixiviats (évaporation naturelle ou pratiquée par injection en torchère lors de la combustion du biogaz) peuvent également être sources d'émissions spécifiques. Pour les dispositifs d'évaporation « enthalpique » (pulvérisation sur une surface d'échange), les résultats des campagnes de mesures réalisées sur ces types de dispositifs semblent faire apparaître des traces d'ammoniac. Les valeurs mesurées sont sensiblement plus basses si l'évaporation est précédée d'une étape d'aération. [38]

#### 6.4. Exposition des travailleurs à l'ammoniac

Les teneurs mesurées en ammoniac dans l'air extérieur à proximité d'un compostage de boues sont de l'ordre de 0,004 mg/m<sup>3</sup>. Des concentrations de 2 à 14,5 mg/m<sup>3</sup> sont rapportées sous hall de fermentation, selon le centre de compostage étudié. [36]

L'INRS indique, dans son étude de 2010 sur les risques chimiques et biologiques liés aux activités de compostage, que l'ammoniac fait partie des polluants majoritaires auxquels sont exposés les salariés du secteur du compostage [37]. Cette étude rapporte les concentrations moyennes suivantes en ammoniac, mesurées dans l'air de diverses installations de compostage (300 prélèvements effectués sur 8 entreprises représentatives par rapport aux types de déchets entrants et au procédé de compostage) :

- Déchets verts : 1,59 ppm,
- Boues : 2,6, 6,2, 12,47 et : 58,29 ppm,
- Bio-déchets : 2,08 ppm,
- Ordures ménagères résiduelles (OMR) : 0,06 et 0,18 ppm,
- Digestat OMR : 27,58 ppm.

28% des concentrations en ammoniac mesurées sont supérieures à la VME. Les concentrations les plus élevées ont été relevées sur les plates-formes de compostage de boues de STEP urbaines avec procédé classique de fermentation par aération forcée au sol et retournement par chargeuse.

La base Colchic de l'INRS fournit des données d'exposition dans les ambiances de travail des filières du déchet. Les résultats ont été obtenus à partir des mesures effectuées par les 8 laboratoires interrégionaux de chimie des CRAM/CARSAT et de l'INRS, entre 2001 et 2010. Les résultats sont présentés dans le tableau suivant sans distinction du secteur d'activité concerné (résultats détaillés en **annexe 5-4**).

**Tableau 26 : Extraction de la base de données Colchic – Analyses en ammoniac**

	Prélèvements individuels			Prélèvements d'ambiance		
	Nombre de mesures	Concentration min	Concentration max	Nombre de mesures	Concentration min	Concentration max
<b>Ammoniac (mg/m<sup>3</sup>)</b>	20	0,05	18,07	19	0,02	5,45

Une entreprise spécialisée dans l'incinération des ordures ménagères a fourni des données semi-quantitatives sur les niveaux mesurés en ammoniac dans les ambiances de travail (données 2002 à 2010). Les résultats sont présentés dans le tableau ci-après.

**Tableau 27 : Données d'exposition en ammoniac - Incinération d'ordures ménagères**

Activités évaluées:	Incinération			
Nombre de sites évalués	11			
Postes de travail évalués	28			
Liste des molécules étudiées	Nombre de fois recherchées lors des mesures d'exposition professionnelles	Nombre de fois inférieures aux VLEP	Nombre de fois supérieures aux VLEP	Nombre de fois détectées (Valeurs inf + valeurs sup à la VLEP)
<b>Ammoniac anhydre</b>	1	1	0	1

Aucun dépassement des VLEP n'a été observé.

## 7. Références bibliographiques

1 FT16. Ammoniac et solutions aqueuses. INRS. 2007.

2 Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques – Ammoniac. INERIS. 2009.

3 Règlement (CE) n° 1272/2008 du Parlement européen et du Conseil du 16 décembre 2008 relatif à la classification, à l'étiquetage et à l'emballage des substances et des mélanges, modifiant et abrogeant les directives 67/548/CEE et 1999/45/CE et modifiant le règlement (CE) n° 1907/2006.

4 Liste des Agents Classés par les Monographies du CIRC, Volumes 1–101. <http://monographs.iarc.fr/FR/Classification/index.php>

5 Integrated Risk Information System (IRIS). US-EPA. Ammonia. Dernière mise à jour : 28/10/2003. <http://www.epa.gov/iris/subst/0422.htm>

6 Base de données BIOTOX. INRS. Mise à jour : septembre 2010.

7 Décision de la Commission du 23 février 1999 portant adoption d'un répertoire des substances aromatisantes utilisées dans ou sur les denrées alimentaires, établi en application du règlement (CE) n° 2232/96 du Parlement européen et du Conseil.

8 Règlement (UE) n° 10/2011 de la Commission du 14 janvier 2011 concernant les matériaux et objets en matière plastique destinés à entrer en contact avec des denrées alimentaires.

9 Directive 2002/72/CE du 6 août 2002 concernant les matériaux et objets en matière plastique destinés à entrer en contact avec les denrées alimentaires.

10 Règlement (CE) n° 1451/2007 de la Commission du 4 décembre 2007 concernant la seconde phase du programme de travail de dix ans visé à l'article 16, paragraphe 2, de la directive 98/8/CE du Parlement européen et du Conseil concernant la mise sur le marché des produits biocides.

11 Directive 98/8/CE du 16 février 1998 concernant la mise sur le marché des produits biocides.

12 Directive du Conseil 76/768/CEE du 27 juillet 1976 modifiée concernant le rapprochement des législations des États membres relatives aux produits cosmétiques.

13 Arrêté du 6 février 2001 modifié fixant la liste des substances qui ne peuvent être utilisées dans les produits cosmétiques en dehors des restrictions et conditions fixées par cette liste.

14 Règlement n° 1223/2009 du Parlement européen et du Conseil du 30 novembre 2009 relatif aux produits cosmétiques.

15 Arrêté du 31/01/08 modifié relatif au registre et à la déclaration annuelle des émissions polluantes et des déchets.

16 Arrêté du 2 février 1998 modifié relatif aux prélèvements et à la consommation d'eau ainsi qu'aux émissions de toute nature des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation.

17 Arrêté du 20/09/02 relatif aux installations d'incinération et de co-incinération de déchets dangereux.

18 Arrêté du 20/09/02 relatif aux installations d'incinération et de co-incinération de déchets non dangereux et aux installations incinérant des déchets d'activités de soins à risques infectieux.

19 Directive 2000/39/CE de la Commission du 8 juin 2000 relative à l'établissement d'une première liste de valeurs limites d'exposition professionnelle de caractère indicatif en application de la directive 98/24/CE du Conseil concernant la protection de la santé et de la sécurité des travailleurs contre les risques liés à des agents chimiques sur le lieu de travail.

20 Recommendation from the Scientific Expert Group on Occupational Exposure Limits for ammonia. SEG/SUM/20. 1992.

21 Fiche de synthèse : Ammoniac. Groupe VLEP « Effets sur la santé ». Octobre 2003.

22 Décret n° 2007-1539 du 26 octobre 2007 fixant des valeurs limites d'exposition professionnelle contraignantes pour certains agents chimiques et modifiant le code du travail.

23 Fiche Métropol 013/V01. Ammoniac et sels d'ammonium. INRS. 03/2008.

24 Site internet de l'Afnor. Date de consultation : juin 2011. <http://www.boutique.afnor.org/>.

25 NIOSH Manual of Analytical Methods. 3<sup>ème</sup> supplément. 2003.  
<http://www.cdc.gov/niosh/docs/2003-154/>

26 Sampling & Analytical Methods. Occupational Safety & Health Administration (OSHA). Dernière date de mise à jour : 23/03/2010. [http://www.osha.gov/dts/sltc/methods/toc\\_c.html](http://www.osha.gov/dts/sltc/methods/toc_c.html)

27 Fiche pratique de sécurité. Les appareils de protection respiratoire. ED 98. INRS. Octobre 2008.

28 Ammoniac – Guide d'intervention chimique. Total, Grande Paroisse, Cedre. Décembre 2006.  
[www.cedre.fr/fr/publication/guides/chimique/ammoniac.pdf](http://www.cedre.fr/fr/publication/guides/chimique/ammoniac.pdf)

29 OCDE (Organisation de coopération et de développement économiques). Date de consultation : mai 2011. <http://webnet.oecd.org/hpv/UI/Search.aspx>

30 Données industrielles, économiques, géographiques sur les principaux produits chimiques, métaux et matériaux. Produits minéraux : Ammoniac. Jean-Louis VIGNES, Gilles ANDRE, Frédéric KAPALA. Société Française de Chimie. 8<sup>ème</sup> édition : 2009. <http://91.121.18.171/sfc/Donnees/acc.htm>

31 Hazardous Substances Data Bank (HSDB). Ammonium Hydroxide. Dernière révision : 14/02/2003.  
<http://toxnet.nlm.nih.gov/cgi-bin/sis/htmlgen?HSDB>

32 Toxicological profile for ammonia. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR).  
Septembre 2004.

33 Site internet de l'Oréal Professionnel. Date de consultation : juin 2010.  
[http://www.lorealprofessionnel.fr/fr/fr/pages\\_transversales/lexique/lexique.aspx](http://www.lorealprofessionnel.fr/fr/fr/pages_transversales/lexique/lexique.aspx)

34 Annexe II de l'article R541-8 du Code de l'environnement : LISTE DE DÉCHETS.

35 Les polluants et les techniques d'épuration des fumées. Cas des unités de traitement et de valorisation des déchets. Etat de l'art. Stéphane Bicocchi, Mathieu Boulinguez, Karen Diard. Etude réalisée sous la direction et pour le compte de l'association RECORD. Editions Tec & Doc Lavoisier. 2<sup>e</sup> édition. 2009.

36 Les risques non microbiologiques associés au compostage des déchets. FNADE, Ministère de l'écologie et du développement durable. 19 août 2002.

37 ND 2336-221-10. Approche des risques chimiques et microbiologiques dans le secteur du compostage. Pascal POIROT, Jérôme GROSJEAN, Nathalie MONTA, Thérèse NICOT, François ZIMMERMANN. INRS. 4<sup>ème</sup> trimestre 2010.

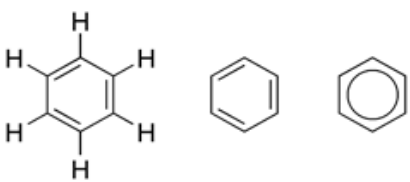
38 Guide pour l'évaluation du risque sanitaire dans le cadre de l'étude d'impact d'une installation de stockage de déchets ménagers et assimilés. Association Scientifique et Technique pour l'Eau et l'Environnement (ASTEE). Février 2005.

39 Stockage des déchets et santé publique. Chapitre 2.1. INVS. Septembre 2004.  
<http://www.invs.sante.fr/publications/2005/dechets/index.html>

**FICHE FILIÈRE DU BENZÈNE**

## 1. Fiche identité de la substance

Tableau 28 : Caractéristiques du benzène

IDENTIFICATION DE LA SUBSTANCE	
Numéros CAS	71-43-2
Numéro CE (EINECS, ELINCS, NLP)	200-753-7
Nom	Benzène
Synonymes	Annulene Benzine Benzol(e) Benzolene Bicarburet of hydrogen Carbon oil Coal naphtha Cyclohexatriene Fenzen Mineral naphtha Motor benzol Nitration benzene Phene Phenyl hydride Polystream Pyrobenzol(e)
Famille chimique	Hydrocarbures aromatiques
Formule brute	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>
Formule semi-développée	
Catégorie de classement de la substance	<p><b>Classement selon le règlement CLP (N°1272/2008 - Annexe VI) [1] :</b> Carc. 1A (H350) Muta. 1B (H340)</p> <p><b>Classement selon le CIRC [2] :</b> Groupe 1 (agent cancérigène pour l'homme)</p> <p><b>Classement selon l'US EPA [3] :</b> Classe A (substance cancérigène pour l'homme)</p> <p><b>VLEP réglementaire contraignante (Article R.4412-149 du code du travail) :</b> VLEP (8h) : 3,25 mg/m<sup>3</sup> soit 1 ppm</p>
Tension vapeur	9970 Pa à 20°C [4]
Indicateurs biologiques d'exposition [5]	<p><u>Acide trans,trans muconique urinaire en fin de poste de travail :</u> Valeur-Guide Française = 5 mg/L (1997)<sup>29</sup></p> <p><u>Acide S-phénylmercapturique urinaire (S-PMA) :</u> Valeur-Guide Française : non déterminée</p> <p><u>Benzène sanguin, Benzène urinaire, Phénols urinaires :</u> Valeur-Guide Française : non déterminée</p>
Fiche INRS	FT49 : Benzène. 2007 [4]
Fiches INERIS	Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques. Benzène. 21/03/2006 [6] Données technico-économiques sur les substances chimiques en France. Benzène. 21/03/2006 [7]

<sup>29</sup> Cette valeur n'a pas été mise à jour depuis 1997 alors que la VME a été abaissée de 5 à 1 ppm.

## 2. Toxicité de la substance

### 2.1. Toxicité en exposition aiguë

Comme tout solvant hydrocarboné, le benzène provoque des symptômes de toxicité aiguë tels que [4] :

- Des troubles digestifs en cas d'ingestion (douleurs abdominales, nausées, vomissements),
- Une pneumopathie d'inhalation,
- Des troubles neurologiques (troubles de la conscience, ivresse, somnolence, coma, convulsions) par inhalation : ces symptômes apparaissent à des concentrations variables entre les individus mais les convulsions sont observées uniquement à hautes doses,
- Des irritations cutanées,
- Des brûlures en cas de projection oculaire (lésions peu importantes et transitoires des cellules épithéliales).

### 2.2. Toxicité en exposition chronique

L'exposition chronique au benzène affecte la santé humaine à plusieurs niveaux [4] :

1. Toxicité non hématologique : Comme les autres solvants, l'inhalation de benzène provoque le syndrome psycho-organique (irritabilité, baisse des capacités d'attention et de mémorisation, syndrome dépressif, troubles du sommeil...), des troubles digestifs et des irritations en cas de contact cutané prolongé ;
2. Troubles hématologiques non malins : au-delà d'un seuil de toxicité fixé à 10 ppm environ, des hémopathies non malignes peuvent apparaître, et les signes d'une intoxication sont : thrombopénie, leucopénie, hyperleucocytose, anémie... Ces anomalies régressent généralement à l'arrêt de l'exposition ;
3. Hémopathies malignes et lymphopathies : le benzène est leucémogène pour des expositions extrêmement variables (< 1 ppm à > 100 ppm) ;
4. Mutagénèse : aucune relation n'a été établie entre l'existence de lésions chromosomiques et la survenue ultérieure éventuelle d'un état pathologique ;
5. Effets sur la reproduction : le benzène a une action possible sur l'axe hypothalamo-hypophysaire. Il provoquerait des troubles menstruels chez la femme, pourrait altérer la qualité du sperme et traverser la barrière placentaire pouvant augmenter la fréquence des avortements spontanés.

## 3. Réglementation

### 3.1. Textes réglementaires relatifs à la substance

#### *3.1.1. Textes relatifs à l'utilisation de la substance*

##### ➤ **Généralités**

L'arrêté du 07/08/1997 modifié relatif aux limitations de mise sur le marché et d'emploi de certains produits contenant des substances dangereuses [8] interdit la mise sur le marché et l'importation, à destination du public, de benzène depuis le 17 août 1997. Cette interdiction de mise sur le marché et d'importation, à destination du public, ne vise pas les produits destinés à être utilisés dans le cadre d'un usage professionnel. En l'occurrence, cette interdiction ne s'applique pas aux produits suivants, au stade final, destinés à l'utilisateur final :

1. Médicaments à usage humain ou vétérinaire, mentionnés à l'article L. 511 du Code de la santé publique ;



2. Produits cosmétiques au sens de l'article L. 658-1 du Code de la santé publique ;
3. Aux produits dérivés des huiles minérales, prévus pour être utilisés comme combustibles ou carburants dans des installations de combustion mobiles ou fixes ;
4. Aux combustibles vendus en système fermé (par exemple : bonbonnes de gaz liquéfié) ;
5. Aux couleurs pour artistes.

Le benzène est inscrit dans l'annexe XVII - Restrictions applicables à la fabrication, à la mise sur le marché et à l'utilisation de certaines substances dangereuses et de certains mélanges et articles dangereux - du Règlement 1907/2006 du 18 décembre 2006 (REACH) [9]. Selon cette annexe, applicable depuis le 1<sup>er</sup> juin 2009 :

1. Le benzène ne peut être utilisé dans les jouets ou parties de jouets mis sur le marché, lorsque la concentration en benzène libre est supérieure à 5 mg/kg (0,0005%) du poids du jouet ou d'une partie du jouet.
2. Les jouets ou parties de jouets ne répondant pas aux exigences du paragraphe 1 ne peuvent être mis sur le marché.
3. Le benzène ne peut être mis sur le marché, ni utilisé :
  - en tant que substance,
  - ou constituant d'autres substances, ou dans des mélanges, à des concentrations supérieures à 0,1% en poids.
4. Par dérogation, le paragraphe 3 n'est pas applicable :
  - a) aux carburants relevant de la directive 98/70/CE ;
  - b) aux substances et aux mélanges destinés à être mis en œuvre dans des procédés industriels ne permettant pas l'émission de benzène en quantité supérieure aux prescriptions de la législation existante.

Le benzène entre dans le champ du règlement (CE) n°689/2008 du 17 juin 2008 concernant les exportations et importations de produits chimiques dangereux dit « règlement PIC » [10]. Ce règlement met en œuvre la Convention de Rotterdam sur la procédure de consentement informé préalable (CIP) applicable à certains produits chimiques et pesticides dangereux qui font l'objet d'un commerce international. Le benzène est inscrit en annexe I- Partie 1 du règlement 689/2008, qui liste les produits soumis à la procédure de notification d'exportation (*sauf pour les carburants pour véhicules motorisés relevant de la directive 98/70/CE du Parlement européen et du Conseil du 13 octobre 1998 concernant la qualité de l'essence et des carburants diesel. Directive modifiée en dernier lieu par le règlement (CE) n° 1882/2003*).

#### ➤ **Carburants**

La directive 98/70/CE du Parlement européen et du Conseil du 13 octobre 1998 concernant la qualité de l'essence et des carburants diesel et modifiant la directive 93/12/CEE du Conseil [11], retranscrite en droit français par l'arrêté du 26 janvier 2009 relatif aux caractéristiques du supercarburant sans plomb 95-E10 (SP95-E10) [12], limite la concentration en benzène dans les carburants à 1% en volume.

#### ➤ **Cosmétiques**

Le benzène est réglementé par la Directive du Conseil 76/768/CEE du 27 juillet 1976 modifiée concernant le rapprochement des législations des États membres relatives aux produits cosmétiques [13], et notamment son annexe II, retranscrit en droit Français par l'arrêté du 6 février 2001 modifié fixant la liste des substances qui ne peuvent entrer dans la composition des produits cosmétiques [14]. Cet arrêté interdit la présence de benzène dans les produits cosmétiques depuis le 23/02/2001.

Notons que la directive 76/768/CEE ne sera plus applicable à partir du 11 juillet 2013, date à laquelle le Règlement n° 1223/2009 du Parlement européen et du Conseil du 30 novembre 2009 relatif aux produits cosmétiques [15] entrera en vigueur. Ce règlement reprend la même interdiction.

### 3.1.2. Textes relatifs aux valeurs limites d'émission des installations de traitement de déchets

Le benzène fait partie de la liste définie dans l'arrêté du 31/01/08 modifié relatif au registre et à la déclaration annuelle des émissions polluantes et des déchets **[16]**, concernant les polluants devant être mentionnés dans le registre des émissions polluantes et des déchets et devant apparaître dans la déclaration annuelle des émissions polluantes et des déchets faite par les exploitants des établissements concernés.

L'arrêté ministériel du 2 février 1998 modifié relatif aux prélèvements et à la consommation d'eau ainsi qu'aux émissions de toute nature des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation **[17]** impose dans les rejets aqueux une valeur limite pour le benzène de 1,5 mg/L en moyenne mensuelle dans les rejets dont le flux dépasse 1 g/j.

Concernant la pollution de l'air, cet arrêté impose à l'arrêté préfectoral d'autorisation du site de fixer une valeur limite de rejet de benzène si le flux horaire dépasse 25 g/h. **[17]**

De façon plus générale, cet arrêté impose les valeurs limites de rejets suivantes pour les émissions de COV des ICPE **[17]** :

- Si le flux horaire total dépasse 2 kg/h, la valeur limite exprimée en carbone total de la concentration globale de l'ensemble des composés est de 110 mg/m<sup>3</sup> ;
- Dans le cas de l'utilisation d'une technique d'oxydation pour l'élimination COV, la valeur limite d'émission en COV exprimée en carbone total est de 20 mg par m<sup>3</sup> ou 50 mg par m<sup>3</sup> si le rendement d'épuration est supérieur à 98%.

L'arrêté du 20/09/02 modifié relatif aux installations d'incinération et de co-incinération de déchets dangereux **[18]** impose aux exploitants d'estimer les flux de benzène susceptibles d'être rejetés par l'installation. Il précise que cette substance peut faire l'objet de mesures de détection. L'arrêté préfectoral peut fixer des valeurs limites de rejets pour ces paramètres.

De façon plus générale, cet arrêté impose les valeurs limites de rejets suivantes pour les émissions de substances organiques à l'état de gaz ou de vapeur, exprimées en carbone organique total (COT) : **[18]**

- 10 mg/m<sup>3</sup> en moyenne journalière,
- 20 mg/m<sup>3</sup> en moyenne sur une demi-heure.

L'arrêté du 20/09/02 relatif aux installations d'incinération et de co-incinération de déchets non dangereux et aux installations incinérant des déchets d'activités de soins à risques infectieux **[19]** impose les valeurs limites de rejets suivantes pour les émissions de substances organiques à l'état de gaz ou de vapeur, exprimées en carbone organique total (COT) :

- 10 mg/m<sup>3</sup> en moyenne journalière,
- 20 mg/m<sup>3</sup> en moyenne sur une demi-heure.

L'arrêté du 28/10/10 relatif aux installations de stockage de déchets inertes **[20]** impose de réaliser un essai de lixiviation et une analyse du contenu total lors de la procédure d'acceptation préalable de tout déchet inerte ne faisant pas partie de la liste des déchets admissibles de l'annexe I du même arrêté. Parmi les paramètres à analyser lors de l'analyse du contenu total, le paramètre BTEX (benzène, toluène, éthylbenzène et xylènes) doit respecter la valeur limite de 6 mg/kg de déchet sec.

## 3.2. Valeurs de référence

En France, une VLEP réglementaire contraignante dans l'air des locaux de travail a été établie en France pour le benzène (art. R.4412-149 du Code du travail) :

- VME (exposition moyenne pondérée sur 8 heures) = 1 ppm soit 3,25 mg/m<sup>3</sup> ;
- Possibilité d'une pénétration cutanée importante.

Le rapport d'expertise ayant amené à la recommandation de cette VLEP française n'est pas disponible.

Au niveau communautaire, la Directive 2004/37/CE concernant la protection des travailleurs contre les risques liés à l'exposition à des agents cancérigènes ou mutagène au travail [21], fixe pour le benzène la valeur limite d'exposition professionnelle suivante :

- Pour une exposition moyenne pondérée sur 8 heures : 1 ppm, soit 3,25 mg/m<sup>3</sup> ;
- Une pénétration cutanée s'ajoutant à l'inhalation réglementée est possible.

Le Scientific Committee on Occupational Exposure Limit (SCOEL) élabore les VLEP au niveau européen. Aucun rapport du SCOEL ayant amené à la recommandation de cette VLEP n'est disponible pour le benzène.

### 3.3. Normes relatives à l'analyse dans l'air

Les références des normes relatives à l'analyse dans l'air du benzène sont présentées dans le tableau suivant :

**Tableau 29 : Normes relatives à l'analyse du benzène dans l'air**

Source	Référence méthode / norme
Fiches Métropol de l'INRS [22] [23]	Fiche Métropol 012/V01.01. Hydrocarbures aromatiques. 11/2009. Fiche Métropol 055/V02. Mélanges de vapeurs d'hydrocarbures C6 à C12. 11/2009.
Normes AFNOR spécifiques [24]	NF EN 14662 (Novembre 2005) Qualité de l'air ambiant - Méthode normalisée pour le mesurage des concentrations en benzène.  NF X43-267 (Juillet 2004) Air des lieux de travail. Prélèvement et analyse de vapeurs organiques. Prélèvement par pompage sur tube à adsorption et désorption au solvant.  NF EN ISO 16017 (Partie 1 : Mars 2001 / Partie 2 : Oct 2003) Air intérieur, air ambiant et air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par tube à adsorption/désorption thermique/chromatographie en phase gazeuse sur capillaire.  NF ISO 16200 (Décembre 2001) Qualité de l'air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par désorption au solvant/chromatographie en phase gazeuse.  ISO 9487:1991 (Août 1991) Air des lieux de travail. Détermination des hydrocarbures aromatiques vaporeux. Méthode d'analyse par tube à charbon actif/désorption des solvants/chromatographie en phase gazeuse.
Méthodes NIOSH [25]	Méthode 2549 : « Volatile organic CPDS (Screening) ». Issue 1, 15 mai 1996. Méthode 3700 : « Benzene by portable GC ». Issue 2, 15 août 1994. Méthode 1501 : « Hydrocarbons, aromatic ». Issue 3, 15 mars 2003. Méthode 1500 : « Hydrocarbons, BP 36-216°C ». Issue 3, 15 mars 2003. Méthode 3800 : « Organic and inorganic gases by extractive FTIR spectrometry ». Issue 1, 15 mars 2003.
Méthodes OSHA [26]	Méthode 12 : Benzene. Septembre 1979, révisée en août 1980. Méthode 1005 : Benzene. Novembre 2001.

### 3.4. EPI pour l'exposition par inhalation

La norme NF EN 529<sup>30</sup> définit les facteurs de protection pour chaque type d'appareil de protection respiratoire (annexe C).

Pour les gaz et vapeurs organiques dont le point d'ébullition est supérieur à 65°C, le type de filtre adapté est un filtre à gaz EN 14387/IN1 type A [27].

Le guide d'intervention chimique concernant le benzène, réalisé par Atofina, Total et Cedre [28], préconise les équipements de protection individuels pour le benzène suivants, en fonction des CME (Concentration Maximale d'Emploi) :

- Masque à gaz jusqu'à 200 ppm,
- Appareil de Protection Respiratoire Autonome (APRA) : illimitée,
- Porter un scaphandre antichimique si la concentration de vapeur risque d'être forte.

## 4. Production et consommation de la substance

L'OCDE (Organisation de Coopération et de Développement Economiques) classe le benzène comme produit chimique HPV (High Production Volume) [29] : il est donc fabriqué ou importé à raison d'au moins 1 000 tonnes par an dans l'Union Européenne, et ce par au moins un état membre.

Selon l'European Union Risk Assessment Report [30], la production française annuelle de benzène est présentée dans le tableau suivant :

**Tableau 30 : Chiffres de production de benzène pur en France (kt/an) [30]**

Procédé de production	1996 (Source : CEFIC)	1994-2001 (Sources : IUCLID Datasets (1992/93), APA Questionnaire 1995 et 1999 et autres informations non précisées dans le RAR)	1985 (Source : Nielsen et al. 1991)
A partir du pétrole	691	881,45	980
A partir du charbon	41	Non disponible	Non disponible

Selon l'INERIS, la capacité de production française était de 1 030 kt/an en 2000, répartie sur 8 sites de production [7].

Selon l'inventaire CMR de l'INRS (2005), la consommation française de benzène en 2005 était d'environ 700 000 tonnes/an. [31]

Les principales activités mettant en œuvre du benzène sont liées à l'industrie chimique et pétrochimique.

L'inventaire CMR réalisé en 2005 par l'INRS, auprès d'un échantillon représentatif de 2 000 établissements appartenant à 30 secteurs d'activité primaires, indique que la consommation française de benzène par secteur d'activité était la suivante :

<sup>30</sup> Appareil de protection respiratoire – Recommandations pour le choix, l'utilisation, l'entretien et la maintenance – Guide.

Tableau 31 : Consommation de benzène en fonction des secteurs d'activité [31]

Secteurs d'activité	% de la consommation annuelle française en 2005
Fabrication d'autres produits chimiques organiques de base	41,91%
Fabrication de produits chimiques à usage industriel	33,53%
Fabrication de matières plastiques de base	24,03%
Fabrication de savons, détergents et produits d'entretien	0,54%
Fabrication de médicaments	0% (0,5 t/an)
Fabrication d'autres produits pharmaceutiques	0% (0,02 t/an)
Fabrication d'huiles essentielles	0% (0,005 t/an)

## 5. Utilisations de la substance

### 5.1. Carburants

Même s'il y est présent naturellement, le benzène est utilisé comme additif dans l'essence en vue d'améliorer l'indice d'octane, c'est-à-dire l'aptitude de l'essence à résister à l'auto-inflammation, et ceci afin de se préserver de combustions non contrôlées par l'étincelle électrique. [4]

Les essences automobiles, qui représentent environ 10 millions de tonnes distribuées chaque année partout en France, peuvent contenir jusqu'à 1% de benzène (limite imposée par deux arrêtés du 23 décembre 1999). [32]

### 5.2. Industrie chimique / pétrochimique

Le benzène est largement utilisé dans l'industrie chimique ou pétrochimique comme produit de base dans la fabrication de nombreux intermédiaires de synthèse et notamment (dans l'ordre de tonnages décroissants) :

- l'éthylbenzène, [32] [33] [6] utilisé dans sa très grande majorité pour fabriquer du styrène [34] ;
- le cumène, [32] [33] [6] utilisé comme intermédiaire de synthèse dans la fabrication de phénol et d'acétone [6] [35] ;
- le cyclohexane, [32] [6] utilisé pour la fabrication des polyamides (nylons notamment) [32] [36], comme solvant dans les adhésifs, peintures et encres [36], ou comme agent de précipitation ou d'extraction dans l'industrie pharmaceutique / huiles essentielles) [36] ;
- le nitrobenzène, [32] [6] utilisé comme intermédiaire pour la fabrication de l'aniline. [32] [37] ;
- l'anhydride maléique, les alkylats benzéniques, le chlorobenzène [32] [6] qui sont à la base de nombreux produits : styrène, phénol, caoutchoucs, élastomères, polymères, résines, solvants, colorants, pesticides, produits pharmaceutiques, détergents, parfums, additifs alimentaires, explosifs... [4] [7].

Le benzène peut également être utilisé comme agent d'extraction dans l'industrie des parfums ; selon les sources de l'industrie concernée, cette utilisation tendrait à disparaître en France depuis 1995. [4]

Dans le domaine de la pharmacie, le benzène reste utilisé comme solvant et réactif pour des productions spécifiques, mais cet usage semble ne concerner que peu de sites en France. [7]

### 5.3. Laboratoires

Un assez petit nombre de chimistes des laboratoires de l'industrie et de la recherche continue à utiliser du benzène vendu par des fournisseurs de produits pour laboratoire. [32]

Il est à noter que le benzène n'est plus utilisé pour les travaux pratiques de chimie dans les collèges et les classes d'enseignement général des lycées (B.O. de l'Education nationale du 27 mai 1993). [32]

#### 5.4. Etat des lieux de la substitution de la substance en France

Les données de l'inventaire CMR 2005 de l'INRS précisent que le benzène a, de manière générale, été substitué [31] :

- En tant que solvant de synthèse par du toluène (comme par exemple pour la synthèse de polymères en tant que solvant entre oléfines et catalyseurs) ;
- Comme solvant d'extraction par du n-hexane (dans l'industrie de l'extraction des huiles essentielles).

Une étude particulière a été menée en Allemagne [38] sur la substitution des solvants utilisés lors de l'analyse des résidus de pesticides dans des milieux environnementaux (eau, sol, plantes). Pour ces analyses, les substances recherchées sont extraites de l'échantillon en utilisant un solvant organique ou un mélange de solvants. A. Eickhoff *et al.* indique que le benzène est aujourd'hui remplacé par le toluène (ou méthylbenzène) pour ces méthodes analytiques.

## 6. Le benzène dans les déchets

### 6.1. Déchets contenant du benzène

Selon l'étude des composés CMR dans les déchets dangereux de l'INRS [39], le benzène fait partie des 5 substances CMR les plus fréquemment citées parmi les substances contenues dans les déchets, par les traiteurs et producteurs de déchets. Selon l'enquête réalisée dans le cadre de cette étude, le benzène peut être présent dans les types de déchets suivants :

- Solvants usés,
- Déchets acides, alcalins ou salins,
- Huiles usées,
- Catalyseurs chimiques usés,
- Déchets de préparations chimiques,
- Dépôts et résidus chimiques,
- Boues d'effluents industriels,
- Déchets de bois,
- Terres et boues de dragage polluées.

D'après cette étude et les différentes utilisations identifiées dans la présente fiche, les déchets pouvant contenir du benzène sont classés dans la nomenclature déchets de l'article R541-8 (Annexe II) du Code de l'environnement [40] sous les rubriques suivantes :

Tableau 32 : Rubriques des déchets susceptibles de contenir du benzène

N° RUBRIQUE	DECHETS
<b>05</b>	<b>DÉCHETS PROVENANT DU RAFFINAGE DU PÉTROLE, DE LA PURIFICATION DU GAZ NATUREL ET DU TRAITEMENT PYROLYTIQUE DU CHARBON</b>
05 01	Déchets provenant du raffinage du pétrole
<b>07</b>	<b>DÉCHETS DES PROCÉDÉS DE LA CHIMIE ORGANIQUE</b>
07 01	Déchets provenant de la fabrication, formulation, distribution et utilisation (FFDU) de produits organiques de base
07 07	Déchets provenant de la FFDU de produits chimiques issus de la chimie fine et de produits chimiques non spécifiés ailleurs
<b>12</b>	<b>DÉCHETS PROVENANT DE LA MISE EN FORME ET DU TRAITEMENT PHYSIQUE ET MÉCANIQUE DE SURFACE DES MÉTAUX ET MATIÈRES PLASTIQUES</b>
12 01	Déchets provenant de la mise en forme et du traitement mécanique et physique de surface des métaux et matières plastiques
12 01 06*	Huiles d'usinage à base minérale contenant des halogènes (pas sous forme d'émulsions ou de solutions)
12 01 07*	Huiles d'usinage à base minérale sans halogènes (pas sous forme d'émulsions ou de solutions)
12 01 10*	Huiles d'usinage de synthèse
12 01 14*	Boues d'usinage contenant des substances dangereuses
12 01 18*	Boues métalliques (provenant du meulage et de l'affûtage) contenant des hydrocarbures
<b>13</b>	<b>HUILES ET COMBUSTIBLES LIQUIDES USAGÉS (SAUF HUILES ALIMENTAIRES ET HUILES FIGURANT AUX CHAPITRES 05, 12 ET 19)</b>
13 01	Huiles hydrauliques usagées
13 02	Huiles moteur, de boîte de vitesses et de lubrification usagées
13 03	Huiles isolantes et fluides caloporteurs usagés
13 04	Hydrocarbures de fond de cale
13 05	Contenu de séparateur eau/hydrocarbures
13 07	Combustibles liquides usagés
13 08	Huiles usagées non spécifiées ailleurs
<b>15</b>	<b>EMBALLAGES ET DÉCHETS D'EMBALLAGES, ABSORBANTS, CHIFFONS D'ESSUYAGE, MATÉRIAUX FILTRANTS ET VÊTEMENTS DE PROTECTION NON SPÉCIFIÉS AILLEURS</b>
15 01	Emballages et déchets d'emballages (y compris les déchets d'emballages municipaux collectés séparément)
15 01 10*	Emballages contenant des résidus de substances dangereuses ou contaminés par de tels résidus
15 02	<b>Absorbants, matériaux filtrants, chiffons d'essuyage et vêtements de protection</b>
15 02 02*	Absorbants, matériaux filtrants (y compris les filtres à huile non spécifiés ailleurs), chiffons d'essuyage et vêtements de protection contaminés par des substances dangereuses
<b>16</b>	<b>DÉCHETS NON DÉCRITS AILLEURS DANS LA LISTE</b>
16 01	<b>Véhicules hors d'usage de différents moyens de transport (y compris machines tout-terrain) et déchets provenant du démontage de véhicules hors d'usage et de l'entretien de véhicules</b>
16 01 04*	Véhicules hors d'usage
16 01 07*	Filtres à huile
16 03	<b>Loupés de fabrication et produits non utilisés</b>
16 03 05*	Déchets d'origine organique contenant des substances dangereuses
16 05	<b>Gaz en récipients à pression et produits chimiques mis au rebut</b>
16 05 06*	Produits chimiques de laboratoire à base de ou contenant des substances dangereuses, y compris les mélanges de produits chimiques de laboratoire
16 05 08*	Produits chimiques d'origine organique à base de ou contenant des substances dangereuses, mis au rebut
16 07	<b>Déchets provenant du nettoyage de cuves et fûts de stockage et de transport</b>

N° RUBRIQUE	DECHETS
<b>19</b>	<b>DÉCHETS PROVENANT DES INSTALLATIONS DE GESTION DES DÉCHETS, DES STATIONS D'ÉPURATION DES EAUX USÉES HORS SITE ET DE LA PRÉPARATION D'EAU DESTINÉE À LA CONSOMMATION HUMAINE ET D'EAU À USAGE INDUSTRIEL</b>
<b>19 07</b>	<b>Lixiviats de décharges</b>
19 07 02*	Lixiviats de décharges contenant des substances dangereuses
<b>19 08</b>	<b>Déchets provenant d'installations de traitement des eaux usées non spécifiés ailleurs</b>
19 08 10*	Mélanges de graisse et d'huile provenant de la séparation huile/eaux usées autres que ceux visés à la rubrique 19 08 09
19 08 11*	Boues contenant des substances dangereuses provenant du traitement biologique des eaux usées industrielles
19 08 13*	Boues contenant des substances dangereuses provenant d'autres traitements des eaux usées industrielles
<b>19 11</b>	<b>Déchets provenant de la régénération de l'huile</b>
19 11 04*	Déchets provenant du nettoyage d'hydrocarbures avec des bases
19 11 05*	Boues provenant du traitement in situ des effluents contenant des substances dangereuses
<b>20</b>	<b>DÉCHETS MUNICIPAUX (DÉCHETS MÉNAGERS ET DÉCHETS ASSIMILÉS PROVENANT DES COMMERCE, DES INDUSTRIES ET DES ADMINISTRATIONS), Y COMPRIS LES FRACTIONS COLLECTÉES SÉPARÉMENT</b>
<b>20 01</b>	<b>Fractions collectées séparément</b>
20 01 13*	Solvants

## 6.2. Flux du benzène dans les déchets

Deipser et Stegmann (1994) ont mesuré les teneurs en micropolluants organiques de six échantillons d'OM brutes fraîches (1 semaine) en Allemagne. La concentration maximale mesurée en benzène est de 0,68 mg/kg de matière sèche. [41]

Une entreprise du comité de suivi, spécialisée dans le traitement par incinération de déchets industriels dangereux, a fourni des résultats de mesures réalisées à la réception de déchets, entre 2005 et 2010.

Les résultats sont présentés dans le tableau suivant, sous la forme de pourcentages massiques en benzène dans les déchets analysés.

**Tableau 33 : Analyses dans les déchets – Incinération déchets industriels (2005 à 2010)**

Désignation du déchet	% massique en benzène dans le déchet
Benzène	100,0
Methanol	1,8

## 6.3. Formation du benzène lors du traitement des déchets

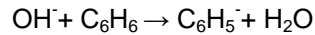
### 6.3.1. Incinération des déchets

Dans le cadre des travaux du GRIDEC (groupe de recherche sur l'incinération des déchets) sur l'évaluation des nuisances et impacts liés à l'incinération des ordures ménagères et assimilés) –



octobre 1996 – le benzène a été identifié parmi les composés organiques volatils majoritairement émis par une UIOM. [42]

Selon S. Bicocchi *et al.* (2009) [43], le benzène fait partie de la liste des 12 COV les plus fréquemment détectés et à des concentrations pouvant être importantes, lors de l'incinération des déchets. Il fait aussi partie des polluants pouvant être présents dans les fumées des unités de traitement et de valorisation des déchets. Le benzène est un produit de combustion incomplète. Il est décomposé selon la réaction suivante :



Sa décomposition complète s'effectue à des températures supérieures à 788°C pour des temps de l'ordre d'une seconde. [35]

De façon générale, les hydrocarbures aromatiques sont émis lors de la combustion des substances et matériaux suivants [35] :

- Phénoplastes (Phénol Formaldéhyde),
- Poly (acrylonitrile/butadiène/styrène) = ABS,
- PVC,
- Polyesters non saturés (VP),
- Polyuréthanes (PUR).

Les concentrations des composés organiques émis lors de la combustion des déchets dépendent étroitement des conditions thermiques.

### **6.3.2. Compostage des déchets**

Le benzène fait partie des substances formées lors du compostage des déchets (ASTEE, 2006). [44]

Selon l'INERIS [45], le benzène fait partie des éléments traces contenus dans le biogaz des centres de tri et de compostage, en de faibles concentrations. La concentration donnée par cette source est inférieure à 0,17 mg/m<sup>3</sup>.

L'étude FNADE-MEDD réalisée en 2002 sur les risques non microbiologiques associés au compostage des déchets rapporte les teneurs en COV dans l'air au sein des tas de compost d'ordures ménagères brutes. Pour le benzène, cette concentration est de 700 µg/m<sup>3</sup>. Les mesures dans une salle de compostage fermée donnent des valeurs comprises entre < 1 et 5 µg/m<sup>3</sup>. [41]

### **6.3.3. Stockage des déchets**

Selon le Guide pour l'évaluation du risque sanitaire dans le cadre de l'étude d'impact d'une Installation de Stockage de Déchets Ménagers et Assimilés (2005) (ISDMA) [46], le benzène fait partie des substances susceptibles d'être émises par les ISDMA. Il fait également partie des substances présentes dans les émissions de torchères à biogaz, chaudières et moteurs / turbines à biogaz des ISDMA.

Les concentrations en benzène dans le biogaz sont comprises, selon les sources, entre 1,08 et 31,08 mg/m<sup>3</sup> et les concentrations données pour la sortie de torchère sont comprises, selon les sources, entre 0,009 et 0,019 mg/m<sup>3</sup>. [46]

Les teneurs maximales en benzène mesurées dans les lixiviats sont [46] :

Type de sous-produit liquide	Concentrations maximales	Source
Lixiviats bruts	11 000 µg/L	Agence de l'eau 1995
	1 630 µg/L	ENSP 2002
	815 µg/L	POLDEN + RSD 2003

Selon l'INERIS [40], le benzène fait partie des éléments traces contenus dans le biogaz des Centres d'Enfouissement Technique (CET), à des intervalles de concentration compris entre 0,03 et 114 mg/m<sup>3</sup>, selon les sources.

Le rapport « Stockage des déchets et santé publique » (2004), coordonné par l'INVS [47] indique :

- La présence de benzène dans les micropolluants organiques anthropogéniques présents à l'état de traces dans le biogaz des centres de stockage de déchets non dangereux. Les concentrations sont comprises entre 0,03 et 39 mg/m<sup>3</sup> ;
- La présence de benzène dans les micropolluants organiques anthropogéniques présents dans les lixiviats. Les concentrations varient entre 0,2 et 1 630 µg/L.

#### 6.3.4. Stations d'épuration

Selon l'INERIS [40], le benzène fait partie des éléments traces contenus dans le biogaz de STEP, à des concentrations de l'ordre de 0,1 mg/m<sup>3</sup>.

## 6.4. Exposition des travailleurs au benzène

Le benzène fait partie des substances identifiées et mesurées dans l'air ambiant d'installation de compostage dans des concentrations supérieures aux VTR [48].

L'étude FNADE-MEDD réalisée en 2002 sur les risques non microbiologiques associés au compostage des déchets rapporte les teneurs en benzène mesurées dans l'air en divers points de site de compostage de déchets ménagers solides. Ces résultats sont présentés dans le tableau suivant [41] :

**Tableau 34 : Benzène mesuré dans l'air en divers points de site de compostage de déchets ménagers solides (teneurs en µg/m<sup>3</sup>) (Eitzer, 1995)**

Point de mesure	Concentration en µg/m <sup>3</sup>
Stockage	12
Broyage	8
Digesteur	130
Compost frais	35
Compost mûr	120

Cette même étude précise les valeurs en benzène mesurées sur un site de compostage d'ordures ménagères [41] :

- en salle de tri des déchets : 100 ppb ;
- au niveau du stockage du compost : 0,5 ppb.

Les concentrations atmosphériques de benzène de 0,5 ppb au niveau du site de stockage du compost sont des valeurs habituellement rencontrées sur des sites urbains [41].

D'après l'étude relative aux émissions de deux centres de stockage d'ordures ménagères réalisée par Hours *et al* (2000), les concentrations les plus élevées mesurées aux postes de travail sont de l'ordre de 0,121 mg/m<sup>3</sup> (conducteurs d'engins). [49]

Une étude de l'INRS sur la Caractérisation des risques chimiques potentiels dans quelques filières de traitement des déchets [50] a établi, à partir de la base COLCHIC, la liste des agents chimiques présents dans les filières de traitement des déchets et les niveaux d'exposition auxquels sont soumis les salariés. Cette étude indique que les personnes réalisant le démantèlement et la dépollution des Véhicules Hors d'Usage peuvent potentiellement être exposées au benzène contenu dans les carburants, ainsi que celles réalisant le traitement des filtres à huiles. L'étude ne donne cependant aucune précision sur les niveaux d'expositions mesurés.

La base Colchic de l'INRS fournit des données d'exposition dans les ambiances de travail des filières du déchet. Les résultats ont été obtenus à partir des mesures effectuées par les 8 laboratoires interrégionaux de chimie des CRAM/CARSAT et de l'INRS, entre 2001 et 2010. Les résultats sont présentés dans le tableau suivant sans distinction du secteur d'activité concerné (résultats détaillés en **annexe 5-4**).

**Tableau 35 : Extraction de la base de données Colchic – Analyses en benzène**

	Prélèvements individuels			Prélèvements d'ambiance		
	Nombre de mesures	Concentration min	Concentration max	Nombre de mesures	Concentration min	Concentration max
<b>Benzène (mg/m<sup>3</sup>)</b>	18	0,09	288	52	3,35	200

Une entreprise spécialisée dans le traitement des déchets spéciaux a fourni des données semi-quantitatives sur les niveaux mesurés en benzène dans les ambiances de travail. Les résultats sont présentés dans le tableau ci-après.

**Tableau 36 : Données d'exposition en benzène - Traitement des déchets spéciaux<sup>31</sup>**

Activités évaluées	Nombre de sites évalués	Postes de travail évalués	Nombre de fois recherchées lors des mesures d'exposition professionnelles	Nombre de fois inférieures aux VLEP	Nombre de fois supérieures aux VLEP	Nombre de fois détectées (Valeurs inf + valeurs sup à la VLEP)
Incinération	5	Tous postes confondus	77	24	0	24
Traitement biologique	5	Tous postes confondus	10	1	0	1
Traitement physico-chimique	6	Tous postes confondus	11	0	0	0
Valorisation solvants et hydrocarbures	8	Tous postes confondus	60	14	0	14
Transit et regroupement	5	Tous postes confondus	39	1	0	1
Déconditionnement	7	Tous postes confondus	41	0	0	0
Broyage	6	Tous postes confondus	67	0	0	0
Stockage (inclus les dépotages et prélèvements)	15	Tous postes confondus	101	9	0	9

Aucun dépassement des VLEP n'a été observé.

## 7. Références bibliographiques

1 Règlement (CE) n° 1272/2008 du Parlement européen et du Conseil du 16 décembre 2008 relatif à la classification, à l'étiquetage et à l'emballage des substances et des mélanges, modifiant et abrogeant les directives 67/548/CEE et 1999/45/CE et modifiant le règlement (CE) n° 1907/2006.

2 IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. Volume 29. Dernière révision : 9 avril 1998.

3 Integrated Risk Information System (IRIS). US-EPA. Benzene. Dernière mise à jour : 01/10/2008. <http://www.epa.gov/iris/subst/0276.htm>

4 FT49. Benzène. INRS. 2007.

5 Base de données BIOTOX. INRS. Mise à jour : septembre 2010.

6 Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques – Benzène. INERIS. 2006.

7 Fiche de données technico-économiques sur les substances chimiques en France – Benzène. INERIS. 2006.

<sup>31</sup> Les résultats d'analyse présentés ne tiennent pas compte des EPI (pas de facteur d'abattement appliqué).

8 Arrêté du 07/08/97 modifié relatif aux limitations de mise sur le marché et d'emploi de certains produits contenant des substances dangereuses.

9 Règlement (CE) n° 1907/2006 du Parlement européen et du Conseil du 18 décembre 2006 concernant l'enregistrement, l'évaluation et l'autorisation des substances chimiques, ainsi que les restrictions applicables à ces substances (REACH), instituant une agence européenne des produits chimiques, modifiant la directive 1999/45/CE et abrogeant le règlement (CEE) n° 793/93 du Conseil et le règlement (CE) n° 1488/94 de la Commission ainsi que la directive 76/769/CEE du Conseil et les directives 91/155/CEE, 93/67/CEE, 93/105/CE et 2000/21/CE de la Commission.

10 Règlement n° 689/2008/CE du 17 juin 2008 concernant les exportations et importations de produits chimiques dangereux.

11 Directive 98/70/CE du Parlement européen et du Conseil du 13 octobre 1998 concernant la qualité de l'essence et des carburants diesel et modifiant la directive 93/12/CEE du Conseil.

12 Arrêté du 26 janvier 2009 relatif aux caractéristiques du supercarburant sans plomb 95-E10 (SP95-E10).

13 Directive du Conseil 76/768/CEE du 27 juillet 1976 modifiée concernant le rapprochement des législations des États membres relatives aux produits cosmétiques.

14 Arrêté du 6 février 2001 modifié fixant la liste des substances qui ne peuvent entrer dans la composition des produits cosmétiques.

15 Règlement n° 1223/2009 du Parlement européen et du Conseil du 30 novembre 2009 relatif aux produits cosmétiques.

16 Arrêté du 31/01/08 modifié relatif au registre et à la déclaration annuelle des émissions polluantes et des déchets.

17 Arrêté du 02/02/98 modifié relatif aux prélèvements et à la consommation d'eau ainsi qu'aux émissions de toute nature des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation.

18 Arrêté du 20/09/02 modifié relatif aux installations d'incinération et de co-incinération de déchets dangereux.

19 Arrêté du 20/09/02 modifié relatif aux installations d'incinération et de co-incinération de déchets non dangereux et aux installations incinérant des déchets d'activités de soins à risques infectieux.

20 Arrêté du 28/10/10 relatif aux installations de stockage de déchets inertes.

21 Directive 2004/37/CE concernant la protection des travailleurs contre les risques liés à l'exposition à des agents cancérigènes ou mutagènes au travail.

22 Fiche Metropol 012/V01.01. Hydrocarbures aromatiques. INRS. 11/2009.

23 Fiche Metropol 055/V02. Mélanges de vapeurs d'hydrocarbures C6 à C12. INRS. 11/2009.

24 Site internet de l'Afnor. Date de consultation : avril 2011. <http://www.boutique.afnor.org/>

25 NIOSH Manual of Analytical Methods. 3<sup>ème</sup> supplément. 2003.  
<http://www.cdc.gov/niosh/docs/2003-154/>

- 
- 26 Sampling & Analytical Methods. Occupational Safety & Health Administration (OSHA). Dernière date de mise à jour : 23/03/2010. [http://www.osha.gov/dts/sltc/methods/toc\\_c.html](http://www.osha.gov/dts/sltc/methods/toc_c.html)
- 27 Fiche pratique de sécurité. Les appareils de protection respiratoire. ED 98. INRS. Octobre 2008.
- 28 Benzène – Guide d'intervention chimique. Atofina, Total, Cedre. Novembre 2004. [www.cedre.fr/fr/publication/guides/chimique/benzene.pdf](http://www.cedre.fr/fr/publication/guides/chimique/benzene.pdf)
- 29 OCDE (Organisation de coopération et de développement économiques). Date de consultation : mai 2011. <http://webnet.oecd.org/hpv/UI/Search.aspx>
- 30 European Union Risk Assessment Report – Benzène. Final version of 2008.
- 31 Inventaire CMR 2005. Base de données de l'INRS. [http://www.inrs.fr/inrs-pub/inrs01.nsf/IntranetObject-accesParReference/INRS-FR/\\$FILE/fset.html](http://www.inrs.fr/inrs-pub/inrs01.nsf/IntranetObject-accesParReference/INRS-FR/$FILE/fset.html)
- 32 Dossier INRS « Le Benzène ». Date de consultation : mai 2011. [http://www.inrs.fr/INRS-PUB/inrs01.nsf/inrs01\\_search\\_view\\_view/5F30BF77B0641B18C1256D55004F80C0/\\$FILE/Visu.html](http://www.inrs.fr/INRS-PUB/inrs01.nsf/inrs01_search_view_view/5F30BF77B0641B18C1256D55004F80C0/$FILE/Visu.html)
- 33 Report on carcinogens, 11th edition. <http://ntp.niehs.nih.gov/index.cfm?objectid=32BA9724-F1F6-975E-7FCE50709CB4C932>
- 34 Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques – Ethylbenzène. INERIS. 2005.
- 35 European Union Risk Assessment Report – Cumène. Final report, November 2001.
- 36 European Union Risk Assessment Report – Cyclohexane. Final report, 2004.
- 37 European Union Risk Assessment Report – Nitrobenzène. Final report, 2007.
- 38 A. Eickhoff and R. Kreuzig, The substitution of toxicologically critical solvents in the residue analysis of pesticides, Institute for Ecological Chemistry and Waste Analysis, Technical University of Braunschweig. Date non renseignée.
- 39 Etude des composés CMR dans les déchets dangereux. Alain Chollot. INRS. 2007.
- 40 Annexe II de l'article R541-8 du Code de l'environnement : LISTE DE DÉCHETS.
- 41 Les risques non microbiologiques associés au compostage des déchets. FNADE, Ministère de l'écologie et du développement durable. 19 août 2002.
- 42 Guide pour l'évaluation du risque sanitaire dans le cadre de l'étude d'impact d'une UIOM. ASTEE. Novembre 2003.
- 43 Les polluants et les techniques d'épuration des fumées. Cas des unités de traitement et de valorisation des déchets. Etat de l'art. Stéphane Biccocchi, Mathieu Boulinguez, Karen Diard. Etude réalisée sous la direction et pour le compte de l'association RECORD. Editions Tec & Doc Lavoisier. 2<sup>e</sup> édition. 2009.
- 44 Guide méthodologique pour l'évaluation du risque sanitaire de l'étude d'impact des installations de compostage soumises à autorisation. ASTEE. Juin 2006.

45 Caractérisation des biogaz – Bibliographie – Mesures sur sites – Rapport final. J. POULLEAU. INERIS. Octobre 2002.

46 Guide pour l'évaluation du risque sanitaire dans le cadre de l'étude d'impact d'une installation de stockage de déchets ménagers et assimilés. Association Scientifique et Technique pour l'Eau et l'Environnement (ASTEE). Février 2005.

47 Stockage des déchets et santé publique. Chapitre 2.1. INVS. Septembre 2004.  
<http://www.invs.sante.fr/publications/2005/dechets/index.html>

48 Faisabilité d'une étude épidémiologique auprès des travailleurs des centres de compostage. Gwladys FRANCOIS. Mémoire de l'Ecole Nationale de la Santé Publique (ENSP). 2005.

49 Etude des polluants atmosphériques émis dans deux centres de stockage des ordures ménagères ; Caractérisation et mesure des niveaux d'exposition ; Mise au point d'outils de suivi en vue de l'évaluation des risques sanitaires. M. Hours, Ph. Berny. ETUDE N° 99-0654/3A. RECORD, ADEME. Septembre 2001.

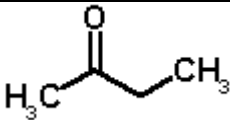
50 ND 2271-207-07. Caractérisation des risques chimiques potentiels dans quelques filières de traitement des déchets. Barbara SAVARY, Raymond VINCENT. Cahiers de notes documentaires. INRS. 2<sup>ème</sup> trimestre 2007.

**FICHE FILIÈRE DE LA BUTANONE**



## 1. Fiche identité de la substance

Tableau 37 : Caractéristiques de la butanone

IDENTIFICATION DE LA SUBSTANCE	
Numéros CAS	78-93-3
Numéro CE (EINECS, ELINCS, NLP)	201-159-0
Nom	Butanone
Synonymes	Ethylméthylcétone Méthyléthylcétone 2-Butanone MEK MEC
Famille chimique	Cétones aliphatiques
Formule brute	C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> O
Formule semi-développée	
Catégorie de classement de la substance	<p><b>Classement selon le règlement CLP (N° 1272/2008 - Annexe VI) [1] :</b> Non classée cancérigène, mutagène ou reprotoxique</p> <p><b>Classement selon le CIRC [2] :</b> Non classée</p> <p><b>Classement selon l'US-EPA [3] :</b> Non classée</p> <p><b>VLEP réglementaire contraignante (article R4412-149 du code du travail) :</b> VLEP (8h) : 200 ppm soit 600 mg/m<sup>3</sup> VLEP (court terme : 15 min) : 300 ppm soit 900 mg/m<sup>3</sup></p>
Tension vapeur	10 330 Pa à 20°C [4]
Indicateur biologique d'exposition [5]	<p><u>2-Butanone sanguine :</u> Valeur-guide française : non déterminée</p> <p><u>2-Butanone urinaire :</u> Méthyléthylcétone urinaire = 2 mg/L en fin de poste<sup>32</sup></p>
Fiche INRS	FT14 : Butanone ou Méthyléthylcétone. 2009 [4]
Fiche INERIS	Sans objet

<sup>32</sup> Dernière mise à jour en 1997.

## 2. Toxicité de la substance

### 2.1. Toxicité en exposition aiguë

L'exposition aiguë par inhalation à la butanone provoque une irritation des muqueuses (oculaires, nasales et pharyngées). Ces effets ont été observés à partir d'une concentration de l'ordre de 100 ppm pour une exposition de 3 à 5 minutes.

Des troubles digestifs, des céphalées, voire des troubles du système nerveux central (confusion...) peuvent apparaître à des concentrations plus élevées. [4]

### 2.2. Toxicité en exposition chronique

Les études sur les effets à long terme d'une exposition à la butanone sont rares.

Des encéphalopathies chroniques ou des neuropathies périphériques ont été décrites dans quelques publications, mais généralement avec des poly-expositions.

Un contact cutané répété à la butanone peut entraîner des dermatoses par effet dégraissant.

Les études publiées ne permettent pas de conclure sur les effets cancérigènes, mutagènes ou reprotoxiques de la butanone. [4]

## 3. Réglementation

### 3.1. Textes réglementaires relatifs à la substance

#### 3.1.1. Textes relatifs à l'utilisation de la substance

##### ➤ Denrées alimentaires

La butanone est inscrite comme substance aromatisante dans la décision de la commission du 23 février 1999 modifiée portant adoption d'un répertoire des substances aromatisantes utilisées dans ou sur les denrées alimentaires, établi en application du règlement (CE) no 2232/96 du Parlement européen et du Conseil. [6]

La butanone est inscrite en annexe I de la directive 2009/32/CE du Parlement européen et du Conseil du 23 avril 2009 relative au rapprochement des législations des États membres concernant les solvants d'extraction utilisés dans la fabrication des denrées alimentaires et de leurs ingrédients. [7]. Son utilisation comme solvant d'extraction est donc autorisée pour le traitement de matières premières, de denrées alimentaires, de composants de denrées alimentaires ou d'ingrédients de denrées alimentaires. Les conditions d'utilisation sont les suivantes :

- Fractionnement de graisses et d'huiles : Résidus maximaux dans les denrées alimentaires ou les ingrédients extraits : 5 mg/kg dans la graisse ou l'huile ;
- Décaféination ou suppression des matières irritantes et amères du café et du thé : Résidus maximaux dans les denrées alimentaires ou les ingrédients extraits : 20 mg/kg dans le café ou le thé.

### 3.1.2. Textes relatifs aux valeurs limites d'émission des installations de traitement de déchets

Les COV non méthaniques font partie de la liste définie dans l'arrêté du 31/01/08 modifié relatif au registre et à la déclaration annuelle des émissions polluantes et des déchets [8], concernant les polluants devant être mentionnés dans le registre des émissions polluantes et des déchets et devant apparaître dans la déclaration annuelle des émissions polluantes et des déchets faite par les exploitants des établissements concernés.

L'arrêté du 02/02/98 relatif aux prélèvements et à la consommation d'eau ainsi qu'aux émissions de toute nature des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation [9] impose les valeurs limites de rejets suivantes pour les émissions de COV des ICPE :

- Si le flux horaire total dépasse 2 kg/h, la valeur limite exprimée en carbone total de la concentration globale de l'ensemble des composés est de 110 mg/m<sup>3</sup> ;
- Dans le cas de l'utilisation d'une technique d'oxydation pour l'élimination COV, la valeur limite d'émission en COV exprimée en carbone total est de 20 mg par m<sup>3</sup> ou 50 mg par m<sup>3</sup> si le rendement d'épuration est supérieur à 98%.

L'arrêté du 20/09/02 relatif aux installations d'incinération et de co-incinération de déchets dangereux [10] impose les valeurs limites de rejets suivantes pour les émissions de substances organiques à l'état de gaz ou de vapeur, exprimées en carbone organique total (COT) :

- 10 mg/m<sup>3</sup> en moyenne journalière,
- 20 mg/m<sup>3</sup> en moyenne sur une demi-heure.

L'arrêté du 20/09/02 relatif aux installations d'incinération et de co-incinération de déchets non dangereux et aux installations incinérant des déchets d'activités de soins à risques infectieux [11] impose les valeurs limites de rejets suivantes pour les émissions de substances organiques à l'état de gaz ou de vapeur, exprimées en carbone organique total (COT) :

- 10 mg/m<sup>3</sup> en moyenne journalière,
- 20 mg/m<sup>3</sup> en moyenne sur une demi-heure.

## 3.2. Valeurs de référence

Des valeurs limites d'exposition professionnelle réglementaires contraignantes dans l'air des locaux de travail ont été établies en France pour la butanone (art. R.4412-149 du Code du travail) :

- Pour une exposition de 8h : 200 ppm soit 600 mg/m<sup>3</sup>,
- Pour une exposition à court terme (15 min) : 300 ppm soit 900 mg/m<sup>3</sup> ;
- Possibilité d'une pénétration cutanée importante.

Au niveau communautaire, la Directive 2000/39/CE de la Commission du 8 juin 2000 relative à l'établissement d'une première liste de valeurs limites d'exposition professionnelle de caractère indicatif en application de la directive 98/24/CE du Conseil concernant la protection de la santé et de la sécurité des travailleurs contre les risques liés à des agents chimiques sur le lieu de travail [12], fixe pour la butanone les valeurs limites d'exposition professionnelles suivantes :

- Pour une exposition moyenne pondérée sur 8 heures : 200 ppm soit 600 mg/m<sup>3</sup>,
- Pour une exposition à court terme : 300 ppm soit 900 mg/m<sup>3</sup>.

Le Scientific Committee on Occupational Exposure Limit (SCOEL) élabore les VLEP au niveau européen. D'après son rapport « Recommendation from the Scientific Committee on Occupational Exposure Limits for 2-Butanone » (1999) [13], les VLEP présentées ci-avant sont basées sur les données suivantes :

- **VLEP à court terme** : des données limitées indiquent qu'une STEL (Short-Term Exposure Limit – 15 min) de 300 ppm est requise pour limiter les pics d'exposition qui pourraient entraîner des effets irritants ;
- **VLEP sur 8 heures** : la TWA (Time Weighted Average) sur 8 heures recommandée par le SCOEL est basée sur une étude relative à l'exposition sub-chronique de rats de Cavender et al. (1983). Un facteur d'incertitude de 10 a été appliqué au NOAEL (No observed adverse effect level) de 2500 ppm (soit 7500 mg/m<sup>3</sup>), en l'absence d'études relatives à une exposition à long terme, ce qui amène à un niveau d'exposition de 250 ppm. Des études menées sur des

volontaires ayant indiqué l'absence d'effets sanitaires significatifs pour une exposition de 4 heures à une concentration de 200 ppm, la TWA sur 8 heures a été fixée à 200 ppm.

- La butanone est rapidement absorbée par voie cutanée. Ceci a justifié la classification « peau ».

Il convient de préciser que les valeurs limites retenues ne prennent pas en compte le possible effet potentialisateur d'expositions concomitantes à d'autres solvants.

En France, le Groupe d'experts « Effets sur la santé » a édité en janvier 2003 une fiche de synthèse concernant la butanone [14]. Sur la base des données du SCOEL, des recherches complémentaires ont été effectuées par ce groupe d'experts afin d'identifier d'éventuelles données nouvelles de la littérature, entre 1990 et 2002.

Sur la base de ces nouvelles recherches, le Groupe d'experts a conclu que les données récentes de la littérature n'apportent pas d'élément nouveau susceptible de remettre en question les valeurs limites proposées par le SCOEL. [22]

### 3.3. Normes relatives à l'analyse dans l'air

Les références des normes relatives à l'analyse dans l'air de la butanone sont présentées dans le tableau suivant :

**Tableau 38 : Normes relatives à l'analyse de la butanone dans l'air**

Source	Référence méthode / norme
Fiches Métropol de l'INRS [15]	Fiche Métropol 020. Cétones. 08/2004.
Normes AFNOR spécifiques [16]	NF X43-267 (Juillet 2004) Air des lieux de travail. Prélèvement et analyse de vapeurs organiques. Prélèvement par pompage sur tube à adsorption et désorption au solvant.  NF EN ISO 16017 (Partie 1 : Mars 2001 / Partie 2 : Oct 2003) Air intérieur, air ambiant et air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par tube à adsorption/désorption thermique/chromatographie en phase gazeuse sur capillaire.  NF ISO 16200 (Décembre 2001) Qualité de l'air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par désorption au solvant/chromatographie en phase gazeuse.
Méthodes NIOSH [17]	Méthode 2500 : « Methyl ethyl ketone ». Issue 2, 15 mai 1996. Méthode 2549 : « Volatile organic CPDS (Screening) ». Issue 1, 15 mai 1996. Méthode 2555 : « Ketones I ». Issue 1, 15 mars 2003. Méthode 3800 : « Organic and inorganic gases by extractive FTIR spectrometry ». Issue 1, 15 mars 2003. Méthode 8002 : « Methyl ethyl ketone, ethanol, and toluene in blood ». Issue 2, 15 août 1994.
Méthodes OSHA [18]	Méthode 16 : 2-Butanone (Methyl Ethyl Ketone). Janvier 1980. Méthode 84 : 2-Butanone. Juillet 1990. Méthode 1004 : 2-Butanone (MEK) Hexone (MIBK). Septembre 2000.

### 3.4. EPI pour l'exposition par inhalation

La norme NF EN 529<sup>33</sup> définit les facteurs de protection pour chaque type d'appareil de protection respiratoire (annexe C).

Pour les gaz et vapeurs organiques dont le point d'ébullition est supérieur à 65°C, le type de filtre adapté est un filtre à gaz EN 14387/IN1 type A [19].

Le guide d'intervention chimique concernant la Méthyléthylcétone (ou butanone), réalisé par Arkema, et Cedre [20], préconise pour la butanone les équipements de protection individuels respiratoires suivants, en fonction des conditions en présence :

**Tableau 39 : Sélection des respirateurs**

Conditions	Sélection de respirateurs préconisée
Jusqu'à 3 000 ppm (IDLH <sup>34</sup> ) choisir entre :	<ul style="list-style-type: none"> <li>- un respirateur à cartouche chimique contre les vapeurs organiques ;</li> <li>- un respirateur à poudre à adduction d'air filtré muni de cartouche(s) contre les vapeurs organiques ;</li> <li>- un masque à gaz muni de cartouche(s) contre les vapeurs organiques ;</li> <li>- APRA<sup>35</sup>, avec masque facial.</li> </ul>
Entrée d'urgence ou planifiée dans un endroit où les concentrations sont inconnues ou IDLH <sup>34</sup> :	<ul style="list-style-type: none"> <li>- APRA ou SAR<sup>36</sup> à pression positive avec masque facial ;</li> <li>- APRA auxiliaire à pression positive.</li> </ul>
Evacuation :	<ul style="list-style-type: none"> <li>- un masque à gaz muni de cartouche(s) contre les vapeurs organiques ;</li> <li>- APRA de type évacuation.</li> </ul>

## 4. Production et consommation de la substance

L'OCDE (Organisation de Coopération et de Développement Economiques) classe la butanone comme produit chimique HPV (High Production Volume) [21] : elle est donc fabriquée ou importée à raison d'au moins 1 000 tonnes par an dans l'Union Européenne, et ce par au moins un état membre.

Aucune donnée concernant les quantités produites ou consommées en France ou en Europe n'a été trouvée lors des recherches bibliographiques.

<sup>33</sup> Appareil de protection respiratoire – Recommandations pour le choix, l'utilisation, l'entretien et la maintenance – Guide.

<sup>34</sup> Immediately Dangerous to Life or Health (IDLH) Valeur en dessous de laquelle un travailleur peut, sans recourir à une protection respiratoire et sans altération de ses capacités de fuite, se mettre en sécurité, en 30 minutes, dans le cadre d'une exposition brutale.

<sup>35</sup> APRA : Appareil de Protection Respiratoire Autonome

<sup>36</sup> SAR : Supplied Air Respirator (respirateur à adduction d'air)

## 5. Utilisations de la substance

La butanone est principalement utilisée en tant que solvant. Son pouvoir de dissolution lui permet de dissoudre des gommages, des résines, des polymères synthétiques, des graisses et des huiles. [22]

### 5.1. Industrie des revêtements, encres et colles

La butanone est utilisée en tant que solvant dans diverses formulations, notamment : [4] [22]

- Des revêtements de polymères vinyliques ;
- Des laques, notamment les laques à base de nitrocellulose et des acryliques ;
- Des vernis et peintures à vaporiser ;
- Des décapants et diluants à peintures et à vernis ;
- Des encres d'imprimerie ;
- Des colles et autres adhésifs.

### 5.2. Industrie chimique

La butanone est utilisée comme intermédiaire de synthèse de divers produits chimiques, notamment : [4] [22]

- La méthyl isopropyl cétone,
- Le peroxyde de méthyl éthyl cétone (catalyseur de polymérisation),
- La méthyl éthyl cétoxime (antioxydant utilisé par exemple dans les peintures),
- Le diacétyl.

### 5.3. Métallurgie

La butanone est utilisée pour le dégraissage des métaux. [22] Les cétones en général sont adaptées pour le dégraissage de tous les métaux sauf le zinc, le cadmium, l'aluminium et leurs alliages. Leur utilisation s'effectue uniquement à froid. [23]

### 5.4. Pétrochimie

La butanone est utilisée comme agent de déparaffinage des huiles minérales. [4] [22]

### 5.5. Industrie agroalimentaire

La butanone peut être utilisée dans l'industrie agroalimentaire, comme agent d'extraction de produits alimentaires (certaines huiles végétales par exemple). [4] [22]

D'après des sources étrangères (CSST, HSDB), la butanone serait utilisée pour les applications suivantes : [22] [24]

- Décaféination du café et du thé,
- Extraction de saveurs.

Pour rappel, les résidus maximaux en butanone imposées par la directive 2009/32/CE [7] sont les suivants :

- Fractionnement de graisses et d'huiles : 5 mg/kg dans la graisse ou l'huile ;
- Décaféination ou suppression des matières irritantes et amères du café et du thé : 20 mg/kg dans le café ou le thé.

### 5.6. Etat des lieux de la substitution de la substance en France

La butanone n'étant pas classée CMR de catégorie 1A ou 1B, les démarches de substitution telles qu'imposées par l'article R4412-66 du code du travail ne sont pas obligatoires pour cette substance.

## 6. La butanone dans les déchets

### 6.1. Déchets contenant de la butanone

D'après les différentes utilisations identifiées dans la présente fiche, les déchets pouvant contenir de la butanone sont classés dans la nomenclature déchets de l'article R541-8 (Annexe II) du Code de l'environnement [25] sous les rubriques suivantes :

Tableau 40 : Rubriques des déchets susceptibles de contenir de la butanone

N° RUBRIQUE	DECHETS
<b>02</b>	<b>DÉCHETS PROVENANT DE L'AGRICULTURE, DE L'HORTICULTURE, DE L'AQUACULTURE, DE LA SYLVICULTURE, DE LA CHASSE ET DE LA PÊCHE AINSI QUE DE LA PRÉPARATION ET DE LA TRANSFORMATION DES ALIMENTS</b>
02 03	Déchets provenant de la préparation et de la transformation des fruits, des légumes, des céréales, des huiles alimentaires, du cacao, du café, du thé et du tabac, de la production de conserves, de la production de levures et d'extraits de levures, de la préparation et de la fermentation de mélasses.
02 03 03	Déchets de l'extraction aux solvants
02 03 05	Boues provenant du traitement in situ des effluents
<b>07</b>	<b>DÉCHETS DES PROCÉDÉS DE LA CHIMIE ORGANIQUE</b>
<b>07 01</b>	<b>Déchets provenant de la fabrication, formulation, distribution et utilisation (FFDU) de produits organiques de base</b>
07 01 04*	Autres solvants, liquides de lavage et liqueurs mères organiques
07 01 11*	Boues provenant du traitement in situ des effluents contenant des substances dangereuses
<b>07 07</b>	<b>Déchets provenant de la FFDU de produits chimiques issus de la chimie fine et de produits chimiques non spécifiés ailleurs</b>
07 07 04*	Autres solvants, liquides de lavage et liqueurs mères organiques
07 07 11*	Boues provenant du traitement in situ des effluents contenant des substances dangereuses
<b>08</b>	<b>DÉCHETS PROVENANT DE LA FABRICATION, DE LA FORMULATION, DE LA DISTRIBUTION ET DE L'UTILISATION (FFDU) DE PRODUITS DE REVÊTEMENT (PEINTURES, VERNIS ET ÉMAUX VITRIFIÉS), MASTICS ET ENCRE D'IMPRESSION</b>
08 01	Déchets provenant de la FFDU et du décapage de peintures et vernis
08 03	Déchets provenant de la FFDU d'encres d'impression
08 04	Déchets provenant de la FFDU de colles et mastics (y compris produits d'étanchéité)
<b>11</b>	<b>DÉCHETS PROVENANT DU TRAITEMENT CHIMIQUE DE SURFACE ET DU REVÊTEMENT DES MÉTAUX ET AUTRES MATÉRIAUX, ET DE L'HYDROMÉTALLURGIE DES MÉTAUX NON FERREUX</b>
11 01	Déchets provenant du traitement chimique de surface et du revêtement des métaux et autres matériaux (par exemple : procédés de galvanisation, de revêtement de zinc, de décapage, de gravure, de phosphatation, de dégraissage alcalin et d'anodisation)
11 01 13*	Déchets de dégraissage contenant des substances dangereuses
<b>15</b>	<b>EMBALLAGES ET DÉCHETS D'EMBALLAGES, ABSORBANTS, CHIFFONS D'ESSUYAGE, MATÉRIAUX FILTRANTS ET VÊTEMENTS DE PROTECTION NON SPÉCIFIÉS AILLEURS</b>
15 01	Emballages et déchets d'emballages (y compris les déchets d'emballages municipaux collectés séparément).
15 01 10*	Emballages contenant des résidus de substances dangereuses ou contaminés par de tels résidus
15 02	<b>Absorbants, matériaux filtrants, chiffons d'essuyage et vêtements de protection</b>

N° RUBRIQUE	DECHETS
15 02 02*	Absorbants, matériaux filtrants (y compris les filtres à huile non spécifiés ailleurs), chiffons d'essuyage et vêtements de protection contaminés par des substances dangereuses
<b>16</b>	<b>DÉCHETS NON DÉCRITS AILLEURS DANS LA LISTE</b>
<b>16 03</b>	<b>Loupés de fabrication et produits non utilisés</b>
16 03 05*	Déchets d'origine organique contenant des substances dangereuses
<b>16 05</b>	<b>Gaz en récipients à pression et produits chimiques mis au rebut</b>
16 05 06*	Produits chimiques de laboratoire à base de ou contenant des substances dangereuses, y compris les mélanges de produits chimiques de laboratoire
16 05 08*	Produits chimiques d'origine organique à base de ou contenant des substances dangereuses, mis au rebut
<b>16 07</b>	<b>Déchets provenant du nettoyage de cuves et fûts de stockage et de transport</b>
<b>19</b>	<b>DÉCHETS PROVENANT DES INSTALLATIONS DE GESTION DES DÉCHETS, DES STATIONS D'ÉPURATION DES EAUX USÉES HORS SITE ET DE LA PRÉPARATION D'EAU DESTINÉE À LA CONSOMMATION HUMAINE ET D'EAU À USAGE INDUSTRIEL</b>
<b>19 07</b>	<b>Lixiviats de décharges</b>
19 07 02*	Lixiviats de décharges contenant des substances dangereuses
<b>20</b>	<b>DÉCHETS MUNICIPAUX (DÉCHETS MÉNAGERS ET DÉCHETS ASSIMILÉS PROVENANT DES COMMERCES, DES INDUSTRIES ET DES ADMINISTRATIONS), Y COMPRIS LES FRACTIONS COLLECTÉES SÉPARÉMENT</b>
<b>20 01</b>	<b>Fractions collectées séparément</b>
20 01 13*	Solvants
20 10 25*	Huiles et matières grasses alimentaires.
20 01 27*	Peinture, encres, colles et résines contenant des substances dangereuses.

Aucune catégorie correspondant au traitement des huiles minérales par la butanone (déparaffinage) n'a été identifiée dans la nomenclature déchets.

## 6.2. Flux de butanone dans les déchets

Aucune donnée n'a été trouvée dans la littérature concernant les gisements et flux de la butanone dans les déchets.

## 6.3. Formation de la butanone lors du traitement des déchets

### 6.3.1. Incinération des déchets

De façon générale, les concentrations des composés organiques émis lors de la combustion des déchets dépendent étroitement des conditions thermiques. D'après S. Biccchi *et al.* (2009), les concentrations en cétones émises par les installations d'incinération d'ordures ménagères peuvent varier entre 0 et 1000 mg/Nm<sup>3</sup>. [26]

### 6.3.2. Compostage des déchets

La butanone fait partie des principales substances émises lors des procédés de compostage (ASTEE, 2006 ; P. Galarneau-Micone, 2007). [27] [28]

L'étude FNADE-MEDD réalisée en 2002 sur les risques non microbiologiques associés au compostage des déchets rapporte les teneurs en COV dans l'air au sein des tas de compost d'ordures ménagères brutes. Pour la butanone, cette concentration est de 320 000 µg/m<sup>3</sup>. [29]



### 6.3.3. Stockage des déchets

Selon l'INERIS [30], la butanone fait partie des éléments traces contenus dans le biogaz des Centres d'Enfouissement Technique (CET), à des intervalles de concentration compris entre 18 et 57,5 mg/m<sup>3</sup>, selon les sources.

Le rapport « Stockage des déchets et santé publique » (2004), coordonné par l'INVS [31] indique :

- La présence de butanone dans les micropolluants organiques présents dans le biogaz des centres de stockage de déchets non dangereux, à des concentrations comprises entre 0,078 et 38 mg/m<sup>3</sup> (données 1996) ;
- La présence de butanone dans les micropolluants organiques anthropogéniques présents dans les lixiviats, à des concentrations comprises entre 110 et 6 600 µg/L.

## 6.4. Exposition des travailleurs à la butanone

La butanone fait partie des substances identifiées et mesurées dans l'air ambiant d'installation de compostage dans des concentrations supérieures aux VTR [32].

L'étude FNADE-MEDD réalisée en 2002 sur les risques non microbiologiques associés au compostage des déchets rapporte les teneurs en butanone mesurées dans l'air en divers points de site de compostage de déchets ménagers solides. Ces résultats sont présentés dans le tableau suivant [29] :

**Tableau 41 : Butanone mesuré dans l'air en divers points de site de compostage de déchets ménagers solides (teneurs en µg/m<sup>3</sup>) (Eitzer, 1995)**

Point de mesure	Concentration en µg/m <sup>3</sup>
Stockage	25 500
Broyage	1 400
Digesteur	36 000
Compost frais	4 300
Compost mûr	1 400

Une étude de l'INRS sur la caractérisation des risques chimiques potentiels dans quelques filières de traitement des déchets a établi, à partir de la base COLCHIC, la liste des agents chimiques présents dans les filières de traitement des déchets et les niveaux d'exposition auxquels sont soumis les salariés. D'après cette étude, la butanone peut être émise dans les filières de valorisation des pneumatiques usagés. L'étude ne donne aucune précision sur les niveaux d'expositions mesurés, toutefois le procédé de broyage des pneumatiques en milieu humide permettrait de limiter l'exposition des salariés. [33]

D'après cette même étude, la butanone peut être émise dans l'air de travail des sites de remise en état des emballages métalliques souillés. La concentration moyenne mesurée est de 11,13 mg/m<sup>3</sup> (moyenne sur 32 résultats de mesures), les concentrations s'étendant de 0,14 à 113,00 mg/m<sup>3</sup>. [33]

La base Colchic de l'INRS fournit des données d'exposition dans les ambiances de travail des filières du déchet. Les résultats ont été obtenus à partir des mesures effectuées par les 8 laboratoires interrégionaux de chimie des CRAM/CARSAT et de l'INRS, entre 2001 et 2010. Les résultats sont présentés dans le tableau suivant sans distinction du secteur d'activité concerné (résultats détaillés en **annexe 5-4**).

Tableau 42 : Extraction de la base de données Colchic – Analyses en butanone

	Prélèvements individuels			Prélèvements d'ambiance		
	Nombre de mesures	Concentration min	Concentration max	Nombre de mesures	Concentration min	Concentration max
<b>Butanone (mg/m<sup>3</sup>)</b>	34	0,05	51	16	0,05	5,51

Une entreprise spécialisée dans le traitement des déchets spéciaux a fourni des données semi-quantitatives sur les niveaux mesurés en butanone dans les ambiances de travail. Les résultats sont présentés dans le tableau ci-après.

Tableau 43 : Données d'exposition en butanone - Traitement des déchets spéciaux<sup>37</sup>

Activités évaluées	Nombre de sites évalués	Postes de travail évalués	Nombre de fois recherchées lors des mesures d'exposition professionnelles	Nombre de fois inférieures aux VLEP	Nombre de fois supérieures aux VLEP	Nombre de fois détectées (Valeurs inf + valeurs sup à la VLEP)
Incinération	5	Tous postes confondus	77	20	0	20
Traitement biologique	5	Tous postes confondus	10	0	0	0
Traitement physico-chimique	6	Tous postes confondus	11	0	0	0
Valorisation solvants et hydrocarbures	8	Tous postes confondus	60	20	0	20
Transit et regroupement	5	Tous postes confondus	39	1	0	1
Déconditionnement	7	Tous postes confondus	41	4	0	4
Broyage	6	Tous postes confondus	67	22	0	22
Stockage (inclus les dépotages et prélèvements)	15	Tous postes confondus	101	14	0	14

Aucun dépassement des VLEP n'a été observé.

<sup>37</sup> Les résultats d'analyse présentés ne tiennent pas compte des EPI (pas de facteur d'abattement appliqué).

## 7. Références bibliographiques

---

1 Règlement (CE) n° 1272/2008 du Parlement européen et du Conseil du 16 décembre 2008 relatif à la classification, à l'étiquetage et à l'emballage des substances et des mélanges, modifiant et abrogeant les directives 67/548/CEE et 1999/45/CE et modifiant le règlement (CE) n° 1907/2006.

2 Liste des Agents Classés par les Monographies du CIRC, Volumes 1–101. <http://monographs.iarc.fr/FR/Classification/index.php>

3 Integrated Risk Information System (IRIS). US-EPA. Methyl ethyl ketone. Dernière mise à jour : 26/09/2003. <http://www.epa.gov/iris/subst/0071.htm>

4 FT14. Butanone ou Méthyléthylcétone. INRS. 2009.

5 Base de données BIOTOX. INRS. Mise à jour : septembre 2010.

6 Décision de la Commission du 23 février 1999 portant adoption d'un répertoire des substances aromatisantes utilisées dans ou sur les denrées alimentaires, établi en application du règlement (CE) n° 2232/96 du Parlement européen et du Conseil.

7 Directive 2009/32/CE du Parlement européen et du Conseil du 23 avril 2009 relative au rapprochement des législations des États membres concernant les solvants d'extraction utilisés dans la fabrication des denrées alimentaires et de leurs ingrédients.

8 Arrêté du 31/01/08 modifié relatif au registre et à la déclaration annuelle des émissions polluantes et des déchets.

9 Arrêté du 02/02/98 modifié relatif aux prélèvements et à la consommation d'eau ainsi qu'aux émissions de toute nature des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation.

10 Arrêté du 20/09/02 modifié relatif aux installations d'incinération et de co-incinération de déchets dangereux.

11 Arrêté du 20/09/02 modifié relatif aux installations d'incinération et de co-incinération de déchets non dangereux et aux installations incinérant des déchets d'activités de soins à risques infectieux.

12 Directive 2000/39/CE de la Commission du 8 juin 2000 relative à l'établissement d'une première liste de valeurs limites d'exposition professionnelle de caractère indicatif en application de la directive 98/24/CE du Conseil concernant la protection de la santé et de la sécurité des travailleurs contre les risques liés à des agents chimiques sur le lieu de travail.

13 Recommendation from the Scientific Committee on Occupational Exposure Limits for 2-Butanone. SCOEL/SUM/5. Juin 1999.

14 Fiche de synthèse : Butanone. Groupe d'experts « Effets sur la santé ». Janvier 2003.

15 Fiche Métropol 020. Cétones. INRS. 08/2004.

16 Site internet de l'Afnor. Date de consultation : juin 2011. <http://www.boutique.afnor.org/>.

17 NIOSH Manual of Analytical Methods. 3<sup>ème</sup> supplément. 2003. <http://www.cdc.gov/niosh/docs/2003-154/>

- 
- 18 Sampling & Analytical Methods. Occupational Safety & Health Administration (OSHA). Dernière date de mise à jour : 23/03/2010. [http://www.osha.gov/dts/sltc/methods/toc\\_c.html](http://www.osha.gov/dts/sltc/methods/toc_c.html)
- 19 Fiche pratique de sécurité. Les appareils de protection respiratoire. ED 98. INRS. Octobre 2008.
- 20 Méthyléthylcétone – Guide d'intervention chimique. Arkema, Cedre. Septembre 2009. <http://www.cedre.fr/fr/publication/guides/chimique/methylethylcetone.pdf>
- 21 OCDE (Organisation de coopération et de développement économiques). Date de consultation : juin 2011. <http://webnet.oecd.org/hpv/UI/Search.aspx>
- 22 CSST (Commission de la Santé et de la Sécurité du Travail)- Service du répertoire toxicologique. Méthyl éthyl cétone. Mise à jour : 22/12/2004.
- 23 Dégraissage des métaux. CRAM des Pays de la Loire. Mai 2007.
- 24 HSDB (Hazardous Substance Data Bank). Methyl ethyl ketone. Date de dernière mise à jour : 14/04/2008. <http://toxnet.nlm.nih.gov/cgi-bin/sis/htmlgen?HSDB>
- 25 Annexe II de l'article R541-8 du Code de l'environnement : LISTE DE DÉCHETS.
- 26 Les polluants et les techniques d'épuration des fumées. Cas des unités de traitement et de valorisation des déchets. Etat de l'art. Stéphane Biccocchi, Mathieu Boulinguez, Karen Diard. Etude réalisée sous la direction et pour le compte de l'association RECORD. Editions Tec & Doc Lavoisier. 2<sup>e</sup> édition. 2009.
- 27 Guide méthodologique pour l'évaluation du risque sanitaire de l'étude d'impact des installations de compostage soumises à autorisation. ASTEE. Juin 2006.
- 28 Mise au point d'un outil de mesure utilisant un Nez Electronique destiné à la mesure en continu d'équivalents unités odeurs (E.U.O.). Philippe GALARNEAU-MICONE. Rapport de thèse. Laboratoire LABORATOIRE DE CHIMIE AGRO-INDUSTRIELLE, INRA. Mai 2007.
- 29 Les risques non microbiologiques associés au compostage des déchets. FNADE, Ministère de l'écologie et du développement durable. 19 août 2002.
- 30 Caractérisation des biogaz – Bibliographie – Mesures sur sites – Rapport final. J. POULLEAU. INERIS. Octobre 2002.
- 31 Stockage des déchets et santé publique. Chapitre 2.1. INVS. Septembre 2004. <http://www.invs.sante.fr/publications/2005/dechets/index.html>
- 32 Faisabilité d'une étude épidémiologique auprès des travailleurs des centres de compostage. Gwladys FRANCOIS. Mémoire de l'Ecole Nationale de la Santé Publique (ENSP). 2005.
- 33 ND 2271-207-07. Caractérisation des risques chimiques potentiels dans quelques filières de traitement des déchets. Barbara SAVARY, Raymond VINCENT. Cahiers de notes documentaires. INRS. 2<sup>ème</sup> trimestre 2007.

**FICHE FILIÈRE DU CHROME VI ET DE SES COMPOSÉS**

Les formes les plus courantes du chrome sont les formes trivalentes (Chrome III) et hexavalentes (Chrome VI). Seuls le chrome VI et certains de ses composés sont classés CMR 1A ou 1B par le règlement CLP. Le chrome III n'est classé CMR ni par le règlement CLP, ni par le CIRC, ni par l'US-EPA.

Par ailleurs, ni le chrome ni aucun de ses composés ne présente de VLEP réglementaire contraignante.

Les composés du chrome VI classés CMR 1A ou 1B par le règlement CLP sont les suivants :

- Le trioxyde de chrome (n°CAS : 1333-82-0),
- Le chromate et dichromate de potassium (n°CAS : 7789-00-6 et 7778-50-9),
- Le dichromate d'ammonium (n°CAS : 7789-09-5),
- Le chromate et dichromate de sodium (n°CAS : 777 5-11-3 et 10588-01-9),
- Le chromate de zinc (n°CAS : 13530-65-9),
- Le chromate de calcium (n°CAS : 13765-19-0),
- Le chromate de strontium (n°CAS : 7789-06-2),
- Le chromate de chromium III (n°CAS : 24613-89-6) ,
- Le chromate et dichromate de nickel (n°CAS : 147 21-18-7 et 15586-38-6),
- Le chromate de plomb (n°CAS : 7758-97-6).

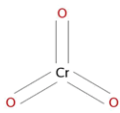
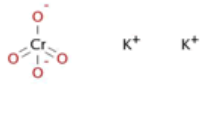
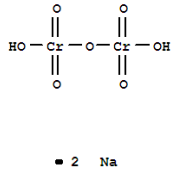
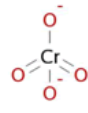
Compte tenu du nombre important de composés du chrome classés CMR 1A ou 1B, cette fiche se focalise sur les composés dont la consommation est significative en France d'après la base CMR 2005 de l'INRS (consommation supérieure à 50 tonnes/an) **[1]**, à savoir :

- Le trioxyde de chrome (n°CAS : 1333-82-0),
- Le chromate de potassium (n°CAS : 7789-00-6),
- Le dichromate de sodium (n°CAS : 10588-01-9),
- Le chromate de strontium (n°CAS : 7789-06-2).

Dans l'air, ces composés du chrome sont présents uniquement sous forme de fines particules (composés non volatils). **[2]**

# 1. Fiche identité de la substance

Tableau 44 : Caractéristiques du chrome VI et de ses composés

IDENTIFICATION DE LA SUBSTANCE					
Numéros CAS	18540-29-9	1333-82-0	7789-00-6	10588-01-9	7789-06-2
Numéro CE (EINECS, ELINCS, NLP)	Sans objet	215-607-8	232-140-5	234-190-3	232-142-6
Nom	Chrome VI	Trioxyde de chrome	Chromate de potassium	Dichromate de sodium	Chromate de strontium
Synonymes	Chromium	Chromic anhydride Chromic oxide Chromic trioxide Chromium oxide Chromium (VI) oxide Chromium trioxide Chromium (6+) trioxide	Chromate de dipotassium Bipotassium chromate Dipotassium monochromate Potassium chromate	Bichromate de sodium Disodium dichromate Disodium dichromium hepta-oxide	Strontium chromate
Famille chimique	Dérivés du chrome				
Formule brute	Cr <sup>6+</sup>	CrO <sub>3</sub>	CrH <sub>2</sub> O <sub>4</sub> .2K	Cr <sub>2</sub> H <sub>2</sub> O <sub>7</sub> .2Na	CrO <sub>4</sub> Sr
Formule semi-développée	Cr				
Classement selon le règlement CLP (N°1272/2008 - Annexe VI) [3]	Sans objet	Carc. 1A (H350) Muta. 1B (H340) Repr. 2 (H361f)	Carc. 1B (H350i) Muta. 1B (H340)	Carc. 1B (H350i) Muta. 1B (H340) Repr. 1B (H360FD)	Carc. 1B (H350)
Autres classements	<p><b>Classement selon le CIRC [4] :</b> Composés du chrome VI classés dans le groupe 1 (agent cancérigène pour l'homme)</p> <p><b>Classement selon l'US-EPA [5] :</b> Composés du chrome VI classé dans le groupe A pour l'exposition par inhalation (substance cancérigène pour l'homme)</p> <p><b>VLEP réglementaire contraignante (article R4412-149 du code du travail) :</b> Sans objet</p>				
Tension vapeur	Non applicable				

IDENTIFICATION DE LA SUBSTANCE	
<i>Indicateur biologique d'exposition [6]</i>	<p><u>Chrome sanguin</u> : Valeur-Guide Française : non déterminée</p> <p><u>Chrome urinaire</u> : Valeur-Guide Française : Pour une exposition au chrome (VI), aérosol soluble dans l'eau : Chrome total urinaire = 30 µg/g. de créatinine en fin de poste et fin de semaine (augmentation de 10 µg/g de créatinine au cours du poste)<sup>38</sup></p>
<i>Fiches INRS</i>	<p>FT1 : Trioxyde de chrome. 2009 [7]</p> <p>FT180 : Chromates et dichromates de sodium et de potassium. 2009 [8]</p>
<i>Fiches INERIS</i>	<p>Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques. Chrome et ses dérivés. 16/02/2005 [2]</p> <p>Fiche de données technico-économiques sur les substances chimiques en France. Chrome et ses composés. 25/05/2011 [9]</p>

## 2. Toxicité de la substance

### 2.1. Toxicité en exposition aiguë

Des intoxications aiguës aux sels de chrome ont été rapportées. Le symptôme observé est celui d'une inflammation massive du tube digestif suivie d'une nécrose généralisée (douleurs abdominales, vomissements,...). Ces manifestations d'apparition rapide, peuvent entraîner la mort en quelques heures dans le cas d'intoxication suraiguë.

L'ingestion de fortes doses de chrome (VI) induit des vertiges, une sensation de soif, des douleurs abdominales, des diarrhées hémorragiques et dans les cas les plus sévères un coma et la mort.

Des cas mortels ont également été rapportés lors de l'exposition par la voie cutanée aux dérivés du chrome VI. [2]

### 2.2. Toxicité en exposition chronique

#### Effets systémiques :

Le tractus respiratoire est l'organe cible lors de l'exposition par inhalation aux dérivés du chrome VI. Les principaux effets observés sont des irritations des parois nasales, des ulcérations et des perforations du septum nasal, des bronchites et des pneumonies.

Une atrophie de la muqueuse nasale, ainsi que des atteintes gastro-intestinales (douleurs stomacales, crampes, ulcères gastro-duodénaux et gastrites) ont été observées lors de l'exposition professionnelle par inhalation aux chromates. Le trioxyde de chrome pourrait également être à l'origine de pharyngites et de laryngites chroniques.

Après solubilisation, le chrome et ses dérivés peuvent également avoir un effet sensibilisant, se manifestant par de l'asthme ou des dermatites. Toutefois la prévalence de la sensibilisation au chrome est faible (0,7% dans la population générale). [2]

---

<sup>38</sup> Dernière mise à jour en 1997.



Effets cancérigènes :

De nombreuses études épidémiologiques, réalisées sur des salariés de la production des chromates et dans la production de pigments à base de chrome ont permis de mettre en évidence un lien entre une exposition au chrome VI et une augmentation de l'incidence des cancers du poumon.

Il semblerait que les chromates les plus dangereux soient les moins solubles (calcium, strontium et zinc). [2]

### 3. Réglementation

#### 3.1. Textes réglementaires relatifs à la substance

##### 3.1.1. Textes relatifs à l'utilisation de la substance

###### ➤ Généralités

Les substances suivantes sont sur la « candidate list » de l'ECHA, c'est-à-dire qu'elles sont susceptibles d'intégrer la liste des substances soumises à autorisation vis-à-vis du règlement REACH (Registration, Evaluation, Autorisation and Restriction of Chemicals) :

- Trioxyde de chrome (Décision ED/95/2010),
- Chromate et dichromate de potassium (Décision ED/30/2010),
- Chromate de sodium (Décision ED/30/2010),
- Dichromate de sodium (Décision ED/67/2008),
- Dichromate d'ammonium (Décision ED/30/2010).

Cette liste correspond à la liste des substances extrêmement préoccupantes identifiées en vue d'une inclusion à terme dans l'annexe XIV du règlement européen REACH [10]. Les entreprises ne peuvent mettre sur le marché ni utiliser les substances inscrites en annexe XIV du règlement REACH sans autorisation préalable de la Commission Européenne.

Le chrome et ses composés ne sont pas listés dans l'annexe I du règlement 689/2008 relatif à l'export et à l'import de substances dangereuses. [11]

L'arrêté du 07/08/1997 modifié relatif aux limitations de mise sur le marché et d'emploi de certains produits contenant des substances dangereuses [12] interdit la mise sur le marché et l'importation, à destination du public des substances suivantes depuis le 17 août 1997 :

- Chromates de potassium,
- Chromate de calcium,
- Chromate de strontium,
- Chromate de chrome III,
- Dichromate de potassium,
- Dichromate d'ammonium,
- Dichromate et chromate de sodium,
- Trioxyde de chrome (VI),
- Chromate de plomb,
- Composés de chrome (VI) à l'exception du chromate de baryum et de ceux nommément désignés dans l'annexe I de la directive 67/548/CEE.

Cette interdiction de mise sur le marché et d'importation, à destination du public, ne vise pas les produits destinés à être utilisés dans le cadre d'un usage professionnel. En l'occurrence, cette interdiction ne s'applique pas aux produits suivants, au stade final, destinés à l'utilisateur final :

6. Médicaments à usage humain ou vétérinaire, mentionnés à l'article L. 511 du Code de la santé publique ;
7. Produits cosmétiques au sens de l'article L. 658-1 du Code de la santé publique ;
8. Aux produits dérivés des huiles minérales, prévus pour être utilisés comme combustibles ou carburants dans des installations de combustion mobiles ou fixes ;
9. Aux combustibles vendus en système fermé (par exemple : bonbonnes de gaz liquéfié) ;
10. Aux couleurs pour artistes.

#### ➤ **Ciment**

Les composés du chrome VI sont inscrits dans l'annexe XVII - Restrictions applicables à la fabrication, à la mise sur le marché et à l'utilisation de certaines substances dangereuses et de certains mélanges et articles dangereux - du Règlement 1907/2006 du 18 décembre 2006 (REACH) **[10]**. Selon cette annexe, applicable depuis le 1<sup>er</sup> juin 2009 :

1. Le ciment et les mélanges contenant du ciment ne peuvent être mis sur le marché, ni utilisés, s'ils contiennent, lorsqu'ils sont hydratés, plus de 2 mg/kg (0,0002%) de chrome VI soluble du poids sec total du ciment.

2. Si des agents réducteurs sont utilisés – et sans préjudice de l'application d'autres dispositions communautaires relatives à la classification, à l'emballage et à l'étiquetage des substances et des mélanges –, les fournisseurs veillent à ce que, avant sa mise sur le marché, l'emballage du ciment ou des mélanges contenant du ciment comporte des informations visibles, lisibles et indélébiles indiquant la date d'emballage, les conditions de stockage et la période de stockage appropriée afin que l'agent réducteur reste actif et que le contenu en chrome VI soluble soit maintenu en dessous de la limite visée au paragraphe 1.

3. Par dérogation, les paragraphes 1 et 2 ne s'appliquent pas à la mise sur le marché et à l'emploi dans le cadre de procédés contrôlés fermés et totalement automatisés, dans lesquels le ciment et les mélanges contenant du ciment sont traités exclusivement par des machines, et où il n'existe aucun risque de contact avec la peau.

En droit français, l'article R4412-163 du code du travail interdit l'utilisation en milieu professionnel de ciment ou de préparations contenant du ciment s'ils contiennent, lorsqu'ils sont hydratés, plus de 0,0002% de chrome hexavalent (ou chrome VI), soluble du poids sec total du ciment.

L'interdiction prévue à l'article R. 4412-163 ne s'applique pas à l'emploi de ciment et de préparations contenant du ciment dans le cadre de systèmes clos et totalement automatisés dans lesquels le ciment et les préparations sont traités exclusivement par des machines et où il n'existe aucun risque de contact avec la peau (article R4412-164 du code du travail). **[13]**

#### ➤ **Cosmétiques**

La Directive du Conseil 76/768/CEE du 27 juillet 1976 modifiée concernant le rapprochement des législations des États membres relatives aux produits cosmétiques **[14]** interdit la présence des sels de chrome, acide chromique et ses sels dans les produits cosmétiques (transposée en droit français par l'arrêté du 06 février 2001 modifié fixant la liste des substances qui ne peuvent entrer dans la composition des produits cosmétiques **[15]**). Une exception est faite pour les trioxydes de dichrome de couleur verte CI 77288 et CI 77289 à la condition qu'ils ne contiennent pas d'ions chromates.

Notons que la directive 76/768/CEE ne sera plus applicable à partir du 11 juillet 2013, date à laquelle le Règlement n° 1223/2009 du Parlement européen et du Conseil du 30 novembre 2009 relatif aux produits cosmétiques **[16]** entrera en vigueur. Ce règlement reprend les mêmes interdictions.

### ➤ **Jouets**

La directive 2009/48/CE du Parlement européen et du Conseil du 18 juin 2009 relative à la sécurité des jouets [17] définit, dans son annexe II, les limites de migration du chrome dans les jouets ou composants de jouets. Les limites de migration ci-après ne doivent pas être dépassées pour le chrome VI :

- 0,02 mg/kg de matière de jouet sèche, friable, poudreuse ou souple,
- 0,005 mg/kg de matière de jouet liquide ou collante,
- 0,2 mg/kg de matière grattée du jouet.

En droit français ces limites sont reprises par l'arrêté du 24 février 2010 fixant les modalités d'application du décret n°2010-166 du 22 février 2010 relatif à la sécurité des jouets. [18]

### ➤ **Colorants**

La directive 2008/128/CE de la Commission du 22 décembre 2008 [19] établit des critères de pureté spécifiques pour les colorants pouvant être utilisés dans les denrées alimentaires :

- Le « E 170 carbonate de calcium » ne peut contenir plus de 100 mg de Sb, Cu, **Cr**, Zn, Ba /kg, seuls ou en association ;
- Le « E 172 oxydes de fer et hydroxydes de fer » ne peut contenir plus de 100 mg de **Cr** /kg à dissolution complète.

La directive 2008/84/CE de la Commission du 27 août 2008 [20] établit les critères de pureté spécifiques pour les additifs alimentaires autres que les colorants et les édulcorants et notamment :

- E 555 silicate aluminopotassique : pas plus de 100 mg/kg de chrome,
- E 912 esters de l'acide montanique : pas plus de 3 mg/kg de chrome,
- E 914 cire de polyéthylène oxydée : pas plus de 5 mg/kg de chrome.

### ➤ **Équipements électriques et électroniques**

D'après l'article R. 543-175 du code de l'environnement, les équipements électriques et électroniques relevant du I de l'article R. 543-172, à l'exception de ceux mentionnés aux catégories 8 et 9<sup>39</sup>, mis sur le marché communautaire après le 1er juillet 2006 ne doivent pas contenir de chrome hexavalent. [21]

L'arrêté du 25 novembre 2005 modifié fixe les cas et conditions dans lesquels l'utilisation de chrome dans les équipements électriques et électroniques est autorisée : Les matériaux homogènes utilisés dans les équipements électriques et électroniques mentionnés à l'article R. 543-175 du code de l'environnement et mis sur le marché à compter du 1er juillet 2006 ne contiennent pas plus de 0,1% en poids de chrome hexavalent. L'utilisation de chrome hexavalent dans les équipements électriques et électroniques mentionnés à l'article R. 543-175 du code de l'environnement est autorisée pour le seul usage suivant : [22]

- Comme anticorrosif pour les systèmes de refroidissement en acier au carbone dans les réfrigérateurs à absorption (jusqu'à 0,75% en poids dans la solution de refroidissement).

### ➤ **Traitement du bois**

---

<sup>39</sup> Article R543-172 : 1° Gros appareils ménagers ; 2° Petits appareils ménagers ; 3° Équipements informatiques et de télécommunications ; 4° Matériel grand public ; 5° Matériel d'éclairage, à l'exception des appareils d'éclairage domestique et des ampoules à filament auxquels s'appliquent néanmoins les articles R. 543-175 et R. 543-176 ; 6° Outils électriques et électroniques (à l'exception des gros outils industriels fixes) ; 7° Jouets, équipements de loisir et de sport ; 8° Dispositifs médicaux (à l'exception de tous les produits implantés ou infectés) ; 9° Instruments de surveillance et de contrôle ; 10° Distributeurs automatiques.

Le règlement 1048/2005 de la commission interdit l'usage du trioxyde de chrome et du dichromate de sodium en tant que substance active dans les produits de protection du bois (l'usage en tant que fixateur reste autorisé). [23]

Selon l'article R. 521-14 du code de l'environnement, par dérogation aux dispositions de l'article R. 521-13, les substances et préparations de protection du bois constituées de solutions de composés inorganiques du type CCA (cuivre-chrome-arsenic) de type C peuvent être mises en œuvre au moyen de procédés utilisant le vide ou la pression pour l'imprégnation du bois dans des installations déclarées ou autorisées au titre de la rubrique 2415 de la nomenclature des installations classées. Le bois ainsi traité ne doit pas être mis sur le marché avant que l'agent de protection ne soit complètement fixé. [24]

Selon l'article R. 521-15 du code de l'environnement, par dérogation aux dispositions de l'article R. 521-13, le bois traité avec des solutions de type CCA dans les conditions décrites à l'article R. 521-14 peut être mis sur le marché pour un usage professionnel et industriel lorsque le traitement est mis en œuvre pour préserver l'intégrité structurelle du bois à des fins de sécurité. [24]

Le bois ainsi traité est destiné aux usages suivants :

- 1° Charpente de bâtiments publics, agricoles, administratifs et industriels ;
- 2° Ponts et ouvrages d'art ;
- 3° Bois d'œuvre dans les eaux douces et saumâtres ;
- 4° Ecrans acoustiques ;
- 5° Paravalanches ;
- 6° Glissières et barrières de sécurité du réseau autoroutier ;
- 7° Pieux de clôture servant au parcage des animaux ;
- 8° Ouvrages de retenue des terres ;
- 9° Poteaux de transmission électrique et de télécommunications ;
- 10° Traverses de chemin de fer souterrain.

En aucun cas le bois ainsi traité ne peut être utilisé :

- 1° Dans les constructions à usage d'habitation ;
- 2° Dans toute application comportant un risque de contact répété avec la peau ;
- 3° Dans les eaux marines ;
- 4° A des fins agricoles autres que celles liées aux pieux de clôture pour animaux et aux usages de charpente ou autres structures mentionnés au I du présent article (usage professionnel et industriel lorsque le traitement est mis en œuvre pour préserver l'intégrité structurelle du bois à des fins de sécurité) ;
- 5° Dans toute application dans laquelle le bois traité risque d'entrer en contact avec des produits intermédiaires ou finis destinés à l'alimentation humaine ou animale.

Selon l'article R. 521-15-1 du code de l'environnement, par dérogation aux dispositions de l'article R. 521-13, le bois traité avec des composés CCA qui était utilisé dans la Communauté avant le 30 septembre 2007 ou qui a été mis sur le marché communautaire conformément aux règles du présent paragraphe peut rester en place et continuer à être utilisé jusqu'à ce qu'il atteigne la fin de sa durée de vie utile. [24]

### ➤ **Véhicules**

La directive européenne 2000/53/CE du 18 septembre 2000 indique que les Etats membres s'engagent à veiller que les matériaux et les composants des véhicules mis sur le marché après le 1er juillet 2003 ne contiennent pas de chrome hexavalent. [25]

L'arrêté du 24 décembre 2004, en application de la directive 2000/53/CE, interdit l'usage du chrome hexavalent dans les véhicules (sauf exceptions pour raison technique). [26]

➤ **Biocides**

Le trioxyde de chrome et le dichromate de sodium sont cités en annexe I du règlement 1451/2007 du 4 décembre 2007 concernant la seconde phase du programme de travail de dix ans visé à l'article 16, paragraphe 2, de la directive 98/8/CE du Parlement européen et du Conseil concernant la mise sur le marché des produits biocides [27], c'est-à-dire qu'il s'agit de substances identifiées comme substances actives dans les produits biocides mis sur le marché avant le 14 mai 2000. Aujourd'hui ces substances ne sont plus autorisées comme substances actives dans les produits biocides (non citées en annexe I de la directive 98/8/CE) [28].

➤ **Emballages**

Selon l'article R. 543-45 du code de l'environnement, la somme des niveaux de concentration en plomb, cadmium, mercure et chrome hexavalent présents dans l'emballage ou dans ses éléments ne doit pas dépasser 600 parties par million (ppm) en masse s'ils ont été fabriqués après le 30 juin 1998, 250 ppm en masse s'ils ont été fabriqués après le 30 juin 1999 et, enfin, 100 ppm en masse s'ils ont été fabriqués après le 30 juin 2001.

Ces niveaux de concentration ne s'appliquent pas aux emballages composés entièrement de verre cristal qui respectent la norme homologuée NF B 30-004.

➤ **Matériaux divers**

L'arrêté du 29 mai 1997 relatif aux matériaux et objets utilisés dans les installations fixes de production, de traitement et de distribution d'eau destinée à la consommation humaine [29] impose les concentrations en chrome suivantes dans divers types de matériaux :

- 3% dans les constituants des composants en acier au carbone,
- 1% dans les composants en fonte non revêtue.

Cet arrêté autorise les revêtements électrolytiques de chrome quelle que soit la nature du matériau sur lequel ils sont déposés.

**3.1.2. Textes relatifs aux valeurs limites d'émission des installations de traitement de déchets**

Le chrome et ses composés font partie de la liste définie dans l'arrêté du 31/01/08 modifié relatif au registre et à la déclaration annuelle des émissions polluantes et des déchets [30], concernant les polluants devant être mentionnés dans le registre des émissions polluantes et des déchets et devant apparaître dans la déclaration annuelle des émissions polluantes et des déchets faite par les exploitants des établissements concernés.

L'arrêté du 2 février 1998 modifié relatif aux prélèvements et à la consommation d'eau ainsi qu'aux émissions de toute nature des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation [31] impose dans les eaux résiduaires rejetées au milieu naturel une valeur limite pour le chrome hexavalent et composés (en Cr) de 0,1 mg/L en moyenne mensuelle dans les rejets dont le flux dépasse 1 g/j.

Concernant la pollution de l'air, la valeur limite de concentration est de 5 mg/m<sup>3</sup> (exprimée en Sb + Cr + Co + Cu + Sn + Mn + Ni + V + Zn) si le flux horaire total d'antimoine, chrome, cobalt, cuivre, étain, manganèse, nickel, vanadium, zinc et de leurs composés dépasse 25 g/h.

Cet arrêté définit également les conditions de surveillance des émissions dans l'air (chapitre VII) de la façon suivante :

Si le flux horaire d'antimoine, **chrome**, cobalt, cuivre, étain, nickel, manganèse, vanadium et zinc, et de leurs composés particuliers et gazeux, dépasse 500 g/h, une mesure journalière des émissions dans l'air est réalisée sur un prélèvement représentatif effectué en continu (article 59). [16]

L'arrêté du 20/09/02 modifié relatif aux installations d'incinération et de co-incinération de déchets dangereux [32] impose la valeur limite suivante dans les rejets atmosphériques :

- Total des autres métaux lourds (Sb + As + Pb + Cr + Co + Cu + Mn + Ni + V) : 0,5 mg/m<sup>3</sup>. Cette somme comprend le chrome et ses composés, exprimé en chrome (Cr).

L'arrêté du 20/09/02 modifié relatif aux installations d'incinération et de co-incinération de déchets non dangereux et aux installations incinérant des déchets d'activités de soins à risques infectieux [33] impose la valeur limite suivante dans les rejets atmosphériques :

- Total des autres métaux lourds (Sb + As + Pb + Cr + Co + Cu + Mn + Ni + V) : 0,5 mg/m<sup>3</sup>. Cette somme comprend le chrome et ses composés, exprimé en chrome (Cr).

Selon l'arrêté du 30/12/02 modifié relatif au stockage de déchets dangereux [34], le rejet des eaux stockées dans le bassin tampon qui regroupe les eaux de ruissellement doit respecter des objectifs de qualité du milieu naturel, qui est pour le Chrome VI : < 0,1 mg/l si le rejet dépasse 1 g/j.

Cette limite est également celle imposée par l'arrêté du 09/09/97 modifié relatif aux installations de stockage de "déchets non dangereux" [35] pour le chrome VI dans les rejets d'effluents liquides dans le milieu naturel.

L'arrêté du 28/10/10 relatif aux installations de stockage de déchets inertes [36] impose de réaliser un essai de lixiviation et une analyse du contenu total lors de la procédure d'acceptation préalable de tout déchet inerte ne faisant pas partie de la liste des déchets admissibles de l'annexe I du même arrêté. Parmi les paramètres à analyser lors de l'analyse du contenu total, le chrome total doit respecter la valeur limite de 0,5 mg/kg de déchet sec.

### 3.2. Valeurs de référence

Aucune valeur limite d'exposition professionnelle (VLEP) réglementaire contraignante n'a été établie en France pour le chrome VI et ses composés.

Une valeur limite indicative dans l'air des locaux de travail a été établie en France pour les composés du chrome VI [8] :

- Pour une exposition moyenne pondérée sur 8 heures, 40h/semaine (VME) : 0,05 mg/m<sup>3</sup> en Cr VI.

Une valeur limite indicative dans l'air des locaux de travail a également été établie en France pour le trioxyde de chrome [7] :

- Pour une exposition à court terme sur 15 minutes (VLE) : 0,1 mg/m<sup>3</sup> en Cr.

L'organisation de l'expertise scientifique nécessaire à la fixation des valeurs limites d'exposition professionnelle (VLEP) a été confiée dans le cadre du plan santé au travail 2005-2009 (PST1) à l'ANSES. Les composés du chrome VI font partie des substances pour lesquelles l'ANSES a déjà mené une expertise. L'ANSES a ainsi émis un avis en octobre 2010 relatif à la proposition de valeurs limites d'exposition en milieu professionnel pour les composés du chrome VI [37]. Cet avis présente les références sur lesquelles l'ANSES propose aux gestionnaires du risque de s'appuyer pour fixer les VLEP. A partir des travaux réalisés par le Scientific Committee on Occupational Exposure Limit (SCOEL)<sup>40</sup> [38], l'ANSES a analysé les résultats des études épidémiologiques réalisées en milieu professionnel, en considérant comme effet critique par inhalation le cancer des voies pulmonaires (mécanisme d'action sans seuil). Pour les composés du chrome VI, l'ANSES estime que la VLEP actuelle fixée à 50 µg.m<sup>-3</sup> fait courir aux travailleurs un risque de cancer de poumon très important qu'il convient de réduire sans délai par une démarche obligatoire de substitution.

---

<sup>40</sup> Organisme qui élabore les VLEP au niveau européen.

### 3.3. Normes relatives à l'analyse dans l'air

Les références des normes relatives à l'analyse dans l'air du chrome VI et de ses composés sont présentées dans le tableau suivant :

**Tableau 45 : Normes relatives à l'analyse du chrome VI et de ses composés dans l'air**

Source	Référence méthode / norme
Fiches Métropol de l'INRS [39]	Fiche Métropol 084/V03. Chrome hexavalent (spéciation du chrome). Avril 2010.
Normes AFNOR spécifiques [40]	NF ISO 16740 (Juin 2005) Air des lieux de travail - Détermination du chrome hexavalent dans les particules en suspension dans l'air - Méthode par chromatographie ionique et détection spectrophotométrique avec diphényl carbazide.  NF ISO 30011 (Décembre 2010) Air des lieux de travail - Détermination des métaux et métalloïdes dans les particules en suspension dans l'air par spectrométrie de masse avec plasma à couplage inductif.  NF EN 14385 (Mai 2004) Émissions de sources fixes - Détermination de l'émission totale de As, Cd, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, Pb, Sb, Tl et V  NF EN 13890 (Novembre 2009) Exposition sur les lieux de travail - Procédures pour le mesurage des métaux et métalloïdes dans les particules en suspension dans l'air - Exigences et méthodes d'essai.
Méthodes NIOSH [41]	Method 7600 : "Chromium hexavalent". Issue 2, Août 1994. Method 7605 : "Chromium hexavalent by ion chromatography". Issue 1, Mars 2003. Method 7703 : "Chromium hexavalent by Field-Portable Spectrophotometry". Issue 1, Mars 2003. Method 9101 : "Chromium hexavalent in settled dust". Issue 1, Mai 1996
Méthodes OSHA [42]	Method ID215 : Hexavalent Chromium In Workplace Atmospheres. Avril 2006. Method ID103 : Hexavalent Chromium. Février 1990.

### 3.4. EPI pour l'exposition par inhalation

La norme NF EN 529<sup>41</sup> définit les facteurs de protection pour chaque type d'appareil de protection respiratoire (annexe C).

Pour les composés du chrome VI, le type de protection respiratoire adapté est un filtre EN143 de type P3 (aérosols solides et/ou liquides toxiques). [43]

<sup>41</sup> Appareil de protection respiratoire – Recommandations pour le choix, l'utilisation, l'entretien et la maintenance – Guide.

## 4. Production et consommation de la substance

### 4.1. Trioxyde de chrome

L'OCDE (Organisation de Coopération et de Développement Economiques) classe le trioxyde de chrome comme produit chimique HPV (High Production Volume) [44] : il est donc fabriqué ou importé à raison d'au moins 1 000 tonnes par an dans l'Union Européenne, et ce par au moins un état membre.

D'après l'inventaire CMR de l'INRS (2005), les quantités importées en trioxyde de chrome en France étaient de 1 953 tonnes/an et les quantités exportées de 219 tonnes/an en 2005. [1]

La consommation française de trioxyde de chrome en 2005 était d'environ 1 000 tonnes/an. [1]

L'inventaire CMR réalisé en 2005 par l'INRS, auprès d'un échantillon représentatif de 2 000 établissements appartenant à 30 secteurs d'activités primaires, indique que la consommation française de trioxyde de chrome par secteur d'activité était la suivante :

**Tableau 46 : Consommation de trioxyde de chrome en fonction des secteurs d'activité [1]**

Secteurs d'activité	% de la consommation annuelle française en 2005
Imprégnation du bois	90,62%
Traitement et revêtement des métaux	8,06%
Fabrication d'armement	0,72%
Production de Métaux non Ferreux	0,49%
Fabrication de composants électroniques actifs	0,09%
Fabrication d'autres produits chimiques inorganiques de base	0,01%

### 4.2. Chromate de potassium

Le chromate de potassium n'est pas classé par l'OCDE (Organisation de Coopération et de Développement Economiques) comme produit chimique HPV (High Production Volume). [44]

L'inventaire CMR de l'INRS (2005) fournit uniquement des données de production pour la famille des chromates, dichromates et peroxochromates (à l'exclusion des chromates de zinc ou de plomb ainsi que du dichromate de sodium). D'après cette source, les quantités importées en France de cette famille de substances étaient de 1 286 tonnes/an et les quantités exportées de 7 tonnes/an en 2005. [1]

La consommation française de chromate de potassium en 2005 était d'environ 1 000 tonnes/an. [1]

L'inventaire CMR réalisé en 2005 par l'INRS, auprès d'un échantillon représentatif de 2 000 établissements appartenant à 30 secteurs d'activités primaires, indique que la consommation française de chromate de potassium par secteur d'activité était la suivante :

**Tableau 47 : Consommation de chromate de potassium en fonction des secteurs d'activité [1]**

Secteurs d'activité	% de la consommation annuelle française en 2005
Apprêt et tannage des cuirs	99,97%
Production de Métaux non Ferreux	0,02%
Fabrication de fibres artificielles ou synthétiques	0,01%
Fabrication de papier et de carton	0,00% (0,003 t/an)
Ennoblement textile	0,00% (0,0003 t/an)



### 4.3. Dichromate de sodium

L'OCDE (Organisation de Coopération et de Développement Economiques) classe le dichromate de sodium comme produit chimique HPV (High Production Volume) [44] : il est donc fabriqué ou importé à raison d'au moins 1 000 tonnes par an chacun dans l'Union Européenne, et ce par au moins un secteur industriel.

D'après l'inventaire CMR de l'INRS (2005), les quantités importées en dichromate de sodium en France étaient de 4 009 tonnes/an et les quantités exportées de 76 tonnes/an en 2005. [1]

La consommation française de dichromate de sodium en 2005 était d'environ 1 000 tonnes/an [1].

L'inventaire CMR réalisé en 2005 par l'INRS, auprès d'un échantillon représentatif de 2 000 établissements appartenant à 30 secteurs d'activités primaires, indique que la consommation française de dichromate de sodium par secteur d'activité était la suivante :

**Tableau 48 : Consommation de dichromate de sodium en fonction des secteurs d'activité [1]**

Secteurs d'activité	% de la consommation annuelle française en 2005
Fabrication de produits chimiques à usage industriel	99,94%
Traitement et revêtement des métaux	0,06%

### 4.4. Chromate de strontium

L'OCDE (Organisation de Coopération et de Développement Economiques) classe le chromate de strontium comme produit chimique HPV (High Production Volume) [44] : il est donc fabriqué ou importé à raison d'au moins 1 000 tonnes par an chacun dans l'Union Européenne, et ce par au moins un secteur industriel.

L'inventaire CMR de l'INRS (2005) fournit uniquement des données de production pour la famille des chromates, dichromates et peroxychromates (à l'exclusion des chromates de zinc ou de plomb ainsi que du dichromate de sodium). D'après cette source, les quantités importées en France de cette famille de substances étaient de 1 286 tonnes/an et les quantités exportées de 7 tonnes/an en 2005. [1]

La consommation française de chromate de strontium en 2005 était d'environ 2 000 tonnes/an. [1]

L'inventaire CMR réalisé en 2005 par l'INRS, auprès d'un échantillon représentatif de 2 000 établissements appartenant à 30 secteurs d'activités primaires, indique que la consommation française de chromate de strontium par secteur d'activité était la suivante :

**Tableau 49 : Consommation de chromate de strontium en fonction des secteurs d'activité [1]**

Secteurs d'activité	% de la consommation annuelle française en 2005
Fabrication de colorants et de pigments	99,32%
Traitement et revêtement des métaux	0,68%

## 5. Utilisations de la substance

### 5.1. Industrie du bois

Les composés du chrome sont utilisés dans diverses formulations de préservation du bois, dans lesquelles le chrome assure la fixation des matières actives. [45]

Le **trioxyde de chrome** est utilisé plus particulièrement dans les produits pour la lutte contre les pourritures, les insectes xylophages, les termites et les térébrants marins. Il entre notamment dans la composition du CCA (Cuivre, Chrome, Arsenic) en tant qu'agent de fixation. [1] [2] [7] Le CCA est un produit de protection du bois utilisé contre les attaques d'insectes et de champignons. A noter que pendant le procédé de traitement du bois par du CCA, le chrome VI est réduit en chrome III. Toutefois, certaines études montrent que des traces de chrome VI peuvent encore subsister dans le bois traité. [46] D'après I. Subra *et al* (1999), l'exposition au chrome VI des salariés de menuiseries est de l'ordre de la détection analytique (résultats de campagnes de mesures de l'exposition professionnelle dans deux menuiseries). [47]

Le **dichromate de sodium** est également utilisé pour fabriquer des produits de conservation du bois. [2]

### 5.2. Traitement et revêtement des métaux

Le **trioxyde de chrome** est utilisé pour le traitement de surface et la protection des métaux contre la corrosion par chromage électrolytique. [2] [7] Cette substance est par exemple utilisée pour le traitement de surface de pièces mécaniques pour certaines munitions. [1]

Le trioxyde de chrome est aussi utilisé comme agent anticorrosion pour la passivation de l'aluminium dans le procédé avant laquage (de peinture par exemple). [1]

Le trioxyde de chrome est le composé le plus fréquemment employé comme agent d'électrodéposition du chrome. Ce procédé peut être appliqué sur de nombreux métaux : fer, nickel, acier, zinc, aluminium, alliages, ainsi que sur le plastique. L'objectif de ce procédé est d'améliorer l'aspect décoratif et la résistance à la corrosion et l'usure du matériau. [46]

Le trioxyde de chrome est également utilisé comme agent d'anodisation du chrome [1] L'anodisation est un procédé électrolytique permettant de produire une couche d'oxyde sur un matériau. Sa seule application commerciale actuelle est en tant que traitement anticorrosif pour l'aluminium. [46]

Le **chromate de potassium** est utilisé comme revêtement inhibiteur pour la poudre d'aluminium, afin d'empêcher son contact avec l'eau qui risquerait de produire de l'hydrogène. Ce traitement est de moins en moins utilisé et il est couramment remplacé par un revêtement avec un acide gras (acide isostéarique). [1]

Le **dichromate de sodium** est lui aussi utilisé pour le traitement anticorrosion des métaux par chromage électrolytique. [2] [1]

Le **chromate de strontium** est quant-à lui utilisé pour le traitement anticorrosion de l'acier et de l'aluminium. [1]

### 5.3. Industrie chimique

Le **trioxyde de chrome** est utilisé [2] [7] :

- En tant que catalyseur, notamment pour la production de molécules organiques et la fabrication de polyéthylène, [9]
- Pour la production du dioxyde de chrome (employé pour la fabrication de bandes magnétiques).

Le **dichromate de sodium** est utilisé pour la fabrication d'autres composés du chrome, notamment du sulfate de chrome (III) (90% du cuir dans le monde est tanné avec du sulfate de chrome) [46], du trioxyde de chrome et des pigments chrome VI. [2] [1]

#### 5.4. Fabrication de colorants et de pigments

Le **trioxyde de chrome** est utilisé pour produire des pigments [2] [7]. Toutefois d'après l'European Risk Assessment Report, la concentration en chrome VI dans les produits dans lesquels sont utilisés ces pigments (peintures, colorants pour caoutchouc, papier et encres) serait négligeable (le chrome VI résiduel est éliminé par lavage pendant le procédé de fabrication). [46]

Le **chromate de strontium** est utilisé pour la fabrication de pigments. Ces pigments sont essentiellement utilisés pour les résines vinyliques mais aussi pour les céramiques et la pyrotechnie (feux d'artifice). [1] [46]

Le chromate de strontium est également directement utilisé dans les primaires de peintures résistantes à la corrosion (concentration de 1 à plus de 10%). Ces peintures sont notamment utilisées pour le revêtement de bardages métalliques extérieurs et dans l'industrie aéronautique. [45] [48]

#### 5.5. Industrie du textile et du cuir

Le **chromate de potassium** est utilisé comme agent mordant pour la coloration des textiles. [8] [1]

Il est également utilisé comme agent mordant pour l'impression du cuir [1]. Toutefois d'après le « European Union Risk Assessment Report », la concentration en chrome VI dans les articles en cuir serait négligeable. [46]

Le **dichromate de sodium** est employé comme mordant des textiles, [2] [8] en particulier pour la teinture de la laine. [46] Pendant la réaction le chrome VI est entièrement réduit en chrome III. Le produit fini ne contient donc aucune trace de chrome VI [46]

Dans une moindre mesure, le dichromate de sodium est utilisé pour fixer les colorants à base de sulfure sur le coton. [46]

#### 5.6. Autres usages

Le **dichromate de sodium** est également utilisé pour la fabrication :

- De vitamine K [2], produite par oxydation du 2-méthylnaphtalène avec du dichromate de sodium. La vitamine ainsi produite est la vitamine K3, qui est le précurseur des autres vitamines K. Cependant pendant le procédé tout le chrome VI est réduit en sulfate de chrome III. [46]
- De cire (cire de montant ou lignite, qui est un ester d'alcool polyhydrique). [2] Cette cire est principalement utilisée dans des plastiques de différents types (par exemple l'emballage alimentaire). [9] Pendant le procédé (procédé Gersthofen), tout le chrome VI est réduit en chrome III. [46]

Le ciment constitue également une source potentielle de chrome VI. L'origine du chrome VI dans le ciment n'est toutefois pas bien déterminée. [46]

#### 5.7. Etat des lieux de la substitution de la substance en France

De façon générale, la substitution des composés du chrome VI pour la chromatisation de l'aluminium consiste soit à les remplacer par du chrome III, soit à recouvrir la surface de l'aluminium par des produits de nature organo-minérale. [49]

### 5.7.1. *Trioxyde de chrome*

Pour le traitement du bois, une substitution par des sels organiques de cuivre ne contenant ni arsenic ni chrome est possible. [1]

La substitution du trioxyde de chrome est également possible pour la protection contre la corrosion des métaux (remplacement par un bain électrolytique étain-cobalt-chrome III par exemple). [50]

### *Chromate de potassium*

D'après l'INRS, le chromate de potassium tend à être remplacé par le sel de sodium (applications non précisées). [8]

Cette substance peut être remplacée par des acides gras pour éviter l'oxydation de la poudre d'aluminium (et donc limiter son caractère explosif). [1]

### 5.7.2. *Dichromate de sodium*

D'après l'INRS, le dichromate de sodium a été substitué pour la fabrication d'huiles essentielles. [1]

### 5.7.3. *Chromate de strontium*

D'après l'INRS, la substitution des chromates ayant des propriétés anticorrosion est possible dans la plupart des applications courantes. Pour la fabrication de peintures anticorrosion, ils peuvent être remplacés par des pigments à base de phosphates ou polyphosphates, ainsi que par le molybdate de zinc ou la ferrite de calcium. [48]

## 6. Le chrome VI dans les déchets

### 6.1. Déchets contenant du chrome VI

Le chrome VI est rapporté par A. Chollot (2007) [51] comme étant l'un des CMR les plus couramment cités par les producteurs ou traiteurs (plus de 20 fois sur 28 traiteurs et 134 producteurs interrogés). Selon l'enquête réalisée dans le cadre de cette étude, le chrome VI peut être présent dans les types de déchets suivants :

- Déchets acides, alcalins ou salins,
- Boues d'effluents industriels,
- Déchets métalliques,
- Déchets de verre<sup>42</sup>,
- Déchets de bois,
- Déchets minéraux,
- Résidus d'opérations thermiques.

D'après B. Savary *et al.* (2007), le chrome VI est également présent dans les moniteurs informatiques sous forme de pigments ou d'agent durcisseur. [52]

Les véhicules hors d'usage peuvent être source de chrome VI lors de la découpe, broyage et compactage des pièces métalliques (INRS, 2010). [53]

---

<sup>42</sup> La présence de chrome VI dans le verre provient de l'utilisation d'oxydes de chrome pour colorer le verre (Fiche d'aide au repérage FAR 5. Fabrication de verre technique. INRS. 2008)

Les boues d'épuration peuvent également être riches en chrome. [54]

D'après ces données et les différentes utilisations identifiées dans la présente fiche, les déchets pouvant contenir du chrome VI sont classés dans la nomenclature déchets de l'article R541-8 (Annexe II) du Code de l'environnement [55] sous les rubriques suivantes :

**Tableau 50 : Rubriques des déchets susceptibles de contenir du chrome VI**

N°RUBRIQUE	DECHETS
<b>01</b>	<b>DÉCHETS PROVENANT DE L'EXPLORATION ET DE L'EXPLOITATION DES MINES ET DES CARRIÈRES AINSI QUE DU TRAITEMENT PHYSIQUE ET CHIMIQUE DES MINÉRAUX</b>
<b>01 01</b>	<b>Déchets provenant de l'extraction des minéraux</b>
01 01 01	Déchets provenant de l'extraction des minéraux métallifères
<b>01 03</b>	<b>Déchets provenant de la transformation physique et chimique des minéraux métallifères</b>
01 03 07*	Autres déchets contenant des substances dangereuses provenant de la transformation physique et chimique des minéraux métallifères
<b>03</b>	<b>DÉCHETS PROVENANT DE LA TRANSFORMATION DU BOIS ET DE LA PRODUCTION DE PANNEAUX ET DE MEUBLES, DE PÂTE À PAPIER, DE PAPIER ET DE CARTON</b>
<b>03 01</b>	<b>Déchets provenant de la transformation du bois et de la fabrication de panneaux et de meubles</b>
<b>03 02</b>	<b>Déchets des produits de protection du bois</b>
<b>04</b>	<b>DÉCHETS PROVENANT DES INDUSTRIES DU CUIR, DE LA FOURRURE ET DU TEXTILE</b>
<b>04 01</b>	<b>Déchets provenant de l'industrie du cuir et de la fourrure</b>
04 01 04	Liqueur de tannage contenant du chrome
04 01 06	Boues, notamment provenant du traitement in situ des effluents, contenant du chrome
04 01 08	Déchets de cuir tanné (refentes sur bleu, dérayures, échantillonnages, poussières de ponçage), contenant du chrome
<b>04 02</b>	<b>Déchets de l'industrie textile</b>
04 02 09	Matériaux composites (textile imprégné, élastomère, plastomère)
04 02 16*	Teintures et pigments contenant des substances dangereuses
04 02 19*	Boues provenant du traitement in situ des effluents contenant des substances dangereuses
<b>06</b>	<b>DÉCHETS DES PROCÉDÉS DE LA CHIMIE MINÉRALE</b>
<b>06 03</b>	<b>Déchets provenant de la FFDU de sels et leurs solutions et d'oxydes métalliques</b>
06 03 13*	Sels solides et solutions contenant des métaux lourds
06 03 15*	Oxydes métalliques contenant des métaux lourds
<b>06 04</b>	<b>Déchets contenant des métaux autres que ceux visés à la section 06 03</b>
06 04 05*	Déchets contenant d'autres métaux lourds
<b>06 05</b>	<b>Boues provenant du traitement in situ des effluents</b>
06 05 02*	Boues provenant du traitement in situ des effluents contenant des substances dangereuses
<b>06 11</b>	<b>Déchets provenant de la fabrication des pigments inorganiques et des opacifiants</b>
06 11 99	Déchets non spécifiés ailleurs
<b>06 13</b>	<b>Déchets des procédés de la chimie minérale non spécifiés ailleurs</b>
06 13 01*	Produits phytosanitaires inorganiques, agents de protection du bois et autres biocides
<b>07</b>	<b>DÉCHETS DES PROCÉDÉS DE LA CHIMIE ORGANIQUE</b>
<b>07 02</b>	<b>Déchets provenant de la FFDU de matières plastiques, caoutchouc et fibres synthétiques</b>
07 02 08*	Autres résidus de réaction et résidus de distillation

N° RUBRIQUE	DECHETS
07 02 11*	Boues provenant du traitement in situ des effluents contenant des substances dangereuses
<b>07 03</b>	<b>Déchets provenant de la FFDU de teintures et pigments organiques (sauf section 06 11)</b>
07 03 01*	Eaux de lavage et liqueurs mères aqueuses
07 03 11*	Boues provenant du traitement in situ des effluents contenant des substances dangereuses
<b>07 04</b>	<b>Déchets provenant de la FFDU de produits phytosanitaires organiques (sauf rubriques 02 01 08 et 02 01 09), d'agents de protection du bois (sauf section 03 02) et d'autres biocides</b>
07 04 01*	Eaux de lavage et liqueurs mères aqueuses
07 04 11*	Boues provenant du traitement in situ des effluents contenant des substances dangereuses
<b>07 05</b>	<b>Déchets provenant de la FFDU des produits pharmaceutiques</b>
07 05 08*	Autres résidus de réaction et résidus de distillation
07 05 11*	Boues provenant du traitement in situ des effluents contenant des substances dangereuses
<b>08</b>	<b>DÉCHETS PROVENANT DE LA FABRICATION, DE LA FORMULATION, DE LA DISTRIBUTION ET DE L'UTILISATION (FFDU) DE PRODUITS DE REVÊTEMENT (PEINTURES, VERNIS ET ÉMAUX VITRIFIÉS), MASTICS ET ENCRE D'IMPRESSION</b>
<b>08 01</b>	<b>Déchets provenant de la FFDU et du décapage de peintures et vernis</b>
08 01 11*	Déchets de peintures et vernis contenant des solvants organiques ou d'autres substances dangereuses
08 01 13*	Boues provenant de peintures ou vernis contenant des solvants organiques ou autres substances dangereuses
08 01 15*	Boues aqueuses contenant de la peinture ou du vernis contenant des solvants organiques ou autres substances dangereuses
08 01 17*	Déchets provenant du décapage de peintures ou vernis contenant des solvants organiques ou autres substances dangereuses
08 01 19*	Suspensions aqueuses contenant de la peinture ou du vernis contenant des solvants organiques ou autres substances dangereuses
08 01 21*	Déchets de décapants de peintures ou vernis
<b>10</b>	<b>DÉCHETS PROVENANT DE PROCÉDÉS THERMIQUES</b>
<b>10 01</b>	<b>Déchets provenant de centrales électriques et autres installations de combustion (sauf chapitre 19)</b>
10 01 14*	Mâchefers, scories et cendres sous chaudière provenant de la co-incinération contenant des substances dangereuses
<b>10 11</b>	<b>Déchets provenant de la fabrication du verre et des produits verriers</b>
<b>10 13</b>	<b>Déchets provenant de la fabrication de ciment, chaux et plâtre et d'articles et produits dérivés</b>
10 13 11	Déchets provenant de la fabrication de matériaux composites à base de ciment autres que ceux visés aux rubriques 10 13 09 et 10 13 10
<b>11</b>	<b>DÉCHETS PROVENANT DU TRAITEMENT CHIMIQUE DE SURFACE ET DU REVÊTEMENT DES MÉTAUX ET AUTRES MATÉRIAUX, ET DE L'HYDROMÉTALLURGIE DES MÉTAUX NON FERREUX</b>
<b>11 01</b>	<b>Déchets provenant du traitement chimique de surface et du revêtement des métaux et autres matériaux (par exemple : procédés de galvanisation, de revêtement de zinc, de décapage, de gravure, de phosphatation, de dégraissage alcalin et d'anodisation)</b>
11 01 09*	Boues et gâteaux de filtration contenant des substances dangereuses
11 01 11*	Liquides aqueux de rinçage contenant des substances dangereuses
11 01 98*	Autres déchets contenant des substances dangereuses
<b>11 02</b>	<b>Déchets provenant des procédés hydrométallurgiques des métaux non ferreux</b>
11 02 07*	Autres déchets contenant des substances dangereuses

N° RUBRIQUE	DECHETS
<b>15</b>	<b>EMBALLAGES ET DÉCHETS D'EMBALLAGES, ABSORBANTS, CHIFFONS D'ESSUYAGE, MATÉRIAUX FILTRANTS ET VÊTEMENTS DE PROTECTION NON SPÉCIFIÉS AILLEURS</b>
<b>15 01</b>	<b>Emballages et déchets d'emballages (y compris les déchets d'emballages municipaux collectés séparément)</b>
15 01 02	Emballages en matières plastiques
15 01 04	Emballages métalliques
15 01 07	Emballages en verre
15 01 09	Emballages textiles
15 01 10*	Emballages contenant des résidus de substances dangereuses ou contaminés par de tels résidus
<b>16</b>	<b>DÉCHETS NON DÉCRITS AILLEURS DANS LA LISTE</b>
<b>16 01</b>	<b>Véhicules hors d'usage de différents moyens de transport (y compris machines tout-terrain) et déchets provenant du démontage de véhicules hors d'usage et de l'entretien de véhicules (sauf chapitres 13, 14, et sections 16 06 et 16 08)</b>
16 01 04*	Véhicules hors d'usage
16 01 21*	Composants dangereux autres que ceux visés aux rubriques 16 01 07 à 16 01 11, 16 01 13 et 16 01 14
<b>16 02</b>	<b>Déchets provenant d'équipements électriques ou électroniques</b>
16 02 13*	Équipements mis au rebut contenant des composants dangereux (2) autres que ceux visés aux rubriques 16 02 09 à 16 02 12
16 02 15*	Composants dangereux retirés des équipements mis au rebut
<b>16 08</b>	<b>Catalyseurs usés</b>
16 08 02*	Catalyseurs usés contenant des métaux ou composés de métaux de transition (3) dangereux
<b>16 09</b>	<b>Substances oxydantes</b>
16 09 02*	Chromates (par exemple : chromate de potassium, dichromate de sodium ou de potassium)
<b>17</b>	<b>DÉCHETS DE CONSTRUCTION ET DE DÉMOLITION (Y COMPRIS DÉBLAIS PROVENANT DE SITES CONTAMINÉS)</b>
<b>17 02</b>	<b>Bois, verre et matières plastiques</b>
17 02 04*	Bois, verre et matières plastiques contenant des substances dangereuses ou contaminés par de telles substances
<b>17 04</b>	<b>Métaux (y compris leurs alliages)</b>
17 04 02	Aluminium
17 04 04	Zinc
17 04 05	Fer et acier
17 04 07	Métaux en mélange
17 04 09*	Déchets métalliques contaminés par des substances dangereuses
<b>19</b>	<b>DÉCHETS PROVENANT DES INSTALLATIONS DE GESTION DES DÉCHETS, DES STATIONS D'ÉPURATION DES EAUX USÉES HORS SITE ET DE LA PRÉPARATION D'EAU DESTINÉE À LA CONSOMMATION HUMAINE ET D'EAU À USAGE INDUSTRIEL</b>
<b>19 02</b>	<b>Déchets provenant des traitements physico-chimiques des déchets (y compris déchromatation, décyanuration, neutralisation)</b>
19 02 05*	Boues provenant des traitements physico-chimiques contenant des substances dangereuses
<b>19 07</b>	<b>Lixiviats de décharges</b>
19 07 02*	Lixiviats de décharges contenant des substances dangereuses
<b>19 10</b>	<b>Déchets provenant du broyage de déchets contenant des métaux</b>
19 10 01	Déchets de fer ou d'acier
19 10 02	Déchets de métaux non ferreux
19 10 03*	Fraction légère des résidus de broyage et poussières contenant des substances dangereuses
19 10 05*	Autres fractions contenant des substances dangereuses
<b>19 12</b>	<b>Déchets provenant du traitement mécanique des déchets (par exemple : tri, broyage, compactage, granulation) non spécifiés ailleurs</b>

N° RUBRIQUE	DECHETS
19 12 02	Métaux ferreux
19 12 03	Métaux non ferreux
19 12 04	Matières plastiques et caoutchouc
19 12 05	Verre
19 12 06*	Bois contenant des substances dangereuses
19 12 08	Textiles
<b>20</b>	<b>DÉCHETS MUNICIPAUX (DÉCHETS MÉNAGERS ET DÉCHETS ASSIMILÉS PROVENANT DES COMMERCEs, DES INDUSTRIES ET DES ADMINISTRATIONS), Y COMPRIS LES FRACTIONS COLLECTÉES SÉPARÉMENT</b>
<b>20.01</b>	<b>Fractions collectées séparément (sauf section 15 01)</b>
20 01 02	Verre
20 01 10	Vêtements
20 01 11	Textiles
20 01 27*	Peinture, encres, colles et résines contenant des substances dangereuses
20 01 35*	Equipements électriques et électroniques mis au rebut contenant des composants dangereux (6), autres que ceux visés aux rubriques 20 01 21 et 20 01 23
20 01 37*	Bois contenant des substances dangereuses
20 01 39	Matières plastiques
20 01 40	Métaux

## 6.2. Flux du Chrome VI dans les déchets

D'après la dernière campagne nationale de caractérisation des ordures ménagères (MODECOM) menée par l'ADEME en 2007, le chrome est présent à hauteur de 87 mg/kg sur sec dans les ordures ménagères (183 mg/kg en 1993).

En Allemagne, des concentrations en chrome comprises entre 40 et 200 mg/kg de matière sèche ont été rapportées dans les déchets urbains (S. Bicocchi *et al.*, 2009). [56]

## 6.3. Formation du Chrome VI lors du traitement des déchets

### 6.3.1. Incinération des déchets

De façon générale, les métaux lourds contenus dans les déchets subissent, sous l'effet de la température, des réactions d'oxydation et autres réactions avec l'acide chlorhydrique et les oxydes de soufre pour former : [35]

- Des halogénures (chlorures, fluorures, bromures, iodures) du métal considéré,
- Des oxydes métalliques,
- Des sulfates et sulfures métalliques,
- Des dérivés organiques (produits d'une combustion incomplète).

Ces composés volatils peuvent se retrouver tels quels dans les fumées, se décomposer sous l'action de la chaleur ou se fixer sur des particules en suspension et des cendres volantes.

Des réactions de réduction par le carbone ou le monoxyde de carbone conduisent également à des émissions du métal sous sa forme élémentaire. [35]

Le chrome fait partie des principales substances dangereuses émises par les installations d'incinération de déchets. Les concentrations fréquemment rencontrées en sortie de traitement sont comprises entre 10 et 30 µg/m<sup>3</sup>. [35] Toutefois la forme hexavalente du chrome (chrome VI) serait largement minoritaire dans ces rejets (ratio CR VI/Cr total compris entre 0,007 et 0,1). [57]



### 6.3.2. Compostage des déchets

Du chrome peut être présent dans les lixiviats et le biogaz produits lors du compostage des déchets. Il fait également partir des éléments traces potentiellement présents dans les boues résiduelles urbaines. [58]

### 6.3.3. Stockage des déchets

D'après le guide de l'ASTEE (2005) [59] et le rapport « Stockage des déchets et santé publique » (2004), coordonné par l'INVS [60], les concentrations en chrome total dans le biogaz sont comprises entre 5,65 et 41  $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ .

Les concentrations en chrome dans les lixiviats varient entre 0,001 (limite de détection) et 1,5 mg/L. [41]

Du chrome peut également être émis en sortie de torchère de biogaz. Les concentrations émises sont comprises entre 13,9 et 91  $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ . Toutefois, le ratio CrVI/Cr Total dans les émissions atmosphériques issues d'installations de stockage de déchets serait relativement faible (entre 0,007 et 0,1). [59]

## 6.4. Exposition des travailleurs au chrome VI

D'après l'étude relative aux émissions de deux centres de stockage d'ordures ménagères réalisée par Hours *et al* (2000), les concentrations les plus élevées mesurées aux postes de travail sont de l'ordre de 0,5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (conducteurs BTP), soit 1% de la VME fixée à 0,05  $\text{mg}/\text{m}^3$  en France. [61]

La teneur en chrome dans l'air d'un site industriel a également été estimée à partir de la concentration en chrome dans le compost. Pour une concentration de 1  $\mu\text{g}/\text{mg}$  de matière sèche dans le compost (teneur limite en chrome recommandée par l'arrêté type), la teneur calculée en poussières de chrome dans l'air est de 5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . [58]

Dans les installations d'incinération des ordures ménagères, les salariés peuvent être exposés aux fumées contenant du chrome VI lors de fuites ou autres émanations dans l'installation d'incinération (cf. § 6.4). [62] Toutefois la forme hexavalente du chrome (chrome VI) serait largement minoritaire dans ces rejets (ratio CR VI/Cr total compris entre 0,007 et 0,1). [57] Les salariés peuvent également être exposés à des poussières contenant du chrome VI lors de l'élimination des résidus de combustion (mâchefers) et du nettoyage et entretien des installations de combustion. [62]

Une étude de l'INRS sur la caractérisation des risques chimiques potentiels dans quelques filières de traitement des déchets [52] a établi, à partir de la base COLCHIC, la liste des agents chimiques présents dans les filières de traitement des déchets et les niveaux d'exposition auxquels sont soumis les salariés. Cette étude indique que le chrome fait partie des 10 agents les plus mesurés dans le secteur de la récupération de matières métalliques recyclables. Dans ce secteur, environ 3,8% des mesures concernent la recherche de chrome. L'étude ne donne cependant aucune précision sur les niveaux d'expositions mesurés.

Une étude récente de l'INRS (2010) sur les risques chimiques et biologiques liés aux activités de compostage [63], rapporte les concentrations suivantes en chrome, mesurées dans l'air de diverses installations de compostage (douze campagnes de mesure dans dix entreprises représentatives par rapport aux types de déchets entrants et au procédé de compostage) :

- Déchets verts : 0,3 et 0,8  $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- Boues : 0,1 et 0,2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- Bio-déchets : 0,1  $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- Ordures ménagères résiduelles (OMR) : 0,2 et 0,3  $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- Digestat OMR : 0,4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Quel que soit le type de compost, les concentrations dans les poussières aéroportées sont faibles.

La base Colchic de l'INRS fournit des données d'exposition dans les ambiances de travail des filières du déchet. Les résultats ont été obtenus à partir des mesures effectuées par les 8 laboratoires interrégionaux de chimie des CRAM/CARSAT et de l'INRS, entre 2001 et 2010. Les résultats sont présentés dans le tableau suivant sans distinction du secteur d'activité concerné (résultats détaillés en **annexe 5-4**).

**Tableau 51 : Extraction de la base de données Colchic – Analyses en Chrome**

	Prélèvements individuels			Prélèvements d'ambiance		
	Nombre de mesures	Concentration min	Concentration max	Nombre de mesures	Concentration min	Concentration max
<b>Chrome (<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</b>	178	0,09	78,1	120	0,09	589,7

Une entreprise spécialisée dans l'incinération des ordures ménagères a fourni des données semi-quantitatives sur les niveaux mesurés en chrome VI dans les ambiances de travail (données 2002 à 2010). Les résultats sont présentés dans le tableau ci-après.

**Tableau 52 : Données d'exposition en chrome VI - Incinération d'ordures ménagères**

Activités évaluées:	Incinération			
Nombre de sites évalués	11			
Postes de travail évalués	28			
Liste des molécules étudiées	Nombre de fois recherchées lors des mesures d'exposition professionnelles	Nombre de fois inférieures aux VLEP	Nombre de fois supérieures aux VLEP	Nombre de fois détectées (Valeurs inf + valeurs sup à la VLEP)
Chrome VI et ses composés	12	0	1	1

Le chrome a été détecté une fois en concentration supérieure à la VLEP.

## 7. Références bibliographiques

---

- 1 Base de données Inventaire CMR 2005. INRS. <http://www.inrs.fr/cmr2005>
- 2 Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques – Chrome et ses dérivés. INERIS. 2005.
- 3 Règlement (CE) n° 1272/2008 du Parlement européen et du Conseil du 16 décembre 2008 relatif à la classification, à l'étiquetage et à l'emballage des substances et des mélanges, modifiant et abrogeant les directives 67/548/CEE et 1999/45/CE et modifiant le règlement (CE) n° 1907/2006.
- 4 IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. Volume 49. 1990.
- 5 Integrated Risk Information System (IRIS). US-EPA. Chromium (VI). Dernière mise à jour : 28/10/2003. <http://www.epa.gov/iris/subst/0144.htm>
- 6 Base de données BIOTOX. INRS. Mise à jour : septembre 2010.
- 7 FT1. Trioxyde de Chrome. INRS. 2009.
- 8 FT180. Chromates de dichromates de sodium et de potassium. INRS. 2009.
- 9 Fiche de données technico-économiques sur les substances chimiques en France – Chrome et ses composés. INERIS. Dernière mise à jour : 25/05/2011.
- 10 Règlement (CE) n° 1907/2006 du Parlement européen et du Conseil du 18 décembre 2006 concernant l'enregistrement, l'évaluation et l'autorisation des substances chimiques, ainsi que les restrictions applicables à ces substances (REACH), instituant une agence européenne des produits chimiques, modifiant la directive 1999/45/CE et abrogeant le règlement (CEE) n° 793/93 du Conseil et le règlement (CE) n° 1488/94 de la Commission ainsi que la directive 76/769/CEE du Conseil et les directives 91/155/CEE, 93/67/CEE, 93/105/CE et 2000/21/CE de la Commission.
- 11 Règlement (CE) n° 689/2008 du parlement européen et du conseil du 17 juin 2008 concernant les exportations et importations de produits chimiques dangereux.
- 12 Arrêté du 07/08/97 modifié relatif aux limitations de mise sur le marché et d'emploi de certains produits contenant des substances dangereuses.
- 13 Code du travail. Partie Réglementaire. Quatrième partie : santé et sécurité au travail. Livre IV : prévention de certains risques d'exposition. Titre 1er : risques chimiques. Section 4 : Règles particulières à certains agents chimiques dangereux. Articles R4412-163 et R4412-164.
- 14 Directive du Conseil 76/768/CEE du 27 juillet 1976 modifiée concernant le rapprochement des législations des États membres relatives aux produits cosmétiques.
- 15 Arrêté du 06 février 2001 modifié fixant la liste des substances qui ne peuvent entrer dans la composition des produits cosmétiques.
- 16 Règlement n° 1223/2009 du Parlement européen et du Conseil du 30 novembre 2009 relatif aux produits cosmétiques.
- 17 Directive 2009/48/CE du Parlement Européen et du Conseil du 18 juin 2009 relative à la sécurité des jouets.

18 Arrêté du 24 février 2010 fixant les modalités d'application du décret n° 2010-166 du 22 février 2010 relatif à la sécurité des jouets.

19 Directive 2008/128/CE de la commission du 22 décembre 2008 établissant des critères de pureté spécifiques pour les colorants pouvant être utilisés dans les denrées alimentaires.

20 Directive 2008/84/CE de la commission du 27 août 2008 portant établissement de critères de pureté spécifiques pour les additifs alimentaires autres que les colorants et les édulcorants.

21 Code de l'environnement. Partie réglementaire. Livre V : Prévention des pollutions, des risques et des nuisances. Titre IV : Déchets. Chapitre III : Dispositions propres à certaines catégories de produits et de déchets (R). Section 10 : Equipements électriques et électroniques. Sous-section 2 : Dispositions relatives à la composition des équipements électriques et électroniques. Article R543-175.

22 Arrêté du 25 novembre 2005 fixant les cas et conditions dans lesquels l'utilisation dans les équipements électriques et électroniques de plomb, de mercure, de cadmium, de chrome hexavalent, de polybromobiphényles ou de polybromodiphényléthers est autorisée.

23 Règlement (CE) No 1048/2005 de la commission du 13 juin 2005 modifiant le règlement (CE) n° 2032/2003 concernant la seconde phase du programme de travail de dix ans visé à l'article 16, paragraphe 2, de la directive 98/8/CE du Parlement européen et du Conseil concernant la mise sur le marché des produits biocides.

24 Code de l'environnement. Partie réglementaire. Livre V : Prévention des pollutions, des risques et des nuisances. Titre II : Produits chimiques et biocides. Chapitre Ier : Contrôle des produits chimiques. Section 2 : Mise sur le marché et emploi de certains produits et substances. Sous-section 2 : Substances et préparations dangereuses. Articles R521-13 à R521-15.

25 Directive 2000/53/CE du Parlement Européen et du Conseil du 18 septembre 2000 relative aux véhicules hors d'usage.

26 Arrêté du 24 décembre 2004 concernant les dispositions relatives à la construction des véhicules, composants et équipements visant l'élimination des véhicules hors d'usage.

27 Règlement 1451/2007 de la commission du 4 décembre 2007 concernant la seconde phase du programme de travail de dix ans visé à l'article 16, paragraphe 2, de la directive 98/8/CE du Parlement européen et du Conseil concernant la mise sur le marché des produits biocides.

28 Directive 98/8/CE du 16 février 1998 concernant la mise sur le marché des produits biocides.

29 Arrêté du 29/05/97 relatif aux matériaux et objets utilisés dans les installations fixes de production, de traitement et de distribution d'eau destinée à la consommation humaine.

30 Arrêté du 31/01/08 modifié relatif au registre et à la déclaration annuelle des émissions polluantes et des déchets.

31 Arrêté du 2 février 1998 modifié relatif aux prélèvements et à la consommation d'eau ainsi qu'aux émissions de toute nature des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation.

32 Arrêté du 20/09/02 modifié relatif aux installations d'incinération et de co-incinération de déchets dangereux.

33 Arrêté du 20/09/02 modifié relatif aux installations d'incinération et de co-incinération de déchets non dangereux et aux installations incinérant des déchets d'activités de soins à risques infectieux.

34 Arrêté du 30/12/02 modifié relatif au stockage de déchets dangereux.

35 Arrêté du 09/09/97 modifié relatif aux installations de stockage de "déchets non dangereux".

36 Arrêté du 28/10/10 relatif aux installations de stockage de déchets inertes.

37 Avis de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail relatif à la proposition de valeurs limites d'exposition à des agents chimiques en milieu professionnel. Evaluation des effets sur la santé et des méthodes de mesure des niveaux d'exposition sur le lieu de travail pour les composés du chrome hexavalent. ANSES. 7 octobre 2010.

38 Recommendation from the Scientific Committee on Occupational Exposure Limits : Risk assessment for Hexavalent Chromium. SCOEL/SUM/86. Décembre 2004.

39 Fiche Métropol 084/V03. Chrome hexavalent (spéciation du chrome). INRS. 30 avril 2010.

40 Site internet de l'Afnor. Date de consultation : Mai 2011. <http://www.boutique.afnor.org/>

41 NIOSH Manual of Analytical Methods. 3<sup>ème</sup> Edition. 2003.  
<http://www.cdc.gov/niosh/docs/2003-154/>

42 Sampling & Analytical Methods. Occupational Safety & Health Administration (OSHA). Dernière date de mise à jour : 23/03/2010. [http://www.osha.gov/dts/sltc/methods/toc\\_c.html](http://www.osha.gov/dts/sltc/methods/toc_c.html)

43 Fiche pratique de sécurité. Les appareils de protection respiratoire. ED 98. INRS. Octobre 2008.

44 OCDE (Organisation de coopération et de développement économiques). Date de consultation : mai 2011. <http://webnet.oecd.org/hpv/UI/Search.aspx>

45 Toxicologie industrielle et intoxications professionnelles. R. R. Lauwerys, V. Haufroid, P. Hoet, D. Lison. 5<sup>ème</sup> édition. Edition MASSON. 1268 p. 2007.

46 European Union Risk Assessment Report. Chromium trioxide, sodium chromate, sodium dichromate, ammonium dichromate, potassium dichromate. European Chemical Bureau. European Communities. 2005. 426 p.

47 Exposition professionnelle aux métaux lors de l'usinage des bois traités au cuivre, chrome, arsenic. I. Subra, G. Hubert, S. Aubert, M. Héry, J.M. Elcabache, service Evaluation et prévention du risque chimique. INRS. ND 2108-175-99. 1999.

48 Fiche d'aide à la substitution FAS 27. Chromate de strontium. Fabrication et application de peintures anticorrosion. INRS. Date de mise à jour : 23/11/2010.

49 Fiche d'aide à la substitution FAS 22. Oxydes de chrome VI. Chromatation de l'aluminium. INRS. Date de mise à jour : 28/03/2008.

50 Fiche d'aide à la substitution FAS 8. Oxydes de chrome VI. Chromage électrolytique de l'acier. INRS. Date de mise à jour : 28/09/2007.

51 Etude des composés CMR dans les déchets dangereux. Alain Chollot. INRS. 2007.

52 ND 2271-207-07. Caractérisation des risques chimiques potentiels dans quelques filières de traitement des déchets. Barbara SAVARY, Raymond VINCENT. Cahiers de notes documentaires. INRS. 2<sup>ème</sup> trimestre 2007.

53 Fiche d'aide au repérage FAR 26. Démantèlement des véhicules hors d'usage. INRS. Date de mise à jour : 04/03/2010.

54 Faisabilité d'une étude épidémiologique auprès des travailleurs des centres de compostage des déchets. Gwladys FRANCOIS, Mémoire de l'École Nationale de la Santé Publique. 2005.

55 Annexe II de l'article R541-8 du Code de l'environnement : LISTE DE DÉCHETS.

56 Les polluants et les techniques d'épuration des fumées. Cas des unités de traitement et de valorisation des déchets. Etat de l'art. Stéphane Bicocchi, Mathieu Boulinguez, Karen Diard. Etude réalisée sous la direction et pour le compte de l'association RECORD. Editions Tec & Doc Lavoisier. 2<sup>e</sup> édition. 2009.

57 Guide pour l'évaluation du risque sanitaire dans le cadre de l'étude d'impact d'une U.I.O.M. ASTEE. Novembre 2003.

58 Les risques non microbiologiques associés au compostage des déchets. FNADE, Ministère de l'écologie et du développement durable. 19 août 2002.

59 Guide pour l'évaluation du risque sanitaire dans le cadre de l'étude d'impact d'une installation de stockage de déchets ménagers et assimilés. ASTEE. Février 2005.

60 Stockage des déchets et santé publique. Chapitre 2.1. INVS. Septembre 2004.  
<http://www.invs.sante.fr/publications/2005/dechets/index.html>

61 Etude des polluants atmosphériques émis dans deux centres de stockage des ordures ménagères ; Caractérisation et mesure des niveaux d'exposition ; Mise au point d'outils de suivi en vue de l'évaluation des risques sanitaires. M. Hours, Ph. Berny. ETUDE N° 99-0654/3A. RECORD, ADEME. Septembre 2001.

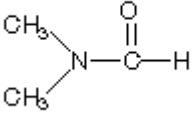
62 Fiche d'aide au repérage FAR 11. Incinération d'ordures ménagères. INRS. Date de mise à jour : 15/04/2004.

63 ND 2336-221-10. Approche des risques chimiques et microbiologiques dans le secteur du compostage. Pascal POIROT, Jérôme GROSJEAN, Nathalie MONTA, Thérèse NICOT, François ZIMMERMANN. INRS. 4<sup>ème</sup> trimestre 2010.

**FICHE FILIÈRE DU N,N-DIMÉTHYLFORMAMIDE (DMF)**

## 1. Fiche identité de la substance

Tableau 53 : Caractéristiques du N,N-Diméthylformamide

IDENTIFICATION DE LA SUBSTANCE	
Numéros CAS	68-12-2
Numéro CE (EINECS, ELINCS, NLP)	200-679-5
Nom	N,N-Diméthylformamide
Synonymes	Diméthylformamide DMF DMFA Formdiméthylamide N-Formyldiméthylamine
Famille chimique	Amides
Formule brute	C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> NO
Formule semi-développée	
Catégorie de classement de la substance	<p><b>Classement selon le règlement CLP (N° 1272/2008 - Annexe VI) [1] :</b> Repr. 1B (H360)</p> <p><b>Classement selon le CIRC [2] :</b> Groupe 3 (inclassable quant à sa cancérogénicité pour l'homme)</p> <p><b>Classement selon l'US-EPA [3] :</b> Non classé</p> <p><b>VLEP réglementaire contraignante (article R4412-149 du code du travail) :</b> Sans objet</p>
Tension vapeur	380 Pa à 20°C [4]
Indicateur biologique d'exposition [5]	N-méthylformamide urinaire : Valeur-Guide Française : N-méthylformamide total urinaire = 40 mg/g. de créatinine en fin de poste <sup>43</sup>
Fiche INRS	FT69 : N,N-Diméthylformamide. 2009 [4]
Fiche(s) INERIS	Sans objet

<sup>43</sup> Dernière mise à jour en 1997.



## 2. Toxicité de la substance

### 2.1. Toxicité en exposition aiguë

Une intoxication aiguë au DMF s'exprime notamment par :

- Un syndrome neurologique (céphalées, vertiges), qui régresse rapidement après l'arrêt de l'exposition,
- Un syndrome douloureux abdominal (crampes, vomissements, nausées, anorexie),
- Une hépatite cytolytique (Inflammation avec destruction des cellules du foie),
- Un syndrome antabuse, qui survient lors d'une prise d'éthanol quelques heures à quelques jours après l'exposition au DMF. Ce syndrome est marqué par une vasodilatation périphérique, responsable d'une hypotension, d'une tachycardie, de céphalées et de sensations vertigineuses.

Pur ou en solution concentrée, le DMF est modérément irritant pour la peau en cas de contact cutané de courte durée. [4]

### 2.2. Toxicité en exposition chronique

L'intoxication en exposition à long terme présente les mêmes syndromes qu'une intoxication aiguë. Une hépatite cytolytique est fréquemment observée chez les individus présentant les autres types de syndromes (neurologique, abdominal et antabuse).

Une exposition répétée au DMF peut entraîner des irritations de la peau, des muqueuses oculaires et des voies respiratoires.

Le DMF n'est pas classé quant à sa cancérogénicité pour l'homme.

Il est classé reprotoxique de catégorie 1B par le règlement CLP. Aucune donnée sur la reprotoxicité du DMF n'a été publiée chez l'homme, en revanche diverses études ont montré que le DMF induit une foetotoxicité chez l'animal (baisse du poids total et augmentation du nombre total de variations squelettiques en fonction de la dose). Par inhalation, ingestion ou contact cutané, il est légèrement tératogène, mais uniquement à des doses toxiques pour la mère (sauf chez la souris par contact cutané). [4]

## 3. Réglementation

### 3.1. Textes réglementaires relatifs à la substance

#### 3.1.1. Textes relatifs à l'utilisation de la substance

##### ➤ Généralités

L'arrêté du 07/08/1997 relatif aux limitations de mise sur le marché et d'emploi de certains produits contenant des substances dangereuses [6] interdit la mise sur le marché et l'importation, à destination du public, de N,N-diméthylformamide depuis le 17 août 1997. Cette interdiction de mise sur le marché et d'importation, à destination du public, ne vise pas les produits destinés à être utilisés dans le cadre d'un usage professionnel. En l'occurrence, cette interdiction ne s'applique pas aux produits suivants, au stade final, destinés à l'utilisateur final :

11. Médicaments à usage humain ou vétérinaire, mentionnés à l'article L. 511 du Code de la santé publique ;
12. Produits cosmétiques au sens de l'article L. 658-1 du Code de la santé publique ;
13. Produits dérivés des huiles minérales, prévus pour être utilisés comme combustibles ou carburants dans des installations de combustion mobiles ou fixes ;
14. Combustibles vendus en système fermé (par exemple : bonbonnes de gaz liquéfié) ;

## 15. Couleurs pour artistes.

Le N,N-diméthylformamide est inscrit dans l'appendice 6 de l'annexe XVII - Restrictions applicables à la fabrication, à la mise sur le marché et à l'utilisation de certaines substances dangereuses et de certains mélanges et articles dangereux - du Règlement 1907/2006 du 18 décembre 2006 (REACH)

**[7]**. Les substances inscrites dans cet appendice 6 :

5. ne peuvent être mises sur le marché, ni utilisées :

- en tant que substance,
- en tant que constituants d'autres substances,
- ou dans des mélanges

destinés à être vendus au grand public en concentration individuelle dans la substance ou le mélange égale ou supérieure :

- soit à la limite de concentration spécifique pertinente visée à l'annexe VI, partie 3, du règlement (CE) n° 1272/2008,
- soit à la concentration pertinente spécifiée dans la directive 1999/45/CE.

Sans préjudice de l'application d'autres dispositions communautaires relatives à la classification, à l'emballage et à l'étiquetage des substances et des mélanges, les fournisseurs veillent à ce que, avant la mise sur le marché, l'emballage de ces substances et mélanges porte la mention ci-après, inscrite de manière visible, lisible et indélébile :

«Réservé aux utilisateurs professionnels».

6. Par dérogation, le paragraphe 1 ne s'applique pas :

- c) aux médicaments à usage médical ou vétérinaire au sens de la directive 2001/82/CE et de la directive 2001/83/CE ;
- d) aux produits cosmétiques au sens de la directive 76/768/CEE ;
- e) aux carburants et produits dérivés d'huiles suivants :
  - carburants qui font l'objet de la directive 98/70/CE,
  - produits dérivés des huiles minérales, prévus pour être utilisés comme combustibles ou carburants dans des installations de combustion mobiles ou fixes,
  - combustibles vendus en système fermé (par exemple, bonbonnes de gaz liquéfié) ;
- f) aux couleurs pour artistes relevant de la directive 1999/45/CE.

➤ **Cosmétiques**

Le N,N-diméthylformamide est réglementé par la Directive du Conseil 76/768/CEE du 27 juillet 1976 modifiée concernant le rapprochement des législations des États membres relatives aux produits cosmétiques. **[8]** Cette substance est inscrite en annexe II de cette directive, retranscrite en droit Français par l'arrêté du 6 février 2001, qui fixe la liste des agents conservateurs qui ne peuvent entrer dans la composition des produits cosmétiques. **[9]**

**3.1.2. Textes relatifs aux valeurs limites d'émission des installations de traitement de déchets**

Les COV non méthaniques font partie de la liste définie dans l'arrêté du 31/01/08 modifié relatif au registre et à la déclaration annuelle des émissions polluantes et des déchets **[10]**, concernant les polluants devant être mentionnés dans le registre des émissions polluantes et des déchets et devant apparaître dans la déclaration annuelle des émissions polluantes et des déchets faite par les exploitants des établissements concernés.

L'arrêté du 02/02/98 relatif aux prélèvements et à la consommation d'eau ainsi qu'aux émissions de toute nature des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation **[11]** impose les valeurs limites de rejets suivantes pour les émissions de COV des ICPE :

- Si le flux horaire total dépasse 2 kg/h, la valeur limite exprimée en carbone total de la concentration globale de l'ensemble des composés est de 110 mg/m<sup>3</sup> ;
- Dans le cas de l'utilisation d'une technique d'oxydation pour l'élimination COV, la valeur limite d'émission en COV exprimée en carbone total est de 20 mg par m<sup>3</sup> ou 50 mg par m<sup>3</sup> si le rendement d'épuration est supérieur à 98%.

L'arrêté du 20/09/02 relatif aux installations d'incinération et de co-incinération de déchets dangereux [12] impose les valeurs limites de rejets suivantes pour les émissions de substances organiques à l'état de gaz ou de vapeur, exprimées en carbone organique total (COT) :

- 10 mg/m<sup>3</sup> en moyenne journalière,
- 20 mg/m<sup>3</sup> en moyenne sur une demi-heure.

L'arrêté du 20/09/02 relatif aux installations d'incinération et de co-incinération de déchets non dangereux et aux installations incinérant des déchets d'activités de soins à risques infectieux [13] impose les valeurs limites de rejets suivantes pour les émissions de substances organiques à l'état de gaz ou de vapeur, exprimées en carbone organique total (COT) :

- 10 mg/m<sup>3</sup> en moyenne journalière,
- 20 mg/m<sup>3</sup> en moyenne sur une demi-heure.

### 3.2. Valeurs de référence

Aucune valeur limite d'exposition professionnelle (VLEP) réglementaire contraignante n'a été établie en France pour le DMF. Une VLEP indicative dans l'air des locaux de travail a été établie pour cette substance en France : elle est de 10 ppm, soit 30 mg/m<sup>3</sup>, pour une exposition moyenne pondérée sur 8 heures. [4]

Etant donné qu'il n'existe pas actuellement de VLEP réglementaire pour le DMF, aucun rapport d'expertise français ayant amené à la recommandation de cette VLEP indicative n'est disponible.

Au niveau communautaire, la Directive 2009/161/UE de la commission du 17 décembre 2009 établissant une troisième liste de valeurs limites indicatives d'exposition professionnelle en application de la directive 98/24/CE du Conseil et portant modification de la directive 2000/39/CE de la Commission [14], fixe pour le DMF les valeurs limites d'exposition professionnelles suivantes :

- Pour une exposition moyenne pondérée sur 8 heures : 5 ppm, soit 15 mg/m<sup>3</sup>,
- Pour une exposition à court terme : 10 ppm, soit 30 mg/m<sup>3</sup>.

Le Scientific Committee on Occupational Exposure Limit (SCOEL) élabore les VLEP au niveau européen. D'après son rapport « Recommendation from the Scientific Committee for Occupational Exposure Limits on N,N-Dimethylformamide » (2006) [15], les VLEP présentées ci-avant sont basées sur les données suivantes :

- **VLEP à court terme** : en se basant sur les effets sur les enzymes du foie chez l'homme, une valeur limite d'exposition professionnelle **de 10 ppm** (soit 25 mg N/l d'urine) est considérée comme protectrice, à condition que le contact par la peau et la consommation d'alcool soient évités. Par ailleurs, lors d'expérimentations auprès de volontaires exposés à des concentrations en DMF de 20 ppm pendant 8 heures, aucune indication d'irritation n'a été observée. Par conséquent, une valeur limite d'exposition à court terme de 10 ppm est considérée comme protectrice vis-à-vis des irritations locales ;
- **VLEP sur 8 heures** : en prenant en compte les résultats d'une étude relative aux effets sur le foie à long terme chez les souris, à partir de laquelle une benchmark dose limit (BMDL)<sup>44</sup> de 7,8 ppm et une benchmark dose (BMD)<sup>45</sup> de 14,7 ppm ont été calculées, une valeur limite d'exposition professionnelle **de 5 ppm** (soit 15 mg N/l d'urine) est proposée pour une exposition sur 8 heures. Cette concentration protège également des effets toxiques sur le développement, pour lesquels la concentration sans effet observé (NOEL) est de 50 ppm.

<sup>44</sup> Limite inférieure de l'intervalle de confiance généralement à 95% de la BMD.

<sup>45</sup> Dose correspondant à un niveau de réponse fixé a priori (généralement 1, 5 ou 10%), calculée à partir de la relation dose – réponse chez l'animal ou l'homme.

### 3.3. Normes relatives à l'analyse dans l'air

Les références des normes relatives à l'analyse dans l'air du DMF sont présentées dans le tableau suivant :

**Tableau 54 : Normes relatives à l'analyse du DMF dans l'air**

Source	Référence méthode / norme
Fiches Métropol de l'INRS [16]	Fiche Métropol 093/V01.02. Amides par chromatographie en phase gazeuse. Juin 2010.
Normes AFNOR spécifiques [17]	NF X43-267 (Juillet 2004) Air des lieux de travail. Prélèvement et analyse de vapeurs organiques. Prélèvement par pompage sur tube à adsorption et désorption au solvant.  NF EN ISO 16017 (Partie 1 : Mars 2001 / Partie 2 : Oct 2003) Air intérieur, air ambiant et air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par tube à adsorption/désorption thermique/chromatographie en phase gazeuse sur capillaire.  NF ISO 16200 (Décembre 2001) Qualité de l'air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par désorption au solvant/chromatographie en phase gazeuse.
Méthodes NIOSH [18]	Méthode 2004 : "Dimethylacetamide and dimethylformamide". Issue 2, 15 août 1994.
Méthodes OSHA [19]	Method 66 : N,N-Dimethylformamide (DMF). Août 1987.

### 3.4. EPI pour l'exposition par inhalation

La norme NF EN 529<sup>46</sup> définit les facteurs de protection pour chaque type d'appareil de protection respiratoire (annexe C).

Pour les gaz et vapeurs organiques dont le point d'ébullition est supérieur à 65°C, le type de filtre adapté est un filtre à gaz EN 14387/IN1 type A. [20]

---

<sup>46</sup> Appareil de protection respiratoire – Recommandations pour le choix, l'utilisation, l'entretien et la maintenance – Guide.

## 4. Production et consommation de la substance

L'OCDE (Organisation de Coopération et de Développement Economiques) classe le DMF comme produit chimique HPV (High Production Volume) [21] : il est donc fabriqué ou importé à raison d'au moins 1 000 tonnes par an dans l'Union Européenne, et ce par au moins un état membre.

L'inventaire CMR de l'INRS (2005) fournit uniquement des données de production pour la famille des amides. D'après cette source, les quantités importées en amides en France étaient de 8 700 tonnes/an et les quantités exportées de 4 816 tonnes/an en 2005. [22]

La consommation française de N,N-Diméthylformamide en 2005 était d'environ 4 000 tonnes/an. [22]

L'inventaire CMR réalisé en 2005 par l'INRS, auprès d'un échantillon représentatif de 2 000 établissements appartenant à 30 secteurs d'activités primaires, indique que la consommation française de N,N-Diméthylformamide par secteur d'activité était la suivante :

**Tableau 55 : Consommation de N,N-Diméthylformamide en fonction des secteurs d'activité [22]**

Secteurs d'activité	% de la consommation annuelle française en 2005
Fabrication d'autres produits chimiques organiques de base	84,36%
Ennoblement textile	13,18%
Fabrication de produits pharmaceutiques de base	2,03%
Fabrication de médicaments	0,26%
Fabrication de colles et gélatines	0,07%
Fabrication d'huiles essentielles	0,04%
Fabrication de parfums et de produits pour la toilette	0,03%
Fabrication de produits chimiques à usage industriel	0,03%
Fabrication de fibres artificielles ou synthétiques	0,01%
Fabrication d'autres produits chimiques inorganiques de base	0,00% (0,005 t/an)

## 5. Utilisations de la substance

Du fait de sa miscibilité à l'eau et à la majorité des liquides organiques, le DMF est qualifié de solvant organique universel. [23] Cette substance est ainsi utilisée en tant que solvant dans de nombreux secteurs d'activité.

### 5.1. Industrie du textile

Le DMF est utilisé comme solvant pour la fabrication de fibres acryliques et de cuirs synthétiques [4] [24] [25], notamment dans les procédés d'imperméabilisation des tissus. [22]

Le DMF est également utilisé comme solvant pour la fabrication de résines polyuréthanes [4], qui sont utilisées pour l'enduction de textiles. [24]

### 5.2. Industrie des peintures, adhésifs et revêtements

Le DMF est utilisé comme solvant pour la fabrication de résines de divers types (acryliques, vinyliques, polyuréthanes, polyamides...), dont les applications sont nombreuses. Ces types de résines sont utilisés notamment pour la formulation de peintures, d'adhésifs, de films et de revêtements. [4] [22]

Le DMF est également utilisé dans la composition de dissolvants/décapants pour peintures. [27] Cette substance est par exemple présente dans un produit de décapant de peintures, vernis et lazures pour support en bois (Happywood Décapant). [26]

### 5.3. Industrie chimique et pharmaceutique

Le DMF est utilisé comme solvant de procédé (extraction, réaction) dans l'industrie chimique et pharmaceutique. [4] [24]

Il est également utilisé comme intermédiaire en synthèse organique. [4] [22]

### 5.4. Industrie pétrochimique

D'après J.M. Stellman (2004), le DMF est utilisé comme solvant sélectif pour l'extraction des composés aromatiques du pétrole brut. [27]

### 5.5. Industrie électronique

Le DMF est utilisé dans l'industrie électronique en tant que solvant dans des condensateurs à électrolyte liquide. [4] [25]

### 5.6. Autres utilisations

Le DMF peut être utilisé comme agent de nettoyage. [25] Selon les résultats de l'enquête SUMER, il est par exemple utilisé comme solvant de nettoyage des installations de noyautage (procédés Ashland<sup>47</sup>, Pep-Set<sup>48</sup>...) en fonderie et des installations de fabrication de mousses polyuréthanes (pompes, moules, systèmes d'injection). [24] Le DMF est utilisé comme solvant en R&D et laboratoire de contrôle qualité dans divers secteurs (pharmaceutique, cosmétique, fabrication de colles et gélatines, fabrication d'huiles essentielles...). [22]

Le DMF est l'un des solvants qui sert à conditionner l'acétylène en bouteilles. [24]

### 5.7. Etat des lieux de la substitution de la substance en France

Le DMF a été substitué ou est en cours de substitution dans la majorité des secteurs industriels. [4]

Selon le rapport Initial Assessment Report de l'OCDE-SIDS (2001), l'utilisation historique du DMF, à savoir comme solvant dans des préparations phytopharmaceutiques, a été abandonnée. [25]

L'inventaire CMR de l'INRS (2005) rapporte le cas d'une société qui fabrique des chaussures et qui a remplacé le DMF utilisé comme agent de nettoyage par de l'acétone et de la butanone. Dans le secteur de l'ennoblissement textile, des essais de substitution ont été menés et quelques sociétés ont remplacé le DMF par la N-méthyl-pyrrolidone (qui est 3 fois plus chère). [4] Selon cette même source et le site de l'ANSES sur la substitution des CMR, le DMF peut être substitué comme agent de nettoyage dans la fabrication de colles par de l'eau sous pression par exemple. [4] [28] En synthèse organique, le DMF peut être substitué en tant que solvant de réaction par du Dimethylsulfoxyde. [28]

---

<sup>47</sup> Le procédé Ashland ou moulage boîte froide, est un processus de fabrication de noyau en fonderie, par adjonction à du sable siliceux de deux résines différentes et d'un gaz catalyseur (amine) qui durcit rapidement l'ensemble à l'intérieur du modèle.

<sup>48</sup> Il s'agit du procédé Ashland appliqué aux problèmes de noyautage et de moulage unitaire ou de faible série.

## 6. Le N,N-Diméthylformamide dans les déchets

### 6.1. Déchets contenant du N,N-Diméthylformamide

Selon A.Chollot (2007) [29], le N,N-Diméthylformamide fait partie des substances CMR citées plus de 5 fois par les traiteurs et producteurs de déchets, parmi les substances contenues dans les déchets. Selon l'enquête réalisée dans le cadre de cette étude, le N,N-Diméthylformamide peut être présent dans les types de déchets suivants :

- Solvants usés,
- Dépôts et résidus chimiques,
- Déchets de bois,
- Matériaux mélangés, indifférenciés.

D'après l'étude de l'INRS citée précédemment et les différentes utilisations identifiées dans la présente fiche, les déchets pouvant contenir du N,N-Diméthylformamide sont classés dans la nomenclature déchets de l'article R541-8 (Annexe II) du Code de l'environnement [30] sous les rubriques suivantes :

**Tableau 56 : Rubriques des déchets susceptibles de contenir du N,N-Diméthylformamide**

N°RUBRIQUE	DECHETS
<b>03</b>	<b>DÉCHETS PROVENANT DE LA TRANSFORMATION DU BOIS ET DE LA PRODUCTION DE PANNEAUX ET DE MEUBLES, DE PÂTE À PAPIER, DE PAPIER ET DE CARTON</b>
<b>03 02</b>	<b>Déchets des produits de protection du bois</b>
03 02 01*	Composés organiques non halogénés de protection du bois.
<b>04</b>	<b>DÉCHETS PROVENANT DES INDUSTRIES DU CUIR, DE LA FOURRURE ET DU TEXTILE</b>
<b>04 02</b>	<b>Déchets de l'industrie textile</b>
04 02 09	Matériaux composites (textile imprégné, élastomère, plastomère).
04 02 14*	Déchets provenant des finitions contenant des solvants organiques.
04 02 19*	Boues provenant du traitement in situ des effluents contenant des substances dangereuses.
<b>05</b>	<b>DÉCHETS PROVENANT DU RAFFINAGE DU PÉTROLE, DE LA PURIFICATION DU GAZ NATUREL ET DU TRAITEMENT PYROLYTIQUE DU CHARBON</b>
<b>05 01</b>	<b>Déchets provenant du raffinage du pétrole</b>
05 01 09*	Boues provenant du traitement in situ des effluents contenant des substances dangereuses.
<b>07</b>	<b>DÉCHETS DES PROCÉDÉS DE LA CHIMIE ORGANIQUE</b>
<b>07 01</b>	<b>Déchets provenant de la fabrication, formulation, distribution et utilisation (FFDU) de produits organiques de base</b>
07 01 04*	Autres solvants, liquides de lavage et liqueurs mères organiques.
07 01 08*	Autres résidus de réaction et résidus de distillation.
07 01 11*	Boues provenant du traitement in situ des effluents contenant des substances dangereuses.
<b>07 02</b>	<b>Déchets provenant de la FFDU de matières plastiques, caoutchouc et fibres synthétiques</b>
07 02 04*	Autres solvants, liquides de lavage et liqueurs mères organiques.
07 02 08*	Autres résidus de réaction et résidus de distillation.
07 02 11*	Boues provenant du traitement in situ des effluents contenant des substances dangereuses.
<b>07 05</b>	<b>Déchets provenant de la FFDU des produits pharmaceutiques</b>
07 05 04*	Autres solvants, liquides de lavage et liqueurs mères organiques.
07 05 08*	Autres résidus de réaction et résidus de distillation.
07 05 11*	Boues provenant du traitement in situ des effluents contenant des substances dangereuses.

N° RUBRIQUE	DECHETS
<b>07 07</b>	<b>Déchets provenant de la FFDU de produits chimiques issus de la chimie fine et de produits chimiques non spécifiés ailleurs</b>
07 07 04*	Autres solvants, liquides de lavage et liqueurs mères organiques.
07 07 08*	Autres résidus de réaction et résidus de distillation.
07 07 11*	Boues provenant du traitement in situ des effluents contenant des substances dangereuses.
<b>08</b>	<b>DÉCHETS PROVENANT DE LA FABRICATION, DE LA FORMULATION, DE LA DISTRIBUTION ET DE L'UTILISATION (FFDU) DE PRODUITS DE REVÊTEMENT (PEINTURES, VERNIS ET ÉMAUX VITRIFIÉS), MASTICS ET ENCRE D'IMPRESSION</b>
<b>08 01</b>	<b>Déchets provenant de la FFDU et du décapage de peintures et vernis</b>
08 01 11*	Déchets de peintures et vernis contenant des solvants organiques ou d'autres substances dangereuses.
08 01 13*	Boues provenant de peintures ou vernis contenant des solvants organiques ou autres substances dangereuses.
08 01 15*	Boues aqueuses contenant de la peinture ou du vernis contenant des solvants organiques ou autres substances dangereuses.
08 01 17*	Déchets provenant du décapage de peintures ou vernis contenant des solvants organiques ou autres substances dangereuses.
08 01 19*	Suspensions aqueuses contenant de la peinture ou du vernis contenant des solvants organiques ou autres substances dangereuses.
08 01 21*	Déchets de décapants de peintures ou vernis.
<b>08 04</b>	<b>Déchets provenant de la FFDU de colles et mastics (y compris produits d'étanchéité)</b>
08 04 09*	Déchets de colles et mastics contenant des solvants organiques ou d'autres substances dangereuses.
08 04 11*	Boues de colles et mastics contenant des solvants organiques ou d'autres substances dangereuses.
08 04 13*	Boues aqueuses contenant des colles ou mastics contenant des solvants organiques ou d'autres substances dangereuses.
08 04 15*	Déchets liquides aqueux contenant des colles ou mastics contenant des solvants organiques ou d'autres substances dangereuses.
<b>14</b>	<b>DÉCHETS DE SOLVANTS ORGANIQUES, D'AGENTS RÉFRIGÉRANTS ET PROPULSEURS (SAUF CHAPITRES 07 ET 08)</b>
<b>14 06</b>	<b>Déchets de solvants, d'agents réfrigérants et d'agents propulseurs d'aérosols/de mousses organiques</b>
14 06 03*	Autres solvants et mélanges de solvants.
<b>15</b>	<b>EMBALLAGES ET DÉCHETS D'EMBALLAGES, ABSORBANTS, CHIFFONS D'ESSUYAGE, MATÉRIEAUX FILTRANTS ET VÊTEMENTS DE PROTECTION NON SPÉCIFIÉS AILLEURS</b>
<b>15 01</b>	<b>Emballages et déchets d'emballages (y compris les déchets d'emballages municipaux collectés séparément)</b>
15 01 10*	Emballages contenant des résidus de substances dangereuses ou contaminés par de tels résidus.
<b>15 02</b>	<b>Absorbants, matériaux filtrants, chiffons d'essuyage et vêtements de protection</b>
15 02 02*	Absorbants, matériaux filtrants (y compris les filtres à huile non spécifiés ailleurs), chiffons d'essuyage et vêtements de protection contaminés par des substances dangereuses.
<b>16</b>	<b>DÉCHETS NON DÉCRITS AILLEURS DANS LA LISTE</b>
<b>16 02</b>	<b>Déchets provenant d'équipements électriques ou électroniques</b>
16 02 13*	Equipements mis au rebut contenant des composants dangereux (2) autres que ceux visés aux rubriques 16 02 09 à 16 02 12.
16 02 15*	Composants dangereux retirés des équipements mis au rebut.
<b>16 05</b>	<b>Gaz en récipients à pression et produits chimiques mis au rebut</b>
16 05 04*	Gaz en récipients à pression (compris les halons) contenant des substances dangereuses.



N° RUBRIQUE	DECHETS
<b>17</b>	<b>DÉCHETS DE CONSTRUCTION ET DE DÉMOLITION (Y COMPRIS DÉBLAIS PROVENANT DE SITES CONTAMINÉS)</b>
<b>17 02</b>	<b>Bois, verre et matières plastiques</b>
17 02 04*	Bois, verre et matières plastiques contenant des substances dangereuses ou contaminés par de telles substances.
<b>20</b>	<b>DÉCHETS MUNICIPAUX (DÉCHETS MÉNAGERS ET DÉCHETS ASSIMILÉS PROVENANT DES COMMERCES, DES INDUSTRIES ET DES ADMINISTRATIONS), Y COMPRIS LES FRACTIONS COLLECTÉES SÉPARÉMENT</b>
<b>20 01</b>	<b>Fractions collectées séparément (sauf section 15 01)</b>
20 01 13*	Solvants.
20 01 27*	Peinture, encres, colles et résines contenant des substances dangereuses.
20 01 35*	Equipements électriques et électroniques mis au rebut contenant des composants dangereux (6), autres que ceux visés aux rubriques 20 01 21 et 20 01 23.
20 01 37*	Bois contenant des substances dangereuses.

## 6.2. Flux du N,N-Diméthylformamide dans les déchets

Aucune information sur les gisements et flux de dans les déchets n'a été trouvée dans la littérature.

Une entreprise du comité de suivi, spécialisée dans le traitement par incinération de déchets industriels dangereux, a fourni des résultats de mesures réalisées à la réception de déchets, entre 2005 et 2010.

Les résultats sont présentés dans le tableau suivant, sous la forme de pourcentages massiques de N,N-Diméthylformamide dans les déchets analysés.

**Tableau 57 : Analyses dans les déchets – Incinération déchets industriels (2005 à 2010)**

Désignation du déchet	% massique de N,N-DMF dans le déchet
Eaux cyanurées	25,0
Rebus AP-HP	non déterminé

## 6.3. Formation du N,N-Diméthylformamide lors du traitement des déchets

Le N,N-Diméthylformamide n'est pas une substance susceptible de se former lors du traitement des déchets.

## 6.4. Exposition des travailleurs au N,N-Diméthylformamide

Aucune information sur l'exposition des travailleurs au N,N-Diméthylformamide n'a été trouvée dans la littérature.

## 7. Références bibliographiques

---

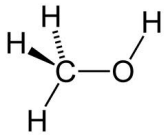
- 1 Règlement (CE) n° 1272/2008 du Parlement européen et du Conseil du 16 décembre 2008 relatif à la classification, à l'étiquetage et à l'emballage des substances et des mélanges, modifiant et abrogeant les directives 67/548/CEE et 1999/45/CE et modifiant le règlement (CE) n° 1907/2006.
- 2 IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. Volume 47-71. 1999.
- 3 Integrated Risk Information System (IRIS). US-EPA. N,N-Diméthylformamide. Dernière mise à jour : 03/12/2002. <http://www.epa.gov/iris/subst/0511.htm>
- 4 FT69. N,N-Diméthylformamide. INRS. 2009.
- 5 Base de données BIOTOX. INRS. Mise à jour : septembre 2010.
- 6 Arrêté du 07/08/97 relatif aux limitations de mise sur le marché et d'emploi de certains produits contenant des substances dangereuses.
- 7 Règlement (CE) n° 1907/2006 du Parlement européen et du Conseil du 18 décembre 2006 concernant l'enregistrement, l'évaluation et l'autorisation des substances chimiques, ainsi que les restrictions applicables à ces substances (REACH), instituant une agence européenne des produits chimiques, modifiant la directive 1999/45/CE et abrogeant le règlement (CEE) n° 793/93 du Conseil et le règlement (CE) n° 1488/94 de la Commission ainsi que la directive 76/769/CEE du Conseil et les directives 91/155/CEE, 93/67/CEE, 93/105/CE et 2000/21/CE de la Commission.
- 8 Directive du Conseil 76/768/CEE du 27 juillet 1976 modifiée concernant le rapprochement des législations des États membres relatives aux produits cosmétiques.
- 9 Arrêté du 6 février 2001 fixant la liste des agents conservateurs que peuvent contenir les produits cosmétiques.
- 10 Arrêté du 31/01/08 modifié relatif au registre et à la déclaration annuelle des émissions polluantes et des déchets.
- 11 Arrêté du 02/02/98 modifié relatif aux prélèvements et à la consommation d'eau ainsi qu'aux émissions de toute nature des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation.
- 12 Arrêté du 20/09/02 modifié relatif aux installations d'incinération et de co-incinération de déchets dangereux.
- 13 Arrêté du 20/09/02 modifié relatif aux installations d'incinération et de co-incinération de déchets non dangereux et aux installations incinérant des déchets d'activités de soins à risques infectieux.
- 14 Directive 2009/161/UE de la commission du 17 décembre 2009 établissant une troisième liste de valeurs limites indicatives d'exposition professionnelle en application de la directive 98/24/CE du Conseil et portant modification de la directive 2000/39/CE de la Commission.
- 15 Recommendation from the Scientific Committee for Occupational Exposure Limits on N,N-Diméthylformamide. SCOEL/SUM/121. Septembre 2006.
- 16 Fiche Métropol 093/V01.02. Amides par chromatographie en phase gazeuse. INRS. Juin 2010
- 17 Site internet de l'Afnor. Date de consultation : avril 2011. <http://www.boutique.afnor.org/>

- 18 NIOSH Manual of Analytical Methods. 3<sup>ème</sup> Edition. 2003. <http://www.cdc.gov/niosh/docs/2003-154/>
- 19 Sampling & Analytical Methods. Occupational Safety & Health Administration (OSHA). Dernière date de mise à jour : 23/03/2010. [http://www.osha.gov/dts/sltc/methods/toc\\_c.html](http://www.osha.gov/dts/sltc/methods/toc_c.html)
- 20 Fiche pratique de sécurité. Les appareils de protection respiratoire. ED 98. INRS. Octobre 2008.
- 21 OCDE (Organisation de coopération et de développment économiques). Date de consultation : mai 2011. <http://webnet.oecd.org/hpv/UI/Search.aspx>
- 22 Base de données Inventaire CMR 2005. INRS.  
[http://www.inrs.fr/inrs-pub/inrs01.nsf/IntranetObject-accesParReference/INRS-FR/\\$FILE/fset.html](http://www.inrs.fr/inrs-pub/inrs01.nsf/IntranetObject-accesParReference/INRS-FR/$FILE/fset.html)
- 23 Rapport d'évaluation. Liste des substances d'intérêt prioritaire. N,N-diméthylformamide. Environnement Canada, Santé Canada. Février 2001.
- 24 Les expositions aux risques professionnels. Les produits chimiques. Résultats SUMER 2003. Document d'études N°118. DARES. Juillet 2006.
- 25 SIDS Initial Assessment Report For SIAM 13. Dimethylformamide. OECD SIDS. UNEP Publications. Novembre 2001.
- 26 Fiche technique du HAPPYWOOD DÉCAPANT. LODAN International sprl. Date non précisée.
- 27 Encyclopédie de sécurité et de santé au travail. Volume IV. Jeanne Mager Stellman. Bureau International du Travail. 2004.
- 28 Site internet sur la substitution des CMR. ANSES. Date de consultation : avril 2011.  
<http://www.substitution-cmr.fr>
- 29 Etude des composés CMR dans les déchets dangereux. Alain Chollot. INRS. 2007.
- 30 Annexe II de l'article R541-8 du Code de l'environnement : LISTE DE DÉCHETS.

**FICHE FILIÈRE DU MÉTHANOL**

## 1. Fiche identité de la substance

Tableau 58 : Caractéristiques du méthanol

IDENTIFICATION DE LA SUBSTANCE	
Numéros CAS	67-56-1
Numéro CE (EINECS, ELINCS, NLP)	200-659-6
Nom	Méthanol
Synonymes	Methyl alcohol Alcool méthylique
Famille chimique	Alcools
Formule brute	CH <sub>4</sub> O
Formule semi-développée	
Catégorie de classement de la substance	<p><b>Classement selon le règlement CLP (N° 1272/2008 - Annexe VI) [1] :</b> Non classé cancérigène, mutagène ou reprotoxique</p> <p><b>Classement selon le CIRC [2] :</b> Non classé</p> <p><b>Classement selon l'US-EPA [3] :</b> Non classé</p> <p><b>VLEP réglementaire contraignante (article R4412-149 du code du travail) :</b> VLEP (8h) : 200 ppm soit 260 mg/m<sup>3</sup></p>
Tension vapeur	12 300 Pa à 20°C [4]
Indicateur biologique d'exposition [5]	<p><u>Acide formique sanguin :</u> Valeur-Guide Française : non déterminée</p> <p><u>Acide formique urinaire :</u> Valeur-Guide Française : non déterminée</p> <p><u>Méthanol sanguin :</u> Valeur-Guide Française : non déterminée</p> <p><u>Méthanol urinaire :</u> Valeur-Guide Française : 15 mg/L en fin de poste<sup>49</sup></p>
Fiche INRS	FT5 : Méthanol. 2009 [4]
Fiche INERIS	Sans objet

<sup>49</sup> Dernière mise à jour en 1997.

## 2. Toxicité de la substance

### 2.1. Toxicité en exposition aiguë

Les intoxications aiguës au méthanol par inhalation ou contact cutané sont rares. En revanche, elles sont fréquentes par ingestion (souvent liée à la consommation d'alcool frelaté). [4]

Les symptômes liés à une intoxication aiguë par ingestion apparaissent entre 10 et 48 heures après l'ingestion selon la dose ingérée et sont principalement : [4]

- Signes non spécifiques :
  - Dépression du système nerveux central,
  - Irritation digestive (nausées, vomissements, douleurs digestives).
- Signes spécifiques :
  - Acidose métabolique marquée,
  - Troubles visuels (névrite optique rétro-bulbaire).

La résistance au méthanol est très variable en fonction des individus. Une intoxication sévère peut entraîner la mort par défaillance respiratoire. [4]

Une intoxication aiguë par inhalation est caractérisée par les mêmes symptômes que ceux décrits précédemment. Une irritation des muqueuses nasales et oculaires est également observée, ainsi que des trachéites, bronchites, blépharospasme en cas d'exposition massive ou prolongée. [4]

### 2.2. Toxicité en exposition chronique

D'après des études épidémiologiques réalisées chez des travailleurs exposés par inhalation au méthanol de façon chronique, il semble que : [4]

- Des concentrations de 1200 à 1800 ppm puissent entraîner des troubles visuels similaires à ceux observés lors d'une intoxication aiguë (organes cibles : nerf optique et rétine) ;
- Des concentrations de 200 à 300 ppm puissent entraîner des céphalées tenaces et récidivantes ;
- La concentration de 25 ppm soit sans effet.

Un contact cutané répété ou prolongé avec le méthanol entraîne des irritations du type dermatose, érythème, desquamation. [4]

### 3. Réglementation

#### 3.1. Textes réglementaires relatifs à la substance

##### *3.1.1. Textes relatifs à l'utilisation de la substance*

###### ➤ **Carburants**

La directive 98/70/CE du Parlement européen et du Conseil du 13 octobre 1998 concernant la qualité de l'essence et des carburants diesel et modifiant la directive 93/12/CEE du Conseil [6], retranscrite en droit français par l'arrêté du 26 janvier 2009 relatif aux caractéristiques du supercarburant sans plomb 95-E10 (SP95-E10) [7], limite la concentration en méthanol dans les carburants destinés aux véhicules équipés de moteur à allumage commandé à 3,0% en volume.

###### ➤ **Cosmétiques**

Le méthanol est réglementé par la Directive du Conseil 76/768/CEE du 27 juillet 1976 modifiée concernant le rapprochement des législations des États membres relatives aux produits cosmétiques [8], et notamment son annexe III, retranscrit en droit français par l'arrêté du 6 février 2001 modifié fixant la liste des substances qui ne peuvent être utilisées dans les produits cosmétiques en dehors des restrictions et conditions fixées par cette liste [9]. Le méthanol ne peut être utilisé dans les produits cosmétiques qu'en tant que dénaturant pour les alcools éthylique et iso-propylique, à une concentration maximale de 5% calculé en % des alcools éthylique et iso-propylique.

Notons que la directive 76/768/CEE ne sera plus applicable à partir du 11 juillet 2013, date à laquelle le Règlement n° 1223/2009 du Parlement européen et du Conseil du 30 novembre 2009 relatif aux produits cosmétiques [10] entrera en vigueur. Ce règlement reprend les mêmes restrictions que celles citées précédemment.

###### ➤ **Denrées alimentaires**

La directive n° 2009/32/CE du 23/04/09 relative au rapprochement des législations des États membres concernant les solvants d'extraction utilisés dans la fabrication des denrées alimentaires et de leurs ingrédients [11], retranscrite en droit français par l'arrêté du 27 août 2009 relatif aux solvants d'extraction utilisés dans la fabrication des arômes [12], autorise l'utilisation de méthanol, dans le respect des bonnes pratiques de fabrication<sup>50</sup>, comme solvant d'extraction pour le traitement de matières premières, de denrées alimentaires, de composants de denrées alimentaires ou d'ingrédients de denrées alimentaires. Les résidus dans les denrées alimentaires ou les ingrédients extraits ne doivent pas dépasser 10 mg/kg. La teneur maximale en résidus dans la denrée alimentaire est fixée à 1,5 mg/kg dans le cas de la préparation d'arômes à partir d'arômes naturels.

###### ➤ **Matières plastiques mises en contact avec des denrées alimentaires**

Le méthanol est inscrit en annexe I du règlement (UE) n° 10/2011 de la Commission du 14 janvier 2011 concernant les matériaux et objets en matière plastique destinés à entrer en contact avec des denrées alimentaires [13], comme substance pouvant être utilisée comme monomère ou autre substance de départ ou macromolécule obtenue par fermentation microbienne.

Ce règlement, qui est applicable depuis le 1er mai 2011, abroge la Directive 2002/72/CE du 6 août 2002 concernant les matériaux et objets en matière plastique destinés à entrer en contact avec les

---

<sup>50</sup> On considère qu'un solvant d'extraction est utilisé dans le respect des bonnes pratiques de fabrication si son emploi ne conduit qu'à la présence de résidus ou de dérivés et dans des quantités techniquement inévitables et ne présentant pas de risques pour la santé humaine.

denrées alimentaires [14], qui autorisait l'utilisation du méthanol comme substance de départ pour la fabrication des matériaux et objets en matière plastique. On entend par « matériaux et objets en matière plastique » des matériaux et objets qui, à l'état de produits finis, sont destinés à être mis en contact ou sont mis en contact avec des denrées alimentaires.

### ➤ **Résines échangeuses d'ions**

L'arrêté du 29 mai 1997 relatif aux matériaux et objets utilisés dans les installations fixes de production, de traitement et de distribution d'eau destinée à la consommation humaine [15] autorise l'utilisation de méthanol pour la fabrication de résines échangeuses d'ions utilisées pour le traitement des eaux destinées à la consommation humaine, en tant qu'adjuvant de polymérisation.

#### **3.1.2. Textes relatifs aux valeurs limites d'émission des installations de traitement de déchets**

Le méthanol fait partie de la liste définie dans l'arrêté du 31/01/08 modifié relatif au registre et à la déclaration annuelle des émissions polluantes et des déchets [16], concernant les polluants devant être mentionnés dans le registre des émissions polluantes et des déchets et devant apparaître dans la déclaration annuelle des émissions polluantes et des déchets faite par les exploitants des établissements concernés.

L'arrêté du 02/02/98 relatif aux prélèvements et à la consommation d'eau ainsi qu'aux émissions de toute nature des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation [17] impose les valeurs limites de rejets suivantes pour les émissions de COV des ICPE :

- Si le flux horaire total dépasse 2 kg/h, la valeur limite exprimée en carbone total de la concentration globale de l'ensemble des composés est de 110 mg/m<sup>3</sup> ;
- Dans le cas de l'utilisation d'une technique d'oxydation pour l'élimination COV, la valeur limite d'émission en COV exprimée en carbone total est de 20 mg par m<sup>3</sup> ou 50 mg par m<sup>3</sup> si le rendement d'épuration est supérieur à 98%.

L'arrêté du 20/09/02 relatif aux installations d'incinération et de co-incinération de déchets dangereux [18] impose les valeurs limites de rejets suivantes pour les émissions de substances organiques à l'état de gaz ou de vapeur, exprimées en carbone organique total (COT) :

- 10 mg/m<sup>3</sup> en moyenne journalière,
- 20 mg/m<sup>3</sup> en moyenne sur une demi-heure.

L'arrêté du 20/09/02 relatif aux installations d'incinération et de co-incinération de déchets non dangereux et aux installations incinérant des déchets d'activités de soins à risques infectieux [19] impose les valeurs limites de rejets suivantes pour les émissions de substances organiques à l'état de gaz ou de vapeur, exprimées en carbone organique total (COT) :

- 10 mg/m<sup>3</sup> en moyenne journalière,
- 20 mg/m<sup>3</sup> en moyenne sur une demi-heure.

### **3.2. Valeurs de référence**

En France, une VLEP réglementaire contraignante dans l'air des locaux de travail a été établie pour le méthanol (art. R.4412-149 du Code du travail) :

- Pour une exposition de 8h : 200 ppm, soit 260 mg/m<sup>3</sup> ;
- Possibilité d'une pénétration cutanée importante.

Une valeur limite indicative dans l'air des locaux de travail a également été établie en France pour le méthanol pour une exposition à court terme sur 15 minutes (VLE) : 1 000 ppm, soit 1300 mg/m<sup>3</sup>. [20]

Le rapport d'expertise ayant amené à la recommandation de cette VLEP française n'est pas disponible.



Au niveau communautaire, la directive 2006/15/CE de la Commission du 7 février 2006 établissant une deuxième liste de valeurs limites indicatives d'exposition professionnelle en application de la directive 98/24/CE du Conseil et portant modification des directives 91/322/CEE et 2000/39/CE [21], fixe pour le méthanol la valeur limite d'exposition professionnelle suivante :

- Pour une exposition moyenne pondérée sur 8 heures : 200 ppm, soit 260 mg/m<sup>3</sup>.

Le Scientific Committee on Occupational Exposure Limit (SCOEL) élabore les VLEP au niveau européen. Aucun rapport du SCOEL ayant amené à la recommandation de cette VLEP n'est disponible pour le méthanol.

### 3.3. Normes relatives à l'analyse dans l'air

Les références des normes relatives à l'analyse dans l'air du méthanol sont présentées dans le tableau suivant :

**Tableau 59 : Normes relatives à l'analyse du méthanol dans l'air**

Source	Référence méthode / norme
Fiches MétroPol de l'INRS [22]	Fiche MétroPol 016/V01. Alcool méthylique. 01/2006.
Normes AFNOR spécifiques [23]	NF X43-267 (Juillet 2004) Air des lieux de travail. Prélèvement et analyse de vapeurs organiques. Prélèvement par pompage sur tube à adsorption et désorption au solvant. NF EN ISO 16017 (Partie 1 : Mars 2001 / Partie 2 : Oct 2003) Air intérieur, air ambiant et air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par tube à adsorption/désorption thermique/chromatographie en phase gazeuse sur capillaire. NF ISO 16200 (Décembre 2001) Qualité de l'air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par désorption au solvant/chromatographie en phase gazeuse.
Méthodes NIOSH [24]	Méthode 2000 : "Méthanol". Issue 3, 15 janvier 1998. Méthode 2549 : « Volatile organic CPDS (Screening) ». Issue 1, 15 mai 1996. Méthode 3800 : « Organic and inorganic gases by extractive FTIR spectrometry ». Issue 1, 15 mars 2003.
Méthodes OSHA [25]	Méthode 91 : Methyl alcohol. Octobre 1991.

### 3.4. EPI pour l'exposition par inhalation

La norme NF EN 529<sup>51</sup> définit les facteurs de protection pour chaque type d'appareil de protection respiratoire (annexe C).

Pour les gaz et vapeurs organiques dont le point d'ébullition est inférieur à 65°C, le type de filtre adapté est un filtre à gaz EN 14387/IN1 type AX [26].

<sup>51</sup> Appareil de protection respiratoire – Recommandations pour le choix, l'utilisation, l'entretien et la maintenance – Guide.

## 4. Production et consommation de la substance

L'OCDE (Organisation de Coopération et de Développement Economiques) classe le méthanol comme produit chimique HPV (High Production Volume) [27] : il est donc fabriqué ou importé à raison d'au moins 1 000 tonnes par an dans l'Union Européenne, et ce par au moins un état membre.

Aucune donnée concernant les quantités produites ou consommées en France n'a été trouvée lors des recherches bibliographiques.

D'après la Société Française de Chimie, la production mondiale de méthanol était de 36 millions de tonnes et la consommation de 33 millions de tonnes en 2006. Celle-ci augmente d'un million de tonnes par an, soit 3% de la production mondiale annuelle. La France ne produit pas de méthanol. [28]

## 5. Utilisations de la substance

### 5.1. Industrie chimique

#### 5.1.1. Intermédiaire de synthèse

La principale application du méthanol est son utilisation en tant que matière première pour la fabrication de divers composés organiques.

Les principaux composés synthétisés à partir de méthanol sont les suivants : [4] [28]

- Formaldéhyde,
- Acide acétique (procédé Monsanto),
- Methyl tert-butyl ether (MTBE).

D'après la Société Française de Chimie, la consommation de méthanol pour la synthèse de ces composés se répartit de la façon suivante à l'échelle mondiale :

**Tableau 60 : Répartition de la consommation de méthanol dans le monde (données 2006) [28]**

Secteur d'activité	Part de la consommation totale
Synthèse de formaldéhyde	40%
Synthèse de MTBE	19%
Synthèse d'acide acétique	10%

Le méthanol est également utilisé comme agent de méthylation pour la fabrication de nombreux dérivés méthyliques : [4] [28]

- Méthacrylate de méthyle (utilisé pour la fabrication de polymères acryliques),
- Téréphtalate de diméthyle (utilisé pour la synthèse du polyéthylènetéréphtalate - PET),
- Formiate de méthyle,
- Chlorométhanes,
- Méthylamines,
- Ethers-oxydes,
- Halogénures...

### **5.1.2. Dénaturant**

Le méthanol est un des constituants du méthylène-Régie (mélange de méthanol et d'acétone), qui est un dénaturant des alcools. [4]

Le méthanol peut ainsi être ajouté sous forme de méthylène-Régie à de l'éthanol pour fabriquer de l'alcool à brûler, à hauteur de 5 à 10% de méthanol. L'ajout de méthanol dénature l'éthanol et le rend impropre à la consommation. [28] [30].

### **5.1.3. Antigel**

Le méthanol sert d'ingrédient antigel dans des produits pour véhicules : [30]

- Les liquides lave-glaces,
- Les liquides pour radiateurs,
- Les liquides de purge des systèmes de freinage à air.

## **5.2. Industrie agro-alimentaire**

Le méthanol est utilisé comme agent d'extraction pour la purification des huiles et des graisses (animales et végétales). [4] [29] Pour rappel, les résidus de méthanol dans les denrées alimentaires ou les ingrédients extraits ne doivent pas dépasser 10 mg/kg selon la directive n° 2009/32/CE [11] et l'arrêté du 27 août 2009 [12].

## **5.3. Industrie pharmaceutique**

Le méthanol est utilisé comme agent d'extraction pour la purification de produits pharmaceutiques. [4]

Il est également utilisé comme solvant pour la production de cholestérol, de vitamines, d'hormones et de nombreux autres produits pharmaceutiques. [30]

## **5.4. Industrie des peintures, vernis et encres**

Le méthanol est utilisé comme solvant dans l'industrie des peintures, vernis et encres. [4]

## **5.5. Industrie des colorants**

Le méthanol est utilisé comme solvant pour la fabrication de colorants. [4]

## **5.6. Industrie des colles et adhésifs**

Le méthanol est utilisé comme solvant dans l'industrie des adhésifs. [4]

## **5.7. Pétrochimie**

Le méthanol est utilisé comme constituant de certains carburants spéciaux, notamment : [4] [29] [30]

- Les carburants utilisés pour la course automobile,
- Les combustibles pour réchauds (camping, fondue) et chalumeaux de soudage,
- Les carburants pour engins de modélisme.

Le méthanol est également utilisé comme agent d'extraction pour la purification des essences. [4]

## 5.8. Industrie cosmétique

Le méthanol est utilisé comme dénaturant dans les produits cosmétiques (pour les alcools éthylique et iso-propylique). Pour rappel, cet usage est règlementé par l'arrêté du 6 février 2001 modifié fixant la liste des substances qui ne peuvent être utilisées dans les produits cosmétiques en dehors des restrictions et conditions fixées par cette liste [9]. Le méthanol ne peut être utilisé qu'à une concentration maximale de 5% calculé en % des alcools éthylique et iso-propylique.

## 5.9. Traitement des eaux usées

Le méthanol peut être utilisé pour le traitement des eaux usées [31], notamment dans les procédés de dénitrification. [32]

## 5.10. Autre usage : piles à combustible

Le méthanol peut être utilisé dans des piles à combustible. Contrairement au dihydrogène, ce composé, liquide à température ambiante, constitue un moyen simple et efficace de stockage de l'énergie. Les applications des piles à combustible sont en cours de développement, en particulier pour l'alimentation des téléphones portables, des ordinateurs, des futurs scooters et voitures électriques. Il existe deux types de piles : [28]

- Les piles RMFC (Reformed Methanol Fuel Cell), où le méthanol est reformé pour produire le dihydrogène qui alimentera la pile ;
- Les piles DMFC (Direct Methanol Fuel Cell) où le méthanol est directement oxydé dans le cœur de la pile et ne nécessite pas d'être reformé.

Le marché des piles à combustible connaît une croissance régulière ces dernières années et devrait fortement s'accroître dans les prochaines années.

## 5.11. Etat des lieux de la substitution de la substance en France

Le méthanol n'étant pas classé CMR de catégorie 1A ou 1B, les démarches de substitution telles qu'imposées par l'article R4412-66 du code du travail ne sont pas obligatoires pour cette substance.

## 6. Le méthanol dans les déchets

### 6.1. Déchets contenant du méthanol

D'après les diverses utilisations identifiées dans la présente fiche, les déchets pouvant contenir du méthanol sont classés dans la nomenclature déchets de l'article R541-8 (Annexe II) du Code de l'environnement [33] sous les rubriques suivantes :

Tableau 61 : Rubriques des déchets susceptibles de contenir du méthanol

N°RUBRIQUE	DECHETS
<b>02</b>	<b>DÉCHETS PROVENANT DE L'AGRICULTURE, DE L'HORTICULTURE, DE L'AQUACULTURE, DE LA SYLVICULTURE, DE LA CHASSE ET DE LA PÊCHE AINSI QUE DE LA PRÉPARATION ET DE LA TRANSFORMATION DES ALIMENTS</b>
<b>02 03</b>	<b>Déchets provenant de la préparation et de la transformation des fruits, des légumes, des céréales, des huiles alimentaires, du cacao, du café, du thé et du tabac, de la production de conserves, de la production de levures et d'extraits de levures, de la préparation et de la fermentation de mélasses</b>
02 03 03	Déchets de l'extraction aux solvants
02 03 05	Boues provenant du traitement in situ des effluents
<b>07</b>	<b>DÉCHETS DES PROCÉDÉS DE LA CHIMIE ORGANIQUE</b>
<b>07 01</b>	<b>Déchets provenant de la fabrication, formulation, distribution et utilisation (FFDU) de produits organiques de base</b>
07 01 04*	Autres solvants, liquides de lavage et liqueurs mères organiques
07 01 11*	Boues provenant du traitement in situ des effluents contenant des substances dangereuses
<b>07 03</b>	<b>Déchets provenant de la FFDU de teintures et pigments organiques (sauf section 06 11)</b>
07 03 04*	Autres solvants, liquides de lavage et liqueurs mères organiques
07 03 11*	Boues provenant du traitement in situ des effluents contenant des substances dangereuses
<b>07 05</b>	<b>Déchets provenant de la FFDU des produits pharmaceutiques</b>
07 05 04*	Autres solvants, liquides de lavage et liqueurs mères organiques
07 05 11*	Boues provenant du traitement in situ des effluents contenant des substances dangereuses
<b>07 06</b>	<b>Déchets provenant de la FFDU des corps gras, savons, détergents, désinfectants et cosmétiques</b>
07 06 04*	Autres solvants, liquides de lavage et liqueurs mères organiques
07 06 11*	Boues provenant du traitement in situ des effluents contenant des substances dangereuses
<b>07 07</b>	<b>Déchets provenant de la FFDU de produits chimiques issus de la chimie fine et de produits chimiques non spécifiés ailleurs</b>
07 07 04*	Autres solvants, liquides de lavage et liqueurs mères organiques
07 07 11*	Boues provenant du traitement in situ des effluents contenant des substances dangereuses
<b>08</b>	<b>DÉCHETS PROVENANT DE LA FABRICATION, DE LA FORMULATION, DE LA DISTRIBUTION ET DE L'UTILISATION (FFDU) DE PRODUITS DE REVÊTEMENT (PEINTURES, VERNIS ET ÉMAUX VITRIFIÉS), MASTICS ET ENCRE D'IMPRESSION</b>
<b>08 01</b>	<b>Déchets provenant de la FFDU et du décapage de peintures et vernis</b>
08 01 11*	Déchets de peintures et vernis contenant des solvants organiques ou d'autres substances dangereuses
08 01 13*	Boues provenant de peintures ou vernis contenant des solvants organiques ou autres substances dangereuses

N° RUBRIQUE	DECHETS
08 01 15*	Boues aqueuses contenant de la peinture ou du vernis contenant des solvants organiques ou autres substances dangereuses
08 01 17*	Déchets provenant du décapage de peintures ou vernis contenant des solvants organiques ou autres substances dangereuses
08 01 19*	Suspensions aqueuses contenant de la peinture ou du vernis contenant des solvants organiques ou autres substances dangereuses
08 01 21*	Déchets de décapants de peintures ou vernis
<b>08 03</b>	<b>Déchets provenant de la FFDU d'encre d'impression</b>
08 03 12*	Déchets d'encre contenant des substances dangereuses
08 03 14*	Boues d'encre contenant des substances dangereuses
08 03 17*	Déchets de toner d'impression contenant des substances dangereuses
<b>08 04</b>	<b>Déchets provenant de la FFDU de colles et mastics (y compris produits d'étanchéité)</b>
08 04 09*	Déchets de colles et mastics contenant des solvants organiques ou d'autres substances dangereuses
08 04 11*	Boues de colles et mastics contenant des solvants organiques ou d'autres substances dangereuses
08 04 13*	Boues aqueuses contenant des colles ou mastics contenant des solvants organiques ou d'autres substances dangereuses
08 04 15*	Déchets liquides aqueux contenant des colles ou mastics contenant des solvants organiques ou d'autres substances dangereuses
<b>13</b>	<b>HUILES ET COMBUSTIBLES LIQUIDES USAGÉS (SAUF HUILES ALIMENTAIRES ET HUILES FIGURANT AUX CHAPITRES 05, 12 ET 19)</b>
<b>13 07</b>	<b>Combustibles liquides usagés</b>
13 07 03*	Autres combustibles (y compris mélanges)
<b>15</b>	<b>EMBALLAGES ET DÉCHETS D'EMBALLAGES, ABSORBANTS, CHIFFONS D'ESSUYAGE, MATÉRIAUX FILTRANTS ET VÊTEMENTS DE PROTECTION NON SPÉCIFIÉS AILLEURS</b>
<b>15 01</b>	<b>Emballages et déchets d'emballages (y compris les déchets d'emballages municipaux collectés séparément)</b>
15 01 10*	Emballages contenant des résidus de substances dangereuses ou contaminés par de tels résidus
<b>15 02</b>	<b>Absorbants, matériaux filtrants, chiffons d'essuyage et vêtements de protection</b>
15 02 02*	Absorbants, matériaux filtrants (y compris les filtres à huile non spécifiés ailleurs), chiffons d'essuyage et vêtements de protection contaminés par des substances dangereuses
<b>16</b>	<b>DÉCHETS NON DÉCRITS AILLEURS DANS LA LISTE</b>
<b>16 01</b>	<b>Véhicules hors d'usage de différents moyens de transport (y compris machines tout-terrain) et déchets provenant du démontage de véhicules hors d'usage et de l'entretien de véhicules (sauf chapitres 13, 14, et sections 16 06 et 16 08)</b>
16 01 13*	Liquides de frein
16 01 14*	Antigels contenant des substances dangereuses
16 01 21*	Composants dangereux autres que ceux visés aux rubriques 16 01 07 à 16 01 11, 16 01 13 et 16 01 14
<b>16 02</b>	<b>Déchets provenant d'équipements électriques ou électroniques</b>
16 02 13*	Équipements mis au rebut contenant des composants dangereux <sup>52</sup> autres que ceux visés aux rubriques 16 02 09 à 16 02 12
16 02 15*	Composants dangereux retirés des équipements mis au rebut
<b>16 03</b>	<b>Loupés de fabrication et produits non utilisés</b>
16 03 05*	Déchets d'origine organique contenant des substances dangereuses

<sup>52</sup> Par composants dangereux provenant d'équipements électriques et électroniques, on entend notamment des piles et accumulateurs visés à la section 16 06 et considérés comme dangereux, des commutateurs au mercure, du verre provenant de tubes cathodiques et autres verres activés, etc.

N° RUBRIQUE	DECHETS
<b>16 06</b>	<b>Piles et accumulateurs</b>
16 06 05	Autres piles et accumulateurs
<b>19</b>	<b>DÉCHETS PROVENANT DES INSTALLATIONS DE GESTION DES DÉCHETS, DES STATIONS D'ÉPURATION DES EAUX USÉES HORS SITE ET DE LA PRÉPARATION D'EAU DESTINÉE À LA CONSOMMATION HUMAINE ET D'EAU À USAGE INDUSTRIEL</b>
<b>19 08</b>	<b>Déchets provenant d'installations de traitement des eaux usées non spécifiés ailleurs</b>
19 08 13*	Boues contenant des substances dangereuses provenant d'autres traitements des eaux usées industrielles
<b>20</b>	<b>DÉCHETS MUNICIPAUX (DÉCHETS MÉNAGERS ET DÉCHETS ASSIMILÉS PROVENANT DES COMMERCES, DES INDUSTRIES ET DES ADMINISTRATIONS), Y COMPRIS LES FRACTIONS COLLECTÉES SÉPARÉMENT</b>
<b>20 01</b>	<b>Fractions collectées séparément</b>
20 01 13*	Solvants
20 01 27*	Peinture, encres, colles et résines contenant des substances dangereuses
20 01 34	Piles et accumulateurs autres que ceux visés à la rubrique 20 01 33
20 01 35*	Equipements électriques et électroniques mis au rebut contenant des composants dangereux (6), autres que ceux visés aux rubriques 20 01 21 et 20 01 23

## 6.2. Flux de méthanol dans les déchets

Aucune donnée n'a été trouvée dans la littérature concernant les gisements et flux de méthanol dans les déchets.

Une entreprise du comité de suivi, spécialisée dans le traitement par incinération de déchets industriels dangereux, a fourni des résultats de mesures réalisées à la réception de déchets, entre 2005 et 2010.

Les résultats sont présentés dans le tableau suivant, sous la forme de pourcentages massiques de méthanol dans les déchets analysés.

**Tableau 62 : Analyses dans les déchets – Incinération déchets industriels (2005 à 2010)**

Désignation du déchet	% massique de méthanol dans le déchet
Méthanol + F + I + Cl	74 à 99
Solution Méthanol+ Iodomethane	95,0
Résidus MPC	89,0
Methanol	80,0
Méthanol + polluants	50 à 77,5
Solvants non halogénés	32,9
Solvant chloré	25,4
Solvants Uniflood CG 1326L	25,0
Boues de nettoyage citerne EMI	non déterminé
Emballages souillés de solvants+PCB	non déterminé

### 6.3. Formation du méthanol lors du traitement des déchets

Le rapport « Stockage des déchets et santé publique » (2004), coordonné par l'INVS [34], indique la présence de méthanol parmi les micropolluants organiques présents à l'état de traces dans le biogaz des centres de stockage de déchets non dangereux. Ces composés organiques sont issus de la biodégradation de la matière organique fermentescible. Les concentrations mesurées sont comprises entre 2,2 et 364 mg/m<sup>3</sup>.

D'après l'INERIS (2010), du méthanol peut également être émis au niveau des bassins de traitement des eaux industrielles. [35]

### 6.4. Exposition des travailleurs au méthanol

D'après l'étude relative aux émissions de deux centres de stockage d'ordures ménagères réalisée par Hours *et al.* (2001), du méthanol a été détecté aux niveaux des alvéoles et auprès de conducteurs d'engins de l'alvéole et BTP. La concentration la plus importante a été relevée auprès des conducteurs d'engins de l'alvéole, mais reste très faible au regard de la VME (de l'ordre de 4% de la VME (260 mg/m<sup>3</sup>)). [36]

## 7. Références bibliographiques

---

1 Règlement (CE) n° 1272/2008 du Parlement européen et du Conseil du 16 décembre 2008 relatif à la classification, à l'étiquetage et à l'emballage des substances et des mélanges, modifiant et abrogeant les directives 67/548/CEE et 1999/45/CE et modifiant le règlement (CE) n° 1907/2006.

2 Liste des Agents Classés par les Monographies du CIRC, Volumes 1–101. <http://monographs.iarc.fr/FR/Classification/index.php>

3 Integrated Risk Information System (IRIS). US-EPA. Methanol. Dernière mise à jour : 22/02/2001. <http://www.epa.gov/iris/subst/0305.htm>

4 FT5. Méthanol. INRS. 2009.

5 Base de données BIOTOX. INRS. Mise à jour : septembre 2010.

6 Directive 98/70/CE du Parlement européen et du Conseil du 13 octobre 1998 concernant la qualité de l'essence et des carburants diesel et modifiant la directive 93/12/CEE du Conseil.

7 Arrêté du 26 janvier 2009 relatif aux caractéristiques du supercarburant sans plomb 95-E10 (SP95-E10).

8 Directive 76/768/CEE du 27 juillet 1976 modifiée concernant le rapprochement des législations des États membres relatives aux produits cosmétiques.

9 Arrêté du 6 février 2001 modifié fixant la liste des substances qui ne peuvent être utilisées dans les produits cosmétiques en dehors des restrictions et conditions fixées par cette liste.

10 Règlement n° 1223/2009 du Parlement européen et du Conseil du 30 novembre 2009 relatif aux produits cosmétiques.



---

11 Directive n° 2009/32/CE du 23/04/09 relative au rapprochement des législations des Etats membres concernant les solvants d'extraction utilisés dans la fabrication des denrées alimentaires et de leurs ingrédients.

12 Arrêté du 27 août 2009 relatif aux solvants d'extraction utilisés dans la fabrication des arômes.

13 Règlement (UE) n° 10/2011 de la Commission du 14 janvier 2011 concernant les matériaux et objets en matière plastique destinés à entrer en contact avec des denrées alimentaires.

14 Directive 2002/72/CE du 6 août 2002 concernant les matériaux et objets en matière plastique destinés à entrer en contact avec les denrées alimentaires.

15 Arrêté du 29/05/97 relatif aux matériaux et objets utilisés dans les installations fixes de production, de traitement et de distribution d'eau destinée à la consommation humaine.

16 Arrêté du 31/01/08 modifié relatif au registre et à la déclaration annuelle des émissions polluantes et des déchets.

17 Arrêté du 02/02/98 modifié relatif aux prélèvements et à la consommation d'eau ainsi qu'aux émissions de toute nature des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation.

18 Arrêté du 20/09/02 modifié relatif aux installations d'incinération et de co-incinération de déchets dangereux.

19 Arrêté du 20/09/02 modifié relatif aux installations d'incinération et de co-incinération de déchets non dangereux et aux installations incinérant des déchets d'activités de soins à risques infectieux.

20 Valeurs limites d'exposition professionnelle aux agents chimiques en France. Aide-mémoire technique. ED 984. INRS. 2007.

21 Directive 2006/15/CE de la Commission du 7 février 2006 établissant une deuxième liste de valeurs limites indicatives d'exposition professionnelle en application de la directive 98/24/CE du Conseil et portant modification des directives 91/322/CEE et 2000/39/CE.

22 Fiche MétroPol 016/V01. Alcool méthylique. INRS. 01/2006.

23 Site internet de l'Afnor. Date de consultation : juin 2011. <http://www.boutique.afnor.org/>

24 NIOSH Manual of Analytical Methods. 3ème supplément. 2003. <http://www.cdc.gov/niosh/docs/2003-154/>

25 Sampling & Analytical Methods. Occupational Safety & Health Administration (OSHA). Dernière date de mise à jour : 23/03/2010. [http://www.osha.gov/dts/sltc/methods/toc\\_c.html](http://www.osha.gov/dts/sltc/methods/toc_c.html)

26 Fiche pratique de sécurité. Les appareils de protection respiratoire. ED 98. INRS. Octobre 2008.

27 OCDE (Organisation de coopération et de développement économiques). Date de consultation : juin 2011. <http://webnet.oecd.org/hpv/UI/Search.aspx>

28 Données industrielles, économiques, géographiques sur les principaux produits chimiques, métaux et matériaux. Produits organiques : Méthanol. Jean-Louis VIGNES, Gilles ANDRE, Frédéric KAPALA. Société Française de Chimie. 8ème édition : 2009. <http://91.121.18.171/sfc/Donnees/acc.htm>

29 HSDB (Hazardous Substance Data Bank). Methanol. Date de dernière mise à jour : 14/04/2006.  
<http://toxnet.nlm.nih.gov/cgi-bin/sis/htmlgen?HSDB>

30 CSST (Commission de la Santé et de la Sécurité du Travail) - Service du répertoire toxicologique. Alcool méthylique. Mise à jour : 16/10/2006.

31 Le point des connaissances sur... Le traitement des eaux usées. ED 5026. INRS. Novembre 2004.

32 Qu'est-ce que le méthanol ? Information pour une utilisation sûre. Société Methanex. Date de publication non disponible. Document consulté en juin 2011.

33 Annexe II de l'article R541-8 du Code de l'environnement : LISTE DE DÉCHETS.

34 Stockage des déchets et santé publique. Chapitre 2.1. INVS. Septembre 2004.  
<http://www.invs.sante.fr/publications/2005/dechets/index.html>

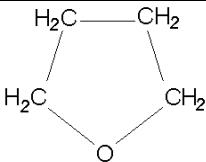
35 Métrologie des émissions diffuses de poussières et de gaz – flux et composition – des centres de traitement ou stockage de déchets et des sites pollués. INERIS. Rapport n° DRC-10-101025-14297A. Septembre 2010.

36 Etude des polluants atmosphériques émis dans deux centres de stockage des ordures ménagères ; Caractérisation et mesure des niveaux d'exposition ; Mise au point d'outils de suivi en vue de l'évaluation des risques sanitaires. M. Hours, Ph. Berny. ETUDE N° 99-0654/3A. RECORD, ADEME. Septembre 2001.

**FICHE FILIÈRE DU TÉTRAHYDROFURANE**

## 1. Fiche identité de la substance

Tableau 63 : Caractéristiques du tétrahydrofurane

IDENTIFICATION DE LA SUBSTANCE	
Numéros CAS	109-99-9
Numéro CE (EINECS, ELINCS, NLP)	203-726-8
Nom	Tétrahydrofurane
Synonymes	THF Tetrahydrofuran Tétrahydrofuranne
Famille chimique	Ethers
Formule brute	C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> O
Formule semi-développée	
Catégorie de classement de la substance	<p><b>Classement selon le règlement CLP (N°1272/2008 - Annexe VI) [1] :</b> Non classé cancérigène, mutagène ou reprotoxique</p> <p><b>Classement selon le CIRC [2] :</b> Non classé</p> <p><b>Classement selon l'US-EPA [3] :</b> Non classé</p> <p><b>VLEP réglementaire contraignante (article R4412-149 du code du travail) :</b> VLEP (8h) : 50 ppm soit 150 mg/m<sup>3</sup> VLEP (court terme : 15 minutes) : 100 ppm soit 300 mg/m<sup>3</sup></p>
Tension vapeur	15200 Pa à 15°C [4] 23 500 Pa à 25°C [4]
Indicateur biologique d'exposition [5]	<p><u>Tétrahydrofurane sanguin :</u> Valeur-Guide Française : non déterminée</p> <p><u>Tétrahydrofurane urinaire :</u> Valeur-Guide Française : non déterminée</p>
Fiche INRS	FT42 : Tétrahydrofurane. 2009 [4]
Fiche INERIS	Sans objet

## 2. Toxicité de la substance

### 2.1. Toxicité en exposition aiguë

Les études relatives à des intoxications aiguës par le tétrahydrofurane sont peu nombreuses. Les symptômes les plus fréquemment rapportés sont les suivants : [4]

- Céphalées,
- Irritation des muqueuses oculaires et respiratoires,
- Syndrome ébrieux,
- élévation transitoire des transaminases,
- Eruptions cutanées érythémateuses.

### 2.2. Toxicité en exposition chronique

Aucune étude épidémiologique relative à une exposition chronique au tétrahydrofurane n'est disponible chez l'homme. Un homme exposé pendant 2 ans au tétrahydrofurane a présenté une neuropathie périphérique distale, sensitivomotrice. [4]

Comme la plupart des solvants organiques, l'exposition au tétrahydrofurane peut entraîner des atteintes cutanées à type de dermoépidermite irritative récidivante, avec dessiccation de la peau. Des atteintes neurologiques (ébrioité, sensations de vertiges, signes de syndrome narcotique) peuvent également être observées. [4]

## 3. Réglementation

### 3.1. Textes règlementaires relatifs à la substance

#### *3.1.1. Textes relatifs à l'utilisation de la substance*

##### ➤ **Matériaux en contact avec des denrées alimentaires**

Le tétrahydrofurane est inscrit en annexe I du règlement (UE) n° 10/2011 de la Commission du 14 janvier 2011 concernant les matériaux et objets en matière plastique destinés à entrer en contact avec des denrées alimentaires [6], comme substance pouvant être utilisée comme monomère ou autre substance de départ ou macromolécule obtenue par fermentation microbienne. La limite de migration spécifique est fixée à 0,6 mg/kg de denrée alimentaire.

Ce règlement, qui est applicable depuis le 1er mai 2011, abroge la Directive 2002/72/CE du 6 août 2002 concernant les matériaux et objets en matière plastique destinés à entrer en contact avec les denrées alimentaires [7], qui autorisait l'utilisation du tétrahydrofurane comme substance de départ pour la fabrication des matériaux et objets en matière plastique. On entend par « matériaux et objets en matière plastique » des matériaux et objets qui, à l'état de produits finis, sont destinés à être mis en contact ou sont mis en contact avec des denrées alimentaires.

Le tétrahydrofurane est inscrit en annexe II de la directive 2007/42/CE de la commission du 29 juin 2007 relative aux matériaux et aux objets en pellicule de cellulose régénérée, destinés à entrer en contact avec les denrées alimentaires, en tant que substance autorisée dans la fabrication des pellicules de cellulose régénérée vernie. La quantité totale des substances ne peut dépasser 0,6 mg/dm<sup>2</sup> du vernis sur la face en contact avec les denrées alimentaires. [8]

### 3.1.2. Textes relatifs aux valeurs limites d'émission des installations de traitement de déchets

Les COV non méthaniques font partie de la liste définie dans l'arrêté du 31/01/08 modifié relatif au registre et à la déclaration annuelle des émissions polluantes et des déchets [9], concernant les polluants devant être mentionnés dans le registre des émissions polluantes et des déchets et devant apparaître dans la déclaration annuelle des émissions polluantes et des déchets faite par les exploitants des établissements concernés.

L'arrêté du 02/02/98 relatif aux prélèvements et à la consommation d'eau ainsi qu'aux émissions de toute nature des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation [10] impose les valeurs limites de rejets suivantes pour les émissions de COV des ICPE :

- Si le flux horaire total dépasse 2 kg/h, la valeur limite exprimée en carbone total de la concentration globale de l'ensemble des composés est de 110 mg/m<sup>3</sup> ;
- Dans le cas de l'utilisation d'une technique d'oxydation pour l'élimination COV, la valeur limite d'émission en COV exprimée en carbone total est de 20 mg par m<sup>3</sup> ou 50 mg par m<sup>3</sup> si le rendement d'épuration est supérieur à 98%.

L'arrêté du 20/09/02 relatif aux installations d'incinération et de co-incinération de déchets dangereux [11] impose les valeurs limites de rejets suivantes pour les émissions de substances organiques à l'état de gaz ou de vapeur, exprimées en carbone organique total (COT) :

- 10 mg/m<sup>3</sup> en moyenne journalière,
- 20 mg/m<sup>3</sup> en moyenne sur une demi-heure.

L'arrêté du 20/09/02 relatif aux installations d'incinération et de co-incinération de déchets non dangereux et aux installations incinérant des déchets d'activités de soins à risques infectieux [12] impose les valeurs limites de rejets suivantes pour les émissions de substances organiques à l'état de gaz ou de vapeur, exprimées en carbone organique total (COT) :

- 10 mg/m<sup>3</sup> en moyenne journalière,
- 20 mg/m<sup>3</sup> en moyenne sur une demi-heure.

## 3.2. Valeurs de référence

Des valeurs limites d'exposition professionnelle réglementaires contraignantes dans l'air des locaux de travail ont été établies en France pour le tétrahydrofurane (art. R.4412-149 du Code du travail) :

- Pour une exposition de 8h : 50 ppm, soit 150 mg/m<sup>3</sup>,
- Pour une exposition à court terme (15 minutes) : 100 ppm, soit 300 mg/m<sup>3</sup> ;
- Possibilité d'une pénétration cutanée importante.

Au niveau communautaire, la Directive 2000/39/CE de la Commission du 8 juin 2000 relative à l'établissement d'une première liste de valeurs limites d'exposition professionnelle de caractère indicatif en application de la directive 98/24/CE du Conseil concernant la protection de la santé et de la sécurité des travailleurs contre les risques liés à des agents chimiques sur le lieu de travail [13], fixe pour le tétrahydrofurane les valeurs limites d'exposition professionnelles suivantes :

- Pour une exposition moyenne pondérée sur 8 heures : 50 ppm soit 150 mg/m<sup>3</sup>,
- Pour une exposition à court terme : 100 ppm soit 300 mg/m<sup>3</sup>,
- Possibilité d'une pénétration cutanée importante.

Le Scientific Committee on Occupational Exposure Limit (SCOEL) élabore les VLEP au niveau européen. D'après son rapport « Recommendation from the Scientific Expert Group<sup>53</sup> on Occupational Exposure Limits for Tetrahydrofuran » (1992) [14], les VLEP présentées ci-avant sont basées sur les données suivantes :

---

<sup>53</sup> Le groupe d'experts européens SEG, constitué en 1990 a été remplacé en 1995 par le SCOEL : Scientific Committee on Occupational Exposure Limit (Comité scientifique en matière de valeurs limites d'exposition professionnelle).

- **VLEP sur 8 heures** : Des études montrant une réduction des battements de cils et une irritation du nez et des yeux chez le rat ont permis d'établir un LOAEL (Lowest Observed Adverse Effect Level) de 100 ppm. Un facteur d'incertitude de 2 a été appliqué afin de prendre en compte le caractère transitoire des effets observés. Ces données ont abouti à recommander une TWA (Time Weighted Average) sur 8 heures de 50 ppm.
- **VLEP à court terme** : le SCOEL recommande une STEL (Short-Term Exposure Limit – 15 min) de 100 ppm pour limiter les pics d'exposition qui pourraient entraîner des effets irritants. Les données ayant permis d'aboutir à cette valeur ne sont pas présentées.

En France, le Groupe d'experts « Effets sur la santé » a édité en février 2005 une fiche de synthèse concernant le tétrahydrofurane [15]. Sur la base des données du SCOEL, des recherches complémentaires ont été effectuées par ce groupe d'experts afin d'identifier d'éventuelles données nouvelles de la littérature, entre 1991 et 2003. Les recherches ont été effectuées dans les bases de données suivantes : Pubmed et Toxnet (Toxline, HSDB, CCRIS, DART et IRIS).

Sur la base de ces nouvelles recherches, le Groupe d'experts a proposé de garder les valeurs du SCOEL proposées en 1992 car [22] :

- ↪ En aigu : LOAEL : 200 ppm (irritation).
- ↪ En chronique : LOAEL : 100 ppm (effet ciliaire).
- ↪ Mutagénicité : non (résultat positif non signalé par le NTP ultérieurement).
- ↪ Cancérogénicité :
  - Chez le rat (cancer du rein) et chez la souris (cancers hépatocellulaires) ;
  - Chez le rat, il s'agit d'un cancer spécifique de l'espèce (du fait de l'existence de l'alpha 2 microglobuline). Chez la souris, les mâles développent spontanément (groupe témoin) des cancers hépatocellulaires. Il est donc difficile de se fonder sur ces données de cancérogénicité pour les extrapoler à l'homme. Il n'y a pas d'autres études de cancérogénicité dans d'autres espèces.
- ↪ Reprotoxicité :
  - NOAEL : 600 ppm (toxicité sur le développement chez la souris) ;
  - passage dans le lait possible.
- ↪ Peau : oui (Brooke, 1998) (passage percutané).

### 3.3. Normes relatives à l'analyse dans l'air

Les références des normes relatives à l'analyse dans l'air du tétrahydrofurane sont présentées dans le tableau suivant :

**Tableau 64 : Normes relatives à l'analyse du tétrahydrofurane dans l'air**

Source	Référence méthode / norme
Fiches MétroPol de l'INRS [16]	Fiche MétroPol 064. Tétrahydrofurane par chromatographie en phase gazeuse. 09/2004.
Normes AFNOR spécifiques [17]	NF X43-267 (Juillet 2004) Air des lieux de travail. Prélèvement et analyse de vapeurs organiques. Prélèvement par pompage sur tube à adsorption et désorption au solvant. NF EN ISO 16017 (Partie 1 : Mars 2001 / Partie 2 : Oct 2003) Air intérieur, air ambiant et air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par tube à adsorption/désorption thermique/chromatographie en phase gazeuse sur capillaire. NF ISO 16200 (Décembre 2001) Qualité de l'air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par désorption au solvant/chromatographie en phase gazeuse.
Méthodes NIOSH [18]	Méthode 1609 : "Tetrahydrofuran". Issue 2, 15 août 1994. Méthode 3800 : « Organic and inorganic gases by extractive FTIR spectrometry ». Issue 1, 15 mars 2003.
Méthodes OSHA [19]	Méthode 07 : Organic Vapors. Mai 2000.

### 3.4. EPI pour l'exposition par inhalation

La norme NF EN 529<sup>54</sup> définit les facteurs de protection pour chaque type d'appareil de protection respiratoire (annexe C).

Pour les gaz et vapeurs organiques dont le point d'ébullition est supérieur à 65°C, le type de filtre adapté est un filtre à gaz EN 14387/IN1 type A [20].

## 4. Production et consommation de la substance

L'OCDE (Organisation de Coopération et de Développement Economiques) classe le tétrahydrofurane comme produit chimique HPV (High Production Volume) [21] : il est donc fabriqué ou importé à raison d'au moins 1 000 tonnes par an dans l'Union Européenne, et ce par au moins un état membre.

D'après la Société Française de Chimie, la consommation française de tétrahydrofurane était de 18 832 tonnes en 2004, soit 88% de la totalité des éthers consommés en France. [22]

## 5. Utilisations de la substance

### 5.1. Industrie chimique

#### 5.1.1. Intermédiaire de synthèse

Le tétrahydrofurane est utilisé comme intermédiaire de synthèse de divers composés organiques, en particulier : [4] [23]

- Butyrolactone,
- Acide succinique,
- 1,4-butanediol diacetate.

#### 5.1.2. Solvant de procédé

Le tétrahydrofurane est également utilisé comme solvant de procédé, notamment pour : [24] [23]

- La fabrication d'acide adipique,
- Les réactions de Grignard : action de composés organomagnésiens (réactifs de Grignard) sur les aldéhydes et les cétones, permettant d'obtenir des alcools, des hydrocarbures, [25]
- Les réactions faisant intervenir des hydrures métalliques.

### 5.2. Industrie des matières plastiques

Le tétrahydrofurane est utilisé comme solvant pour solubiliser diverses résines et matières plastiques (polychlorure de vinyle, polyéthylène, polyacrylates, polystyrène, polyesters, certains polyuréthanes...). [4]

Il peut être également employé pour le dégraissage de pièces en plastique.

Le tétrahydrofurane est notamment utilisé comme solvant pour des résines chlorées qui ont des applications dans des films protecteurs tels que la cellophane. [26]

---

<sup>54</sup> Appareil de protection respiratoire – Recommandations pour le choix, l'utilisation, l'entretien et la maintenance – Guide.



Le tétrahydrofurane peut également être polymérisé en présence d'acides forts pour former du Polytetraméthylène ether glycol (PTMEG), qui est lui-même utilisé pour la production de divers élastomères polyuréthane. [26]

### 5.3. Industrie des peintures, encres et vernis

Le tétrahydrofurane est utilisé comme solvant pour les peintures, vernis et encres. [4]

### 5.4. Industrie des colles

Le tétrahydrofurane est très employé pour la fabrication de colles destinées à l'assemblage de canalisations en PVC dans le secteur du bâtiment notamment. [24]

### 5.5. Industrie pharmaceutique

Le tétrahydrofurane est utilisé comme solvant d'extraction dans l'industrie pharmaceutique. Il est également utilisé comme milieu réactif dans ce secteur. [4]

### 5.6. Etat des lieux de la substitution de la substance en France

Le tétrahydrofurane n'étant pas classé CMR de catégorie 1A ou 1B, les démarches de substitution telles qu'imposées par l'article R4412-66 du code du travail ne sont pas obligatoires pour cette substance.

## 6. Le tétrahydrofurane dans les déchets

### 6.1. Déchets contenant du tétrahydrofurane

D'après les diverses utilisations identifiées dans la présente fiche, les déchets pouvant contenir du tétrahydrofurane sont classés dans la nomenclature déchets de l'article R541-8 (Annexe II) du Code de l'environnement [27] sous les rubriques suivantes :

Tableau 65 : Rubriques des déchets susceptibles de contenir du tétrahydrofurane

N°RUBRIQUE	DECHETS
<b>07</b>	<b>DÉCHETS DES PROCÉDÉS DE LA CHIMIE ORGANIQUE</b>
<b>07 01</b>	<b>Déchets provenant de la fabrication, formulation, distribution et utilisation (FFDU) de produits organiques de base</b>
07 01 04*	Autres solvants, liquides de lavage et liqueurs mères organiques
07 01 11*	Boues provenant du traitement in situ des effluents contenant des substances dangereuses
<b>07 02</b>	<b>Déchets provenant de la FFDU de matières plastiques, caoutchouc et fibres synthétiques.</b>
07 02 04*	Autres solvants, liquides de lavage et liqueurs mères organiques
07 02 11*	Boues provenant du traitement in situ des effluents contenant des substances dangereuses
07 02 13	Déchets plastiques
07 02 14*	Déchets provenant d'additifs contenant des substances dangereuses
<b>07 05</b>	<b>Déchets provenant de la FFDU des produits pharmaceutiques</b>
07 05 04*	Autres solvants, liquides de lavage et liqueurs mères organiques
07 05 11*	Boues provenant du traitement in situ des effluents contenant des substances dangereuses

N° RUBRIQUE	DECHETS
<b>07 07</b>	<b>Déchets provenant de la FFDU de produits chimiques issus de la chimie fine et de produits chimiques non spécifiés ailleurs</b>
07 07 04*	Autres solvants, liquides de lavage et liqueurs mères organiques
07 07 11*	Boues provenant du traitement in situ des effluents contenant des substances dangereuses
<b>08</b>	<b>DÉCHETS PROVENANT DE LA FABRICATION, DE LA FORMULATION, DE LA DISTRIBUTION ET DE L'UTILISATION (FFDU) DE PRODUITS DE REVETEMENT (PEINTURES, VERNIS ET ÉMAUX VITRIFIÉS), MASTICS ET ENCRE D'IMPRESSION</b>
<b>08 01</b>	<b>Déchets provenant de la FFDU et du décapage de peintures et vernis</b>
08 01 11*	Déchets de peintures et vernis contenant des solvants organiques ou d'autres substances dangereuses
08 01 13*	Boues provenant de peintures ou vernis contenant des solvants organiques ou autres substances dangereuses
08 01 15*	Boues aqueuses contenant de la peinture ou du vernis contenant des solvants organiques ou autres substances dangereuses
08 01 17*	Déchets provenant du décapage de peintures ou vernis contenant des solvants organiques ou autres substances dangereuses
08 01 19*	Suspensions aqueuses contenant de la peinture ou du vernis contenant des solvants organiques ou autres substances dangereuses
08 01 21*	Déchets de décapants de peintures ou vernis
<b>08 03</b>	<b>Déchets provenant de la FFDU d'encres d'impression</b>
08 03 12*	Déchets d'encres contenant des substances dangereuses
08 03 14*	Boues d'encre contenant des substances dangereuses
08 03 17*	Déchets de toner d'impression contenant des substances dangereuses
<b>08 04</b>	<b>Déchets provenant de la FFDU de colles et mastics (y compris produits d'étanchéité)</b>
08 04 09*	Déchets de colles et mastics contenant des solvants organiques ou d'autres substances dangereuses
08 04 11*	Boues de colles et mastics contenant des solvants organiques ou d'autres substances dangereuses
08 04 13*	Boues aqueuses contenant des colles ou mastics contenant des solvants organiques ou d'autres substances dangereuses
08 04 15*	Déchets liquides aqueux contenant des colles ou mastics contenant des solvants organiques ou d'autres substances dangereuses
<b>15</b>	<b>EMBALLAGES ET DÉCHETS D'EMBALLAGES, ABSORBANTS, CHIFFONS D'ESSUYAGE, MATÉRIAUX FILTRANTS ET VÊTEMENTS DE PROTECTION NON SPÉCIFIÉS AILLEURS</b>
<b>15 01</b>	<b>Emballages et déchets d'emballages (y compris les déchets d'emballages municipaux collectés séparément)</b>
15 01 01	Emballages en matières plastiques
15 01 10*	Emballages contenant des résidus de substances dangereuses ou contaminés par de tels résidus
<b>15 02</b>	<b>Absorbants, matériaux filtrants, chiffons d'essuyage et vêtements de protection</b>
15 02 02*	Absorbants, matériaux filtrants (y compris les filtres à huile non spécifiés ailleurs), chiffons d'essuyage et vêtements de protection contaminés par des substances dangereuses
<b>17</b>	<b>DÉCHETS DE CONSTRUCTION ET DE DÉMOLITION (Y COMPRIS DÉBLAIS PROVENANT DE SITES CONTAMINÉS)</b>
<b>17 02</b>	<b>Bois, verre et matières plastiques</b>
17 02 04*	Bois, verre et matières plastiques contenant des substances dangereuses ou contaminés par de telles substances
<b>17 09</b>	<b>Autres déchets de construction et de démolition</b>
17 09 03*	Autres déchets de construction et de démolition (y compris en mélange) contenant des substances dangereuses

N° RUBRIQUE	DECHETS
19	DÉCHETS PROVENANT DES INSTALLATIONS DE GESTION DES DÉCHETS, DES STATIONS D'ÉPURATION DES EAUX USÉES HORS SITE ET DE LA PRÉPARATION D'EAU DESTINÉE À LA CONSOMMATION HUMAINE ET D'EAU À USAGE INDUSTRIEL
19 07	Lixiviats de décharges
19 07 02*	Lixiviats de décharges contenant des substances dangereuses
20	DÉCHETS MUNICIPAUX (DÉCHETS MÉNAGERS ET DÉCHETS ASSIMILÉS PROVENANT DES COMMERCES, DES INDUSTRIES ET DES ADMINISTRATIONS), Y COMPRIS LES FRACTIONS COLLECTÉES SÉPARÉMENT
20 01	Fractions collectées séparément
20 01 13*	Solvants
20 01 27*	Peinture, encres, colles et résines contenant des substances dangereuses
20 01 39	Matières plastiques

## 6.2. Flux de tétrahydrofurane dans les déchets

Aucune donnée n'a été trouvée dans la littérature concernant les gisements et flux de tétrahydrofurane dans les déchets.

Une entreprise du comité de suivi, spécialisée dans le traitement par incinération de déchets industriels dangereux, a fourni des résultats de mesures réalisées à la réception de déchets, entre 2005 et 2010.

Les résultats sont présentés dans le tableau suivant, sous la forme de pourcentages massiques de tétrahydrofurane dans les déchets analysés.

**Tableau 66 : Analyses dans les déchets – Incinération déchets industriels (2005 à 2010)**

Désignation du déchet	% massique de tétrahydrofurane dans le déchet
Solvants halogénés	25,3
Sol. aq. Résid. Cyprocarbinol	non déterminé
Boue curage fosse et bac	non déterminé

## 6.3. Formation du tétrahydrofurane lors du traitement des déchets

### 6.3.1. Incinération des déchets

D'après le guide de l'ASTEE (2003), le tétrahydrofurane fait partie des COV identifiés dans les émissions d'une UIOM (analyses effectuées en 1996). [28]

### 6.3.2. Stockage des déchets

Le rapport « Stockage des déchets et santé publique » (2004), coordonné par l'INVS [29], indique :

- La présence de tétrahydrofurane parmi les micropolluants organiques présents à l'état de traces dans le biogaz des centres de stockage de déchets non dangereux. Ces composés organiques sont issus de la biodégradation de la matière organique fermentescible. Les concentrations mesurées sont comprises entre 0,5 (limite de détection) et 8,8 mg/m<sup>3</sup> ;
- La présence de tétrahydrofurane parmi les micropolluants organiques anthropogéniques présents dans les lixiviats, à des concentrations comprises entre 9 et 430 µg/L.

L'INERIS (2002) indique également la présence de tétrahydrofurane dans le biogaz émis par les centres d'enfouissement technique (CET), à une concentration de 2 ppmv<sup>55</sup> (d'après une étude menée par l'INSA<sup>56</sup>, 1995). [30]

#### 6.4. Exposition des travailleurs au tétrahydrofurane

Aucune donnée n'a été trouvée dans la littérature sur l'exposition au tétrahydrofurane des travailleurs du secteur du déchet.

Une entreprise spécialisée dans le traitement des déchets spéciaux a fourni des données semi-quantitatives sur les niveaux mesurés en tétrahydrofurane dans les ambiances de travail. Les résultats sont présentés dans le tableau ci-après.

**Tableau 67 : Données d'exposition en tétrahydrofurane - Traitement des déchets spéciaux<sup>57</sup>**

Activités évaluées	Nombre de sites évalués	Postes de travail évalués	Nombre de fois recherchées lors des mesures d'exposition professionnelles	Nombre de fois inférieures aux VLEP	Nombre de fois supérieures aux VLEP	Nombre de fois détectées (Valeurs inf + valeurs sup à la VLEP)
Incinération	5	Tous postes confondus	77	0	0	0
Traitement biologique	5	Tous postes confondus	10	0	0	0
Traitement physico-chimique	6	Tous postes confondus	11	0	0	0
Valorisation solvants et hydrocarbures	8	Tous postes confondus	60	0	0	0
Transit et regroupement	5	Tous postes confondus	39	0	0	0
Déconditionnement	7	Tous postes confondus	41	0	0	0
Broyage	6	Tous postes confondus	67	0	0	0
Stockage (inclus les dépotages et prélèvements)	15	Tous postes confondus	101	0	0	0

Le tétrahydrofurane n'a jamais été détecté dans les atmosphères de travail de cette entreprise.

<sup>55</sup> Partie par million en volume

<sup>56</sup> Institut National des Sciences Appliquées

<sup>57</sup> Les résultats d'analyse présentés ne tiennent pas compte des EPI (pas de facteur d'abattement appliqué).

## 7. Références bibliographiques

---

- 1 Règlement (CE) n° 1272/2008 du Parlement européen et du Conseil du 16 décembre 2008 relatif à la classification, à l'étiquetage et à l'emballage des substances et des mélanges, modifiant et abrogeant les directives 67/548/CEE et 1999/45/CE et modifiant le règlement (CE) n° 1907/2006.
- 2 Liste des Agents Classés par les Monographies du CIRC, Volumes 1–101. <http://monographs.iarc.fr/FR/Classification/index.php>
- 3 Integrated Risk Information System (IRIS). US-EPA. Date de consultation : juin 2011. <http://www.epa.gov/IRIS/>
- 4 FT42. Tétrahydrofurane. INRS. 2009.
- 5 Base de données BIOTOX. INRS. Mise à jour : septembre 2010.
- 6 Règlement (UE) n° 10/2011 de la Commission du 14 janvier 2011 concernant les matériaux et objets en matière plastique destinés à entrer en contact avec des denrées alimentaires.
- 7 Directive 2002/72/CE du 6 août 2002 concernant les matériaux et objets en matière plastique destinés à entrer en contact avec les denrées alimentaires.
- 8 Directive 2007/42/CE de la commission du 29 juin 2007 relative aux matériaux et aux objets en pellicule de cellulose régénérée, destinés à entrer en contact avec les denrées alimentaires.
- 9 Arrêté du 31/01/08 modifié relatif au registre et à la déclaration annuelle des émissions polluantes et des déchets.
- 10 Arrêté du 02/02/98 modifié relatif aux prélèvements et à la consommation d'eau ainsi qu'aux émissions de toute nature des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation.
- 11 Arrêté du 20/09/02 modifié relatif aux installations d'incinération et de co-incinération de déchets dangereux.
- 12 Arrêté du 20/09/02 modifié relatif aux installations d'incinération et de co-incinération de déchets non dangereux et aux installations incinérant des déchets d'activités de soins à risques infectieux.
- 13 Directive 2000/39/CE de la Commission du 8 juin 2000 relative à l'établissement d'une première liste de valeurs limites d'exposition professionnelle de caractère indicatif en application de la directive 98/24/CE du Conseil concernant la protection de la santé et de la sécurité des travailleurs contre les risques liés à des agents chimiques sur le lieu de travail.
- 14 Recommendation from the Scientific Expert Group on Occupational Exposure Limits for Tetrahydrofuran. SEG/SUM/12C. 1992.
- 15 Fiche de synthèse : Tétrahydrofurane. Groupe d'experts « Effets sur la santé ». Février 2005.
- 16 Fiche MétroPol 064. Tétrahydrofurane par chromatographie en phase gazeuse. INRS. 09/2004.
- 17 Site internet de l'Afnor. Date de consultation : juin 2011. <http://www.boutique.afnor.org/>

18 NIOSH Manual of Analytical Methods. 3ème supplément. 2003.  
<http://www.cdc.gov/niosh/docs/2003-154/>

19 Sampling & Analytical Methods. Occupational Safety & Health Administration (OSHA). Dernière date de mise à jour : 23/03/2010. [http://www.osha.gov/dts/sltc/methods/toc\\_c.html](http://www.osha.gov/dts/sltc/methods/toc_c.html)

20 Fiche pratique de sécurité. Les appareils de protection respiratoire. ED 98. INRS. Octobre 2008.

21 OCDE (Organisation de coopération et de développement économiques). Date de consultation : juin 2011. <http://webnet.oecd.org/hpv/UI/Search.aspx>

22 Données industrielles, économiques, géographiques sur les principaux produits chimiques, métaux et matériaux. Produits minéraux : solvants chlorés. Jean-Louis VIGNES, Gilles ANDRE, Frédéric KAPALA. Société Française de Chimie. 8ème édition : 2009.  
<http://91.121.18.171/sfc/Donnees/acc.htm>

23 HSDB (Hazardous Substance Data Bank). Tetrahydrofuran. Date de dernière mise à jour : 16/06/2011. <http://toxnet.nlm.nih.gov/cgi-bin/sis/htmlgen?HSDB>

24 Les expositions aux risques professionnels. Les produits chimiques. Résultats SUMER 2003. Document d'études n°118. DARES. Juillet 2006.

25 Encyclopédie Universalis. Article « Grignard Victor ». 2011.  
[http://www.universalis.fr/encyclopedie/victor-grignard/#i\\_36545](http://www.universalis.fr/encyclopedie/victor-grignard/#i_36545)

26 Site internet de la société Lyondellbasell.. Date de consultation : juin 2011.  
<http://www.lyondellbasell.com/Products/ByCategory/basic-chemicals/PerformanceChemicalsAndSolvents/Tetrahydrofuran/>

27 Annexe II de l'article R541-8 du Code de l'environnement : LISTE DE DÉCHETS.

28 Guide pour l'évaluation du risque sanitaire dans le cadre de l'étude d'impact d'une U.I.O.M. ASTEE. Novembre 2003.

29 Stockage des déchets et santé publique. Chapitre 2.1. INVS. Septembre 2004.  
<http://www.invs.sante.fr/publications/2005/dechets/index.html>

30 Caractérisation des BIOGAZ. Bibliographie. Mesures sur sites. J. Poulleau. DRC/AIRE. INERIS. Octobre 2002.

**FICHE FILIÈRE DU CADMIUM**

Le cadmium, ni aucun de ses composés, ne présentent de VLEP réglementaire contraignante.

Seuls certains composés du cadmium sont classés CMR 1A ou 1B par le règlement CLP [1]. Il s'agit de :

**Tableau 68 : Liste des composés du cadmium sont classés CMR 1A ou 1B par le règlement CLP**

Composé	N° CAS	Classement CLP	Consommation globale en France en 2005 [2]
Cadmium élémentaire (en poudre non pyrophorique stabilisée)	7440-43-9	Carc. 1B (H350) Muta. 2 (H341) Repr. 2 (H361fd)	600 t/an
Oxyde de cadmium	1306-19-0	Carc. 1B (H350) Muta. 2 (H341) Repr. 2 (H361fd)	300 t/an
Chlorure de cadmium	10108-64-2	Carc. 1B (H350) Muta. 1B (H340) Repr. 1B (H360FD)	<1 t/an
Sulfure de cadmium	1306-23-6	Carc. 1B (H350) Muta. 2 (H341) Repr. 2 (H361fd)	<1 t/an
Fluorure de cadmium	7790-79-6	Carc. 1B (H350) Muta. 1B (H340) Repr. 1B (H360FD)	0 t/an
Sulfate de cadmium	10124-36-4	Carc. 1B (H350) Muta. 1B (H340) Repr. 1B (H360FD)	0 t/an

Compte tenu du nombre important de composés du cadmium classés CMR 1A ou 1B, cette fiche se focalise sur les composés dont la consommation est significative en France d'après la base CMR 2005 de l'INRS (consommation supérieure à 50 tonnes/an) [1], à savoir :


- Cadmium élémentaire (n°CAS : 7440-43-9),
- Oxyde de cadmium (n°CAS : 1306-19-0).

Dans l'air, ces composés du cadmium sont présents uniquement sous forme de fines particules (composés non volatils). [3]



## 1. Fiche identité de la substance

Tableau 69 : Caractéristiques du cadmium et de l'oxyde de cadmium

IDENTIFICATION DE LA SUBSTANCE		
Numéros CAS	7440-43-9	1306-19-0
Numéro CE (EINECS, ELINCS, NLP)	231-152-8	215-146-2
Nom	Cadmium	Oxyde de cadmium
Synonymes	-	Cadmium oxide Cadmium monoxide
Famille chimique	Dérivés du cadmium	
Formule brute	Cd	CdO
Formule semi-développée	Cd	
Classement selon le règlement CLP (N° 1272/2008 - Annexe VI) [1]	Carc. 1B (H350) Muta. 2 (H341) Repr. 2 (H361fd)	Carc. 1B (H350) Muta. 2 (H341) Repr. 2 (H361fd)
Autres classements	<p><b>Classement selon le CIRC [4] :</b> Composés du cadmium classés dans le groupe 1 (agent cancérigène pour l'homme)</p> <p><b>Classement selon l'US EPA [5] :</b> Cadmium rangé dans la classe B1 (substance probablement cancérigène pour l'homme)</p> <p><b>VLEP réglementaire contraignante (Article R.4412-149 du code du travail) :</b> Sans objet</p>	
Tension vapeur	Non applicable	
Indicateurs biologiques d'exposition [6]	<p><u>Cadmium sanguin :</u> Valeur-Guide Française : 5 µg/L<sup>58</sup></p> <p><u>Cadmium urinaire :</u> Valeur-Guide Française : 5 µg/g de créatinine<sup>58</sup></p>	
Fiche INRS	FT60 : Cadmium et composés minéraux. 1997 [7]	
Fiches INERIS	Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques. Cadmium et ses dérivés. 22/02/2005 [8] Données technico-économiques sur les substances chimiques en France. Cadmium et ses dérivés. 10/05/2005 [9]	

<sup>58</sup> Dernière mise à jour en 1997

## 2. Toxicité de la substance

### 2.1. Toxicité en exposition aiguë

Les symptômes observés en cas d'intoxication aiguë au cadmium sont les suivants [4] :

- Intoxication par ingestion : Troubles digestifs (nausées, vomissements -après une dose unique de 10 mg de Cd-, douleurs abdominales, diarrhées), crampes musculaires, hyper-salivation ;  
A des doses élevées : pertes digestives et insuffisance rénale ;  
A des doses massives : la mort peut survenir en 24 h (collapsus cardiovasculaire, acidose métabolique et coagulopathie de consommation).
- Intoxication par inhalation : En cas de brève exposition à de fortes concentrations de vapeurs (soudage ou découpage d'un métal cadmié par exemple) : Période asymptomatique de 4 à 10h, puis apparition de signes d'irritation intense des voies respiratoires (toux, douleurs thoraciques, dyspnée), troubles digestifs (nausées, vomissements), frissons, fièvre, courbatures et hyperleucocytose. Ces symptômes peuvent rapidement s'aggraver vers un œdème pulmonaire susceptible d'entraîner la mort (10 min d'exposition à 150-300 mg Cd/m<sup>3</sup>, ou 1h à 40-50 mg Cd/m<sup>3</sup>, ou 8h à 5 mg Cd/m<sup>3</sup>).  
A concentration en cadmium égale, les fumées d'oxyde sont plus nocives que les poussières respirables de métal.

### 2.2. Toxicité en exposition chronique

L'exposition chronique au cadmium a été décrite essentiellement chez des sujets exposés à des fumées d'oxyde ou à des poussières respirables de cadmium ou de ses composés. [4]

Le cadmium est un toxique cumulatif : l'élimination très lente du produit explique l'évolution progressive des manifestations pathologiques, même après l'arrêt de l'exposition. [4]

Le cadmium affecte la santé humaine à plusieurs niveaux [4] :

- Manifestation rénales : Dysfonctionnement des tubules proximaux se traduisant par une élévation de l'excrétion urinaire des protéines, pouvant évoluer en une hypercalciurie, une hyperphosphaturie, une glycosurie et aminoacidurie (syndrome de Fanconi).
- Manifestation pulmonaires : Emphysème, trouble ventilatoire après inhalation répétée ou prolongée à des fumées d'oxyde. Rhinite, hyposmie et bronchite chronique.  
On note une augmentation significative de la mortalité par maladies respiratoires chez des travailleurs exposés de façon répétée ou prolongée à de très fortes concentrations de fumées (plusieurs mg Cd/m<sup>3</sup>). Les poussières respirables sont beaucoup moins nocives à cet égard.
- Manifestations osseuses : Douleurs osseuses, fractures spontanées, déminéralisation diffuse du squelette, stries.
- Autres manifestations : Signes d'exposition ou d'imprégnation observés : coloration jaunâtre de l'émail des dents, troubles digestifs (perte d'appétit, nausées...), irritation chronique des voies aériennes supérieures (laryngite, rhinite).

Génotoxicité :	Les études disponibles ne permettent pas d'évaluer correctement le pouvoir génotoxique du cadmium chez l'homme.
Cancérogénèse :	Des études montrent, sans être concluantes, une tendance à l'augmentation de la mortalité par cancer chez les travailleurs exposés au cadmium (cancer pulmonaire, bronchique, prostatique, ce dernier n'étant pas confirmé par les études récentes).
Effets sur la reproduction :	Les études ne permettent pas une évaluation correcte de l'activité du cadmium. Chez les travailleurs exposés à de fortes concentrations de fumées d'oxyde de cadmium, des modifications des spermatozytes ont été signalées. Chez des femmes exposées au Cd au cours de leur grossesse, une réduction du poids des enfants à la naissance, des signes de rachitisme et un retard du développement dentaire ont été observés.

### 3. Réglementation

#### 3.1. Textes réglementaires relatifs à la substance

##### 3.1.1. Textes relatifs à l'utilisation de la substance

- **REACH**<sup>59</sup>

Le cadmium et ses composés sont inscrits dans l'annexe XVII - Restrictions applicables à la fabrication, à la mise sur le marché et à l'utilisation de certaines substances dangereuses et de certains mélanges et articles dangereux - du Règlement 1907/2006 du 18 décembre 2006 (REACH) [10], applicable depuis le 1<sup>er</sup> juin 2009. Le règlement REACH a été modifié par le règlement n° 494/2011 du 20/05/11 [11], en ce qui concerne l'annexe XVII (Cadmium). Ce dernier est applicable à compter du 10 janvier 2012.

Selon l'annexe XVII de REACH modifié, le cadmium et ses composés :

1. Ne peuvent pas être utilisés dans les mélanges et articles à base de polymères organiques synthétiques (ci-après dénommés « matière plastique ») suivants :

- Polymères et copolymères de chlorure de polyvinyle (PVC)
- polyuréthane (PUR)
- polyéthylène à basse densité, à l'exception du polyéthylène à basse densité utilisé pour la production de mélanges-maîtres colorés
- acétate de cellulose (CA)
- acétoxybutyrate de cellulose (CAB)
- résine époxy
- résine mélamine-formaldéhyde (MF)
- résine d'urée-formaldéhyde (UF)
- polyesters insaturés (UP)
- téréphtalate de polyéthylène (PET)
- téréphtalate de polybutylène (PBT)
- polystyrène cristal/standard
- méthacrylate de méthyle acrylonitrile (AMMA)

---

<sup>59</sup> Certaines de ces prescriptions de REACH sont reprises dans le Code de l'environnement (cf. paragraphe - o□□)

- polyéthylène réticulé (VPE)
- polystyrène impact/choc
- polypropylène (PP)
- polyéthylène haute densité (PEHD)
- acrylonitrile butadiène styrène (ABS)
- poly(méthacrylate de méthyle) (PMMA)

Est interdite la mise sur le marché des mélanges et articles fabriqués à base de matière plastique si leur concentration en cadmium (exprimée en Cd métal) est supérieure ou égale à 0,01% en poids de matière plastique.

Par dérogation, le deuxième alinéa ne s'applique pas aux articles placés sur le marché avant le 10 janvier 2012.

Les premier et deuxième alinéas sont applicables sans préjudice de la directive 94/62/CE du Conseil et des actes adoptés sur la base de cette dernière.

2. Ne peuvent pas être utilisés dans les peintures.

Pour les peintures dont la teneur en zinc dépasse 10% en poids de la peinture, la concentration en cadmium (exprimée en Cd métal) est strictement inférieure à 0,1% en poids.

Est interdite la mise sur le marché des articles peints si leur concentration en cadmium (exprimée en Cd métal) est supérieure ou égale à 0,1% en poids de peinture sur l'article peint.

3. Par dérogation, pour des raisons de sécurité, les paragraphes 1 et 2 ne sont pas applicables aux articles colorés à l'aide de mélanges contenant du cadmium.

4. Par dérogation, le paragraphe 1, deuxième alinéa, ne s'applique pas :

- Aux mélanges à base de déchets de PVC, ci-après dénommés « PVC valorisés »,
- Aux mélanges et aux articles contenant du PVC valorisé, si leur concentration en cadmium (exprimée en Cd métal) ne dépasse pas 0,1% en poids de la matière plastique dans les applications suivantes du PVC rigide :
  - a) profilés et feuilles rigides destinées au secteur du bâtiment ;
  - b) portes, fenêtres, volets, murs, stores, clôtures et gouttières ;
  - c) revêtements extérieurs et terrasses ;
  - d) gaines de câbles ;
  - e) canalisations d'eau non potable, si le PVC valorisé est employé dans la couche intermédiaire d'un tuyau multicouches et est entièrement recouvert d'une couche de PVC neuf conformément au paragraphe 1 ci-dessus.

Avant de placer pour la première fois sur le marché des mélanges et des articles contenant du PVC valorisé, les fournisseurs veillent à ce que leurs produits portent, de manière visible, lisible et indélébile, la mention « *Contient du PVC valorisé* » ou le pictogramme suivant :



Conformément à l'article 69 du présent règlement, la dérogation octroyée au paragraphe 4 sera révisée avant le 31 décembre 2017, afin, notamment, de réduire la valeur limite applicable au cadmium et de réévaluer la dérogation relative aux applications énumérées aux points a) à e).

5. Aux fins de cette entrée, on entend par « traitement de surface au cadmium (cadmiage) » n'importe quel dépôt ou recouvrement de cadmium métallique sur une surface métallique.

Ne peut être utilisé pour le cadmiage des articles métalliques ou de composants des articles utilisés dans les secteurs/applications suivants :

- a) les équipements et machines pour :
  - la production alimentaire
  - l'agriculture
  - la réfrigération et la congélation
  - l'imprimerie et la presse ;
  
- b) les équipements et machines pour la production:
  - des accessoires ménagers
  - de l'ameublement
  - des installations sanitaires
  - du chauffage central et du conditionnement d'air.

En tout cas, quelle que soit leur utilisation ou leur destination finale, est interdite la mise sur le marché des articles cadmiés ou des composants de ces articles utilisés dans les secteurs/applications figurant aux points a) et b) ci-dessus, ainsi que des articles manufacturés dans les secteurs visés au point b) ci-dessus.

6. Les dispositions visées au paragraphe 5 sont également applicables aux articles cadmiés ou aux composants de ces articles lorsqu'ils sont utilisés dans les secteurs/applications figurant aux points a) et b) ci-après, ainsi qu'aux articles manufacturés dans les secteurs visés au point b) ci-après :

- a) les équipements et machines pour la production :
  - du papier et du carton
  - du textile et de l'habillement ;
  
- b) les équipements et machines pour la production :
  - de la manutention industrielle
  - des véhicules routiers et agricoles
  - des trains
  - des bateaux.

7. Toutefois, les restrictions énoncées aux paragraphes 5 et 6 ne sont pas applicables :

- aux articles et aux composants des articles utilisés dans l'aéronautique, l'aérospatiale, l'exploitation minière, les secteurs « off shore » et nucléaire, dont les applications requièrent un haut degré de sécurité, ainsi qu'aux organes de sécurité dans les véhicules routiers et agricoles, les trains et les bateaux,
- ni aux contacts électriques, quels que soient leurs secteurs d'utilisation, et ce pour des raisons de fiabilité de l'appareillage sur lequel ils sont installés.

8. Ne peuvent pas être utilisés dans les métaux d'apport pour le brasage fort en concentrations supérieures ou égales à 0,01% en poids.

Les métaux d'apport pour le brasage fort ne peuvent être placés sur le marché si leur concentration en cadmium (exprimée en Cd métal) est supérieure ou égale à 0,01% en poids.

Aux fins du présent paragraphe, on entend par "brasage fort" un procédé d'assemblage réalisé à l'aide d'alliages à des températures supérieures à 450°C.

9. Par dérogation, pour des raisons de sécurité, le paragraphe 8 n'est pas applicable aux métaux d'apport pour le brasage fort utilisés dans le secteur de la défense et les applications aérospatiales.

10. Ne peuvent pas être utilisés ou mis sur le marché si la concentration est supérieure ou égale à 0,01% en poids de métal dans :

- i) les perles en métal et les autres éléments en métal utilisés dans la fabrication des bijoux ;
- ii) les parties en métal des articles de bijouterie et de bijouterie fantaisie et des accessoires pour les cheveux, incluant :
  - les bracelets, les colliers et les bagues,
  - les bijoux de piercing,
  - les montres-bracelets et les bracelets,
  - les broches et les boutons de manchette.

11. Par dérogation, le paragraphe 10 n'est pas applicable aux articles placés sur le marché avant le 10 janvier 2012 et aux bijoux de plus de 50 ans au 10 janvier 2012.

- **Autres textes réglementaires**

- **Généralités**

Le cadmium et ses composés entrent dans le champ du règlement (CE) n°689/2008 du 17 juin 2008 concernant les exportations et importations de produits chimiques dangereux dit « règlement PIC » [12]. Ce règlement met en œuvre la Convention de Rotterdam sur la procédure de consentement informé préalable (CIP) applicable à certains produits chimiques et pesticides dangereux qui font l'objet d'un commerce international. Le cadmium et ses composés sont inscrits en annexe I - Partie 1 du règlement 689/2008, qui liste les produits soumis à la procédure de notification d'exportation.

L'arrêté du 07/08/1997 modifié relatif aux limitations de mise sur le marché et d'emploi de certains produits contenant des substances dangereuses [13] interdit la mise sur le marché et l'importation, à destination du public des substances suivantes depuis le 17 août 1997 :

- Oxyde de cadmium,
- Chlorure de cadmium,
- Sulfate de cadmium,
- Fluorure de cadmium,
- Sulfure de cadmium,
- Cadmium en poudre (pyrophorique).

Cette interdiction de mise sur le marché et d'importation, à destination du public, ne vise pas les produits destinés à être utilisés dans le cadre d'un usage professionnel. En l'occurrence, cette interdiction ne s'applique pas aux produits suivants, au stade final, destinés à l'utilisateur final :

- 16. Médicaments à usage humain ou vétérinaire, mentionnés à l'article L. 511 du Code de la santé publique ;
- 17. Produits cosmétiques au sens de l'article L. 658-1 du Code de la santé publique ;
- 18. Aux produits dérivés des huiles minérales, prévus pour être utilisés comme combustibles ou carburants dans des installations de combustion mobiles ou fixes ;
- 19. Aux combustibles vendus en système fermé (par exemple : bonbonnes de gaz liquéfié) ;
- 20. Aux couleurs pour artistes.

- **Cosmétiques**

La Directive du Conseil 76/768/CEE du 27 juillet 1976 modifiée concernant le rapprochement des législations des États membres relatives aux produits cosmétiques [14] interdit la présence de cadmium et ses combinaisons dans les produits cosmétiques (transposée en droit français par l'arrêté du 06 février 2001 modifié fixant la liste des substances qui ne peuvent entrer dans la composition des produits cosmétiques [15]).

Notons que la directive 76/768/CEE ne sera plus applicable à partir du 11 juillet 2013, date à laquelle le Règlement n° 1223/2009 du Parlement européen et du Conseil du 30 novembre 2009 relatif aux produits cosmétiques [16] entrera en vigueur. Ce règlement reprend les mêmes interdictions.

### ➤ **Jouets**

La directive 2009/48/CE du Parlement européen et du Conseil du 18 juin 2009 relative à la sécurité des jouets [17] définit, dans son annexe II, les limites de migration du cadmium dans les jouets ou composants de jouets. Les limites de migration ci-après ne doivent pas être dépassées pour le cadmium :

- 1,9 mg/kg de matière de jouet sèche, friable, poudreuse ou souple,
- 0,5 mg/kg de matière de jouet liquide ou collante,
- 23 mg/kg de matière grattée du jouet.

En droit français ces limites sont reprises par l'arrêté du 24 février 2010 fixant les modalités d'application du décret n°2010-166 du 22 février 2010 relatif à la sécurité des jouets. [18]

### ➤ **Colorants**

La directive 2008/128/CE de la Commission du 22 décembre 2008 [19] établit des critères de pureté spécifiques pour les colorants pouvant être utilisés dans les denrées alimentaires :

- Le « E 100 curcumine » ne peut contenir plus de 1 mg de Cd /kg ;
- Le « E 101 (i) riboflavine » ne peut contenir plus de 1 mg de Cd /kg ;
- Le « E 101 (ii) riboflavine-5'-phosphate » ne peut contenir plus de 1 mg de Cd /kg ;
- Le « E 102 tartrazine » ne peut contenir plus de 1 mg de Cd /kg ;
- Le « E 104 jaune de quinoléine » ne peut contenir plus de 1 mg de Cd /kg ;
- Le « E 110 jaune orangé S » ne peut contenir plus de 1 mg de Cd /kg ;
- Le « E 120 cochenille, acide carminique, carmins » ne peut contenir plus de 1 mg de Cd /kg ;
- Le « E 122 azorubine, carmoisine » ne peut contenir plus de 1 mg de Cd /kg ;
- Le « E 123 amarante » ne peut contenir plus de 1 mg de Cd /kg ;
- Le « E 124 ponceau 4R, rouge cochenille A » ne peut contenir plus de 1 mg de Cd /kg ;
- Le « E 127 érythrosine » ne peut contenir plus de 1 mg de Cd /kg ;
- Le « E 128 rouge 2G » ne peut contenir plus de 1 mg de Cd /kg ;
- Le « E 129 rouge allura AC » ne peut contenir plus de 1 mg de Cd /kg ;
- Le « E 131 bleu patenté V » ne peut contenir plus de 1 mg de Cd /kg ;
- Le « E 132 indigotine, carmin d'indigo » ne peut contenir plus de 1 mg de Cd /kg ;
- Le « E 133 bleu brillant FCF » ne peut contenir plus de 1 mg de Cd /kg ;
- Le « E 140 (i) chlorophylles » ne peut contenir plus de 1 mg de Cd /kg ;
- Le « E 140 (ii) chlorophyllines » ne peut contenir plus de 1 mg de Cd /kg ;
- Le « E 141 (i) complexes cuivriques de chlorophylles » ne peut contenir plus de 1 mg de Cd /kg ;
- Le « E 141 (ii) complexes cuivriques de chlorophyllines » ne peut contenir plus de 1 mg de Cd /kg ;
- Le « E 142 vert S » ne peut contenir plus de 1 mg de Cd /kg ;
- Le « E 150a caramel ordinaire » ne peut contenir plus de 1 mg de Cd /kg ;
- Le « E 150b caramel de sulfite caustique » ne peut contenir plus de 1 mg de Cd /kg ;
- Le « E 150c caramel ammoniacal » ne peut contenir plus de 1 mg de Cd /kg ;
- Le « E 150d caramel au sulfite d'ammonium » ne peut contenir plus de 1 mg de Cd /kg ;
- Le « E 151 noir brillant BN » ne peut contenir plus de 1 mg de Cd /kg ;
- Le « E 153 carbo medicinalis vegetalis » ne peut contenir plus de 1 mg de Cd /kg ;
- Le « E 154 brun FK » ne peut contenir plus de 1 mg de Cd /kg ;
- Le « E 155 brun HT » ne peut contenir plus de 1 mg de Cd /kg ;
- Le « E 160b extraits d'annatto, bixine, norbixine » ne peuvent contenir plus de 1 mg de Cd /kg ;
- Le « E 160c extrait de paprika, capsanthéine, capsorubine » ne peut contenir plus de 1 mg de Cd /kg ;
- Le « E 160d (ii) lycopène de tomates rouges » ne peut contenir plus de 1 mg de Cd /kg ;
- Le « E 160e  $\beta$ -apo-8'-caroténale (C30) » ne peut contenir plus de 1 mg de Cd /kg ;
- Le « E 160f ester éthylique de l'acide  $\beta$ -apo-8'-caroténoïque (C30) » ne peut contenir plus de 1 mg de Cd /kg ;
- Le « E 161b lutéine » ne peut contenir plus de 1 mg de Cd /kg ;
- Le « E 161g canthaxanthine » ne peut contenir plus de 1 mg de Cd /kg ;

- Le « E 162 rouge de betterave » ne peut contenir plus de 1 mg de Cd /kg ;
- Le « E 163 anthocyanes » ne peut contenir plus de 1 mg de Cd /kg ;
- Le « E 170 carbonate de calcium » ne peut contenir plus de 1 mg de Cd /kg ;
- Le « E 171 dioxyde de titane » ne peut contenir plus de 1 mg de Cd /kg ;
- Le « E 172 oxydes de fer et hydroxydes de fer » ne peut contenir plus de 5 mg de Cd /kg à dissolution complète ;
- Le « E 173 aluminium » ne peut contenir plus de 1 mg de Cd /kg ;
- Le « E 180 litholrubine BK » ne peut contenir plus de 1 mg de Cd /kg.

De même, la directive 2008/84/CE de la Commission du 27 août 2008 **[20]** établit les critères de pureté spécifiques pour les additifs alimentaires autres que les colorants et les édulcorants. Elle fixe, pour 92 additifs alimentaires différents, une limite à 1 mg de Cd /kg dans la plupart des cas. Pour certains additifs, la limite est de 0,5 ou 2 ou 5 mg de Cd /kg.

### ➤ **Equipements électriques et électroniques**

D'après l'article R.543-175 du code de l'environnement, les équipements électriques et électroniques relevant du I de l'article R.543-172<sup>60</sup>, à l'exception de ceux mentionnés aux catégories 8 et 9, mis sur le marché communautaire après le 1er juillet 2006 ne doivent pas contenir de cadmium. **[21]**

La directive 2002/95/CE du 27 janvier 2003 relative à la limitation de l'utilisation de certaines substances dangereuses dans les équipements électriques et électroniques **[22]** interdit, depuis le 1<sup>er</sup> juillet 2006, la présence de cadmium dans les nouveaux équipements électriques et électroniques mis sur le marché (une concentration maximale de 0,01% en poids de cadmium dans les matériaux homogènes reste tolérée).

Cette interdiction est reprise en droit français par l'arrêté du 25 novembre 2005 modifié **[23]** qui fixe les cas et conditions dans lesquels l'utilisation de cadmium dans les équipements électriques et électroniques est autorisée. Selon les termes de cet arrêté, les matériaux homogènes utilisés dans les équipements électriques et électroniques mentionnés à l'article R.543-175 du code de l'environnement et mis sur le marché à compter du 1<sup>er</sup> juillet 2006 ne contiennent pas plus de 0,01% en poids de cadmium. L'utilisation de cadmium ou ses composés dans les équipements électriques et électroniques mentionnés à l'article R.543-175 du code de l'environnement est autorisée pour les seuls usages suivants :

- Utilisation du cadmium dans les fusibles thermiques à pastille à usage unique : cette autorisation expire le 1<sup>er</sup> janvier 2012 ; après cette date, il peut être utilisé dans les pièces détachées mises sur le marché avant le 1<sup>er</sup> janvier 2012 ;
- Utilisation du cadmium dans les contacts électriques ;
- Utilisation du cadmium dans le verre filtrant et le verre utilisé pour les étalons de réflexion ;
- Utilisation du cadmium dans les encres d'impression pour l'application d'émail sur le verre, tels que le verre borosilicaté et le verre sodocalcique ;
- Utilisation des alliages de cadmium comme joints de soudure électrique/mécanique des conducteurs électriques situés directement sur la bobine acoustique des transducteurs utilisés dans les haut-parleurs dont le niveau de pression acoustique est égal ou supérieur à 100 dB(A) ;
- Utilisation du cadmium et de l'oxyde de cadmium dans les pâtes pour couches épaisses utilisées sur l'oxyde de béryllium allié à l'aluminium ;
- Utilisation du cadmium dans les diodes électroluminescentes (DEL) à conversion de couleur à base de matériaux II-VI (<10µg de Cd par mm<sup>2</sup> de superficie émettrice de lumière) destinées

---

<sup>60</sup> Article R543-172 : 1° Gros appareils ménagers ; 2° Petits appareils ménagers ; 3° Equipements informatiques et de télécommunications ; 4° Matériel grand public ; 5° Matériel d'éclairage, à l'exception des appareils d'éclairage domestique et des ampoules à filament auxquels s'appliquent néanmoins les articles R. 543-175 et R. 543-176 ; 6° Outils électriques et électroniques (à l'exception des gros outils industriels fixes) ; 7° Jouets, équipements de loisir et de sport. ; 8° Dispositifs médicaux (à l'exception de tous les produits implantés ou infectés) ; 9° Instruments de surveillance et de contrôle ; 10° Distributeurs automatiques.



à être utilisées dans des systèmes d'éclairage ou d'affichage par source à l'état solide (expire le 1<sup>er</sup> juillet 2014).

➤ **Piles et accumulateurs**

D'après l'article R.543-126 du code de l'environnement, les piles et les accumulateurs mis sur le marché, y compris ceux qui sont intégrés dans des équipements électriques et électroniques tels que définis à l'article R.543-172<sup>60</sup> du présent code, ne contiennent pas plus de 0,002% de cadmium en poids pour les piles et accumulateurs portables.

L'arrêté du 18/11/09 fixant les cas et conditions dans lesquels les obligations relatives au taux de cadmium dans les piles et accumulateurs portables ne s'appliquent pas, en application de l'article R.543-126 du code de l'environnement [24] précise que cette restriction ne s'applique pas aux usages suivants :

- systèmes d'urgence et d'alarme, notamment les éclairages de sécurité ;
- équipements médicaux ;
- outils électriques sans fil.

➤ **Emballages**

Selon l'article R.543-45 du code de l'environnement, la somme des niveaux de concentration en plomb, **cadmium**, mercure et chrome hexavalent présents dans l'emballage ou dans ses éléments ne doit pas dépasser 600 parties par million (ppm) en masse s'ils ont été fabriqués après le 30 juin 1998, 250 ppm en masse s'ils ont été fabriqués après le 30 juin 1999 et, enfin, 100 ppm en masse s'ils ont été fabriqués après le 30 juin 2001.

Ces niveaux de concentration ne s'appliquent pas aux emballages composés entièrement de verre cristal qui respectent la norme homologuée NF B 30-004.

➤ **Matières plastiques**

Selon les articles R.521-45 et R.521-46 du code de l'environnement, il est interdit d'utiliser le cadmium, et ses composés pour colorer les produits finis fabriqués à partir des substances et préparations suivantes [25] :

- Chlorure de polyvinyle ;
- Polyuréthane ;
- Polyéthylène basse densité, à l'exception de celui utilisé pour la production de mélanges-maîtres colorés ;
- Acétate et acétobutyrate de cellulose ;
- Résine époxyde ;
- Résine mélamine-formaldehyde ;
- Résine urée-formaldehyde ;
- Polyester insaturé ;
- Téréphtalate de polyéthylène ;
- Téréphtalate de polybutylène ;
- Polystyrène cristal/standard ;
- Méthacrylate de méthyle acrylonitrile ;
- Polyéthylène réticulé ;
- Polystyrène choc, impact ;
- Polypropylène.

La mise sur le marché des produits finis ou des composants des produits fabriqués à partir des substances et préparations énumérées ci-avant, colorés avec du cadmium, quelle que soit leur utilisation ou leur destination finale, est interdite si leur teneur en cadmium, exprimée en cadmium métal, est supérieure à 0,01% en masse de matière plastique.

Ces dispositions ne sont pas applicables aux produits destinés à être colorés pour des raisons de sécurité, ni aux utilisations à des fins de recherche ou de développement.

➤ **Peintures**

Selon l'article R.521-47 du code de l'environnement, il est interdit d'utiliser le cadmium et ses composés pour colorer les peintures [24].

La mise sur le marché des peintures ou de leurs composants, quelle que soit leur utilisation ou leur destination finale, est interdite si leur teneur en cadmium, exprimée en cadmium métal, est supérieure à 0,01% en masse. Toutefois, si ces peintures ont une haute teneur en zinc, leurs concentrations résiduelles en cadmium métal ne doivent pas dépasser 0,1% en masse.

Ces dispositions ne sont pas applicables aux produits destinés à être colorés pour des raisons de sécurité, ni aux utilisations à des fins de recherche ou de développement.

➤ **Stabilisants**

Selon l'article R.521-49, il est interdit d'utiliser le cadmium et ses composés pour stabiliser les produits finis ci-après, fabriqués à partir de polymères et de copolymères de chlorure de vinyle [24] :

- Matériaux d'emballage tels que sacs, conteneurs, bouteilles, couvercles ;
- Articles de bureau et articles scolaires ;
- Garnitures pour meubles, carrosseries ou similaires ;
- Vêtements et accessoires du vêtement, y compris gants ;
- Revêtements de sols et de murs ;
- Tissus imprégnés, enduits, recouverts ou stratifiés ;
- Cuirs synthétiques ;
- Disques de musique ;
- Tuyauteries et accessoires de raccordement ;
- Portes pivotantes du type saloon ;
- Véhicules pour le transport routier, à l'intérieur, à l'extérieur et dans les bas de caisse ;
- Recouvrement des tôles d'acier utilisées en construction ou dans l'industrie ;
- Isolation des câbles électriques.

La mise sur le marché des produits finis énumérés ci-avant ou des composants de ces produits, fabriqués à partir de polymères et copolymères du chlorure de vinyle, stabilisés par des substances contenant du cadmium, quelle que soit leur utilisation ou leur destination finale, est interdite si leur teneur en cadmium, exprimée en cadmium métal, est supérieure à 0,01% en masse de polymère ou de copolymère.

Ces dispositions ne sont pas applicables aux produits finis utilisant des stabilisants à base de cadmium pour des raisons de sécurité, ni aux utilisations à des fins de recherche ou de développement.

➤ **Traitement de surface**

Selon l'article R.521-51, il est interdit de procéder au cadmiage des produits métalliques ou des composants de ces produits utilisés dans les [24] :

- 1° Equipements et machines destinés à :
- a) La production alimentaire ;
  - b) L'agriculture ;
  - c) La réfrigération et la congélation ;
  - d) L'imprimerie et la presse.

- 2° Equipements et machines pour la fabrication :
- a) Des accessoires ménagers ;

- b) De l'ameublement ;
- c) Des installations sanitaires ;
- d) Des installations de chauffage central et de conditionnement d'air.

La mise sur le marché des produits finis « cadmiés » ou des composants de ces produits utilisés dans les secteurs et applications des 1° et 2° du II et dans les produits manufacturés du 2°, quelle que soit leur utilisation ou leur destination finale, est interdite.

#### ➤ **Véhicules**

La directive européenne 2000/53/CE du 18 septembre 2000 indique que les Etats membres s'engagent à veiller que les matériaux et les composants des véhicules mis sur le marché après le 1er juillet 2003 ne contiennent pas de cadmium (à l'exception des batteries pour véhicules électriques, utilisées en tant que pièces de rechange pour les véhicules mis sur le marché avant le 31 décembre 2008). [26]

L'arrêté du 24 décembre 2004, en application de la directive 2000/53/CE, interdit l'usage du cadmium dans les véhicules. [27]

#### ➤ **Matériaux divers**

L'arrêté du 29 mai 1997 relatif aux matériaux et objets utilisés dans les installations fixes de production, de traitement et de distribution d'eau destinée à la consommation humaine [28] impose, pour les tubes et composants en acier galvanisé, la teneur limite maximale de 0,1% en cadmium présent dans les revêtements obtenus par galvanisation de l'acier (acier revêtu d'une couche de zinc).

#### **3.1.2. Textes relatifs aux valeurs limites d'émission des installations de traitement de déchets**

Le cadmium et ses composés font partie de la liste définie dans l'arrêté du 31/01/08 modifié relatif au registre et à la déclaration annuelle des émissions polluantes et des déchets [29], concernant les polluants devant être mentionnés dans le registre des émissions polluantes et des déchets et devant apparaître dans la déclaration annuelle des émissions polluantes et des déchets faite par les exploitants des établissements concernés.

L'arrêté ministériel du 2 février 1998 modifié relatif aux prélèvements et à la consommation d'eau ainsi qu'aux émissions de toute nature des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation [30] impose dans les rejets aqueux une valeur limite pour le cadmium de 0,2 mg/L. Il fixe également des valeurs limites de flux spécifiques en fonction du secteur d'activité concerné, comprises entre 0,5 et 1,5 g/kg de Cd traité.

Concernant la pollution de l'air, cet arrêté impose à l'arrêté préfectoral d'autorisation du site de fixer une valeur limite de rejet de cadmium, mercure et thallium, et de leurs composés : si le flux horaire total de cadmium, mercure et thallium, et de leurs composés dépasse 1g/h, la valeur limite de concentration est de 0,05 mg/m<sup>3</sup> par métal et de 0,1 mg/m<sup>3</sup> pour la somme des métaux (exprimés en Cd + Hg + Tl). [17]

Cet arrêté définit également les conditions de surveillance des émissions dans l'air et dans l'eau (chapitre VII) de la façon suivante [17] :

- Air : Si le flux horaire de cadmium et mercure, et de leurs composés particuliers et gazeux, dépasse 10 g/h, une mesure journalière des émissions dans l'air est réalisée sur un prélèvement représentatif effectué en continu (article 59) ;
- Eau : Lorsque le rejet annuel dépasse 10 kg/an, un prélèvement continu proportionnel au débit et une mesure journalière doivent être réalisés (article 60).

Cet arrêté définit enfin les conditions de surveillance des eaux de surface et de l'air (chapitre IX) **[17]** :

- Eau : Lorsque le rejet s'effectue dans un cours d'eau et qu'il dépasse l'une des valeurs suivantes : 0,1 kg/j d'arsenic, de cadmium et mercure , et leurs composés (exprimés en As + Cd + Hg), l'exploitant réalise ou fait réaliser des prélèvements en aval de son rejet en s'assurant qu'il y ait un bon mélange de son effluent avec les eaux du cours d'eau et fait des mesures des différents polluants rejetés en quantité notable par son installation à une fréquence au moins mensuelle ;
- Air : Les exploitants des installations qui rejettent dans l'atmosphère plus de 10 g/h de cadmium et de mercure et leurs composés (exprimés en Cd + Hg) assurent une surveillance de la qualité de l'air ou des retombées (pour les poussières) (article 63).

L'arrêté du 20/09/02 modifié relatif aux installations d'incinération et de co-incinération de déchets dangereux **[31]** impose aux exploitants pour le cas des huiles usagées, de contrôler la teneur en métaux cadmium, mercure et thallium sur les lots entrant (prise d'échantillon suivant un rythme aléatoire soit à raison de une pour 1 000 tonnes (40 camions), avec un minimum de une par mois, soit suivant une périodicité constante).

Cet arrêté impose également la valeur limite suivante **[18]** :

- Dans les rejets atmosphériques : Cadmium et ses composés, exprimés en cadmium (Cd) + thallium et ses composés, exprimés en thallium (Tl) : 0,05 mg/m<sup>3</sup> ;
- Dans les effluent aqueux issus des installations : Cadmium et ses composés, exprimés en cadmium (Cd) : 0,05 mg/l.

L'arrêté du 20/09/02 relatif aux installations d'incinération et de co-incinération de déchets non dangereux et aux installations incinérant des déchets d'activités de soins à risques infectieux **[32]** impose la valeur limite suivante :

- Dans les rejets atmosphériques : Cadmium et ses composés, exprimés en cadmium (Cd) + thallium et ses composés, exprimés en thallium (Tl) : 0,05 mg/m<sup>3</sup> ;
- Dans les effluent aqueux issus des installations : Cadmium et ses composés, exprimés en cadmium (Cd) : 0,05 mg/l.

Selon l'arrêté du 30/12/02 modifié relatif au stockage de déchets dangereux **[33]**, les déchets pourront être admis s'ils respectent le seuil ci-dessous portant sur la fraction extraite de l'éluat, exprimée en mg/kg de déchet stabilisé sec : Cd < 5 mg/kg.

Cet arrêté fixe également une valeur limite sur le rejet des eaux stockées dans le bassin tampon qui regroupe les eaux de ruissellement. En effet, ce rejet doit respecter des objectifs de qualité du milieu naturel, qui est pour le Cadmium : < 0,2 mg/l. **[33]**

Cette limite est également celle imposée par l'arrêté du 09/09/97 modifié relatif aux installations de stockage de "déchets non dangereux" **[34]** pour le cadmium dans les rejets d'effluents liquides dans le milieu naturel.

L'arrêté du 28/10/10 relatif aux installations de stockage de déchets inertes **[35]** impose de réaliser un essai de lixiviation et une analyse du contenu total lors de la procédure d'acceptation préalable de tout déchet inerte ne faisant pas partie de la liste des déchets admissibles de l'annexe I du même arrêté. Parmi les paramètres à analyser lors de l'analyse du contenu total, le cadmium doit respecter la valeur limite de 0,04 mg/kg de déchet sec.

### 3.2. Valeurs de référence

Aucune valeur limite d'exposition professionnelle (VLEP) réglementaire contraignante n'a été établie en France pour le cadmium et ses composés.

Une valeur limite indicative dans l'air des locaux de travail a été établie en France pour le cadmium et ses composés **[4]** :

- Pour une exposition moyenne pondérée sur 8 heures, 40h/semaine (VME) : 0,05 mg/m<sup>3</sup>.

Une valeur limite indicative dans l'air des locaux de travail a également été établie en France pour l'oxyde de cadmium [4] :

- Pour une exposition à court terme sur 15 minutes (VLE) : 0,05 mg/m<sup>3</sup>.

Etant donné qu'il n'existe pas actuellement de VLEP réglementaire pour le cadmium, aucun rapport d'expertise français ayant amené à la recommandation de ces VLEP indicatives n'est disponible.

Le Scientific Committee on Occupational Exposure Limit (SCOEL) élabore les VLEP au niveau européen. D'après son rapport « Recommendation from the Scientific Committee on Occupational Exposure Limits for cadmium and its inorganic compounds » (2010) [36], le SCOEL établit la VLEP<sup>61</sup> sur 8 heures suivante pour le cadmium et ses composés inorganiques : 0,004 mg/m<sup>3</sup> (fraction respirable).

La définition de cette VLEP est basée sur les données suivantes :

- Des études expérimentales ont mis en évidence la survenue de tumeurs chez des rats exposés à des faibles concentrations de cadmium (12,5 µg/m<sup>3</sup>) ;
- Les données épidémiologiques sur l'exposition humaine ne sont pas suffisantes pour évaluer le risque de cancer lié à l'exposition professionnelle au cadmium seul (les augmentations de risques observées concernant une exposition à plusieurs composés) ;
- L'activité cancérigène du cadmium n'est pas connue en détail, mais implique, au moins en partie, des événements génotoxiques induits par des mécanismes indirects pour lesquels un seuil peut être identifié ;
- Un seuil de 1000 µg/m<sup>3</sup>xans (ou 25 µg/m<sup>3</sup> pendant 40 ans) a été déterminé pour des effets génotoxiques pour des travailleurs exposés au cadmium par inhalation ;
- Certaines données épidémiologiques montrent que le cadmium ne semble pas induire un excès de cancers du poumon à des doses pourtant suffisantes pour provoquer des effets de toxicité rénale ou respiratoire.

Concernant ce dernier point, des données sur l'exposition humaine ont montré un changement dans le volume résiduel des poumons pour une exposition cumulée à des fumées d'oxyde de cadmium de 500 µg Cd/m<sup>3</sup>xans, correspondant à une exposition professionnelle de 40 ans à 12,5 µg Cd/m<sup>3</sup> (LOAEL<sup>62</sup>). En appliquant un facteur d'extrapolation par défaut de 3, on obtient une valeur de 4 µg Cd/m<sup>3</sup>.

Une OEL<sup>61</sup> de 4 µg Cd/m<sup>3</sup>, basée sur des effets respiratoires non cancérigènes, est par conséquent recommandée pour protéger les travailleurs des effets par inhalation de l'exposition au cadmium.

### 3.3. Normes relatives à l'analyse dans l'air

Les références des normes relatives à l'analyse dans l'air du cadmium sont présentées dans le tableau suivant :

---

<sup>61</sup> 8-hours occupational exposure limit (OEL)

<sup>62</sup> LOAEL : Lowest Observed Adverse Effect Level (Dose minimale entraînant un effet néfaste observé)

**Tableau 70 : Normes relatives à l'analyse du cadmium dans l'air**

Source	Référence méthode / norme
Fiches Métropol de l'INRS [37]	Fiche Métropol 003/V01. Métaux - Métalloïdes. 04/2008.
Normes AFNOR spécifiques [38]	<p>NF EN 14902 (Décembre 2005) Qualité de l'air ambiant - Méthode normalisée pour la mesure du plomb, cadmium, de l'arsenic et du nickel dans la fraction MP10 de la matière particulaire en suspension.</p> <p>NF EN 15841 (Janvier 2010) Qualité de l'air ambiant - Méthode normalisée pour la détermination des dépôts d'arsenic, de cadmium, de nickel et de plomb.</p> <p>NF EN 14385 (Mai 2004) Émissions de sources fixes - Détermination de l'émission totale de As, Cd, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, Pb, Sb, Tl et V.</p> <p>ISO 11174:1996 (Avril 1996) Air des lieux de travail. Dosage du cadmium particulaire et des composés particulaires du cadmium. Méthode par spectrométrie d'absorption atomique dans la flamme et méthode par spectrométrie d'absorption atomique avec atomisation électrothermique.</p> <p>NF ISO 30011 (Décembre 2010) Air des lieux de travail - Détermination des métaux et métalloïdes dans les particules en suspension dans l'air par spectrométrie de masse avec plasma à couplage inductif.</p> <p>NF EN 13890 (Novembre 2009) Exposition sur les lieux de travail - Procédures pour le mesurage des métaux et métalloïdes dans les particules en suspension dans l'air - Exigences et méthodes d'essai.</p>
Méthodes NIOSH [39]	<p>Méthode 7300 : « Elements by ICP (Nitric/Perchloric Acid Ashing) ». Issue 3, 15 mars 2003.</p> <p>Méthode 7048 : « Cadmium and compounds, as Cd ». Issue 2, 15 août 1994.</p>
Méthodes OSHA [40]	<p>Méthode 1006 : Arsenic, Cadmium, Cobalt, Copper, Lead, and Nickel. Janvier 2005.</p> <p>Méthode ID105 : Inorganic Arsenic In Workplace Atmospheres. Révision : Mai 1991.</p> <p>Méthode ID121 : Metal &amp; Metalloid Particulates In Workplace Atmospheres (Atomic Absorption). Révision : Février 2002.</p> <p>Méthode ID125G : Metal and Metalloid Particulates in Workplace Atmospheres (ICP Analysis). Révision : Septembre 2002.</p> <p>Méthode ID189 : Cadmium In Workplace Atmospheres. Juin 1992.</p> <p>Méthode ID206 : ICP Analysis of Metal/Metalloid Particulates From Solder Operations. Mai 1991.</p>

### 3.4. EPI pour l'exposition par inhalation

La norme NF EN 529<sup>63</sup> définit les facteurs de protection pour chaque type d'appareil de protection respiratoire (annexe C de la norme).

Pour les composés du cadmium, le type de protection respiratoire adapté est un filtre EN143 de type P3 (aérosols solides et/ou liquides toxiques). [41].

## 4. Production et consommation de la substance

### 4.1. Cadmium

L'OCDE (Organisation de Coopération et de Développement Economiques) classe le cadmium comme produit chimique HPV (High Production Volume) [42] : il est donc fabriqué ou importé à raison d'au moins 1 000 tonnes par an dans l'Union Européenne, et ce par au moins un état membre.

Selon l'European Union Risk Assessment Report [43], la production de cadmium a cessé en France avec la fermeture de l'usine Metaleurop Nord en 2003. Ce site produisait 10 à 1000 tonnes de métal par an.

Selon l'INERIS, la quantité de cadmium fabriquée en France en 1997 était de 177 tonnes [7].

Selon l'inventaire CMR de l'INRS (2005), la consommation française annuelle de cadmium était d'environ 600 tonnes en 2005. [44]

L'inventaire CMR réalisé en 2005 par l'INRS, auprès d'un échantillon représentatif de 2 000 établissements appartenant à 30 secteurs d'activité primaires, indique que la consommation française de cadmium par secteur d'activité était la suivante :

**Tableau 71 : Consommation de cadmium en fonction des secteurs d'activité [31]**

Secteurs d'activité	% de la consommation annuelle française en 2005
Fabrication de colorants et de pigments	36,6%
Traitement et revêtement des métaux	0,16%
Fabrication d'accumulateurs et de piles électriques	63,23%

### 4.2. Oxyde de cadmium

L'OCDE (Organisation de Coopération et de Développement Economiques) classe l'oxyde de cadmium comme produit chimique HPV (High Production Volume) [42] : il est donc fabriqué ou importé à raison d'au moins 1 000 tonnes par an dans l'Union Européenne, et ce par au moins un état membre.

Selon l'European Union Risk Assessment Report [30], l'oxyde de cadmium n'a jamais été produit en France.

<sup>63</sup> Appareil de protection respiratoire – Recommandations pour le choix, l'utilisation, l'entretien et la maintenance – Guide.

Selon l'inventaire CMR de l'INRS (2005), la consommation française annuelle d'oxyde de cadmium était d'environ 300 tonnes en 2005. [31]

L'inventaire CMR réalisé en 2005 par l'INRS, auprès d'un échantillon représentatif de 2 000 établissements appartenant à 30 secteurs d'activité primaires, indique que la consommation française de cadmium par secteur d'activité était la suivante :

**Tableau 72 : Consommation d'oxyde de cadmium en fonction des secteurs d'activité [31]**

Secteurs d'activité	% de la consommation annuelle française en 2005
Fabrication de colorants et de pigments	40%
Fabrication d'accumulateurs et de piles électriques	60%

## 5. Utilisations de la substance

Selon l'INERIS, l'utilisation du cadmium est globalement en déclin. Aujourd'hui, l'utilisation pour les accumulateurs et piles est très largement la principale application du cadmium et elle est elle-même en déclin. [7]

### 5.1. Fabrication d'accumulateurs électriques

Dans cette application, c'est la forme hydroxydée  $\text{Cd}(\text{OH})_2$  du cadmium, obtenue à partir de l'oxyde de cadmium  $\text{CdO}$ , qui est utilisée. [7]

Le **cadmium** et l'**oxyde de cadmium** sont donc principalement utilisés dans la fabrication des accumulateurs électriques [6].

Le couple électrochimique nickel-cadmium est employé dans la fabrication de certains accumulateurs (batteries nickel-cadmium). [7]

Les applications grand public sont en décroissance rapide, alors que les applications industrielles (ferroviaire, aviation, véhicules électriques) se maintiennent. Les accumulateurs Ni-Cd ne représentaient cependant en 2003 que 2% des accumulateurs industriels, leur immense majorité étant au plomb. L'emploi du couple Ni-Cd subsiste pour des piles et batteries rechargeables grand public, mais est désormais marginal pour des batteries de téléphones mobiles et d'ordinateurs portables. En revanche, leur emploi reste important pour les outils portables. [7]

On estime que les piles et accumulateurs NiCd portables contiennent en moyenne 13% de cadmium en poids et les industriels 8%. [7]

### 5.2. Fabrication de pigments et de stabilisants

Le **cadmium** et l'**oxyde de cadmium** sont utilisés pour la fabrication de pigments, ainsi que pour la fabrication de stabilisants (pour matières plastiques notamment) [6]. Cet usage est en déclin compte tenu des nouvelles dispositions réglementaires (cf. §3.1.1). [7]

Le **cadmium** et l'**oxyde de cadmium** entrent dans la composition de nombreux pigments (tels que rouge, orange et jaune) utilisés pour les peintures et les enduits [31], et également dans les couleurs pour artistes par encore 10% environ de la profession (FIPEC). Ils sont également utilisés pour colorer des plastiques devant être utilisés à hautes températures. [7]



L'usage de composés au cadmium comme stabilisant du PVC a cessé dans les pays de l'Union européenne en mars 2001, conformément à l'engagement volontaire de l'industrie du PVC. [7]

### 5.3. Traitement et revêtement de surfaces

Le **cadmium** est utilisé pour la métallisation des surfaces [6]. Il est utilisé dans ce cas pour plusieurs raisons [7] :

- conférer des propriétés particulières de résistance à la corrosion, supérieures à celles obtenues par des bains au zinc ;
- conférer des propriétés de faible coefficient de friction au métal, notamment pour des applications exigeantes de type aéronautique et militaires, comme pour les freins (automobile, aéronautique) et les fixations de trains d'atterrissage ;
- conférer des propriétés de résistance à l'oxydation et la corrosion et assurer une bonne conductivité électrique (pour des connecteurs électriques notamment).

La profession estime que les secteurs qui utilisent le cadmium sont à 90% l'aéronautique et à 10% le spatial, les autres applications étant très marginales. [7]

Le **cadmium** est aussi utilisé dans le traitement de surface du nickel. [7]

L'**oxyde de cadmium** trouve des applications dans les bains d'électrométallisation et la métallisation des plastiques [6].

### 5.4. Fabrication d'alliages

Le **cadmium** métal (Cd) entre dans une assez grande variété d'alliages, dans des quantités en général faibles, comme par exemple dans le cuivre pour augmenter sa résistance sans baisser sa conductivité électrique. Cet usage est en forte chute dans l'UE : l'utilisation du cadmium dans des alliages a été, en quantité, divisée par 10 entre 1985 et 1996. [7]

Le **cadmium** est notamment contenu dans certains alliages à base d'argent utilisés pour le brasage. Le brasage est l'assemblage par un métal d'apport de deux pièces métalliques. Sa température de fusion est inférieure à celle des pièces à assembler. Le cadmium permet d'abaisser le point de fusion de la brasure, d'améliorer ses caractéristiques techniques et de limiter sa teneur en argent (coût). [45]

### 5.5. Industrie chimique

L'**oxyde de cadmium** trouve d'autres applications dans la fabrication d'émaux résistants, de plastiques thermo-résistants et dans la catalyse de réactions d'oxydo-réduction [6].

### 5.6. Usages divers

Le cadmium ou ses composés sont aussi utilisés dans [7] :

- Les lampes à vapeur de cadmium,
- Les cellules photoélectriques.

Notons enfin que les roches utilisées pour la fabrication d'engrais phosphatés contiennent aussi de faibles quantités de cadmium. Ainsi, les engrais phosphatés employés dans les activités agricoles introduisent du cadmium dans les sols. [7]

### 5.7. Etat des lieux de la substitution de la substance en France

Les données de l'inventaire CMR 2005 de l'INRS précisent que le cadmium et l'oxyde de cadmium ont, de manière générale, été substitués [31] :

- La substitution du **cadmium** et de l'**oxyde de cadmium** pour la fabrication des piles et accumulateurs électriques grand public est en cours ;

- Il en est de même pour la fabrication de colorants et de pigments, sauf pour certains pigments pour artistes, dans lesquels il resterait incontournable ;
- Dans le traitement de surfaces, le traitement au **cadmium** est en cours de remplacement par un traitement au zinc qui n'est pas aussi performant.

Selon la fiche d'aide à la substitution de l'INRS [45], des solutions de substitution existent pour remplacer le **cadmium** par d'autres éléments dans les produits de brasage :

- Utilisation d'alliages à base d'argent sans cadmium (Cu/Ag/phosphore, Cu/Ag/Étain, Cu/Ag/Zn, Étain/Ag...);
- Utilisation d'alliages sans argent (Étain/Cu, Cu/phosphore...).

D'autres précisions sont apportées par l'INERIS [7] :

- Dans le domaine grand public (secteur des « portables »), le couple nickel-cadmium a déjà en grande partie été remplacé par différentes technologies adaptées aux petits appareils légers (technologies autour du lithium et du nickel, par exemple le Ni-MH, nickel métal hydrure utilisé pour les téléphones, ordinateurs portables, les outils portables).
- Concernant les pigments, il n'existe pas de substitut du cadmium et de ses composés en monopigmentaire (selon la FIPEC). L'interdiction de ces substances induirait la disparition de certaines teintes qui seraient remplacées par des imitations moins bonnes pour les artistes (FIPEC). En revanche, il semble que le cadmium soit aisément substituable dans les plastiques de grande consommation et que cette substitution a déjà été effectuée en Europe.
- Pour les activités de traitement de surfaces, il est possible, dans certains cas, de remplacer les solutions de cadmium par le zinc ou des procédés mécaniques utilisant le zinc pour certains aciers. Il est parfois possible de remplacer des aciers traités au cadmium par des aciers inoxydables spéciaux. D'une façon générale, les systèmes alternatifs n'ont pas des performances universellement aussi bonnes que les bains au cadmium, mais des solutions alternatives au cadmium (pour les secteurs aéronautique et militaire) ont été recherchées dans les directions suivantes :
  - o Alliages de zinc dans des bains aqueux (avec du nickel, du cobalt, du fer, de l'étain), mais qui présenteraient pour certains l'inconvénient majeur de nécessiter un second revêtement en chrome pour améliorer la résistance à la corrosion ;
  - o Aluminium dans des bains organiques. La nécessité de recourir à un bain organique (solution de toluène) peut être un inconvénient environnemental ;
  - o Aluminium sous forme de vapeur ionisée (développé par Mc-Donell Douglas, utilisé dans l'industrie aérospatiale). Le dépôt d'une couche de chrome serait encore nécessaire pour améliorer les caractéristiques anti-corrosion ;
  - o Aluminium ou zinc dans des céramiques ou des polymères.

En revanche, ces produits ne rempliraient pas les cahiers des charges associés aux utilisations industrielles. Dans de multiples applications particulièrement exigeantes sur la durée de vie du produit et sur sa résistance aux hautes températures (aviation, métro, chemin de fer), le couple électrochimique nickel-cadmium serait aujourd'hui le seul viable d'un point de vue technique et économique.
- En ce qui concerne la présence de cadmium dans les engrais, des recherches en Allemagne auraient conclu à l'impossibilité de séparer le cadmium des nitrophosphates. Pour les autres types de phosphates, des essais de procédés alternatifs avec extraction du cadmium par solvants amine-kérosène ont été menés et le surcoût associé à ce procédé a été évalué. Le BREF « Chimie inorganique » de la Commission européenne (2044) mentionne la possibilité d'isoler des impuretés comme le cadmium lors de la production d'acide phosphorique par voie humide, avec une extraction liquide-liquide, mais il ne s'agit pour l'instant que d'une technique « émergente ».

## 6. Le cadmium dans les déchets

### 6.1. Déchets contenant du cadmium

Selon l'étude des composés CMR dans les déchets dangereux de l'INRS [46], le cadmium fait partie des 5 substances CMR les plus fréquemment citées parmi les substances contenues dans les déchets, par les traiteurs et producteurs de déchets (plus de 20 fois sur 28 traiteurs et 134 producteurs interrogés). Selon l'enquête réalisée dans le cadre de cette étude, le cadmium peut être présent dans les types de déchets suivants :

- Boues d'effluents industriels,
- Déchets métalliques,
- Déchets de verre<sup>64</sup>,
- Déchets de bois,
- Déchets de piles et accumulateurs,
- Résidus de tri,
- Résidus d'opérations thermiques,
- Terres et boues de dragage polluées.

Selon une étude de l'INRS sur la caractérisation des risques chimiques potentiels dans quelques filières de traitement des déchets [47], les éléments électriques et électroniques qui contiennent du cadmium sont les blocs d'alimentation, les piles, et tubes cathodique, les câbles et les circuits imprimés.

D'après ces études et les différentes utilisations identifiées dans la présente fiche, les déchets pouvant contenir du cadmium sont classés dans la nomenclature déchets de l'article R541-8 (Annexe II) du Code de l'environnement [48] sous les rubriques suivantes :

**Tableau 73 : Rubriques des déchets susceptibles de contenir du cadmium**

N° RUBRIQUE	DECHETS
<b>01</b>	<b>DÉCHETS PROVENANT DE L'EXPLORATION ET DE L'EXPLOITATION DES MINES ET DES CARRIÈRES AINSI QUE DU TRAITEMENT PHYSIQUE ET CHIMIQUE DES MINÉRAUX</b>
<b>01 01</b>	<b>Déchets provenant de l'extraction des minéraux</b>
01 01 01	Déchets provenant de l'extraction des minéraux métallifères
<b>01 03</b>	<b>Déchets provenant de la transformation physique et chimique des minéraux métallifères</b>
01 03 07*	Autres déchets contenant des substances dangereuses provenant de la transformation physique et chimique des minéraux métallifères
<b>03</b>	<b>DÉCHETS PROVENANT DE LA TRANSFORMATION DU BOIS ET DE LA PRODUCTION DE PANNEAUX ET DE MEUBLES, DE PÂTE À PAPIER, DE PAPIER ET DE CARTON</b>
<b>03 01</b>	<b>Déchets provenant de la transformation du bois et de la fabrication de panneaux et de meubles</b>
03 01 99	Déchets non spécifiés ailleurs
<b>03 03</b>	<b>Déchets provenant de la production et de la transformation de papier, de carton et de pâte à papier</b>
03 03 05	Boues de désencrage provenant du recyclage du papier
<b>06</b>	<b>DÉCHETS DES PROCÉDÉS DE LA CHIMIE MINÉRALE</b>

<sup>64</sup> La présence de cadmium dans le verre provient de l'utilisation d'oxyde de cadmium pour colorer le verre en jaune ou obtenir des propriétés optiques particulières (Fiche d'aide au repérage FAR 5. Fabrication de verre technique. INRS. 2008)

N° RUBRIQUE	DECHETS
<b>06 03</b>	<b>Déchets provenant de la FFDU de sels et leurs solutions et d'oxydes métalliques</b>
06 03 13*	Sels solides et solutions contenant des métaux lourds
06 03 15*	Oxydes métalliques contenant des métaux lourds
<b>06 04</b>	<b>Déchets contenant des métaux autres que ceux visés à la section 06 03</b>
06 04 05*	Déchets contenant d'autres métaux lourds
<b>06 05</b>	<b>Boues provenant du traitement in situ des effluents</b>
06 05 02*	Boues provenant du traitement in situ des effluents contenant des substances dangereuses
<b>06 10</b>	<b>Déchets provenant de la FFDU de produits chimiques contenant de l'azote, de la chimie de l'azote et de la production d'engrais</b>
06 10 02*	Déchets contenant des substances dangereuses
<b>06 11</b>	<b>Déchets provenant de la fabrication des pigments inorganiques et des opacifiants</b>
06 11 99	Déchets non spécifiés ailleurs
<b>08</b>	<b>DÉCHETS PROVENANT DE LA FABRICATION, DE LA FORMULATION, DE LA DISTRIBUTION ET DE L'UTILISATION (FFDU) DE PRODUITS DE REVÊTEMENT (PEINTURES, VERNIS ET ÉMAUX VITRIFIÉS), MASTICS ET ENCRE D'IMPRESSION</b>
<b>08 01</b>	<b>Déchets provenant de la FFDU et du décapage de peintures et vernis</b>
08 01 11*	Déchets de peintures et vernis contenant des solvants organiques ou d'autres substances dangereuses
08 01 13*	Boues provenant de peintures ou vernis contenant des solvants organiques ou autres substances dangereuses
08 01 15*	Boues aqueuses contenant de la peinture ou du vernis contenant des solvants organiques ou autres substances dangereuses
08 01 17*	Déchets provenant du décapage de peintures ou vernis contenant des solvants organiques ou autres substances dangereuses
08 01 19*	Suspensions aqueuses contenant de la peinture ou du vernis contenant des solvants organiques ou autres substances dangereuses
08 01 21*	Déchets de décapants de peintures ou vernis
<b>10</b>	<b>DÉCHETS PROVENANT DE PROCÉDÉS THERMIQUES</b>
<b>10 11</b>	<b>Déchets provenant de la fabrication du verre et des produits verriers</b>
10 11 09*	Déchets de préparation avant cuisson contenant des substances dangereuses
10 11 11*	Petites particules de déchets de verre et poudre de verre contenant des métaux lourds (par exemple : tubes cathodiques)
10 11 13*	Boues de polissage et de meulage du verre contenant des substances dangereuses
<b>10 12</b>	<b>Déchets provenant de la fabrication des produits en céramique, briques, carrelage et matériaux de construction</b>
10 12 11*	Déchets d'émaillage contenant des métaux lourds
<b>11</b>	<b>DÉCHETS PROVENANT DU TRAITEMENT CHIMIQUE DE SURFACE ET DU REVÊTEMENT DES MÉTAUX ET AUTRES MATÉRIAUX, ET DE L'HYDROMÉTALLURGIE DES MÉTAUX NON FERREUX</b>
<b>11 01</b>	<b>Déchets provenant du traitement chimique de surface et du revêtement des métaux et autres matériaux (par exemple : procédés de galvanisation, de revêtement de zinc, de décapage, de gravure, de phosphatation, de dégraissage alcalin et d'anodisation)</b>
11 01 09*	Boues et gâteaux de filtration contenant des substances dangereuses
11 01 11*	Liquides aqueux de rinçage contenant des substances dangereuses
11 01 98*	Autres déchets contenant des substances dangereuses
<b>11 02</b>	<b>Déchets provenant des procédés hydrométallurgiques des métaux non ferreux</b>
11 02 07*	Autres déchets contenant des substances dangereuses
<b>12</b>	<b>DÉCHETS PROVENANT DE LA MISE EN FORME ET DU TRAITEMENT PHYSIQUE ET MÉCANIQUE DE SURFACE DES MÉTAUX ET MATIÈRES PLASTIQUES</b>

N° RUBRIQUE	DECHETS
<b>12 01</b>	<b>Déchets provenant de la mise en forme et du traitement mécanique et physique de surface des métaux et matières plastiques</b>
12 01 01	Limaillerie et chutes de métaux ferreux
12 01 02	Fines et poussières de métaux ferreux
12 01 03	Limaillerie et chutes de métaux non ferreux
12 01 04	Fines et poussières de métaux non ferreux
12 01 13	Déchets de soudure
12 01 16*	Déchets de grenailage contenant des substances dangereuses
12 01 20*	Déchets de meulage et matériaux de meulage contenant des substances dangereuses
<b>15</b>	<b>EMBALLAGES ET DÉCHETS D'EMBALLAGES, ABSORBANTS, CHIFFONS D'ESSUYAGE, MATÉRIAUX FILTRANTS ET VÊTEMENTS DE PROTECTION NON SPÉCIFIÉS AILLEURS</b>
<b>15 01</b>	<b>Emballages et déchets d'emballages (y compris les déchets d'emballages municipaux collectés séparément)</b>
15 01 02	Emballages en matières plastiques
15 01 03	Emballages en bois
15 01 04	Emballages métalliques
15 01 07	Emballages en verre
15 01 10*	Emballages contenant des résidus de substances dangereuses ou contaminés par de tels résidus
<b>16</b>	<b>DÉCHETS NON DÉCRITS AILLEURS DANS LA LISTE</b>
<b>16 01</b>	<b>Véhicules hors d'usage de différents moyens de transport (y compris machines tout-terrain) et déchets provenant du démontage de véhicules hors d'usage et de l'entretien de véhicules</b>
16 01 04*	Véhicules hors d'usage
16 01 17	Métaux ferreux
16 01 18	Métaux non ferreux
<b>16 02</b>	<b>Déchets provenant d'équipements électriques ou électroniques</b>
16 02 13*	Équipements mis au rebut contenant des composants dangereux (2) autres que ceux visés aux rubriques 16 02 09 à 16 02 12
16 02 15*	Composants dangereux retirés des équipements mis au rebut
<b>16 03</b>	<b>Loupés de fabrication et produits non utilisés</b>
16 03 03*	Déchets d'origine minérale contenant des substances dangereuses
<b>16 06</b>	<b>Piles et accumulateurs</b>
16 06 02*	Accumulateurs Ni-Cd
16 06 04	Piles alcalines
16 06 05	Autres piles et accumulateurs
16 06 06*	Électrolytes de piles et accumulateurs collectés séparément
<b>16 08</b>	<b>Catalyseurs usés</b>
16 08 03	Catalyseurs usés contenant des métaux ou composés de métaux de transition non spécifiés ailleurs
<b>17</b>	<b>DÉCHETS DE CONSTRUCTION ET DE DÉMOLITION (Y COMPRIS DÉBLAIS PROVENANT DE SITES CONTAMINÉS)</b>
<b>17 02</b>	<b>Bois, verre et matières plastiques</b>
17 02 04*	Bois, verre et matières plastiques contenant des substances dangereuses ou contaminés par de telles substances
<b>17 04</b>	<b>Métaux (y compris leurs alliages)</b>
17 04 07	Métaux en mélange
17 04 10*	Câbles contenant des hydrocarbures, du goudron ou d'autres substances dangereuses
<b>19</b>	<b>DÉCHETS PROVENANT DES INSTALLATIONS DE GESTION DES DÉCHETS, DES STATIONS D'ÉPURATION DES EAUX USÉES HORS SITE ET DE LA PRÉPARATION D'EAU DESTINÉE À LA CONSOMMATION HUMAINE ET D'EAU À USAGE INDUSTRIEL</b>
<b>19 01</b>	<b>Déchets de l'incinération ou de la pyrolyse de déchets</b>
19 01 05*	Gâteau de filtration provenant de l'épuration des fumées

N° RUBRIQUE	DECHETS
19 01 06*	Déchets liquides aqueux de l'épuration des fumées et autres déchets liquides aqueux
19 01 07*	Déchets secs de l'épuration des fumées
19 01 10*	Charbon actif usé provenant de l'épuration des gaz de fumées
19 01 11*	Mâchefers contenant des substances dangereuses
19 01 13*	Cendres volantes contenant des substances dangereuses
<b>19 02</b>	<b>Déchets provenant des traitements physico-chimiques des déchets (y compris déchromatation, décyanuration, neutralisation)</b>
19 02 04*	Déchets prémélangés contenant au moins un déchet dangereux
19 02 05*	Boues provenant des traitements physico-chimiques contenant des substances dangereuses
<b>19 05</b>	<b>Déchets de compostage</b>
19 05 99	Déchets non spécifiés ailleurs
<b>19 07</b>	<b>Lixiviats de décharges</b>
19 07 02*	Lixiviats de décharges contenant des substances dangereuses
<b>19 08</b>	<b>Déchets provenant d'installations de traitement des eaux usées non spécifiés ailleurs</b>
19 08 05	Boues provenant du traitement des eaux usées urbaines
19 08 11*	Boues contenant des substances dangereuses provenant du traitement biologique des eaux usées industrielles
19 08 13*	Boues contenant des substances dangereuses provenant d'autres traitements des eaux usées industrielles
<b>19 10</b>	<b>Déchets provenant du broyage de déchets contenant des métaux</b>
19 10 02	Déchets de métaux non ferreux
19 10 03*	Fraction légère des résidus de broyage et poussières contenant des substances dangereuses
19 10 05*	Autres fractions contenant des substances dangereuses
<b>19 12</b>	<b>Déchets provenant du traitement mécanique des déchets (par exemple : tri, broyage, compactage, granulation) non spécifiés ailleurs</b>
19 12 02	Métaux ferreux
19 12 03	Métaux non ferreux
19 12 04	Matières plastiques et caoutchouc
19 12 05	Verre
19 12 06*	Bois contenant des substances dangereuses
19 12 11*	Autres déchets (y compris mélanges) provenant du traitement mécanique des déchets contenant des substances dangereuses
<b>20</b>	<b>DÉCHETS MUNICIPAUX (DÉCHETS MÉNAGERS ET DÉCHETS ASSIMILÉS PROVENANT DES COMMERCES, DES INDUSTRIES ET DES ADMINISTRATIONS), Y COMPRIS LES FRACTIONS COLLECTÉES SÉPARÉMENT</b>
<b>20 01</b>	<b>Fractions collectées séparément</b>
20 01 02	Verre
20 01 27*	Peinture, encres, colles et résines contenant des substances dangereuses
20 01 33*	Piles et accumulateurs visés aux rubriques 16 06 01, 16 06 02 ou 16 06 03, et piles et accumulateurs non triés contenant ces piles
20 01 35*	Equipements électriques et électroniques mis au rebut contenant des composants dangereux (6), autres que ceux visés aux rubriques 20 01 21 et 20 01 23
20 01 37*	Bois contenant des substances dangereuses
20 01 39	Matières plastiques
20 01 40	Métaux

(2) Par composants dangereux provenant d'équipements électriques et électroniques, on entend notamment des piles et accumulateurs visés à la section 16 06 et considérés comme dangereux, des commutateurs au mercure, du verre provenant de tubes cathodiques et autres verres activés, etc.

(6) Par composants dangereux provenant d'équipements électriques et électroniques, on entend notamment des piles et accumulateurs visés à la section 16 06 et considérés comme dangereux, des commutateurs au mercure, du verre provenant de tubes cathodiques et autres verres activés, etc.

## 6.2. Flux du cadmium dans les déchets

D'après la dernière campagne nationale de caractérisation des ordures ménagères (MODECOM) menée par l'ADEME en 2007, le cadmium est présent à hauteur de 1,3 mg/kg sur sec dans les ordures ménagères (4 mg/kg en 1993).

En Allemagne, des concentrations en cadmium comprises entre 1 et 15 mg/kg de matière sèche ont été rapportées dans les déchets urbains (S. Bicocchi *et al.*, 2009). Il est précisé que le cadmium provient principalement des matières plastiques (37%). Les valeurs données pour les ordures ménagères en France sont comprises entre 3 et 5 g/t. [49]

Selon l'étude FNADE-MEDD réalisée en 2002 sur les risques non microbiologiques associés au compostage des déchets, le cadmium fait partie des éléments traces métalliques présents en fortes concentrations dans les métaux ferreux (alliages). Le cadmium est également présent dans les boues résiduaires urbaines en de faibles concentrations. [50]

Des travaux réalisés en France par le Cemagref (Morvan *et al.*, 1995) et à l'étranger (Tammaddon *et al.*, 1993 ; Cornelissen *et al.*, 1993) montrent que les éléments traces métalliques sont présents le plus souvent à l'état de traces dans tous les déchets compostables, certains composants étant nettement plus chargés que d'autres. Le PEHD est une source importante en cadmium (quelques dizaines de mg/kg). Celui-ci y est présent sous forme de stabilisant et de pigment. Les papiers et les cartons peuvent être riches en cadmium qui est sous forme de pigments comme constituant d'encre d'imprimerie. [41]

L'étude FNADE-MEDD réalisée en 2002 sur les risques non microbiologiques associés au compostage des déchets [41] rapporte également les teneurs mesurées en cadmium dans les engrais. Elles sont présentées dans le tableau suivant :

**Tableau 74 : Teneurs en cadmium dans les engrais**

Types d'engrais	Concentration en Cd ( $\mu\text{g/g MS}$ )
Sols*	0,08-0,53
Engrais azotés	0-10
Engrais phosphatés	9-100
Engrais potassiques	0,1-2
Fumiers de bovins	0,3-1,5
Lisiers de porcs	0,3-2

\* Valeurs extrêmes dans différents types de sols, FNDAE, FMGD, ADEME 1998

## 6.3. Formation du cadmium lors du traitement des déchets

### 6.3.1. Incinération des déchets

Différents métaux sous formes gazeuse ou solide (à l'état d'oxydes, de sels ou de corps purs) peuvent être entraînés dans les fumées ou se retrouver, pour l'essentiel, dans les cendres recueillies à la sortie de la chambre de combustion des unités d'incinération. Le cadmium fait partie des polluants émis dans les fumées des unités d'incinération. [51]

De façon générale, les métaux lourds contenus dans les déchets subissent, sous l'effet de la température, des réactions d'oxydation et autres réactions avec l'acide chlorhydrique et les oxydes de soufre pour former : [49]



- Des halogénures (chlorures, fluorures, bromures, iodures) du métal considéré,
- Des oxydes métalliques,
- Des sulfates et sulfures métalliques,
- Des dérivés organiques (produits d'une combustion incomplète).

Ces composés volatils peuvent se retrouver tels quels dans les fumées, se décomposer sous l'action de la chaleur ou se fixer sur des particules en suspension et des cendres volantes.

Des réactions de réduction par le carbone ou le monoxyde de carbone conduisent également à des émissions du métal sous sa forme élémentaire. [49]

Le cadmium fait partie des principales substances dangereuses émises par les installations d'incinération de déchets. Les concentrations fréquemment rencontrées en sortie de traitement sont comprises entre 3 et 6 µg/m<sup>3</sup>. [49]

### 6.3.2. Compostage des déchets

Le cadmium fait partie des substances formées lors du compostage des déchets (ASTEE, 2006). [52]

- **Cadmium dans les composts**

L'étude FNADE-MEDD réalisée en 2002 sur les risques non microbiologiques associés au compostage des déchets rapporte les teneurs mesurées en cadmium par différents auteurs dans des composts d'origines diverses. Ces résultats sont présentés dans le tableau suivants [41] :

**Tableau 75 : Teneurs en cadmium dans différents composts**

Types de composts	Références	Concentration en Cd (mg/kg MS)
<b>OM Brutes</b>	(Nedey, 2000) (Panay et Gourtope, 2000) (Giusquiani et al., 1995)	1,5 - 2,5
<b>FFOM<sup>65</sup></b>	(Mariet, 1996) (Panay et Gourtope, 2000) (Martel, 2000) (ADEME, 2001)	0,47 - 0,9
<b>Déchets verts</b>	(Mariet, 1996) (Panay et Gourtope, 2000) ADEME (2001) (Wiar, 1997)	0,35 - 1,5
<b>Boues STEP</b>	(Martel, 2000) ADEME (2001)	0,7 - 2,5
<b>DV + FFOM</b>	(Nedey, 2000)	0,62 - 0,83
	(Mariet, 1996)	0,7

Cette même étude présente des teneurs en cadmium dans les matières compostées tout au long du processus de compostage [41] :

---

<sup>65</sup> Fraction Fermentescible des Ordures Ménagères



**Tableau 76 : Teneurs en cadmium dans les matières compostées tout au long du processus de compostage**

Types de composts	Concentration en Cd ( $\mu\text{g/g MS}$ )
Boues de STEP	$2,1 \pm 0,3$
Déchets verts	$0,5 \pm 0,1$
1 jour	$0,8 \pm 0,1$
45 jours	$0,9 \pm 0,1$
90 jours	$1,0 \pm 0,1$
Compost final	$1,1 \pm 0,2$

Référence : Lazzari et al., 2000

Des études portant sur la distribution des métaux lourds dans différentes fractions granulométriques de compost ont été menées par Krauss *et al.* (1987) et Petruzzelli *et al.* (1989). Elles montrent toutes deux que les teneurs en métaux traces (cadmium notamment) sont les plus fortes dans la fraction dense et fine des composts d'ordures ménagères (< 1 mm), alors que la fraction grossière (> 2 mm) en contient le moins. [41]

- **Cadmium dans les sous-produits liquides**

Selon Desportes *et al.* (1995), les lixiviats issus de composts de déchets verts ne contiennent pas de cadmium ou en quantités non détectables. [41]

Les teneurs en cadmium dans les sous-produits liquides par type de compost sont présentés dans le tableau suivant [41] :

**Tableau 77 : Teneurs en cadmium dans les sous-produits liquides de différents composts**

Types de composts	Références	Concentration en Cd (mg/L)
<b>OM + Boues de STEP</b>	Desportes et al. (1995)	0,17
<b>Andains couverts (Biodéchets)</b>	Krogmann et Woyczehowski (2000)	0,01
<b>Andains non couverts (Biodéchets)</b>	Krogmann et Woyczehowski (2000)	Non détecté
<b>Andains non couverts (DV)</b>	Krogmann et Woyczehowski (2000)	< 0,1

D'après Krogman et Woyczehowski (2000), les teneurs maximales en cadmium mesurées dans les eaux de percolation du compostage d'OM brutes sont < 0,1 mg/L. [41]

- **Cadmium dans les biogaz**

Selon l'INERIS [53], des mesures réalisées sur le biogaz d'un centre de tri et compostage indiquent une concentration en cadmium inférieure à  $0,4 \mu\text{g/m}^3$ .

- **Cadmium dans les gaz de process**

Les teneurs dans les eaux de condensation peuvent être représentatives des teneurs en métaux traces aérosolisés dans le gaz de process. [41]

Krogman et Woyczehowski (2000) fournissent des données sur la concentration en métaux traces des eaux évaporées condensées des andains de biodéchets et déchets verts compostés (méthodes de mesures non précisées). Pour le cadmium, cette concentration est < 0,02 mg/L.

### 6.3.3. Stockage des déchets

Selon le Guide ASTEE pour l'évaluation du risque sanitaire dans le cadre de l'étude d'impact d'une Installation de Stockage de Déchets Ménagers et Assimilés (2005) (ISDMA) [54], le cadmium fait partie des Substances susceptibles d'être émises par les ISDMA. Il fait également partie des substances présentes dans les émissions de torchères à biogaz des ISDMA. Les concentrations en cadmium dans le biogaz sont comprises, selon les sources, entre 0,03 et 47,6 µg/m<sup>3</sup> et les concentrations données pour la sortie de torchère sont comprises, selon les sources, entre 2,7 et 8 µg/m<sup>3</sup>.

Les teneurs maximales en cadmium mesurées dans les lixiviats sont [54] :

Type de sous-produit liquide	Concentrations maximales	Source
Lixiviats bruts	3 µg/L	InVS 2003
	8 500 µg/L	Agence de l'eau 1995
	400 µg/L	ENSP 2002
	5 µg/L	POLDEN + RSD 2003

Selon l'INERIS [53], des mesures réalisées sur le biogaz d'un Centre d'Enfouissement Technique (CET) indiquent une concentration en cadmium inférieure à 0,3 µg/m<sup>3</sup>.

Le rapport « Stockage des déchets et santé publique » (2004), coordonné par l'INVS [55] indique :

- La présence de cadmium dans les micropolluants métalliques présents dans le biogaz des centres de stockage de déchets non dangereux. Les concentrations sont comprises entre 0,8 et 62 µg/m<sup>3</sup> ;
- La présence de cadmium dans les micropolluants métalliques présents dans les lixiviats de décharge de déchets non dangereux. Les concentrations varient entre 0,2 et 6 µg/L.

## 6.4. Exposition des travailleurs au cadmium

Le cadmium fait partie des substances identifiées et mesurées dans l'air ambiant d'installation de compostage dans des concentrations supérieures aux VTR [56].

L'étude FNADE-MEDD réalisée en 2002 sur les risques non microbiologiques associés au compostage des déchets donne une estimation des teneurs en métaux dans l'air d'un site industriel de compostage. Les valeurs concernant le cadmium sont présentées ci-après [41] :

- Cadmium dans le compost : 0,01 µg/mg MS ;
- Teneurs calculées en poussières métalliques : 0,05 µg Cd/m<sup>3</sup>.

Une étude de l'INRS sur la caractérisation des risques chimiques potentiels dans quelques filières de traitement des déchets [47] a établi, à partir de la base COLCHIC, la liste des agents chimiques présents dans les filières de traitement des déchets et les niveaux d'exposition auxquels sont soumis les salariés. Cette étude indique que le cadmium fait partie des 10 agents les plus mesurés dans le secteur de la récupération de matières métalliques recyclables. Elle précise qu'il s'agit d'une activité polluante et que les niveaux d'exposition mesurés présentent des niveaux s'étalant entre 0,5 et 5 630 µg/m<sup>3</sup>. La moitié des mesures est supérieure à la VLEP (VME = 50 µg/m<sup>3</sup>) du cadmium et que 10% des niveaux d'exposition au cadmium sont supérieurs à 20 fois la VLEP.

En ce qui concerne le cas particulier du poste de conduite et de surveillance des installations de broyage et de tri, les niveaux d'exposition sont également élevés et s'étendent sur une plage allant de 0,5 à 1 110 µg/m<sup>3</sup> : 52% des mesures sont supérieures à la VLEP, et 25% des mesures sont supérieures à 2 fois la VLEP. [47]

L'opération de démantèlement des DEEE est aussi une source d'exposition aux poussières contenant du cadmium, à des teneurs pouvant dépasser la VLEP (cas de 3,5% des mesures effectuées dans le cadre de cette étude). [47]

D'après l'étude relative aux émissions de deux centres de stockage d'ordures ménagères réalisée par Hours *et al* (2000), les concentrations en cadmium les plus élevées mesurées aux postes de travail sont de l'ordre de 1‰ de la VME indicative fixée à 50 µg/m<sup>3</sup> en France. Elles sont inférieures à la valeur communément retrouvée en milieu urbain (0,06 µg/m<sup>3</sup>) [57]

Une étude récente de l'INRS (2010) sur les risques chimiques et biologiques liés aux activités de compostage [58], rapporte les concentrations suivantes en cadmium, mesurées dans l'air de diverses installations de compostage (douze campagnes de mesure dans dix entreprises représentatives par rapport aux types de déchets entrants et au procédé de compostage) :

- Déchets verts : <0,1 et 0,1 µg/m<sup>3</sup>
- Boues : 0,1 et 0,2 µg/m<sup>3</sup>
- Bio-déchets : 0,1 µg/m<sup>3</sup>
- Ordures ménagères résiduelles (OMR) : <0,1 µg/m<sup>3</sup>
- Digestat OMR : <0,1 µg/m<sup>3</sup>

Quel que soit le type de compost, les concentrations dans les poussières aéroportées sont faibles.

La base Colchic de l'INRS fournit des données d'exposition dans les ambiances de travail des filières du déchet. Les résultats ont été obtenus à partir des mesures effectuées par les 8 laboratoires interrégionaux de chimie des CRAM/CARSAT et de l'INRS, entre 2001 et 2010. Les résultats sont présentés dans le tableau suivant sans distinction du secteur d'activité concerné (résultats détaillés en **annexe 5-4**).

**Tableau 78 : Extraction de la base de données Colchic – Analyses en cadmium**

	Prélèvements individuels			Prélèvements d'ambiance		
	Nombre de mesures	Concentration min	Concentration max	Nombre de mesures	Concentration min	Concentration max
<b>Cadmium (µg/m<sup>3</sup>)</b>	183	0,05	1 930	129	0,02	29,6

Une entreprise spécialisée dans l'incinération des ordures ménagères a fourni des données semi-quantitatives sur les niveaux mesurés en cadmium dans les ambiances de travail (données 2002 à 2010). Les résultats sont présentés dans le tableau ci-après.

**Tableau 79 : Données d'exposition en cadmium - Incinération d'ordures ménagères**

Activités évaluées:	Incinération			
Nombre de sites évalués	11			
Postes de travail évalués	28			
Liste des molécules étudiées	Nombre de fois recherchées lors des mesures d'exposition professionnelles	Nombre de fois inférieures aux VLEP	Nombre de fois supérieures aux VLEP	Nombre de fois détectées (Valeurs inf + valeurs sup à la VLEP)
<b>Cadmium</b>	<b>29</b>	11	0	11

Aucun dépassement des VLEP n'a été observé pour le cadmium.

## 7. Références bibliographiques

---

1 Règlement (CE) n° 1272/2008 du Parlement européen et du Conseil du 16 décembre 2008 relatif à la classification, à l'étiquetage et à l'emballage des substances et des mélanges, modifiant et abrogeant les directives 67/548/CEE et 1999/45/CE et modifiant le règlement (CE) n° 1907/2006.

2 Base de données Inventaire CMR 2005. INRS. <http://www.inrs.fr/cmr2005>

3 Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques – Cadmium et ses dérivés. INERIS. 2005.

4 Liste des Agents Classés par les Monographies du CIRC, Volumes 1–101.  
<http://monographs.iarc.fr/FR/Classification/index.php>

5 Integrated Risk Information System (IRIS). US-EPA. Cadmium. Dernière révision : 02/01/1998.  
<http://www.epa.gov/iris/subst/0141.htm>

6 Base de données BIOTOX. INRS. Mise à jour : septembre 2010.

7 FT60. Cadmium et composés minéraux. INRS. 1997.

8 Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques – Cadmium et ses dérivés. INERIS. 2005.

9 Fiche de données technico-économiques sur les substances chimiques en France – Cadmium et ses dérivés. INERIS. 2005.

10 Règlement (CE) n° 1907/2006 du Parlement européen et du Conseil du 18 décembre 2006 concernant l'enregistrement, l'évaluation et l'autorisation des substances chimiques, ainsi que les restrictions applicables à ces substances (REACH), instituant une agence européenne des produits chimiques, modifiant la directive 1999/45/CE et abrogeant le règlement (CEE) n° 793/93 du Conseil et le règlement (CE) n° 1488/94 de la Commission ainsi que la directive 76/769/CEE du Conseil et les directives 91/155/CEE, 93/67/CEE, 93/105/CE et 2000/21/CE de la Commission.

11 Règlement (UE) n° 494/2011 du 20/05/11 modifiant le règlement (CE) n° 1907/2006 du Parlement européen et du Conseil concernant l'enregistrement, l'évaluation et l'autorisation des substances chimiques, ainsi que les restrictions applicables à ces substances (REACH), en ce qui concerne l'annexe XVII (Cadmium).

12 Règlement n° 689/2008/CE du 17 juin 2008 concernant les exportations et importations de produits chimiques dangereux.

13 Arrêté du 07/08/97 modifié relatif aux limitations de mise sur le marché et d'emploi de certains produits contenant des substances dangereuses.

14 Directive du Conseil 76/768/CEE du 27 juillet 1976 modifiée concernant le rapprochement des législations des États membres relatives aux produits cosmétiques.

15 Arrêté du 06 février 2001 modifié fixant la liste des substances qui ne peuvent entrer dans la composition des produits cosmétiques.

16 Règlement n° 1223/2009 du Parlement européen et du Conseil du 30 novembre 2009 relatif aux produits cosmétiques.

17 Directive 2009/48/CE du Parlement Européen et du Conseil du 18 juin 2009 relative à la sécurité des jouets.

18 Arrêté du 24 février 2010 fixant les modalités d'application du décret n° 2010-166 du 22 février 2010 relatif à la sécurité des jouets.

19 Directive 2008/128/CE de la commission du 22 décembre 2008 établissant des critères de pureté spécifiques pour les colorants pouvant être utilisés dans les denrées alimentaires.

20 Directive 2008/84/CE de la commission du 27 août 2008 portant établissement de critères de pureté spécifiques pour les additifs alimentaires autres que les colorants et les édulcorants.

21 Code de l'environnement. Partie réglementaire. Livre V : Prévention des pollutions, des risques et des nuisances. Titre IV : Déchets. Chapitre III : Dispositions propres à certaines catégories de produits et de déchets (R). Section 10 : Equipements électriques et électroniques. Sous-section 2 : Dispositions relatives à la composition des équipements électriques et électroniques. Article R543-175.

22 Directive 2002/95/CE du Parlement Européen et du Conseil du 27 janvier 2003 relative à la limitation de l'utilisation de certaines substances dangereuses dans les équipements électriques et électroniques.

23 Arrêté du 25 novembre 2005 fixant les cas et conditions dans lesquels l'utilisation dans les équipements électriques et électroniques de plomb, de mercure, de cadmium, de chrome hexavalent, de polybromobiphényles ou de polybromodiphényléthers est autorisée.

24 Arrêté du 18/11/09 fixant les cas et conditions dans lesquels les obligations relatives au taux de cadmium dans les piles et accumulateurs portables ne s'appliquent pas, en application de l'article R.543-126 du chapitre III du titre IV du livre V de la partie réglementaire du code de l'environnement.

25 Code de l'environnement. Partie réglementaire. Livre V : Prévention des pollutions, des risques et des nuisances. Titre II : Produits chimiques et biocides. Chapitre Ier : Contrôle des produits chimiques. Section 2 : Mise sur le marché et emploi de certains produits et substances. Sous-section 2 : Substances et préparations dangereuses. Articles R521-45 à R521-51.

26 Directive 2000/53/CE du Parlement Européen et du Conseil du 18 septembre 2000 relative aux véhicules hors d'usage.

27 Arrêté du 24 décembre 2004 concernant les dispositions relatives à la construction des véhicules, composants et équipements visant l'élimination des véhicules hors d'usage.

28 Arrêté du 29/05/97 relatif aux matériaux et objets utilisés dans les installations fixes de production, de traitement et de distribution d'eau destinée à la consommation humaine.

29 Arrêté du 31/01/08 modifié relatif au registre et à la déclaration annuelle des émissions polluantes et des déchets.

30 Arrêté du 02/02/98 modifié relatif aux prélèvements et à la consommation d'eau ainsi qu'aux émissions de toute nature des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation.

31 Arrêté du 20/09/02 modifié relatif aux installations d'incinération et de co-incinération de déchets dangereux.

- 32 Arrêté du 20/09/02 modifié relatif aux installations d'incinération et de co-incinération de déchets non dangereux et aux installations incinérant des déchets d'activités de soins à risques infectieux.
- 33 Arrêté du 30/12/02 modifié relatif au stockage de déchets dangereux.
- 34 Arrêté du 09/09/97 modifié relatif aux installations de stockage de "déchets non dangereux".
- 35 Arrêté du 28/10/10 relatif aux installations de stockage de déchets inertes.
- 36 Recommendation from the Scientific Committee on Occupational Exposure Limits for cadmium and its inorganic compounds. SCOEL/SUM/136. 2010.
- 37 Fiche Métropol 003/V01. Métaux - Métalloïdes. 04/2008.
- 38 Site internet de l'Afnor. Date de consultation : septembre 2011. <http://www.boutique.afnor.org/>
- 39 NIOSH Manual of Analytical Methods. 3<sup>ème</sup> supplément. 2003.  
<http://www.cdc.gov/niosh/docs/2003-154/>
- 40 Sampling & Analytical Methods. Occupational Safety & Health Administration (OSHA). Dernière date de mise à jour : 23/03/2010. [http://www.osha.gov/dts/sltc/methods/toc\\_c.html](http://www.osha.gov/dts/sltc/methods/toc_c.html)
- 41 Fiche pratique de sécurité. Les appareils de protection respiratoire. ED 98. INRS. Octobre 2008.
- 42 OCDE (Organisation de coopération et de développement économiques). Date de consultation : septembre 2011. <http://webnet.oecd.org/hpv/UI/Search.aspx>
- 43 European Union Risk Assessment Report. Volume 72 – Cadmium metal and cadmium oxide, Part I Environment. Final Report, 2007.
- 44 Inventaire CMR 2005. Base de données de l'INRS.  
[http://www.inrs.fr/inrs-pub/inrs01.nsf/IntranetObject-accesParReference/INRS-FR/\\$FILE/fset.html](http://www.inrs.fr/inrs-pub/inrs01.nsf/IntranetObject-accesParReference/INRS-FR/$FILE/fset.html)
- 45 Fiche d'aide à la substitution FAS 14. Cadmium. Brasage à l'argent. INRS. Date de mise à jour : 05/02/2008.
- 46 Etude des composés CMR dans les déchets dangereux. Alain Chollot. INRS. 2007.
- 47 ND 2271-207-07. Caractérisation des risques chimiques potentiels dans quelques filières de traitement des déchets. Barbara SAVARY, Raymond VINCENT. Cahiers de notes documentaires. INRS. 2<sup>ème</sup> trimestre 2007.
- 48 Annexe II de l'article R541-8 du Code de l'environnement : LISTE DE DÉCHETS.
- 49 Les polluants et les techniques d'épuration des fumées. Cas des unités de traitement et de valorisation des déchets. Etat de l'art. Stéphane Biccocchi, Mathieu Boulinguez, Karen Diard. Etude réalisée sous la direction et pour le compte de l'association RECORD. Editions Tec & Doc Lavoisier. 2<sup>e</sup> édition. 2009.
- 50 Les risques non microbiologiques associés au compostage des déchets. FNADE, Ministère de l'écologie et du développement durable. 19 août 2002.
- 51 Guide pour l'évaluation du risque sanitaire dans le cadre de l'étude d'impact d'une U.I.O.M. ASTEE. Novembre 2003.

52 Guide méthodologique pour l'évaluation du risque sanitaire de l'étude d'impact des installations de compostage soumises à autorisation. ASTEE. Juin 2006.

53 Caractérisation des biogaz – Bibliographie – Mesures sur sites – Rapport final. J. POULLEAU. INERIS. Octobre 2002.

54 Guide pour l'évaluation du risque sanitaire dans le cadre de l'étude d'impact d'une installation de stockage de déchets ménagers et assimilés. Association Scientifique et Technique pour l'Eau et l'Environnement (ASTEE). Février 2005.

55 Stockage des déchets et santé publique. Chapitre 2.1. INVS. Septembre 2004.  
<http://www.invs.sante.fr/publications/2005/dechets/index.html>

56 Faisabilité d'une étude épidémiologique auprès des travailleurs des centres de compostage. Gwladys FRANCOIS. Mémoire de l'Ecole Nationale de la Santé Publique (ENSP). 2005.

57 Etude des polluants atmosphériques émis dans deux centres de stockage des ordures ménagères ; Caractérisation et mesure des niveaux d'exposition ; Mise au point d'outils de suivi en vue de l'évaluation des risques sanitaires. M. Hours, Ph. Berny. ETUDE N° 99-0654/3A. RECORD, ADEME. Septembre 2001.

58 ND 2336-221-10. Approche des risques chimiques et microbiologiques dans le secteur du compostage. Pascal POIROT, Jérôme GROSJEAN, Nathalie MONTA, Thérèse NICOT, François ZIMMERMANN. INRS. 4<sup>ème</sup> trimestre 2010.

**FICHE FILIÈRE DU NICKEL**



Le nickel, ni aucun de ses composés, ne présentent de VLEP réglementaire contraignante.

Seuls certains composés du nickel sont classés CMR 1A ou 1B par le règlement CLP [1]. Il s'agit de :

**Tableau 80 : Liste des composés du nickel sont classés CMR 1A ou 1B par le règlement CLP**

Composé	N° CAS	Classement CLP	Consommation globale en France en 2005 [2]
Nickel	7440-02-0	Carc. 2 (H351)	8 000 t/an
Dioxyde de nickel	12035-36-8	Carc. 1Ai (H350i)	1 000 t/an
Monoxyde de nickel	1313-99-1	Carc. 1Ai (H350i)	100 t/an
Sulfure de nickel	16812-54-7	Carc. 1Ai (H350i)	100 t/an
Disulfure de trinickel	12035-72-2	Carc. 1Ai (H350i)	< 5 t/an
Trioxyde de dinickel	1314-06-3	Carc. 1Ai (H350i)	0
Nickel tetracarbonyle	13463-39-3	Carc. 2 (H351) Repr 1B (H360-D)	Non disponible

Compte tenu du nombre important de composés du nickel classés CMR 1A ou 1B, cette fiche se focalise, en plus du nickel (n° CAS : 7440-02-0), sur les composés dont la consommation est significative en France d'après la base CMR 2005 de l'INRS (consommation supérieure à 50 tonnes/an) [1], à savoir :

- Dioxyde de nickel (n°CAS : 12035-36-8),
- Monoxyde de nickel (n°CAS : 1313-99-1),
- Sulfure de nickel (n°CAS : 16812-54-7).

Dans l'air, ces composés du nickel sont présents uniquement sous forme de fines particules (composés non volatils). [3]

# 1. Fiche identité de la substance

Tableau 81 : Caractéristiques du nickel et de ses composés

IDENTIFICATION DE LA SUBSTANCE				
Numéros CAS	7440-02-0	12035-36-8	1313-99-1	16812-54-7
Numéro CE (EINECS, ELINCS, NLP)	231-111-4	234-823-3	215-215-7	240-841-2
Nom	Nickel	Dioxyde de nickel	Monoxyde de nickel	Sulfure de nickel
Synonymes	Poudre de nickel	Oxyde de nickel (IV) Nickel peroxide	Nickel oxide Nickel(II) oxide Nickel protoxide	Sulfure de nickel (II) Nickel sulfide Nickel(II) sulfide
Famille chimique	Dérivés du nickel			
Formule brute	Ni	NiO <sub>2</sub>	NiO	NiS
Formule semi-développée	Ni	$\begin{array}{c} \text{Ni}^{2+} \\ / \quad \backslash \\ \text{O}^- \quad \text{O}^- \end{array}$	Ni=O	S <sup>2-</sup> Ni <sup>2+</sup>
Classement selon le règlement CLP (N° 1272/2008 - Annexe VI) [1]	Carc. 2 (H351)	Carc. 1Ai (H350i)	Carc. 1Ai (H350i)	Carc. 1Ai (H350i)
Autres classements	<p><b>Classement selon le CIRC [4] :</b> Le nickel et ses alliages classés dans le groupe 2B (l'agent est peut-être cancérigène pour l'homme) Les composés du nickel classés dans le groupe 1 (agent cancérigène pour l'homme)</p> <p><b>Classement selon l'US EPA [5] :</b> Poudre de nickel rangée dans la classe A (substance cancérigène pour l'homme) Sels solubles du nickel non classés</p> <p><b>VLEP réglementaire contraignante (Article R.4412-149 du code du travail) :</b> Sans objet</p>			
Tension vapeur	Non applicable			
Indicateurs biologiques d'exposition [6]	<p><u>Nickel sanguin :</u> Valeur-Guide Française : non déterminée</p> <p><u>Nickel urinaire :</u> Valeur-Guide Française : non déterminée</p>			
Fiche INRS	FT68 : Nickel et ses oxydes. 2009 [7]			
Fiches INERIS	Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques. Nickel et ses dérivés. 27/07/2006 [8] Données technico-économiques sur les substances chimiques en France. Nickel et principaux composés. 30-06-2006 [9]			

## 2. Toxicité de la substance

### 2.1. Toxicité en exposition aiguë

Les symptômes observés en cas d'intoxication aiguë au nickel sont les suivants [4] :

Intoxication par ingestion :	Troubles digestifs (nausées, vomissements, diarrhée, douleurs abdominales), céphalées, asthénie parfois associée à une bradycardie et hypothermie.
Intoxication par inhalation :	A de fortes doses (plusieurs centaines de mg/m <sup>3</sup> pendant 1h30), détresse respiratoire sévère, pouvant être mortelle.
Absorption cutanée :	Absorption cutanée faible, et aucun effet général noté par cette voie. Contact cutané : pas d'irritation sur peau saine. Contact oculaire : pas de lésion notable en dehors d'un effet mécanique habituel aux poussières.

### 2.2. Toxicité en exposition chronique

Le nickel affecte la santé humaine à plusieurs niveaux [4] :

Manifestations cutanées :	Allergène le plus courant pour la peau, avec une sensibilisation de la population générale élevée (9% chez la femme, 1% chez l'homme) : développement fréquent de dermatoses eczématiformes récidivantes.
Manifestations respiratoires :	Bronchites chroniques ou perturbation des fonctions respiratoires (exposition souvent à plusieurs polluants ne permettant pas d'incriminer seulement le nickel métal ou ses oxydes dans l'origine des pathologies). Symptômes retrouvés dans le traitement de surface par nickelage électrolytique : Asthme associé ou non à des rhinites et des urticaires.
Effets génotoxiques :	Pas d'indication d'un effet génotoxique chez des sujets exposés au nickel sous forme métallique. Aberration chromosomiques mises en évidence dans les lymphocytes de travailleurs exposés à des poussières ou fumées contenant diverses formes oxydées du nickel ou de sous-sulfure de nickel (Ni <sub>2</sub> S <sub>2</sub> ).
Effets cancérogènes :	Plusieurs études montrent une augmentation du risque de cancer du poumon ainsi que des cavités nasales (et peut-être du larynx) chez des sujets exposés au nickel ou à ses dérivés. S'agissant d'expositions mixtes, il est difficile de savoir quels composés du nickel sont en cause ; il semble toutefois que les oxydes de nickel puissent être responsables alors qu'aucune donnée ne permet de se prononcer sur l'exposition isolée à des poussières de nickel métallique. Le temps de latence est long pour les cancers du poumon (10 à 20 ans) et très long pour ceux du larynx et du nez (25 à 35 ans et plus).
Effets sur la reproduction :	On ne dispose pas de donnée chez l'homme sur la toxicité éventuelle du nickel et de ses oxydes sur la reproduction (fertilité et développement).

### 3. Réglementation

#### 3.1. Textes règlementaires relatifs à la substance

##### 3.1.1. Textes relatifs à l'utilisation de la substance

###### ➤ Généralités

L'arrêté du 07/08/1997 modifié relatif aux limitations de mise sur le marché et d'emploi de certains produits contenant des substances dangereuses [10] interdit la mise sur le marché et l'importation, à destination du public des substances suivantes depuis le 17 août 1997 :

- Monoxyde de nickel; oxyde de nickel (II),
- Dioxyde de nickel; oxyde de nickel (IV),
- Trioxyde de dinickel; oxyde de nickel (III),
- Sulfure de nickel; sulfure de nickel (II),
- Disulfure de trinickel; sous-sulfure de nickel,
- Tétracarbonylnickel, nickel carbonyle.

Cette interdiction de mise sur le marché et d'importation, à destination du public, ne vise pas les produits destinés à être utilisés dans le cadre d'un usage professionnel. En l'occurrence, cette interdiction ne s'applique pas aux produits suivants, au stade final, destinés à l'utilisateur final :

21. Médicaments à usage humain ou vétérinaire, mentionnés à l'article L. 511 du Code de la santé publique ;
22. Produits cosmétiques au sens de l'article L. 658-1 du Code de la santé publique ;
23. Aux produits dérivés des huiles minérales, prévus pour être utilisés comme combustibles ou carburants dans des installations de combustion mobiles ou fixes ;
24. Aux combustibles vendus en système fermé (par exemple : bonbonnes de gaz liquéfié) ;
25. Aux couleurs pour artistes.

###### ➤ Bijoux

Le nickel et ses composés sont inscrits dans l'annexe XVII - Restrictions applicables à la fabrication, à la mise sur le marché et à l'utilisation de certaines substances dangereuses et de certains mélanges et articles dangereux - du Règlement 1907/2006 du 18 décembre 2006 (REACH) [11], applicable depuis le 1<sup>er</sup> juin 2009.

Selon l'annexe XVII de REACH modifié, le nickel et ses composés :

1. Ne peuvent pas être utilisés :

a) dans tous les assemblages de tiges qui sont introduites dans les oreilles percées et dans les autres parties percées du corps humain, à moins que le taux de libération de nickel de ces assemblages de tiges ne soit inférieur à  $0,2 \mu\text{g}/\text{cm}^2$  et par semaine (limite de migration) ;

b) dans les articles destinés à entrer en contact direct et prolongé avec la peau, tels que :

- boucles d'oreilles,
- colliers, bracelets et chaînes, bracelets de cheville et bagues,
- boîtiers, bracelets et fermoirs de montre,
- boutons à rivets, boucles, rivets, fermetures éclair et marques de métal, lorsqu'ils sont utilisés dans des vêtements,

si le taux de libération du nickel qui se dégage des parties de ces articles entrant en contact direct et prolongé avec la peau est supérieur à  $0,5 \mu\text{g}/\text{cm}^2$  et par semaine ;

c) dans les articles énumérés au point b), lorsqu'ils sont recouverts d'une matière autre que le nickel, à moins que ce revêtement ne soit suffisant pour assurer que le taux de libération du nickel qui se

dégage des parties de ces articles entrant en contact direct et prolongé avec la peau ne dépasse pas  $0,5 \mu\text{g}/\text{cm}^2$  et par semaine pendant une période d'utilisation normale de l'article de deux ans au minimum.

2. Les articles visés au paragraphe 1 ne peuvent être mis sur le marché que s'ils satisfont aux exigences qui y sont énoncées.

3. Les normes adoptées par le Comité européen de normalisation (CEN) servent de procédures de test pour démontrer la conformité des articles aux paragraphes 1 et 2.

#### ➤ **Cosmétiques**

La Directive du Conseil 76/768/CEE du 27 juillet 1976 modifiée concernant le rapprochement des législations des États membres relatives aux produits cosmétiques [12] interdit la présence de nickel et composés (monoxyde de nickel, dioxyde de nickel, sulfure de nickel, trioxyde de dinickel, disulfure de trinickel, tétracarbonylnickel, dihydroxyde de nickel, carbonate de nickel, sulfate de nickel) dans les produits cosmétiques (transposée en droit français par l'arrêté du 06 février 2001 modifié fixant la liste des substances qui ne peuvent entrer dans la composition des produits cosmétiques [13]).

Notons que la directive 76/768/CEE ne sera plus applicable à partir du 11 juillet 2013, date à laquelle le Règlement n° 1223/2009 du Parlement européen et du Conseil du 30 novembre 2009 relatif aux produits cosmétiques [14] entrera en vigueur. Ce règlement reprend les mêmes interdictions.

#### ➤ **Jouets**

La directive 2009/48/CE du Parlement européen et du Conseil du 18 juin 2009 relative à la sécurité des jouets [15] définit, dans son annexe II, les limites de migration du nickel dans les jouets ou composants de jouets. Les limites de migration ci-après ne doivent pas être dépassées pour le nickel :

- 75 mg/kg de matière de jouet sèche, friable, poudreuse ou souple,
- 18,8 mg/kg de matière de jouet liquide ou collante,
- 930 mg/kg de matière grattée du jouet.

L'utilisation du nickel est cependant autorisée dans l'acier inoxydable.

En droit français ces dispositions sont reprises par l'arrêté du 24 février 2010 fixant les modalités d'application du décret n°2010-166 du 22 février 2010 relatif à la sécurité des jouets. [16]

#### ➤ **Colorants**

La directive 2008/128/CE de la Commission du 22 décembre 2008 [17] établit des critères de pureté spécifiques pour les colorants pouvant être utilisés dans les denrées alimentaires. Concernant le nickel, elle fixe une valeur limite pour un seul colorant, le « E 172 OXYDES DE FER ET HYDROXYDES DE FER », qui ne peut contenir plus de 200 mg de Ni /kg à dissolution complète.

La directive 2008/84/CE de la Commission du 27 août 2008 [18] établit les critères de pureté spécifiques pour les additifs alimentaires autres que les colorants et les édulcorants. Elle fixe des limites pour les additifs alimentaires suivants :

- Le E 555 SILICATE ALUMINO-POTASSIQUE ne peut contenir plus de 50 mg de Ni /kg ;
- Le E 586 4-HEXYLRÉSORCINOL ne peut contenir plus de 2 mg de Ni /kg ;
- Le E 907 POLY-1-DÉCÈNE HYDROGÉNÉ ne peut contenir plus de 1 mg de Ni /kg ;
- Le E 1200 POLYDEXTROSE ne peut contenir plus de 2 mg de Ni /kg pour les polydextroses hydrogénés.

### **3.1.2. Textes relatifs aux valeurs limites d'émission des installations de traitement de déchets**

Le nickel et ses composés font partie de la liste définie dans l'arrêté du 31/01/08 modifié relatif au registre et à la déclaration annuelle des émissions polluantes et des déchets **[19]**, concernant les polluants devant être mentionnés dans le registre des émissions polluantes et des déchets et devant apparaître dans la déclaration annuelle des émissions polluantes et des déchets faite par les exploitants des établissements concernés.

L'arrêté ministériel du 2 février 1998 modifié relatif aux prélèvements et à la consommation d'eau ainsi qu'aux émissions de toute nature des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation **[20]** impose dans les rejets aqueux une valeur limite pour le nickel et composés (en Ni) de 0,5 mg/L si le rejet dépasse 5 g/j. Dans le cas de la fabrication ou de la transformation de nickel, la valeur limite de concentration est 2 mg/L.

Concernant la pollution de l'air, la valeur limite de concentration est de 5 mg/m<sup>3</sup> (exprimée en Sb + Cr + Co + Cu + Sn + Mn + Ni + V + Zn) si le flux horaire total d'antimoine, chrome, cobalt, cuivre, étain, manganèse, nickel, vanadium, zinc et de leurs composés dépasse 25 g/h. Si le flux horaire de sulfure et sous-sulfure de nickel, exprimés en Ni dépasse 5 g/h, l'arrêté préfectoral d'autorisation fixe une valeur d'émission. **[17]**

Cet arrêté définit également les conditions de surveillance des émissions dans l'air et dans l'eau (chapitre VII) de la façon suivante **[17]** :

- Air : Si le flux horaire d'antimoine, chrome, cobalt, cuivre, étain, manganèse, nickel, vanadium et zinc, et de leurs composés particuliers et gazeux, dépasse 500 g/h, une mesure journalière des émissions est réalisée sur un prélèvement représentatif effectué en continu (article 59) ;
- Eau : Lorsque les flux journaliers autorisés dépassent 1 kg/j, une mesure journalière est réalisée pour le nickel et ses composés, à partir d'un échantillon prélevé sur une durée de 24 heures proportionnellement au débit (article 60).

Cet arrêté définit également les conditions de surveillance de l'air et des eaux de surface (chapitre IX) **[17]** :

- Les exploitants des installations qui rejettent dans l'atmosphère plus de 500 g/h d'antimoine, chrome, cobalt, cuivre, étain, manganèse, nickel, vanadium, zinc, et leurs composés (exprimés en Sb + Cr + Co + Cu + Sn + Mn + Ni + V + Zn) assurent une surveillance de la qualité de l'air ou des retombées (pour les poussières) (dans le cas d'installations de combustion consommant du fuel lourd cette valeur est portée à 2 000 g/h) (article 63) ;
- Lorsque le rejet s'effectue dans un cours d'eau et qu'il dépasse 10 kg/j de chrome, cuivre, étain, manganèse, nickel et plomb, et leurs composés (exprimés en Cr + Cu + Sn + Mn + Ni + Pb), l'exploitant réalise ou fait réaliser des prélèvements en aval de son rejet en s'assurant qu'il y ait un bon mélange de son effluent avec les eaux du cours d'eau et fait des mesures des différents polluants rejetés en quantité notable par son installation à une fréquence au moins mensuelle. **[17]**

L'arrêté du 20/09/02 modifié relatif aux installations d'incinération et de co-incinération de déchets dangereux **[21]** impose la valeur limite suivante :

- Dans les rejets atmosphériques : Total des métaux lourds (Sb + As + Pb + Cr + Co + Cu + Mn + Ni + V) : 0,5 mg/m<sup>3</sup>. Cette somme comprend le nickel et ses composés, exprimé en nickel (Ni) ;
- Dans les effluent aqueux issus des installations : Nickel et ses composés, exprimés en nickel (Ni) : 0,5 mg/L.

L'arrêté du 20/09/02 relatif aux installations d'incinération et de co-incinération de déchets non dangereux et aux installations incinérant des déchets d'activités de soins à risques infectieux **[22]** impose la valeur limite suivante :

- Dans les rejets atmosphériques : Total des métaux lourds (Sb + As + Pb + Cr + Co + Cu + Mn + Ni + V) : 0,5 mg/m<sup>3</sup>. Cette somme comprend le nickel et ses composés, exprimé en nickel (Ni) ;

- Dans les effluent aqueux issus des installations : Nickel et ses composés, exprimés en nickel (Ni) : 0,5 mg/L.

Selon l'arrêté du 30/12/02 modifié relatif au stockage de déchets dangereux [23], les déchets pourront être admis s'ils respectent le seuil ci-dessous portant sur la fraction extraite de l'éluat, exprimée en mg/kg de déchet stabilisé sec : Ni < 40 mg/kg.

Cet arrêté fixe également une valeur limite sur le rejet des eaux stockées dans le bassin tampon qui regroupe les eaux de ruissellement. En effet, ce rejet doit respecter des objectifs de qualité du milieu naturel, qui est pour les métaux totaux (somme des concentrations en masse par litre des éléments suivants : Pb, Cu, Cr, Ni, Zn, Mn, Sn, Cd, Hg, Fe, Al) : < 15 mg/L. [33]

Cette limite est également celle imposée par l'arrêté du 09/09/97 modifié relatif aux installations de stockage de "déchets non dangereux" [24] pour les métaux totaux dans les rejets d'effluents liquides dans le milieu naturel.

L'arrêté du 28/10/10 relatif aux installations de stockage de déchets inertes [25] impose de réaliser un essai de lixiviation et une analyse du contenu total lors de la procédure d'acceptation préalable de tout déchet inerte ne faisant pas partie de la liste des déchets admissibles de l'annexe I du même arrêté. Parmi les paramètres à analyser lors de l'analyse du contenu total, le nickel doit respecter la valeur limite de 0,4 mg/kg de déchet sec.

### 3.2. Valeurs de référence

Aucune valeur limite d'exposition professionnelle (VLEP) réglementaire contraignante n'a été établie en France pour le nickel et ses composés.

Une valeur limite indicative dans l'air des locaux de travail a été établie en France pour le nickel et ses oxydes [4] :

- Pour une exposition moyenne pondérée sur 8 heures (VME) : 1 mg/m<sup>3</sup> (en Ni).

Une valeur limite indicative dans l'air des locaux de travail a été établie en France pour le sulfure de nickel [26] :

- Pour une exposition moyenne pondérée sur 8 heures (VME) : 1 mg/m<sup>3</sup> (en Ni).

Etant donné qu'il n'existe pas actuellement de VLEP réglementaire pour le nickel, aucun rapport d'expertise français ayant amené à la recommandation de ces VLEP indicatives n'est disponible.

Le Scientific Committee on Occupational Exposure Limit (SCOEL) élabore les VLEP au niveau européen. D'après son rapport « Recommendation from the Scientific Committee on Occupational Exposure Limits for nickel and inorganic nickel compounds » (2011) [27], le SCOEL établit :

- la VLEP<sup>66</sup> sur 8 heures suivante pour le nickel métallique et ses composés insolubles : 0,005 mg/m<sup>3</sup> (fraction respirable) ;
- la VLEP sur 8 heures suivante pour les composés solubles et insolubles (nickel métallique exclu) : 0,01 mg/m<sup>3</sup> (fraction inhalable).

La définition de ces VLEP est basée sur la protection contre les effets non-cancérogènes des composés sur les poumons (inflammation chronique), ainsi que sur la protection contre les effets cancérogènes du nickel, intégrant le mode d'action indirect de la génotoxicité du composé.

---

<sup>66</sup> 8-hours occupational exposure limit (OEL)

### 3.3. Normes relatives à l'analyse dans l'air

Les références des normes relatives à l'analyse dans l'air du nickel sont présentées dans le tableau suivant :

**Tableau 82 : Normes relatives à l'analyse du nickel dans l'air**

Source	Référence méthode / norme
Fiches Métropol de l'INRS [28]	Fiche Métropol 003/V01. Métaux - Métalloïdes. 04/2008.
Normes AFNOR spécifiques [29]	<p>NF EN 14902 (Décembre 2005) Qualité de l'air ambiant - Méthode normalisée pour la mesure du plomb, cadmium, de l'arsenic et du nickel dans la fraction MP10 de la matière particulaire en suspension.</p> <p>NF EN 15841 (Janvier 2010) Qualité de l'air ambiant - Méthode normalisée pour la détermination des dépôts d'arsenic, de cadmium, de nickel et de plomb.</p> <p>NF EN 14385 (Mai 2004) Émissions de sources fixes - Détermination de l'émission totale de As, Cd, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, Pb, Sb, Tl et V.</p> <p>NF ISO 30011 (Décembre 2010) Air des lieux de travail - Détermination des métaux et métalloïdes dans les particules en suspension dans l'air par spectrométrie de masse avec plasma à couplage inductif.</p> <p>NF EN 13890 (Novembre 2009) Exposition sur les lieux de travail - Procédures pour le mesurage des métaux et métalloïdes dans les particules en suspension dans l'air - Exigences et méthodes d'essai.</p>
Méthodes NIOSH [30]	<p>Méthode 7300 : « Elements by ICP (Nitric/Perchloric Acid Ashing) ». Issue 3, 15 mars 2003.</p> <p>Méthode 7301 : « Elements by ICP (Aqua Regia Ashing) ». Issue 1, 15 mars 2003.</p> <p>Méthode 7303 : « Elements by ICP (Hot Block/HCl/HNO<sub>3</sub> Digestion) ». Issue 1, 15 mars 2003.</p> <p>Méthode 9102 : « Elements on wipes ». Issue 1, 15 mars 2003.</p> <p>Méthode 6007 : « Nickel Carbonyl ». Issue 2, 15 août 1994.</p>
Méthodes OSHA [31]	<p>Méthode 1006 : Arsenic, Cadmium, Cobalt, Copper, Lead, and Nickel. Janvier 2005.</p> <p>Méthode ID121 : Metal &amp; Metalloid Particulates In Workplace Atmospheres (Atomic Absorption). Révision : Février 2002.</p> <p>Méthode ID125G : Metal and Metalloid Particulates in Workplace Atmospheres (ICP Analysis). Révision : Septembre 2002.</p>



### 3.4. EPI pour l'exposition par inhalation

La norme NF EN 529<sup>67</sup> définit les facteurs de protection pour chaque type d'appareil de protection respiratoire (annexe C de la norme).

Pour les composés du nickel, le type de protection respiratoire adapté est un filtre EN143 de type P3 (aérosols solides et/ou liquides toxiques). [32].

## 4. Production et consommation de la substance

### 4.1. Nickel

L'OCDE (Organisation de Coopération et de Développement Economiques) classe le nickel comme produit chimique HPV (High Production Volume) [33] : il est donc fabriqué ou importé à raison d'au moins 1 000 tonnes par an dans l'Union Européenne, et ce par au moins un état membre.

D'après le Nickel Institute [34], la France est un important producteur de nickel avec ses mines et raffineries situées en Nouvelle Calédonie. Environ 1,4 million de tonnes de Nickel sont produites et consommées chaque année dans le monde [34].

Selon la Société Française de Chimie [35], la production a été, en 2007, de 110 000 tonnes de nickel contenu à partir de 7,5 millions de tonnes de minerai. Les exportations de minerai ont été de 4 millions de tonnes.

Selon l'inventaire CMR de l'INRS (2005), la consommation française annuelle de nickel était d'environ 8 000 tonnes en 2005 [1]. Selon la Société Française de Chimie, elle était de 30 500 tonnes cette même année [35].

L'inventaire CMR réalisé en 2005 par l'INRS, auprès d'un échantillon représentatif de 2 000 établissements appartenant à 30 secteurs d'activité primaires, indique que la consommation française de nickel par secteur d'activité était la suivante :

**Tableau 83 : Consommation de nickel en fonction des secteurs d'activité [1]**

Secteurs d'activité	% de la consommation annuelle française en 2005
Sidérurgie	54,3%
Fonderie	24,59%
Fabrication d'accumulateurs et de piles électriques	12,31%
Production de Métaux non Ferreux	4,59%
Mécanique Générale	4,02%
Traitement et revêtement des métaux	0,2%
Raffinage de pétrole	<0,1%
Fabrication de composants électroniques actifs	0% (0,05t/an)

<sup>67</sup> Appareil de protection respiratoire – Recommandations pour le choix, l'utilisation, l'entretien et la maintenance – Guide.

## 4.2. Dioxyde de nickel

L'OCDE (Organisation de Coopération et de Développement Economiques) ne classe pas le dioxyde de nickel comme produit chimique HPV (High Production Volume) ou LPV (Low Production Volume) [42].

Selon l'inventaire CMR de l'INRS (2005), la consommation française annuelle de dioxyde de nickel était d'environ 1 000 tonnes en 2005. [1]

L'inventaire CMR réalisé en 2005 par l'INRS, auprès d'un échantillon représentatif de 2 000 établissements appartenant à 30 secteurs d'activité primaires, indique que la consommation française de dioxyde de nickel par secteur d'activité était la suivante :

**Tableau 84 : Consommation de dioxyde de nickel en fonction des secteurs d'activité [1]**

Secteurs d'activité	% de la consommation annuelle française en 2005
Fabrication d'accumulateurs et de piles électriques	95,33%
Fabrication d'autres produits chimiques organiques de base	4,67%

## 4.3. Monoxyde de nickel

L'OCDE (Organisation de Coopération et de Développement Economiques) classe le monoxyde de nickel comme produit chimique HPV (High Production Volume) [42] : il est donc fabriqué ou importé à raison d'au moins 1 000 tonnes par an dans l'Union Européenne, et ce par au moins un état membre.

Selon l'inventaire CMR de l'INRS (2005), la consommation française annuelle de monoxyde de nickel était d'environ 100 tonnes en 2005. [1]

L'inventaire CMR réalisé en 2005 par l'INRS, auprès d'un échantillon représentatif de 2 000 établissements appartenant à 30 secteurs d'activité primaires, indique que la consommation française de monoxyde de nickel par secteur d'activité était la suivante :

**Tableau 85 : Consommation de monoxyde de nickel en fonction des secteurs d'activité [1]**

Secteurs d'activité	% de la consommation annuelle française en 2005
Raffinage de pétrole	99,9%
Production de Métaux non Ferreux	<0,1%

## 4.4. Sulfure de nickel

L'OCDE (Organisation de Coopération et de Développement Economiques) classe le sulfure de nickel comme produit chimique LPV (Low Production Volume) [36] : il est donc produit ou importé à raison de plus de 10 t/an, mais moins de 1 000 t/an dans l'Union Européenne.

Selon l'inventaire CMR de l'INRS (2005), la consommation française annuelle de sulfure de nickel était d'environ 100 tonnes en 2005. [1]

L'inventaire CMR réalisé en 2005 par l'INRS, auprès d'un échantillon représentatif de 2 000 établissements appartenant à 30 secteurs d'activité primaires, indique que la consommation française de sulfure de nickel par secteur d'activité était la suivante :

Tableau 86 : Consommation de sulfure de nickel en fonction des secteurs d'activité [1]

Secteurs d'activité	% de la consommation annuelle française en 2005
Raffinage de pétrole	99,9%
Fabrication de composants électroniques actifs	<0,1%

## 5. Utilisations de la substance

Selon l'INERIS, les applications du nickel à l'état pur sont beaucoup moins importantes que celles sous forme d'alliage avec d'autres composants. Ainsi, le nickel est utilisé pour la fabrication de plus de 300 000 produits repartis entre les secteurs industriels, militaires, des transports, de la marine, de l'architecture et des produits destinés au public [7]. A noter que l'industrie automobile représente de 6 à 8% de la consommation de Ni dans le monde [35].

La figure ci-dessous présente la répartition de la consommation mondiale de nickel par secteur (d'après Eramet, 2005) [7] :

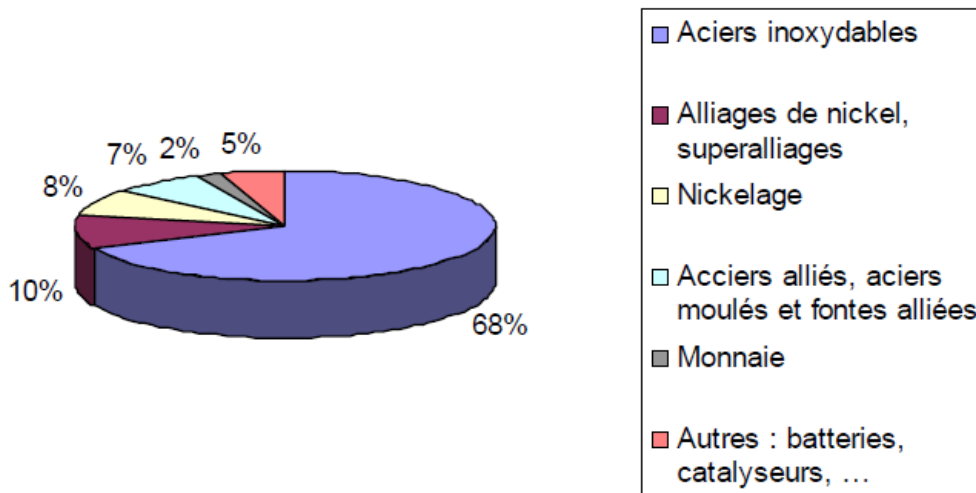


Figure 2 : Répartition de la consommation mondiale de nickel primaire par secteur

### 5.1. Fabrication d'alliages

Le **nickel** est essentiellement utilisé dans la production d'aciers inoxydables et d'autres aciers spéciaux, dans lesquels il améliore les propriétés mécaniques, ainsi que la résistance à la corrosion et à la chaleur. [1] [4] [7] [35] [37]

Il intervient également avec le cuivre, le chrome, l'aluminium, le molybdène, dans la préparation d'alliages non ferreux, notamment pour la fabrication de pièces de monnaie, d'outils, d'ustensiles de cuisine et de ménage. [4]

Le **nickel** est également utilisé dans la production des superalliages, qui sont des alliages résistant mécaniquement et chimiquement à haute température. Ils sont à la base du développement des turboréacteurs utilisés en aéronautique. [35]

## 5.2. Traitement et revêtement de surfaces

Le **nickel** possède comme qualité d'être inoxydable à l'air dans des conditions normales et d'offrir un bel éclat. Il est donc utilisé pour les opérations de nickelage des métaux. Cette opération a lieu selon deux méthodes : électrolytique ou chimique : [4] [7] [35]

- Nickelage par électrolyse (méthode la plus courante) : La pièce à revêtir constitue la cathode, l'anode est formée de "carrés" de nickel pur placés dans des paniers en titane. La solution du bain d'électrolyse contient du sulfate et du chlorure de  $\text{Ni}^{2+}$  ;
- Nickelage par réduction chimique : les pièces à revêtir sont immergées dans une solution d'ions  $\text{Ni}^{2+}$  contenant un réducteur (hypophosphite de  $\text{Na}^+$  ou borohydrures).

## 5.3. Industrie chimique

Le **nickel** est utilisé dans l'industrie chimique, comme catalyseur (notamment les catalyseurs nickel-aluminium) employé en chimie organique pour [1] [4] [7] [37] :

- l'hydrogénation d'huiles et de graisses,
- la désulfuration de produits pétroliers,
- la polymérisation ou la décomposition d'hydrocarbures,
- la réduction d'oxydes d'azote,
- la production d'engrais, de pesticides et de fongicides, etc.

Ces catalyseurs ne contiennent que quelques pourcents de nickel. [1]

Le **monoxyde de nickel** est également utilisé dans la fabrication de catalyseurs, par exemple pour le vaporeformage du naphta. Ces catalyseurs ne contiennent que quelques pourcents de monoxyde de nickel. [1] [4]

Le **sulfure de nickel** est lui aussi utilisé dans la fabrication de catalyseurs, par exemple l'hydrogénation des composés soufrés. [1]

## 5.4. Fabrication d'accumulateurs électriques

### 5.4.1. Batteries cadmium-nickel

Le **nickel** est utilisé dans la fabrication de batteries alcalines nickel-cadmium. [4] [7] [37]

Dans le domaine des accumulateurs (piles rechargeables) Ni-Cd, la matière constituant l'anode est un mélange pulvérulent d'hydroxyde de nickel et de graphite. Celle de la cathode, du cadmium avec 20 à 25% de fer. Les matières actives sont placées dans des pochettes en acier nickelé perforées. [7]

L'emploi du couple Ni-Cd subsiste pour des piles et batteries rechargeables grand public, mais est désormais marginal pour des batteries de téléphones mobiles et d'ordinateurs portables. En revanche, leur emploi reste important pour les outils portables. [7]

Les applications grand public sont en décroissance rapide, alors que les applications industrielles (ferroviaire, aviation, véhicules électriques) se maintiennent. Les accumulateurs Ni-Cd ne représentent cependant que 2% des accumulateurs industriels, leur immense majorité étant au plomb. [7]

### 5.4.2. Batteries nickel-fer

L'accumulateur nickel-fer a des performances spécifiques et une durée de vie comparables à celles du couple nickel-cadmium, mais il est pénalisé par un rendement de charge faible, une autodécharge

importante et un comportement médiocre à basse température. Par contre, le fer est un matériau plus pratique d'emploi que le cadmium du fait de son faible prix et de son absence de toxicité. [7]

Dans cette situation contrastée, le développement de l'accumulateur nickel-fer a été lent et limité à quelques pays, dont les États-Unis, tandis que ses applications se sont longtemps identifiées à celles du nickel-cadmium (stationnaire, installations de secours et d'alarme, traction lourde...). Elles se sont étendues, quelques années durant, de façon limitée, au véhicule électrique. Aujourd'hui, ce type d'accumulateur n'a plus les faveurs des acteurs influents du domaine. [7]

#### **5.4.3. Batteries nickel-hydrure métallique**

L'accumulateur nickel-hydrure métallique est habituellement désigné par le symbole Ni-MH. Un gain significatif en énergie volumique favorise le développement du système Ni-MH au détriment du système Ni-Cd. Cela étant, l'accumulateur Ni-MH est le siège d'une autodécharge et est médiocrement adapté aux régimes rapides en charge comme en décharge. Par contre, l'accumulateur Ni-MH fait beaucoup mieux en régime impulsif (utile dans le domaine du véhicule hybride). [7]

Dans le domaine des équipements autonomes ou portables, les accumulateurs Ni-MH, après avoir dépassé, aussi bien en nombre d'unités qu'en capacité globale, les accumulateurs Ni-Cd, sont aujourd'hui en perte de vitesse devant le Li-ion. [7]

#### **5.4.4. Batteries nickel-zinc**

Le **dioxyde de nickel** est utilisé dans la fabrication de batteries alcalines nickel-zinc. [1]

Une société a récemment mis en service une unité pilote de production de batteries nickel-zinc. Bien que la composition de ce type de batterie reste confidentielle, l'évolution du marché ainsi que les qualités affichées par le producteur (Performances approchant celle de batteries lithium pour un coût inférieur) suggèrent de suivre l'évolution de ce type de batteries dans les années à venir. [7]

### **5.5. Fabrication de pigments, peintures, colorants**

Le **monoxyde de nickel** et autres **oxydes de nickel** sont employés comme pigments pour la coloration du verre et dans les peintures pour faïence ou porcelaine. [4] [37] [38] [39]

Le **nickel** est aussi utilisé pour la fabrication de pigments minéraux pour émaux et céramiques [4] [37].

### **5.6. Usages divers**

Le **nickel** est aussi utilisé pour la fabrication de noyaux magnétiques (aimants, ferrite) [4] [37]. Il est également employé minoritairement dans les secteurs de la fabrication [7] :

- de réacteurs et turbines d'avions,
- de structures de véhicules (tels que les trains, avions, métros, ...),
- de métaux à mémoire de forme,
- d'équipements pour la cuisine et la salle de bain,
- d'équipements pour les industries pétrochimiques et pharmaceutiques,
- d'instruments médicaux,
- de CD/DVD.

Le **monoxyde de nickel** est également utilisé dans la fabrication de sels de nickel et de ferrite. [4]

## 5.7. Etat des lieux de la substitution de la substance en France

Selon l'INERIS [7], il y a de nombreuses applications où aucune alternative à l'utilisation de nickel n'est disponible. De plus, le nickel est utilisé en remplacement de certaines applications de substances dangereuses. Par exemple, les batteries NiMH ont été développées comme alternative aux batteries rechargeables NiCd<sup>68</sup>.

De plus, le nickel posséderait des avantages au détriment de ses éventuelles alternatives [7] :

- Prolongation de la durée de vie des équipements de production et des articles dans lesquels il est présent (par le biais d'une augmentation de la résistance à la corrosion et à la chaleur des matériaux) ;
- Facilité de nettoyage (en termes d'élimination de la prolifération bactérienne), notamment dans le milieu médical et dans l'industrie agro-alimentaire ;
- Les propriétés magnétiques particulières conférées aux alliages contenant du nickel facilitent leur tri lors de la récupération d'anciens équipements.

## 6. Le nickel dans les déchets

### 6.1. Déchets contenant du nickel

Selon l'étude des composés CMR dans les déchets dangereux de l'INRS [40], le nickel fait partie des 5 substances CMR les plus fréquemment citées parmi les substances contenues dans les déchets, par les traitants et producteurs de déchets (plus de 20 fois sur 28 traitants et 134 producteurs interrogés). Selon l'enquête réalisée dans le cadre de cette étude, le nickel peut être présent dans les types de déchets suivants :

- Déchets acides, alcalins ou salins,
- Catalyseurs chimiques usés,
- Boues d'effluents industriels,
- Déchets métalliques,
- Déchets de verre<sup>69</sup>,
- Déchets de piles et accumulateurs,
- Résidus de tri,
- Déchets minéraux,
- Résidus d'opérations thermiques.

D'après cette étude et les différentes utilisations identifiées dans la présente fiche, les déchets pouvant contenir du nickel sont classés dans la nomenclature déchets de l'article R541-8 (Annexe II) du Code de l'environnement [41] sous les rubriques suivantes :

---

<sup>68</sup> Cette technologie NiCd est interdite depuis le 1er juillet 2006, suivant la directive européenne 2002/95/CE du parlement européen et du conseil du 27 janvier 2003 relative à la limitation de l'utilisation de certaines substances dangereuses dans les équipements électriques et électroniques (cf. fiche relative au Cadmium)

<sup>69</sup> La présence de nickel dans le verre provient de l'utilisation d'oxydes de nickel pour colorer le verre ([45] Fiche d'aide au repérage FAR 5. Fabrication de verre technique. INRS. 2008)

Tableau 87 : Rubriques des déchets susceptibles de contenir du nickel

N° RUBRIQUE	DECHETS
<b>01</b>	<b>DÉCHETS PROVENANT DE L'EXPLORATION ET DE L'EXPLOITATION DES MINES ET DES CARRIÈRES AINSI QUE DU TRAITEMENT PHYSIQUE ET CHIMIQUE DES MINÉRAUX</b>
<b>01 01</b>	<b>Déchets provenant de l'extraction des minéraux</b>
01 01 01	Déchets provenant de l'extraction des minéraux métallifères
<b>01 03</b>	<b>Déchets provenant de la transformation physique et chimique des minéraux métallifères</b>
01 03 07*	Autres déchets contenant des substances dangereuses provenant de la transformation physique et chimique des minéraux métallifères
<b>05</b>	<b>DÉCHETS PROVENANT DU RAFFINAGE DU PÉTROLE, DE LA PURIFICATION DU GAZ NATUREL ET DU TRAITEMENT PYROLYTIQUE DU CHARBON</b>
<b>05 01</b>	<b>Déchets provenant du raffinage du pétrole</b>
05 01 99	Déchets non spécifiés ailleurs
<b>06</b>	<b>DÉCHETS DES PROCÉDÉS DE LA CHIMIE MINÉRALE</b>
<b>06 03</b>	<b>Déchets provenant de la FFDU de sels et leurs solutions et d'oxydes métalliques</b>
06 03 13*	Sels solides et solutions contenant des métaux lourds
06 03 15*	Oxydes métalliques contenant des métaux lourds
<b>06 04</b>	<b>Déchets contenant des métaux autres que ceux visés à la section 06 03</b>
06 04 05*	Déchets contenant d'autres métaux lourds
<b>06 05</b>	<b>Boues provenant du traitement in situ des effluents</b>
06 05 02*	Boues provenant du traitement in situ des effluents contenant des substances dangereuses
<b>06 11</b>	<b>Déchets provenant de la fabrication des pigments inorganiques et des opacifiants</b>
06 11 99	Déchets non spécifiés ailleurs
<b>08</b>	<b>DÉCHETS PROVENANT DE LA FABRICATION, DE LA FORMULATION, DE LA DISTRIBUTION ET DE L'UTILISATION (FFDU) DE PRODUITS DE REVÊTEMENT (PEINTURES, VERNIS ET ÉMAUX VITRIFIÉS), MASTICS ET ENCRE D'IMPRESSION</b>
<b>08 01</b>	<b>Déchets provenant de la FFDU et du décapage de peintures et vernis</b>
08 01 11*	Déchets de peintures et vernis contenant des solvants organiques ou d'autres substances dangereuses
08 01 13*	Boues provenant de peintures ou vernis contenant des solvants organiques ou autres substances dangereuses
08 01 15*	Boues aqueuses contenant de la peinture ou du vernis contenant des solvants organiques ou autres substances dangereuses
08 01 17*	Déchets provenant du décapage de peintures ou vernis contenant des solvants organiques ou autres substances dangereuses
08 01 19*	Suspensions aqueuses contenant de la peinture ou du vernis contenant des solvants organiques ou autres substances dangereuses
08 01 21*	Déchets de décapants de peintures ou vernis
<b>08 02</b>	<b>Déchets provenant de la FFDU d'autres produits de revêtement (y compris des matériaux céramiques)</b>
08 02 01	Déchets de produits de revêtement en poudre
<b>10</b>	<b>DÉCHETS PROVENANT DE PROCÉDÉS THERMIQUES</b>
<b>10 02</b>	<b>Déchets provenant de l'industrie du fer et de l'acier</b>
10 02 07*	Déchets solides provenant de l'épuration des fumées contenant des substances dangereuses
10 02 13*	Boues et gâteaux de filtration provenant de l'épuration des fumées contenant des substances dangereuses
<b>10 09</b>	<b>Déchets de fonderie de métaux ferreux</b>
10 09 07*	Noyaux et moules de fonderie ayant subi la coulée contenant des substances dangereuses
10 09 09*	Poussières de filtration des fumées contenant des substances dangereuses

N° RUBRIQUE	DECHETS
10 09 11*	Autres fines contenant des substances dangereuses
<b>10 10</b>	<b>Déchets de fonderie de métaux non ferreux</b>
10 10 07*	Noyaux et moules de fonderie ayant subi la coulée contenant des substances dangereuses
10 10 09*	Poussières de filtration des fumées contenant des substances dangereuses
<b>10 11</b>	<b>Déchets provenant de la fabrication du verre et des produits verriers</b>
10 11 09*	Déchets de préparation avant cuisson contenant des substances dangereuses
10 11 11*	Petites particules de déchets de verre et poudre de verre contenant des métaux lourds (par exemple : tubes cathodiques)
10 11 13*	Boues de polissage et de meulage du verre contenant des substances dangereuses
<b>10 12</b>	<b>Déchets provenant de la fabrication des produits en céramique, briques, carrelage et matériaux de construction</b>
10 12 11*	Déchets d'émaillage contenant des métaux lourds
<b>11</b>	<b>DÉCHETS PROVENANT DU TRAITEMENT CHIMIQUE DE SURFACE ET DU REVÊTEMENT DES MÉTAUX ET AUTRES MATÉRIAUX, ET DE L'HYDROMÉTALLURGIE DES MÉTAUX NON FERREUX</b>
<b>11 01</b>	<b>Déchets provenant du traitement chimique de surface et du revêtement des métaux et autres matériaux (par exemple : procédés de galvanisation, de revêtement de zinc, de décapage, de gravure, de phosphatation, de dégraissage alcalin et d'anodisation)</b>
11 01 09*	Boues et gâteaux de filtration contenant des substances dangereuses
11 01 11*	Liquides aqueux de rinçage contenant des substances dangereuses
11 01 98*	Autres déchets contenant des substances dangereuses
<b>11 02</b>	<b>Déchets provenant des procédés hydrométallurgiques des métaux non ferreux</b>
11 02 07*	Autres déchets contenant des substances dangereuses
<b>12</b>	<b>DÉCHETS PROVENANT DE LA MISE EN FORME ET DU TRAITEMENT PHYSIQUE ET MÉCANIQUE DE SURFACE DES MÉTAUX ET MATIÈRES PLASTIQUES</b>
<b>12 01</b>	<b>Déchets provenant de la mise en forme et du traitement mécanique et physique de surface des métaux et matières plastiques</b>
12 01 01	Limaille et chutes de métaux ferreux
12 01 02	Fines et poussières de métaux ferreux
12 01 03	Limaille et chutes de métaux non ferreux
12 01 04	Fines et poussières de métaux non ferreux
12 01 13	Déchets de soudure
12 01 16*	Déchets de grenailage contenant des substances dangereuses
12 01 20*	Déchets de meulage et matériaux de meulage contenant des substances dangereuses
<b>15</b>	<b>EMBALLAGES ET DÉCHETS D'EMBALLAGES, ABSORBANTS, CHIFFONS D'ESSUYAGE, MATÉRIAUX FILTRANTS ET VÊTEMENTS DE PROTECTION NON SPÉCIFIÉS AILLEURS</b>
<b>15 01</b>	<b>Emballages et déchets d'emballages (y compris les déchets d'emballages municipaux collectés séparément)</b>
15 01 04	Emballages métalliques
15 01 07	Emballages en verre
15 01 10*	Emballages contenant des résidus de substances dangereuses ou contaminés par de tels résidus
<b>16</b>	<b>DÉCHETS NON DÉCRITS AILLEURS DANS LA LISTE</b>
<b>16 01</b>	<b>Véhicules hors d'usage de différents moyens de transport (y compris machines tout-terrain) et déchets provenant du démontage de véhicules hors d'usage et de l'entretien de véhicules</b>
16 01 04*	Véhicules hors d'usage
16 01 17	Métaux ferreux
16 01 18	Métaux non ferreux
<b>16 02</b>	<b>Déchets provenant d'équipements électriques ou électroniques</b>



N° RUBRIQUE	DECHETS
16 02 13*	Equipements mis au rebut contenant des composants dangereux (2) autres que ceux visés aux rubriques 16 02 09 à 16 02 12
16 02 15*	Composants dangereux retirés des équipements mis au rebut
<b>16 03</b>	<b>Loupés de fabrication et produits non utilisés</b>
16 03 03*	Déchets d'origine minérale contenant des substances dangereuses
<b>16 06</b>	<b>Piles et accumulateurs</b>
16 06 02*	Accumulateurs Ni-Cd
16 06 04	Piles alcalines
16 06 05	Autres piles et accumulateurs
16 06 06*	Electrolytes de piles et accumulateurs collectés séparément
<b>16 08</b>	<b>Catalyseurs usés</b>
16 08 02*	Catalyseurs usés contenant des métaux ou composés de métaux de transition dangereux
<b>17</b>	<b>DÉCHETS DE CONSTRUCTION ET DE DÉMOLITION (Y COMPRIS DÉBLAIS PROVENANT DE SITES CONTAMINÉS)</b>
<b>17 01</b>	<b>Béton, briques, tuiles et céramiques</b>
17 01 06*	Mélanges ou fractions séparées de béton, briques, tuiles et céramiques contenant des substances dangereuses
<b>17 02</b>	<b>Bois, verre et matières plastiques</b>
17 02 04*	Bois, verre et matières plastiques contenant des substances dangereuses ou contaminés par de telles substances
<b>17 04</b>	<b>Métaux (y compris leurs alliages)</b>
17 04 05	Fer et acier
17 04 07	Métaux en mélange
17 04 10*	Câbles contenant des hydrocarbures, du goudron ou d'autres substances dangereuses
<b>19</b>	<b>DÉCHETS PROVENANT DES INSTALLATIONS DE GESTION DES DÉCHETS, DES STATIONS D'ÉPURATION DES EAUX USÉES HORS SITE ET DE LA PRÉPARATION D'EAU DESTINÉE À LA CONSOMMATION HUMAINE ET D'EAU À USAGE INDUSTRIEL</b>
<b>19 01</b>	<b>Déchets de l'incinération ou de la pyrolyse de déchets</b>
19 01 02	Déchets de déferraillage des mâchefers
19 01 05*	Gâteau de filtration provenant de l'épuration des fumées
19 01 06*	Déchets liquides aqueux de l'épuration des fumées et autres déchets liquides aqueux
19 01 07*	Déchets secs de l'épuration des fumées
19 01 10*	Charbon actif usé provenant de l'épuration des gaz de fumées
19 01 11*	Mâchefers contenant des substances dangereuses
19 01 13*	Cendres volantes contenant des substances dangereuses
19 01 17*	Déchets de pyrolyse contenant des substances dangereuses
<b>19 02</b>	<b>Déchets provenant des traitements physico-chimiques des déchets (y compris déchromatation, décyanuration, neutralisation)</b>
19 02 04*	Déchets prémélangés contenant au moins un déchet dangereux
19 02 05*	Boues provenant des traitements physico-chimiques contenant des substances dangereuses
<b>19 05</b>	<b>Déchets de compostage</b>
19 05 99	Déchets non spécifiés ailleurs
<b>19 07</b>	<b>Lixiviats de décharges</b>
19 07 02*	Lixiviats de décharges contenant des substances dangereuses
<b>19 08</b>	<b>Déchets provenant d'installations de traitement des eaux usées non spécifiés ailleurs</b>
19 08 05	Boues provenant du traitement des eaux usées urbaines
19 08 11*	Boues contenant des substances dangereuses provenant du traitement biologique des eaux usées industrielles
19 08 13*	Boues contenant des substances dangereuses provenant d'autres traitements des eaux usées industrielles
<b>19 10</b>	<b>Déchets provenant du broyage de déchets contenant des métaux</b>

N° RUBRIQUE	DECHETS
19 10 01	Déchets de fer ou d'acier
19 10 02	Déchets de métaux non ferreux
19 10 03*	Fraction légère des résidus de broyage et poussières contenant des substances dangereuses
19 10 05*	Autres fractions contenant des substances dangereuses
<b>19 12</b>	<b>Déchets provenant du traitement mécanique des déchets (par exemple : tri, broyage, compactage, granulation) non spécifiés ailleurs</b>
19 12 02	Métaux ferreux
19 12 03	Métaux non ferreux
19 12 05	Verre
19 12 11*	Autres déchets (y compris mélanges) provenant du traitement mécanique des déchets contenant des substances dangereuses
<b>20</b>	<b>DÉCHETS MUNICIPAUX (DÉCHETS MÉNAGERS ET DÉCHETS ASSIMILÉS PROVENANT DES COMMERCES, DES INDUSTRIES ET DES ADMINISTRATIONS), Y COMPRIS LES FRACTIONS COLLECTÉES SÉPARÉMENT</b>
<b>20 01</b>	<b>Fractions collectées séparément</b>
20 01 02	Verre
20 01 27*	Peinture, encres, colles et résines contenant des substances dangereuses
20 01 33*	Piles et accumulateurs visés aux rubriques 16 06 01, 16 06 02 ou 16 06 03, et piles et accumulateurs non triés contenant ces piles
20 01 35*	Equipements électriques et électroniques mis au rebut contenant des composants dangereux (6), autres que ceux visés aux rubriques 20 01 21 et 20 01 23
20 01 40	Métaux

(2) Par composants dangereux provenant d'équipements électriques et électroniques, on entend notamment des piles et accumulateurs visés à la section 16 06 et considérés comme dangereux, des commutateurs au mercure, du verre provenant de tubes cathodiques et autres verres activés, etc.

(6) Par composants dangereux provenant d'équipements électriques et électroniques, on entend notamment des piles et accumulateurs visés à la section 16 06 et considérés comme dangereux, des commutateurs au mercure, du verre provenant de tubes cathodiques et autres verres activés, etc.

## 6.2. Flux du nickel dans les déchets

D'après la dernière campagne nationale de caractérisation des ordures ménagères (MODECOM) menée par l'ADEME en 2007, le nickel est présent à hauteur de 20 mg/kg sur sec dans les ordures ménagères (48 mg/kg en 1993).

En Allemagne, des concentrations en nickel comprises entre 30 et 50 mg/kg de matière sèche ont été rapportées dans les déchets urbains (S. Bicocchi *et al.*, 2009). La teneur moyenne en nickel dans les ordures ménagères donnée est de 16 g/t. [42]

Selon l'étude FNADE-MEDD réalisée en 2002 sur les risques non microbiologiques associés au compostage des déchets, le nickel fait partie des éléments traces métalliques présents en fortes concentrations dans les métaux ferreux (alliages) [43]. Le nickel fait partie des éléments les plus représentés dans les boues résiduaires urbaines. [49] [41]

Des travaux réalisés en France par le Cemagref (Morvan *et al.*, 1995) et à l'étranger (Tammaddon *et al.*, 1993 ; Cornelissen *et al.*, 1993) montrent que les éléments traces métalliques sont présents le plus souvent à l'état de traces dans tous les déchets compostables, [41]

### 6.3. Formation du nickel lors du traitement des déchets

#### 6.3.1. Incinération des déchets

Différents métaux sous formes gazeuse ou solide (à l'état d'oxydes, de sels ou de corps purs) peuvent être entraînés dans les fumées ou se retrouver, pour l'essentiel, dans les cendres recueillies à la sortie de la chambre de combustion des unités d'incinération. Le nickel fait partie des polluants émis dans les fumées des unités d'incinération. [44] [45]

Le nickel est également piégé dans les mâchefers. [45]

De façon générale, les métaux lourds contenus dans les déchets subissent, sous l'effet de la température, des réactions d'oxydation et autres réactions avec l'acide chlorhydrique et les oxydes de soufre pour former : [49]

- Des halogénures (chlorures, fluorures, bromures, iodures) du métal considéré,
- Des oxydes métalliques,
- Des sulfates et sulfures métalliques,
- Des dérivés organiques (produits d'une combustion incomplète).

Ces composés volatils peuvent se retrouver tels quels dans les fumées, se décomposer sous l'action de la chaleur ou se fixer sur des particules en suspension et des cendres volantes.

Des réactions de réduction par le carbone ou le monoxyde de carbone conduisent également à des émissions du métal sous sa forme élémentaire. [49]

Le nickel fait partie des substances dangereuses émises par les installations d'incinération de déchets, pour lesquels on dispose de peu de données, si ce n'est quelques mesures isolées. Ainsi, des exemples de mesures indiquent des concentrations rencontrées en sortie de traitement, qui sont comprises entre 0,18 et 4 mg/Nm<sup>3</sup>. [49]

#### 6.3.2. Compostage des déchets

Le nickel fait partie des substances formées lors du compostage des déchets (ASTEE, 2006). [46]

- **Nickel dans les composts**

L'étude FNADE-MEDD réalisée en 2002 sur les risques non microbiologiques associés au compostage des déchets rapporte les teneurs mesurées en nickel par différents auteurs dans des composts d'origines diverses. Ces résultats sont présentés dans le tableau suivants [41] :

**Tableau 88 : Teneurs en nickel dans différents composts**

Types de composts	Références	Concentration en Ni (mg/kg MS)
<b>OM Brutes</b>	(Nedey, 2000) (Panay et Gourtope, 2000) (Giusquiani et al., 1995)	17 - 68
<b>FFOM<sup>70</sup></b>	(Mariet, 1996) (Panay et Gourtope, 2000) (Martel, 2000) (ADEME, 2001)	17 - 31
<b>Déchets verts</b>	(Mariet, 1996) (Panay et Gourtope, 2000) ADEME (2001) (Wiert, 1997)	11 - 55
<b>Boues STEP</b>	(Martel, 2000) ADEME (2001)	19,2 - 40
<b>DV + FFOM</b>	(Nedey, 2000)	17 - 48

Cette même étude présente des teneurs en nickel dans les matières compostées tout au long du processus de compostage [41] :

**Tableau 89 : Teneurs en nickel dans les matières compostées tout au long du processus de compostage**

Types de composts	Concentration en Ni ( $\mu\text{g/g MS}$ )
Boues de STEP	19 $\pm$ 2
Déchets verts	37 $\pm$ 4
1 jour	28 $\pm$ 3
45 jours	26 $\pm$ 3
90 jours	28 $\pm$ 3
Compost final	35 $\pm$ 4

Référence : Lazzari et al., 2000

- **Nickel dans les sous-produits liquides**

Selon Tisdell et Breslin (1995), une étude menée sur un compostage d'Ordures Ménagères en andains retournés a montré que plus de 8% du nickel contenu dans les composts d'OM est facilement lixiviable. [41]

Les teneurs en nickel dans les sous-produits liquides par type de compost sont présentés dans le tableau suivant [41] :

**Tableau 90 : Teneurs en nickel dans les sous-produits liquides de différents composts**

Types de composts	Références	Concentration en Ni (mg/L)
<b>OM + Boues de STEP</b>	Desportes et al. (1995)	0,3
<b>Andains couverts (Biodéchets)</b>	Krogmann et Woyczehowski (2000)	0,21
<b>Andains non couverts Biodéchets</b>	Krogmann et Woyczehowski (2000)	0,13

<sup>70</sup> Fraction Fermentescible des Ordures Ménagères

D'après Krogmann et Woyczehowski (2000), les teneurs maximales en nickel mesurées dans les eaux de percolation du compostage d'OM brutes sont de 0,21 mg/L. [41]

- **Nickel dans les biogaz**

Selon l'INERIS [47], des mesures réalisées sur le biogaz d'un centre de tri et compostage indiquent une concentration en nickel s'élevant à 2,9 µg/m<sup>3</sup>.

- **Nickel dans les gaz de process**

Les teneurs dans les eaux de condensation peuvent être représentatives des teneurs en métaux traces aérosolisés dans le gaz de process. [41]

Krogman et Woyczehowski (2000) fournissent des données sur la concentration en métaux traces des eaux évaporées condensées des andains de biodéchets et déchets verts compostés (méthodes de mesures non précisées). Pour le nickel, cette concentration est < 0,04 mg/L.

### 6.3.3. Stockage des déchets

Selon le Guide ASTEE pour l'évaluation du risque sanitaire dans le cadre de l'étude d'impact d'une Installation de Stockage de Déchets Ménagers et Assimilés (2005) (ISDMA) [48], le nickel fait partie des Substances susceptibles d'être émises par les ISDMA. Il fait également partie des substances présentes dans les émissions de torchères à biogaz des ISDMA. Les concentrations en nickel dans le biogaz sont comprises, selon les sources, entre 0,002 et 0,012 mg/m<sup>3</sup> et la concentration donnée pour la sortie de torchère est de 0,014 mg/m<sup>3</sup>.

Les teneurs maximales en nickel mesurées dans les lixiviats sont [54] :

Type de sous-produit liquide	Concentrations maximales	Source
Lixiviats bruts	121 µg/L	InVS 2003
	40 000 µg/L	Agence de l'eau 1995
	13 000 µg/L	ENSP 2002
	170 µg/L	POLDEN + RSD 2003

Selon l'INERIS [53], des mesures réalisées sur le biogaz d'un Centre d'Enfouissement Technique (CET) indiquent une concentration en nickel s'élevant à 2,9 µg/m<sup>3</sup>.

Le rapport « Stockage des déchets et santé publique » (2004), coordonné par l'INVS [49] indique :

- La présence de nickel dans les micropolluants métalliques présents dans le biogaz des centres de stockage de déchets non dangereux. Les concentrations sont inférieures à 10 µg/m<sup>3</sup> ;
- La présence de nickel dans les micropolluants métalliques présents dans les lixiviats de décharge de déchets non dangereux. Les concentrations varient entre 10 et 170 µg/L.

## 6.4. Exposition des travailleurs au nickel

Le nickel fait partie des substances identifiées et mesurées dans l'air ambiant d'installation de compostage dans des concentrations inférieures aux VTR [50].

L'étude FNADE-MEDD réalisée en 2002 sur les risques non microbiologiques associés au compostage des déchets donne une estimation des teneurs en métaux dans l'air d'un site industriel de compostage. Les valeurs concernant le nickel sont présentées ci-après [41] :

- Nickel dans le compost : 0,2 µg/mg MS ;

- Teneurs calculées en poussières métalliques : 1 µg Ni/m<sup>3</sup>.

Une étude de l'INRS sur la caractérisation des risques chimiques potentiels dans quelques filières de traitement des déchets [51] a établi, à partir de la base COLCHIC, la liste des agents chimiques présents dans les filières de traitement des déchets et les niveaux d'exposition auxquels sont soumis les salariés. Cette étude indique que le nickel fait partie des 10 agents les plus mesurés dans le secteur de la récupération de matières métalliques recyclables. Elle précise qu'il s'agit d'une activité polluante et que les niveaux d'exposition mesurés présentent des niveaux s'étalant entre 0,01 et 6,92 mg/m<sup>3</sup>. Plus d'un quart des mesures est supérieure à la VLEP (VME = 1 mg/m<sup>3</sup>) du nickel et que 10% des niveaux d'exposition au nickel sont supérieurs à 4 fois la VLEP.

En ce qui concerne le cas particulier du poste de conduite et de surveillance des installations de broyage et de tri, les niveaux d'exposition s'étendent sur la même plage allant de 0,01 et 6,92 mg/m<sup>3</sup> : plus de 57% des mesures sont supérieures à la VLEP, et 25% des mesures sont supérieures à un peu moins de 4 fois la VLEP. [47]

D'après l'étude relative aux émissions de deux centres de stockage d'ordures ménagères réalisée par Hours *et al* (2000), les concentrations les plus élevées mesurées aux postes de travail sont inférieures à 0,1% de la VME indicative fixée à 1 mg/m<sup>3</sup> en France. Chez les conducteurs BTP, les valeurs de nickel retrouvées sont de une fois et demie jusqu'à deux fois et demie plus élevées que pour les zones urbaines [52]

Dans les installations d'incinération des ordures ménagères, les salariés peuvent être exposés aux fumées contenant du nickel lors de fuites ou autres émanations dans l'installation d'incinération (cf. § 6.4). Les salariés peuvent également être exposés à des poussières contenant du nickel lors de l'élimination des résidus de combustion (mâchefers) et du nettoyage et entretien des installations de combustion. [45]

Une étude récente de l'INRS (2010) sur les risques chimiques et biologiques liés aux activités de compostage [53], rapporte les concentrations suivantes en nickel, mesurées dans l'air de diverses installations de compostage (douze campagnes de mesure dans dix entreprises représentatives par rapport aux types de déchets entrants et au procédé de compostage) :

- Déchets verts : 0,6 et 1,2 µg/m<sup>3</sup>
- Boues : 0,3, 0,5 et 10,7 µg/m<sup>3</sup>
- Bio-déchets : <0,1 µg/m<sup>3</sup>
- Ordures ménagères résiduelles (OMR) : 0,1 et 2,6 µg/m<sup>3</sup>
- Digestat OMR : <0,1 µg/m<sup>3</sup>

Quel que soit le type de compost, les concentrations dans les poussières aéroportées sont faibles.

La base Colchic de l'INRS fournit des données d'exposition dans les ambiances de travail des filières du déchet. Les résultats ont été obtenus à partir des mesures effectuées par les 8 laboratoires interrégionaux de chimie des CRAM/CARSAT et de l'INRS, entre 2001 et 2010. Les résultats sont présentés dans le tableau suivant sans distinction du secteur d'activité concerné (résultats détaillés en **annexe 5-4**).

**Tableau 91 : Extraction de la base de données Colchic – Analyses en nickel**

	Prélèvements individuels			Prélèvements d'ambiance		
	Nombre de mesures	Concentration min	Concentration max	Nombre de mesures	Concentration min	Concentration max
<b>Nickel (µg/m<sup>3</sup>)</b>	192	0,05	180	120	0,03	157,3

Une entreprise spécialisée dans l'incinération des ordures ménagères a fourni des données semi-quantitatives sur les niveaux mesurés en nickel dans les ambiances de travail (données 2002 à 2010). Les résultats sont présentés dans le tableau ci-après.

**Tableau 92 : Données d'exposition en nickel - Incinération d'ordures ménagères**

Activités évaluées:	Incinération			
Nombre de sites évalués	11			
Postes de travail évalués	28			
Liste des molécules étudiées	Nombre de fois recherchées lors des mesures d'exposition professionnelles	Nombre de fois inférieures aux VLEP	Nombre de fois supérieures aux VLEP	Nombre de fois détectées (Valeurs inf + valeurs sup à la VLEP)
Nickel métallique et ses composés	67	29	0	29

Aucun dépassement des VLEP n'a été observé.

## 7. Références bibliographiques

---

1 Règlement (CE) n° 1272/2008 du Parlement européen et du Conseil du 16 décembre 2008 relatif à la classification, à l'étiquetage et à l'emballage des substances et des mélanges, modifiant et abrogeant les directives 67/548/CEE et 1999/45/CE et modifiant le règlement (CE) n° 1907/2006.

2 Base de données Inventaire CMR 2005. INRS. <http://www.inrs.fr/cmr2005>

3 Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques – Nickel et ses dérivés. INERIS. 2006.

4 Liste des Agents Classés par les Monographies du CIRC, Volumes 1–101. <http://monographs.iarc.fr/FR/Classification/index.php>

5 Integrated Risk Information System (IRIS). US-EPA. Nickel. Dernière révision : 05/07/2006. <http://www.epa.gov/iris/subst/0272.htm>

6 Base de données BIOTOX. INRS. Mise à jour : septembre 2010.

7 FT68. Nickel et ses oxydes. INRS. 2009.

8 Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques – Nickel et ses dérivés. INERIS. 2006.

9 Fiche de données technico-économiques sur les substances chimiques en France – Nickel et principaux composés. INERIS. 2006.

10 Arrêté du 07/08/97 modifié relatif aux limitations de mise sur le marché et d'emploi de certains produits contenant des substances dangereuses.

11 Règlement (CE) n° 1907/2006 du Parlement européen et du Conseil du 18 décembre 2006 concernant l'enregistrement, l'évaluation et l'autorisation des substances chimiques, ainsi que les

restrictions applicables à ces substances (REACH), instituant une agence européenne des produits chimiques, modifiant la directive 1999/45/CE et abrogeant le règlement (CEE) n° 793/93 du Conseil et le règlement (CE) n° 1488/94 de la Commission ainsi que la directive 76/769/CEE du Conseil et les directives 91/155/CEE, 93/67/CEE, 93/105/CE et 2000/21/CE de la Commission.

12 Directive du Conseil 76/768/CEE du 27 juillet 1976 modifiée concernant le rapprochement des législations des États membres relatives aux produits cosmétiques.

13 Arrêté du 06 février 2001 modifié fixant la liste des substances qui ne peuvent entrer dans la composition des produits cosmétiques.

14 Règlement n° 1223/2009 du Parlement européen et du Conseil du 30 novembre 2009 relatif aux produits cosmétiques.

15 Directive 2009/48/CE du Parlement Européen et du Conseil du 18 juin 2009 relative à la sécurité des jouets.

16 Arrêté du 24 février 2010 fixant les modalités d'application du décret n° 2010-166 du 22 février 2010 relatif à la sécurité des jouets.

17 Directive 2008/128/CE de la commission du 22 décembre 2008 établissant des critères de pureté spécifiques pour les colorants pouvant être utilisés dans les denrées alimentaires.

18 Directive 2008/84/CE de la commission du 27 août 2008 portant établissement de critères de pureté spécifiques pour les additifs alimentaires autres que les colorants et les édulcorants.

19 Arrêté du 31/01/08 modifié relatif au registre et à la déclaration annuelle des émissions polluantes et des déchets.

20 Arrêté du 02/02/98 modifié relatif aux prélèvements et à la consommation d'eau ainsi qu'aux émissions de toute nature des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation.

21 Arrêté du 20/09/02 modifié relatif aux installations d'incinération et de co-incinération de déchets dangereux.

22 Arrêté du 20/09/02 modifié relatif aux installations d'incinération et de co-incinération de déchets non dangereux et aux installations incinérant des déchets d'activités de soins à risques infectieux.

23 Arrêté du 30/12/02 modifié relatif au stockage de déchets dangereux.

24 Arrêté du 09/09/97 modifié relatif aux installations de stockage de "déchets non dangereux".

25 Arrêté du 28/10/10 relatif aux installations de stockage de déchets inertes.

26 Valeurs limites d'exposition professionnelle aux agents chimiques en France. Aide-mémoire technique. ED 984. INRS. 2007.

27 Recommendation from the Scientific Committee on Occupational Exposure Limits for nickel and inorganic nickel compounds. SCOEL/SUM/85. 2011.

28 Fiche Métropol 003/V01. Métaux - Métalloïdes. 04/2008.

29 Site internet de l'Afnor. Date de consultation : septembre 2011. <http://www.boutique.afnor.org/>



30 NIOSH Manual of Analytical Methods. 3<sup>ème</sup> supplément. 2003.  
<http://www.cdc.gov/niosh/docs/2003-154/>

31 Sampling & Analytical Methods. Occupational Safety & Health Administration (OSHA). Dernière date de mise à jour : 23/03/2010. [http://www.osha.gov/dts/sltc/methods/toc\\_n.html](http://www.osha.gov/dts/sltc/methods/toc_n.html)

32 Fiche pratique de sécurité. Les appareils de protection respiratoire. ED 98. INRS. Octobre 2008.

33 OCDE (Organisation de coopération et de développement économiques). Date de consultation : septembre 2011. <http://webnet.oecd.org/hpv/UI/Search.aspx>

34 Site internet du « Nickel Institute ». Date de consultation : septembre 2011.  
<http://www.nickelinstitute.org/>

35 Données industrielles, économiques, géographiques sur les principaux produits chimiques, métaux et matériaux. Métaux et alliages : Nickel, superalliages. Jean-Louis VIGNES, Gilles ANDRE, Frédéric KAPALA. Société Française de Chimie. 8<sup>ème</sup> édition : 2009. <http://91.121.18.171/sfc/Donnees/acc.htm>

36 ESIS : European chemical Substances Information System. Date de consultation : septembre 2011. <http://esis.jrc.ec.europa.eu/>

37 European Union Risk Assessment Report. Nickel and nickel compounds. Final Report, 2009.

38 Fiche d'aide au repérage FAR 5. Fabrication de verre technique. INRS. Date de mise à jour : 12/06/2008.

39 Fiche d'aide au repérage FAR 14. Faïencerie. INRS. Date de mise à jour : 12/06/2008.

40 Etude des composés CMR dans les déchets dangereux. Alain Chollot. INRS. 2007.

41 Annexe II de l'article R541-8 du Code de l'environnement : LISTE DE DÉCHETS.

42 Les polluants et les techniques d'épuration des fumées. Cas des unités de traitement et de valorisation des déchets. Etat de l'art. Stéphane Biccocchi, Mathieu Boulinguez, Karen Diard. Etude réalisée sous la direction et pour le compte de l'association RECORD. Editions Tec & Doc Lavoisier. 2<sup>e</sup> édition. 2009.

43 Les risques non microbiologiques associés au compostage des déchets. FNADE, Ministère de l'écologie et du développement durable. 19 août 2002.

44 Guide pour l'évaluation du risque sanitaire dans le cadre de l'étude d'impact d'une U.I.O.M. ASTEE. Novembre 2003.

45 Fiche d'aide au repérage FAR 11. Incinération d'ordures ménagères. INRS. Date de mise à jour : 12/06/2008.

46 Guide méthodologique pour l'évaluation du risque sanitaire de l'étude d'impact des installations de compostage soumises à autorisation. ASTEE. Juin 2006.

47 Caractérisation des biogaz – Bibliographie – Mesures sur sites – Rapport final. J. POULLEAU. INERIS. Octobre 2002.

48 Guide pour l'évaluation du risque sanitaire dans le cadre de l'étude d'impact d'une installation de stockage de déchets ménagers et assimilés. Association Scientifique et Technique pour l'Eau et l'Environnement (ASTEE). Février 2005.

49 Stockage des déchets et santé publique. Chapitre 2.1. INVS. Septembre 2004.  
<http://www.invs.sante.fr/publications/2005/dechets/index.html>

50 Faisabilité d'une étude épidémiologique auprès des travailleurs des centres de compostage. Gwladys FRANCOIS. Mémoire de l'Ecole Nationale de la Santé Publique (ENSP). 2005.

51 ND 2271-207-07. Caractérisation des risques chimiques potentiels dans quelques filières de traitement des déchets. Barbara SAVARY, Raymond VINCENT. Cahiers de notes documentaires. INRS. 2<sup>ème</sup> trimestre 2007.

52 Etude des polluants atmosphériques émis dans deux centres de stockage des ordures ménagères ; Caractérisation et mesure des niveaux d'exposition ; Mise au point d'outils de suivi en vue de l'évaluation des risques sanitaires. M. Hours, Ph. Berny. ETUDE N° 99-0654/3A. RECORD, ADEME. Septembre 2001.

53 ND 2336-221-10. Approche des risques chimiques et microbiologiques dans le secteur du compostage. Pascal POIROT, Jérôme GROSJEAN, Nathalie MONTA, Thérèse NICOT, François ZIMMERMANN. INRS. 4<sup>ème</sup> trimestre 2010.

**FICHE FILIÈRE DU N-HEXANE**

## 1. Fiche identité de la substance

Tableau 93 : Caractéristiques du n-hexane

IDENTIFICATION DE LA SUBSTANCE	
Numéros CAS	110-54-3
Numéro CE (EINECS, ELINCS, NLP)	203-777-6
Nom	n-hexane
Synonymes	Hexane normal Hexane
Famille chimique	Alcanes
Formule brute	C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>
Formule semi-développée	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>
Catégorie de classement de la substance	<p><b>Classement selon le règlement CLP (N°1272/2008 - Annexe VI) [1] :</b> Repr. 2 (H361f)</p> <p><b>Classement selon le CIRC [2] :</b> Non classé</p> <p><b>Classement selon l'US-EPA [3] :</b> Non classé</p> <p><b>VLEP réglementaire contraignante (article R4412-149 du code du travail) :</b> VLEP (8h) : 20 ppm soit 72 mg/m<sup>3</sup></p>
Tension vapeur	16 000 Pa à 20°C [4]
Indicateur biologique d'exposition [5]	<p>n-hexane sanguin : Valeur-Guide Française : non déterminée</p> <p>n-hexane urinaire : Valeur-Guide Française : non déterminée</p>
Fiche INRS	FT113 : Hexane. 2008 [4]
Fiche INERIS	Sans objet

## 2. Toxicité de la substance

### 2.1. Toxicité en exposition aiguë

Une exposition à de fortes concentrations de vapeurs de n-hexane (> 1 000 ppm) agit sur le système nerveux central, provoquant les symptômes suivants : [4]

- Etat euphorique avec sensation d'ébriété,
- Somnolence avec céphalées,
- Vertiges,
- Nausées,
- Irritation des yeux et des muqueuses respiratoires.

En cas d'ingestion avec inhalation bronchique du solvant, une pneumopathie peut survenir avec détresse respiratoire. [4]

### 2.2. Toxicité en exposition chronique

L'exposition chronique au n-hexane affecte la santé humaine à plusieurs niveaux [4] :

1. Atteintes du système nerveux : Les intoxications graves au n-hexane peuvent provoquer une dégénérescence des systèmes périphériques et centraux, qui se traduit par :
  - des polynévrites périphériques sensitivo-motrices débutant par des troubles sensitifs puis moteurs, avec, dans les cas les plus sévères, une atteinte du système nerveux central (avec dysarthrie, incoordination de la démarche, troubles de la vision) ;
  - des troubles mentaux organiques (neuro-comportementaux et cognitifs) en cas d'exposition à de fortes concentrations ;
2. Atteintes cutanées : comme la plupart des solvants, l'hexane peut provoquer des dermatoses d'irritation par contacts répétés ou prolongés ;
3. Effets cancérogènes, effets sur la reproduction : on ne dispose pas de données sur le risque cancérogène ou sur la reproduction chez l'homme. Les études de toxicité expérimentale montrent que le n-hexane est toxique pour les cellules germinales du rat mâle, embryotoxique chez la souris mais pas tératogène.

## 3. Réglementation

### 3.1. Textes réglementaires relatifs à la substance

#### 3.1.1. Textes relatifs à l'utilisation de la substance

##### ➤ Denrées alimentaires

La directive n° 2009/32/CE du 23/04/09 relative au rapprochement des législations des Etats membres concernant les solvants d'extraction utilisés dans la fabrication des denrées alimentaires et de leurs ingrédients [6], retranscrite en droit français par l'arrêté du 27 août 2009 relatif aux solvants d'extraction utilisés dans la fabrication des arômes [7], autorise l'utilisation de n-hexane<sup>71</sup> comme solvant d'extraction pour le traitement de matières premières, de denrées alimentaires, de composants de denrées alimentaires ou d'ingrédients de denrées alimentaires dans les conditions suivantes :

---

<sup>71</sup> L'utilisation combinée du n-hexane et de la méthyléthylcétone est interdite.

**Tableau 94 : Conditions d'utilisation du n-hexane pour le traitement de matières premières, de denrées alimentaires, de composants ou d'ingrédients de denrées alimentaires**

Conditions d'utilisation (description succincte de l'extraction)	Résidus maximaux en n-hexane dans les denrées alimentaires ou les ingrédients extraits	Texte à l'origine de la condition d'utilisation
Production ou fractionnement de graisses et d'huiles et production de beurre de cacao	1 mg/kg dans la graisse ou l'huile ou le beurre de cacao	Directive n°2009/32/CE
Préparation de produits à base de protéines dégraissées et de farines dégraissées	10 mg/kg dans la denrée alimentaire contenant le produit à base de protéines dégraissées et les farines dégraissées	Directive n°2009/32/CE
	30 mg/kg dans les produits dégraissés de soja tels que vendus au consommateur final	Directive n°2009/32/CE
Préparation de germes de céréales dégraissées	5 mg/kg dans les germes de céréales dégraissées	Directive n°2009/32/CE
Utilisation en tant que solvant d'extraction dans la préparation des arômes à partir d'arômes naturels	1 mg/kg	Directive n°2009/32/CE et Arrêté du 27 août 2009

#### ➤ **Cosmétiques**

Le n-hexane est réglementé par la Directive du Conseil 76/768/CEE du 27 juillet 1976 modifiée concernant le rapprochement des législations des États membres relatives aux produits cosmétiques [8], et notamment son annexe II, retranscrit en droit Français par l'arrêté du 6 février 2001 modifié fixant la liste des substances qui ne peuvent entrer dans la composition des produits cosmétiques [9]. Cet arrêté interdit la présence de n-hexane dans les produits cosmétiques depuis le 23/02/2001.

Notons que la directive 76/768/CEE ne sera plus applicable à partir du 11 juillet 2013, date à laquelle le Règlement n° 1223/2009 du Parlement européen et du Conseil du 30 novembre 2009 relatif aux produits cosmétiques [10] entrera en vigueur. Ce règlement reprend la même interdiction.

#### ➤ **Résines échangeuses d'ions**

L'arrêté du 29 mai 1997 relatif aux matériaux et objets utilisés dans les installations fixes de production, de traitement et de distribution d'eau destinée à la consommation humaine [11] autorise l'utilisation de n-hexane pour la fabrication de résines échangeuses d'ions utilisées pour le traitement des eaux destinées à la consommation humaine, en tant qu'adjuvant de polymérisation.

#### ➤ **Produits phytopharmaceutiques / Biocides**

Le n-hexane n'est pas cité en annexe I de la directive N°91/414 CEE concernant la mise sur le marché des produits phytopharmaceutiques [12] et n'est donc pas autorisé comme substance active dans ce type de produits. Cette directive a été abrogée par le règlement n° 1107/2009 du 21 octobre 2009 concernant la mise sur le marché des produits phytopharmaceutiques [13]. Elle était valide jusqu'au 13/06/2011.

La directive n°98/8/CE du 16/02/98 du Parlement Européen et du Conseil concernant la mise sur le marché des produits biocides [14], définit les produits biocides comme les substances actives et les préparations contenant une ou plusieurs substances actives qui sont présentées sous la forme dans laquelle elles sont livrées à l'utilisateur, qui sont destinées à détruire, repousser ou rendre inoffensifs les organismes nuisibles, à en prévenir l'action ou à les combattre de toute autre manière, par une action chimique ou biologique. Le n-hexane n'est pas inscrit à l'annexe I de cette directive. Par ailleurs, le n-hexane n'est pas inscrit dans le Règlement n° 1451/2007 du 04/12/07 concernant la seconde phase du programme de travail de dix ans visé à l'article 16, paragraphe 2, de la directive

98/8/CE du Parlement européen et du Conseil concernant la mise sur le marché des produits biocides. Cette substance n'est donc pas autorisée comme substance active dans les produits biocides. [15]

### **3.1.2. Textes relatifs aux valeurs limites d'émission des installations de traitement de déchets**

Les COV non méthaniques font partie de la liste définie dans l'arrêté du 31/01/08 modifié relatif au registre et à la déclaration annuelle des émissions polluantes et des déchets [16], concernant les polluants devant être mentionnés dans le registre des émissions polluantes et des déchets et devant apparaître dans la déclaration annuelle des émissions polluantes et des déchets faite par les exploitants des établissements concernés.

L'arrêté du 02/02/98 relatif aux prélèvements et à la consommation d'eau ainsi qu'aux émissions de toute nature des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation [17] impose les valeurs limites de rejets suivantes pour les émissions de COV des ICPE :

- Si le flux horaire total dépasse 2 kg/h, la valeur limite exprimée en carbone total de la concentration globale de l'ensemble des composés est de 110 mg/m<sup>3</sup>;
- Dans le cas de l'utilisation d'une technique d'oxydation pour l'élimination COV, la valeur limite d'émission en COV exprimée en carbone total est de 20 mg/m<sup>3</sup> ou 50 mg/m<sup>3</sup> si le rendement d'épuration est supérieur à 98%.

L'arrêté du 20/09/02 relatif aux installations d'incinération et de co-incinération de déchets dangereux [18] impose les valeurs limites de rejets suivantes pour les émissions de substances organiques à l'état de gaz ou de vapeur, exprimées en carbone organique total (COT) :

- 10 mg/m<sup>3</sup> en moyenne journalière,
- 20 mg/m<sup>3</sup> en moyenne sur une demi-heure.

L'arrêté du 20/09/02 relatif aux installations d'incinération et de co-incinération de déchets non dangereux et aux installations incinérant des déchets d'activités de soins à risques infectieux [19] impose les valeurs limites de rejets suivantes pour les émissions de substances organiques à l'état de gaz ou de vapeur, exprimées en carbone organique total (COT) :

- 10 mg/m<sup>3</sup> en moyenne journalière,
- 20 mg/m<sup>3</sup> en moyenne sur une demi-heure.

## **3.2. Valeurs de référence**

En France, une VLEP réglementaire contraignante dans l'air des locaux de travail a été établie en France pour le n-hexane (art. R.4412-149 du Code du travail) :

- Pour une exposition de 8h : 20 ppm, soit 72 mg/m<sup>3</sup>.

Le rapport d'expertise ayant amené à la recommandation de cette VLEP française n'est pas disponible.

Au niveau communautaire, la directive 2006/15/CE de la Commission du 7 février 2006 établissant une deuxième liste de valeurs limites indicatives d'exposition professionnelle en application de la directive 98/24/CE du Conseil et portant modification des directives 91/322/CEE et 2000/39/CE [20], fixe pour le n-hexane la valeur limite d'exposition professionnelle suivante :

- Pour une exposition moyenne pondérée sur 8 heures : 20 ppm, soit 72 mg/m<sup>3</sup>.

Le Scientific Committee on Occupational Exposure Limit (SCOEL) élabore les VLEP au niveau européen. D'après son rapport « Recommendation from the Scientific Expert Group<sup>72</sup> on Occupational

<sup>72</sup> Le groupe d'experts européens SEG, constitué en 1990 a été remplacé en 1995 par le SCOEL : Scientific Committee on Occupational Exposure Limit (Comité scientifique en matière de valeurs limites d'exposition professionnelle).

Exposure Limits for n-hexane » (1995) [21], la VLEP recommandée (8 hour TWA<sup>73</sup> : 20 ppm / 72 mg/m<sup>3</sup>) est basée sur les données suivantes :

- Une étude a établi des anomalies électroneuromyographiques sur des travailleurs présentant des concentrations urinaires en 2,5-hexanedione, métabolite du n-hexane, supérieures à 7,5 mg/L en fin de poste (ce qui correspond à une exposition à des concentrations de 70 ppm (250 mg/m<sup>3</sup>) de n-hexane en moyenne sur poste de 8 heures) ;
- Des observations sur les lieux de travail ont rapporté des changements électrophysiologiques à des concentrations atmosphériques comprises entre 50 et 100 ppm de n-hexane (179 à 358 mg/m<sup>3</sup>) ;
- Des observations expérimentales (sur animaux et humains) ont également permis de constater des changements au niveau du système nerveux central dus au n-hexane, ce qui souligne l'importance des effets neurotoxiques du 2,5-hexanedione, métabolite du n-hexane, pour fixer une valeur limite pour le n-hexane.

Ainsi, une concentration atmosphérique de 70 ppm (250 mg/m<sup>3</sup>) est un LOAEL (Lowest Observed Adverse Effect Level) pour les effets sur le système nerveux périphérique. Une incertitude de facteur 2 est parue adaptée pour les effets bénins sur le système nerveux périphérique. En prenant en compte la « preferred value approach », ces données ont abouti à recommander une TWA (Time Weighted Average) sur 8 heures de 20 ppm (72 mg/m<sup>3</sup>).

### 3.3. Normes relatives à l'analyse dans l'air

Les références des normes relatives à l'analyse dans l'air du n-hexane sont présentées dans le tableau suivant :

**Tableau 95 : Normes relatives à l'analyse du n-hexane dans l'air**

Source	Référence méthode / norme
Fiches MétroPol de l'INRS [22] [23]	Fiche MétroPol 055/V01.01. Mélange de vapeurs d'hydrocarbures C6 à C12. 11/2009. Fiche MétroPol C/V01. Prélèvement passif badge GABIE. 10/2007.
Normes AFNOR spécifiques [24]	NF X43-267 (Juillet 2004) Air des lieux de travail. Prélèvement et analyse de vapeurs organiques. Prélèvement par pompage sur tube à adsorption et désorption au solvant.  NF EN ISO 16017 (Partie 1 : Mars 2001 / Partie 2 : Oct 2003) Air intérieur, air ambiant et air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par tube à adsorption/désorption thermique/chromatographie en phase gazeuse sur capillaire.  NF ISO 16200 (Décembre 2001) Qualité de l'air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par désorption au solvant/chromatographie en phase gazeuse.
Méthodes NIOSH [25]	Méthode 2549 : « Volatile organic CPDS (Screening) ». Issue 1, 15 mai 1996. Méthode 1500 : « Hydrocarbons, BP 36-216°C ». Issue 3, 15 mars 2003. Méthode 3800 : « Organic and inorganic gases by extractive FTIR spectrometry ». Issue 1, 15 mars 2003.
Méthodes OSHA [26]	Méthode 07 : Organic Vapors. Mai 2000.

<sup>73</sup> TWA (Time Weighted Average) : Concentration moyenne pondérée dans le temps pour une journée de travail normale de huit heures, cinq jours par semaine (semaine normale de 40 heures) – Correspond à la VME française.



### 3.4. EPI pour l'exposition par inhalation

La norme NF EN 529<sup>74</sup> définit les facteurs de protection pour chaque type d'appareil de protection respiratoire (annexe C de la norme).

Pour les gaz et vapeurs organiques dont le point d'ébullition est supérieur à 65°C, le type de filtre adapté est un filtre à gaz EN 14387/IN1 type A [27].

## 4. Production et consommation de la substance

L'OCDE (Organisation de Coopération et de Développement Economiques) classe le n-hexane comme produit chimique HPV (High Production Volume) [28] : il est donc fabriqué ou importé à raison d'au moins 1 000 tonnes par an dans l'Union Européenne, et ce par au moins un secteur industriel.

Selon l'inventaire CMR de l'INRS (2005), la consommation annuelle française de n-hexane en 2005 était d'environ 3 500 tonnes. [29]

Les principales activités mettant en œuvre du n-hexane sont liées à l'industrie chimique.

L'inventaire CMR réalisé en 2005 par l'INRS, auprès d'un échantillon représentatif de 2 000 établissements appartenant à 30 secteurs d'activité primaires, indique que la consommation française de n-hexane par secteur d'activité était la suivante :

**Tableau 96 : Consommation de n-hexane en fonction des secteurs d'activité [31]**

Secteurs d'activité	% de la consommation annuelle française en 2005
Fabrication de caoutchouc synthétique	72,74%
Fabrication d'huiles essentielles	15,08%
Fabrication de produits chimiques à usage industriel	10,35%
Fabrication d'autres produits chimiques organiques de base	0,3%
Fabrication de médicaments	1,42%
Fabrication d'aliments pour animaux	0,1%
Fabrication de produits agrochimiques	<0,1% (0,154 t/an)
Fabrication d'autres produits pharmaceutiques	<0,1% (0,13 t/an)

## 5. Utilisations de la substance

### 5.1. Industrie du caoutchouc

Le n-Hexane est principalement utilisé en tant que solvant dans la fabrication des polyoléfinés et des caoutchoucs synthétiques [4].

Il est également utilisé comme milieu réactif dans ce secteur [4]. Il sert notamment de solvant dans la réaction de polymérisation du 1,3-butadiène en polybutadiène [31].

<sup>74</sup> Appareil de protection respiratoire – Recommandations pour le choix, l'utilisation, l'entretien et la maintenance – Guide.

## 5.2. Industrie des peintures, encres et colles

Le n-hexane est utilisé dans la formulation de peintures, colles et encres d'imprimerie. [4] [31]

Certaines fiches de données de sécurité ont permis d'identifier différents domaines d'utilisations de produits contenant du n-hexane tels que :

- Primaire d'adhérence utilisé dans la fabrication d'appareillages orthopédiques externes [30],
- Colles pour le bois, le plastique, le caoutchouc et le métal [31] [32],
- Colles pour les photos et travaux d'impression [33].

La teneur en n-hexane dans ces produits est comprise entre 0,5 et 10%.

Le n-hexane peut aussi être utilisé dans des formulations de nettoyeurs pour les encres séchées dans le secteur de l'impression. [34]

## 5.3. Industrie pharmaceutique et phytopharmaceutique

Le n-hexane est utilisé comme solvant dans l'industrie pharmaceutique [4], notamment pour les analyses en HPLC<sup>75</sup> dans les laboratoires de R&D ou de contrôle qualité [31].

Il est également utilisé comme milieu réactif dans ce secteur. [4] [31]

Différentes fiches de données de sécurité ont permis de mettre en évidence l'utilisation du n-hexane dans les formulations d'insecticides [35] [36] [37].

La teneur en n-hexane dans ces produits est inférieure à 3%.

## 5.4. Industrie pétrochimique

Le n-hexane est un constituant de certains carburants et solvants pétroliers, notamment des essences spéciales. [4]

Concernant les essences spéciales, la branche lubrifiant de la société TOTAL propose la gamme HYDROSOL, dont la teneur en n-hexane varie entre 0,03 et 2% [38].

Deux fiches de données de sécurité [39] [40] permettent de connaître la teneur en n-hexane dans les carburants sans plomb 95 et 98. Ceux-ci contiennent moins de 5% de n-hexane.

## 5.5. Industrie du textile, du cuir, de la chaussure et de l'ameublement

L'inventaire CMR 2005 de l'INRS fait état, *via* les informations données par la base COLCHIC, de l'utilisation du n-hexane dans l'industrie du textile, du cuir et de la chaussure et dans l'industrie des meubles en bois [31]. Cependant, aucune source bibliographique française n'a permis de confirmer ces utilisations.

En revanche, des compléments d'informations sont disponibles sur des sources étrangères (CSST, HSDB, ATSDR). Celles-ci précisent que le n-hexane est utilisé comme agent de nettoyage dans l'industrie du textile, du cuir et de la chaussure ainsi que dans l'industrie du meuble [41] [42] [43]. Le n-hexane peut aussi entrer dans les compositions des colles de caoutchouc ou autres adhésifs utilisés notamment pour le cuir [41].

---

<sup>75</sup> HPLC : High Performance Liquid Chromatography (Chromatographie en phase liquide à haute performance)

## 5.6. Industrie du bâtiment

L'inventaire CMR 2005 de l'INRS fait état, *via* les informations données par la base COLCHIC, de l'utilisation du n-hexane dans le secteur de la construction [31]. Cette information est confirmée par l'enquête SUMER 2003 qui précise que ce secteur d'activité est exposé à cette substance [44].

Une source canadienne précise par ailleurs que le n-hexane peut être utilisé dans les formulations de scellant et d'agents d'étanchéité [45].

## 5.7. Industrie du papier et du carton

L'inventaire CMR 2005 de l'INRS fait état, *via* les informations données par la base COLCHIC, de l'utilisation du n-hexane dans l'industrie du papier et du carton [31]. Cette information est confirmée par l'enquête SUMER 2003 qui précise que ce secteur d'activité est exposé à cette substance [44].

Il n'a pas été identifié d'exemple de produits issus de l'industrie du papier et du carton contenant du n-hexane au cours des recherches bibliographiques.

## 5.8. Autres utilisations

Le n-hexane est utilisé comme agent dénaturant pour l'alcool. [4]

Il est également utilisé comme solvant d'extraction des huiles végétales [4], d'arômes et parfums en substitution du benzène [31].

## 5.9. Etat des lieux de la substitution de la substance en France

Le n-hexane n'étant pas classé CMR de catégorie 1A ou 1B, les démarches de substitution telles qu'imposées par l'article R.4412-66 du code du travail ne sont pas obligatoires pour cette substance.

# 6. Le n-hexane dans les déchets

## 6.1. Déchets contenant du n-hexane

Selon l'étude des composés CMR dans les déchets dangereux de l'INRS [46], le n-hexane fait partie des substances CMR les plus fréquemment citées par les traiteurs de déchets, parmi les substances contenues dans les déchets. Selon l'enquête réalisée dans le cadre de cette étude, le n-hexane peut être présent dans les types de déchets suivants :

- Solvants usés,
- Boues d'effluents industriels,
- Déchets métalliques,
- Déchets de verre,
- Déchets de bois,
- Résidus de tri.

D'après les diverses utilisations identifiées dans la présente fiche, les déchets pouvant contenir du n-hexane sont classés dans la nomenclature déchets de l'article R.541-8 (Annexe II) du Code de l'environnement [47] sous les rubriques suivantes :

Tableau 97 : Rubriques des déchets susceptibles de contenir du n-hexane

N° RUBRIQUE	DECHETS
<b>03</b>	<b>DÉCHETS PROVENANT DE LA TRANSFORMATION DU BOIS ET DE LA PRODUCTION DE PANNEAUX ET DE MEUBLES, DE PÂTE À PAPIER, DE PAPIER ET DE CARTON</b>
<b>03 01</b>	<b>Déchets provenant de la transformation du bois et de la fabrication de panneaux et de meubles</b>
03 01 99	Déchets non spécifiés ailleurs
<b>03 03</b>	<b>Déchets provenant de la production et de la transformation de papier, de carton et de pâte à papier</b>
03 03 99	Déchets non spécifiés ailleurs
<b>04</b>	<b>DÉCHETS PROVENANT DES INDUSTRIES DU CUIR, DE LA FOURRURE ET DU TEXTILE</b>
<b>04 01</b>	<b>Déchets provenant de l'industrie du cuir et de la fourrure</b>
04 01 03*	Déchets de dégraissage contenant des solvants sans phase liquide
04 01 07	Boues, notamment provenant du traitement in situ des effluents, sans chrome
<b>04 02</b>	<b>Déchets de l'industrie textile</b>
04 02 14*	Déchets provenant des finitions contenant des solvants organiques
<b>07</b>	<b>DÉCHETS DES PROCÉDÉS DE LA CHIMIE ORGANIQUE</b>
<b>07 01</b>	<b>Déchets provenant de la fabrication, formulation, distribution et utilisation (FFDU) de produits organiques de base</b>
07 01 04*	Autres solvants, liquides de lavage et liqueurs mères organiques
07 01 11*	Boues provenant du traitement in situ des effluents contenant des substances dangereuses
<b>07 02</b>	<b>Déchets provenant de la FFDU de matières plastiques, caoutchouc et fibres synthétiques</b>
07 02 01*	Eaux de lavage et liqueurs mères aqueuses
07 02 03*	Solvants, liquides de lavage et liqueurs mères organiques halogénés
07 02 04*	Autres solvants, liquides de lavage et liqueurs mères organiques
07 02 08*	Autres résidus de réaction et résidus de distillation
07 02 11*	Boues provenant du traitement in situ des effluents contenant des substances dangereuses
07 02 14*	Déchets provenant d'additifs contenant des substances dangereuses
<b>07 05</b>	<b>Déchets provenant de la FFDU des produits pharmaceutiques</b>
07 05 04*	Autres solvants, liquides de lavage et liqueurs mères organiques
07 05 08*	Autres résidus de réaction et résidus de distillation
07 05 11*	Boues provenant du traitement in situ des effluents contenant des substances dangereuses
<b>08</b>	<b>DÉCHETS PROVENANT DE LA FABRICATION, DE LA FORMULATION, DE LA DISTRIBUTION ET DE L'UTILISATION (FFDU) DE PRODUITS DE REVETEMENT (PEINTURES, VERNIS ET ÉMAUX VITRIFIÉS), MASTICS ET ENCRE D'IMPRESSION</b>
<b>08 01</b>	<b>Déchets provenant de la FFDU et du décapage de peintures et vernis</b>
08 01 11*	Déchets de peintures et vernis contenant des solvants organiques ou d'autres substances dangereuses
08 01 13*	Boues provenant de peintures ou vernis contenant des solvants organiques ou autres substances dangereuses
08 01 15*	Boues aqueuses contenant de la peinture ou du vernis contenant des solvants organiques ou autres substances dangereuses
08 01 17*	Déchets provenant du décapage de peintures ou vernis contenant des solvants organiques ou autres substances dangereuses
08 01 19*	Suspensions aqueuses contenant de la peinture ou du vernis contenant des solvants organiques ou autres substances dangereuses
08 01 21*	Déchets de décapants de peintures ou vernis
<b>08 03</b>	<b>Déchets provenant de la FFDU d'encre d'impression</b>
08 03 12*	Déchets d'encre contenant des substances dangereuses
08 03 14*	Boues d'encre contenant des substances dangereuses

N° RUBRIQUE	DECHETS
08 03 17*	Déchets de toner d'impression contenant des substances dangereuses
<b>08 04</b>	<b>Déchets provenant de la FFDU de colles et mastics (y compris produits d'étanchéité)</b>
08 04 09*	Déchets de colles et mastics contenant des solvants organiques ou d'autres substances dangereuses
08 04 11*	Boues de colles et mastics contenant des solvants organiques ou d'autres substances dangereuses
08 04 13*	Boues aqueuses contenant des colles ou mastics contenant des solvants organiques ou d'autres substances dangereuses
08 04 15*	Déchets liquides aqueux contenant des colles ou mastics contenant des solvants organiques ou d'autres substances dangereuses
<b>10</b>	<b>DÉCHETS PROVENANT DE PROCÉDÉS THERMIQUES</b>
<b>10 11</b>	<b>Déchets provenant de la fabrication du verre et des produits verriers</b>
<b>15</b>	<b>EMBALLAGES ET DÉCHETS D'EMBALLAGES, ABSORBANTS, CHIFFONS D'ESSUYAGE, MATÉRIAUX FILTRANTS ET VÊTEMENTS DE PROTECTION NON SPÉCIFIÉS AILLEURS</b>
<b>15 01</b>	<b>Emballages et déchets d'emballages (y compris les déchets d'emballages municipaux collectés séparément)</b>
15 01 04	Emballages métalliques
15 01 07	Emballages en verre
<b>15 02</b>	<b>Absorbants, matériaux filtrants, chiffons d'essuyage et vêtements de protection</b>
15 02 02*	Absorbants, matériaux filtrants (y compris les filtres à huile non spécifiés ailleurs), chiffons d'essuyage et vêtements de protection contaminés par des substances dangereuses
<b>16</b>	<b>DÉCHETS NON DÉCRITS AILLEURS DANS LA LISTE</b>
<b>16 03</b>	<b>Loupés de fabrication et produits non utilisés</b>
16 03 05*	Déchets d'origine organique contenant des substances dangereuses
<b>16 07</b>	<b>Déchets provenant du nettoyage de cuves et fûts de stockage et de transport</b>
16 07 09*	Déchets contenant d'autres substances dangereuses
<b>17</b>	<b>DÉCHETS DE CONSTRUCTION ET DE DÉMOLITION (Y COMPRIS DÉBLAIS PROVENANT DE SITES CONTAMINÉS)</b>
<b>17 02</b>	<b>Bois, verre et matières plastiques</b>
17 02 04*	Bois, verre et matières plastiques contenant des substances dangereuses ou contaminés par de telles substances
<b>17 09</b>	<b>Autres déchets de construction et de démolition</b>
17 09 03*	Autres déchets de construction et de démolition (y compris en mélange) contenant des substances dangereuses
<b>19</b>	<b>DÉCHETS PROVENANT DES INSTALLATIONS DE GESTION DES DÉCHETS, DES STATIONS D'ÉPURATION DES EAUX USÉES HORS SITE ET DE LA PRÉPARATION D'EAU DESTINÉE À LA CONSOMMATION HUMAINE ET D'EAU À USAGE INDUSTRIEL</b>
<b>19 10</b>	<b>Déchets provenant du broyage de déchets contenant des métaux</b>
19 10 01	Déchets de fer ou d'acier
19 10 02	Déchets de métaux non ferreux
<b>19 12</b>	<b>Déchets provenant du traitement mécanique des déchets (par exemple : tri, broyage, compactage, granulation) non spécifiés ailleurs</b>
19 12 02	Métaux ferreux
19 12 03	Métaux non ferreux
19 12 05	Verre
19 12 06*	Bois contenant des substances dangereuses
<b>20</b>	<b>DÉCHETS MUNICIPAUX (DÉCHETS MÉNAGERS ET DÉCHETS ASSIMILÉS PROVENANT DES COMMERCES, DES INDUSTRIES ET DES ADMINISTRATIONS), Y COMPRIS LES FRACTIONS COLLECTÉES SÉPARÉMENT</b>
<b>20 01</b>	<b>Fractions collectées séparément</b>
20 01 02	Verre
20 01 13*	Solvants

N° RUBRIQUE	DECHETS
20 01 27*	Peinture, encres, colles et résines contenant des substances dangereuses
20 01 37*	Bois contenant des substances dangereuses.
20 01 40	Métaux

## 6.2. Flux de n-hexane dans les déchets

Une étude réalisée en 2002 par l'Ecole Nationale de la Santé Publique [48] cite des analyses réalisées en 1994 en Allemagne afin de déterminer les teneurs en micropolluants organiques de six échantillons d'OM brutes fraîches (1 semaine). La valeur maximale mesurée concernant le n-hexane est 0,22 mg/kg MS<sup>76</sup>.

## 6.3. Formation du n-hexane lors du traitement des déchets

### 6.3.1. Incinération des déchets

Selon S. Biccocchi *et al.* (2009) [49], les concentrations des composés organiques émis lors de la combustion des déchets dépendent étroitement des conditions thermiques.

D'après le guide de l'ASTEE (2003), le n-hexane fait partie des COV identifiés dans les émissions d'une UIOM (analyses effectuées en 1996). [50]

### 6.3.2. Compostage des déchets

D'après le guide de l'ASTEE (2006), le n-hexane fait partie des substances émises par une installation de compostage<sup>77</sup>. [51]

Une étude réalisée en 2002 par l'Ecole Nationale de la Santé Publique [48] indique que le n-hexane fait partie des composés qui ont été recensés dans la littérature traitant du compostage durant la phase d'exploitation des installations et pouvant avoir un effet néfaste du point de vue sanitaire.

### 6.3.3. Stockage des déchets

Le rapport « Stockage des déchets et santé publique » (2004), coordonné par l'INVS [52], indique la présence de n-hexane parmi les micropolluants organiques présents à l'état de traces dans le biogaz des centres de stockage de déchets non dangereux, formé lors de la dégradation de la matière organique fermentescible présente dans les déchets. Les concentrations mesurées sont comprises entre 1,2 et 25 mg/m<sup>3</sup> ;

L'INERIS (2002) indique également la présence de n-hexane dans le biogaz émis par les centres d'enfouissement technique (CET), à une concentration de 25 ppmv<sup>78</sup> (d'après une étude menée par l'INSA<sup>79</sup>, 1995). [53]

---

<sup>76</sup> MS : Matière sèche

<sup>77</sup> D'après les résultats de l'étude de ENSP, FNADE, MEDD, Les risques non microbiologiques associés au compostage des déchets, avril 2002 et la revue bibliographique

<sup>78</sup> Partie par million en volume

<sup>79</sup> Institut National des Sciences Appliquées

## 6.4. Exposition des travailleurs au n-hexane

Le n-hexane fait partie des substances identifiées et mesurées dans l'air ambiant d'installation de compostage dans des concentrations supérieures aux VTR [54].

Aucune autre donnée n'a été trouvée dans la littérature sur l'exposition au n-hexane des travailleurs du secteur du déchet.

La base Colchic de l'INRS fournit des données d'exposition dans les ambiances de travail des filières du déchet. Les résultats ont été obtenus à partir des mesures effectuées par les 8 laboratoires interrégionaux de chimie des CRAM/CARSAT et de l'INRS, entre 2001 et 2010. Les résultats sont présentés dans le tableau suivant sans distinction du secteur d'activité concerné (résultats détaillés en **annexe 5-4**).

**Tableau 98 : Extraction de la base de données Colchic – Analyses en n-hexane**

	Prélèvements individuels			Prélèvements d'ambiance		
	Nombre de mesures	Concentration min	Concentration max	Nombre de mesures	Concentration min	Concentration max
<b>n-hexane (mg/m<sup>3</sup>)</b>	7	0,11	2,88	14	0,02	5,51

Une entreprise spécialisée dans le traitement des déchets spéciaux a fourni des données semi-quantitatives sur les niveaux mesurés en n-hexane dans les ambiances de travail. Les résultats sont présentés dans le tableau ci-après.

**Tableau 99 : Données d'exposition en n-hexane - Traitement des déchets spéciaux<sup>80</sup>**

Activités évaluées	Nombre de sites évalués	Postes de travail évalués	Nombre de fois recherchées lors des mesures d'exposition professionnelles	Nombre de fois inférieures aux VLEP	Nombre de fois supérieures aux VLEP	Nombre de fois détectées (Valeurs inf + valeurs sup à la VLEP)
Incinération	5	Tous postes confondus	77	8	0	8
Traitement biologique	5	Tous postes confondus	10	0	0	0
Traitement physico-chimique	6	Tous postes confondus	11	2	0	2
Valorisation solvants et hydrocarbures	8	Tous postes confondus	60	2	0	2
Transit et regroupement	5	Tous postes confondus	39	4	0	4
Déconditionnement	7	Tous postes confondus	41	6	0	6
Broyage	6	Tous postes confondus	67	0	0	0
Stockage (inclus les dépotages et prélèvements)	15	Tous postes confondus	101	3	0	3

Aucun dépassement des VLEP n'a été observé.

<sup>80</sup> Les résultats d'analyse présentés ne tiennent pas compte des EPI (pas de facteur d'abattement appliqué).

## 7. Références bibliographiques

---

1 Règlement (CE) n° 1272/2008 du Parlement européen et du Conseil du 16 décembre 2008 relatif à la classification, à l'étiquetage et à l'emballage des substances et des mélanges, modifiant et abrogeant les directives 67/548/CEE et 1999/45/CE et modifiant le règlement (CE) n° 1907/2006.

2 Liste des Agents Classés par les Monographies du CIRC, Volumes 1–101.  
<http://monographs.iarc.fr/FR/Classification/index.php>

3 Integrated Risk Information System (IRIS). US-EPA. n-hexane. Dernière révision : 30/04/2008.  
<http://www.epa.gov/iris/subst/0486.htm>

4 FT113. Hexane. INRS. 2008.

5 Base de données BIOTOX. INRS. Mise à jour : septembre 2010.

6 Directive n° 2009/32/CE du 23/04/09 relative au rapprochement des législations des Etats membres concernant les solvants d'extraction utilisés dans la fabrication des denrées alimentaires et de leurs ingrédients.

7 Arrêté du 27 août 2009 relatif aux solvants d'extraction utilisés dans la fabrication des arômes.

8 Directive du Conseil 76/768/CEE du 27 juillet 1976 modifiée concernant le rapprochement des législations des États membres relatives aux produits cosmétiques.

9 Arrêté du 6 février 2001 modifié fixant la liste des substances qui ne peuvent entrer dans la composition des produits cosmétiques.

10 Règlement n° 1223/2009 du Parlement européen et du Conseil du 30 novembre 2009 relatif aux produits cosmétiques.

11 Arrêté du 29/05/97 relatif aux matériaux et objets utilisés dans les installations fixes de production, de traitement et de distribution d'eau destinée à la consommation humaine.

12 Directive n° 91/414/CEE du 15/07/91 concernant la mise sur le marché des produits phytopharmaceutiques. JOCE n°L 230 du 19 août 1991 et rect. JOCE n°L 170 du 25 juin 1992.

13 Règlement n° 1107/2009 du 21 octobre 2009 concernant la mise sur le marché des produits phytopharmaceutiques et abrogeant les directives 79/117/CEE et 91/414/CEE du Conseil.

14 Directive 98/8/CE du 16 février 1998 concernant la mise sur le marché des produits biocides.

15 Règlement 1451/2007 de la commission du 4 décembre 2007 concernant la seconde phase du programme de travail de dix ans visé à l'article 16, paragraphe 2, de la directive 98/8/CE du Parlement européen et du Conseil concernant la mise sur le marché des produits biocides.

16 Arrêté du 31/01/08 modifié relatif au registre et à la déclaration annuelle des émissions polluantes et des déchets.



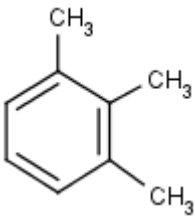
- 
- 17 Arrêté du 02/02/98 modifié relatif aux prélèvements et à la consommation d'eau ainsi qu'aux émissions de toute nature des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation.
- 18 Arrêté du 20/09/02 modifié relatif aux installations d'incinération et de co-incinération de déchets dangereux.
- 19 Arrêté du 20/09/02 modifié relatif aux installations d'incinération et de co-incinération de déchets non dangereux et aux installations incinérant des déchets d'activités de soins à risques infectieux.
- 20 Directive 2006/15/CE de la Commission du 7 février 2006 établissant une deuxième liste de valeurs limites indicatives d'exposition professionnelle en application de la directive 98/24/CE du Conseil et portant modification des directives 91/322/CEE et 2000/39/CE.
- 21 Recommendation from the Scientific Expert Group on Occupational Exposure Limits for n-hexane. SEG/SUM/52. 1995.
- 22 Fiche MétroPol 055/V01.01. Mélange de vapeurs d'hydrocarbures C6 à C12. INRS. 11/2009.
- 23 Fiche MétroPol C/V01. Prélèvement passif badge GABIE. INRS. 10/2007.
- 24 Site internet de l'Afnor. Date de consultation : juin 2011. <http://www.boutique.afnor.org/>
- 25 NIOSH Manual of Analytical Methods. 3ème supplément. 2003. <http://www.cdc.gov/niosh/docs/2003-154/>
- 26 Sampling & Analytical Methods. Occupational Safety & Health Administration (OSHA). Dernière date de mise à jour : 23/03/2010. [http://www.osha.gov/dts/sltc/methods/toc\\_h.html](http://www.osha.gov/dts/sltc/methods/toc_h.html)
- 27 Fiche pratique de sécurité. Les appareils de protection respiratoire. ED 98. INRS. Octobre 2008.
- 28 OCDE (Organisation de coopération et de développement économiques). Date de consultation : juin 2011. <http://webnet.oecd.org/hpv/UI/Search.aspx>
- 29 Inventaire CMR 2005. Base de données de l'INRS. [http://www.inrs.fr/inrs-pub/inrs01.nsf/IntranetObject-accesParReference/INRS-FR/\\$FILE/fset.html](http://www.inrs.fr/inrs-pub/inrs01.nsf/IntranetObject-accesParReference/INRS-FR/$FILE/fset.html)
- 30 PRIM ADH. COP. Fiche de données de sécurité. 16/02/2005.
- 31 3M(TM) SCOTCH-WELD(TM) 10. 3M FRANCE. FDS N°:27- 0203-3. 19/08/2009.
- 32 Pattex néoprène gel (5L). Henkel France S.A. FDS N°113305. 19/06/2009.
- 33 3M™ COLLE EN AEROSOL – PHOTOMOUNT. 3M France. FDS N°:0 7-3850-0. 17/12/2009.
- 34 Technique de l'Offset. Fiche métier de l'impression. Juin 2007.
- 35 NETAIR. SAS TEXXIUM. Fiche de données de sécurité. 31/03/2010.
- 36 AEROSOL RCI 2000 FOGGER. AEDES. Fiche de données de sécurité. 30/01/2007.
- 37 MEGASHOT GUEPES. AEDES. Fiche de données de sécurité. 11/09/2007.

- 
- 38 SOLVANTS ALIPHATIQUES - ESSENCES SPECIALES LOURDES. TOTAL. Juin 2003.  
[www.lubricants.total.com](http://www.lubricants.total.com)
- 39 SUPERCARBURANT SANS PLOMB (grades 95 et 98). LES COMBUSTIBLES DE NORMANDIE.  
Fiche de données de sécurité N°:00004. 01/01/2010.
- 40 SUPERCARBURANT, SUPERCARBURANT SANS PLOMB (grades 95 et 98). TOTAL France.  
Fiche de données de sécurité N°:30221-33. 08/02/2010.
- 41 Hexane normal. CSST - Service du répertoire toxicologique. Mai 2005.  
<http://www.reptox.csst.qc.ca>
- 42 HSDB (Hazardous Substance Data Bank) - N-HEXANE. Dernière révision : 29/05/2003.  
<http://toxnet.nlm.nih.gov/cgi-bin/sis/htmlgen?HSDB>
- 43 n-Hexane: Public Health Statement. Agency for Toxic Substances & Disease Registry. Juillet 1999.  
<http://www.atsdr.cdc.gov/phs/phs.asp?id=391&tid=68>
- 44 Enquête SUMER 2003. Direction de l'animation de la recherche, des études et des statistiques.  
N°118. Juillet 2006.
- 45 Site internet « substanceschimiques.gc.ca ». Dernière modification : 25/02/2010.  
<http://www.ec.gc.ca/ese-ees/default.asp?lang=Fr&xml=C1B542C5-4A04-DD1F-74D8-0E7B1459065C>
- 46 Etude des composés CMR dans les déchets dangereux. Alain Chollot. INRS. 2007.
- 47 Annexe II de l'article R541-8 du Code de l'environnement : LISTE DE DÉCHETS.
- 48 Les risques non microbiologiques associés au compostage des déchets. Ecole Nationale de la Santé Publique. Version du 19 août 2002.
- 49 Les polluants et les techniques d'épuration des fumées. Cas des unités de traitement et de valorisation des déchets. Etat de l'art. Stéphane Biccocchi, Mathieu Boulinguez, Karen Diard. Etude réalisée sous la direction et pour le compte de l'association RECORD. Editions Tec & Doc Lavoisier. 2<sup>e</sup> édition. 2009.
- 50 Guide pour l'évaluation du risque sanitaire dans le cadre de l'étude d'impact d'une U.I.O.M. ASTEE. Novembre 2003.
- 51 Guide méthodologique pour l'évaluation du risque sanitaire de l'étude d'impact des installations de compostage soumises à autorisation. ASTEE. Juin 2006.
- 52 Stockage des déchets et santé publique. Chapitre 2.1. INVS. Septembre 2004.  
<http://www.invs.sante.fr/publications/2005/dechets/index.html>
- 53 Caractérisation des BIOGAZ. Bibliographie. Mesures sur sites. J. Poulleau. DRC/AIRE. INERIS. Octobre 2002.
- 54 Faisabilité d'une étude épidémiologique auprès des travailleurs des centres de compostage. Gwladys FRANCOIS. Mémoire de l'Ecole Nationale de la Santé Publique (ENSP). 2005.

**FICHE FILIÈRE DU 1,2,3-TRIMÉTHYLBENZÈNE**

## 1. Fiche identité de la substance

Tableau 100 : Caractéristiques du 1,2,3-triméthylbenzène

IDENTIFICATION DE LA SUBSTANCE	
Numéros CAS	526-73-8
Numéro CE (EINECS, ELINCS, NLP)	208-394-8
Nom	1,2,3-triméthylbenzène
Synonymes	Hémimellitène 1,2,3-TMB
Famille chimique	Hydrocarbures aromatiques
Formule brute	C <sub>9</sub> H <sub>12</sub>
Formule semi-développée	
Catégorie de classement de la substance	<p><b>Classement selon le règlement CLP (N° 1272/2008 - Annexe VI) [1] :</b> Non cité dans la liste des classifications et étiquetages harmonisés de substances dangereuses du règlement CLP</p> <p><b>Classement selon le CIRC [2] :</b> Non classé</p> <p><b>Classement selon l'US EPA [3] :</b> Non classé</p> <p><b>VLEP réglementaire contraignante (Article R.4412-149 du code du travail) :</b> VLEP (8h) : 100 mg/m<sup>3</sup> soit 20 ppm VLEP (court terme : 15 min) : 250 mg/m<sup>3</sup> soit 50 ppm</p>
Tension vapeur	225 Pa à 25°C [4]
Indicateurs biologiques d'exposition [5]	Acides diméthylbenzoïques totaux urinaires (après hydrolyse) : Valeur-Guide Française = 600 mg/g de créatinine en fin de poste, après plusieurs postes (1997) <sup>81</sup>
Fiche INRS	Sans objet
Fiches INERIS	Sans objet

<sup>81</sup> Cette valeur n'a pas été mise à jour depuis 1997 alors que la VME a été abaissée de 25 à 20 ppm.

## 2. Toxicité de la substance

### 2.1. Toxicité en exposition aiguë

Selon l'HSDB, le 1,2,3-triméthylbenzène provoque des symptômes de toxicité aiguë tels que [4] :

- Irritation des yeux, de la peau et des voies respiratoires,
- Troubles du système nerveux central,
- Pneumopathie d'inhalation en cas d'ingestion, due à l'inondation des voies respiratoires.

### 2.2. Toxicité en exposition chronique

Des observations anciennes sont rapportées dans la littérature [6]. Elles concernent un groupe de 37 travailleurs exposés pendant 7 ans à des concentrations variant de 10 à 60 ppm d'un diluant pour peinture composé de [6] :

- 30% de mésitylène (1,3,5-triméthylbenzène),
- 50% de pseudocumène (1,2,4-triméthylbenzène),
- 30% de divers hydrocarbures dont des traces d'hémimellitène (1,2,3-triméthylbenzène).

Les symptômes observés sont [6] :

- Des troubles respiratoires à type de bronchite asthmatiforme (chez 70% des sujets les plus fortement exposés) ;
- Des troubles neurologiques avec atteinte du système nerveux central : céphalées, anxiété, asthénie, somnolence, troubles de la mémoire et du comportement (pour 80% des sujets exposés) ;
- Des troubles hématologiques avec anémie hypochrome (52% des sujets), thrombopénie (dans quelques cas seulement), et des troubles de la coagulation (chez 40% des sujets) à l'origine de gingivorragies et d'épistaxis fréquents et d'une tendance à la formation d'hématomes.

Ces troubles peuvent être attribués, selon les auteurs, à l'exposition au mésitylène et au pseudocumène. Toutefois, il est probable que les manifestations hématologiques étaient dues au benzène présent comme impureté dans les mélanges. [6]

## 3. Réglementation

### 3.1. Textes réglementaires relatifs à la substance

#### *3.1.1. Textes relatifs à l'utilisation de la substance*

Aucun texte relatif à l'utilisation du 1,2,3-triméthylbenzène n'a été identifié lors des recherches.

#### *3.1.2. Textes relatifs aux valeurs limites d'émission des installations de traitement de déchets*

Les COV non méthaniques font partie de la liste définie dans l'arrêté du 31/01/08 modifié relatif au registre et à la déclaration annuelle des émissions polluantes et des déchets [7], concernant les polluants devant être mentionnés dans le registre des émissions polluantes et des déchets et devant apparaître dans la déclaration annuelle des émissions polluantes et des déchets faite par les exploitants des établissements concernés.

L'arrêté du 02/02/98 relatif aux prélèvements et à la consommation d'eau ainsi qu'aux émissions de toute nature des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation [8] impose les valeurs limites de rejets suivantes pour les émissions de COV des ICPE :

- Si le flux horaire total dépasse 2 kg/h, la valeur limite exprimée en carbone total de la concentration globale de l'ensemble des composés est de 110 mg/m<sup>3</sup> ;

- Dans le cas de l'utilisation d'une technique d'oxydation pour l'élimination COV, la valeur limite d'émission en COV exprimée en carbone total est de 20 mg/m<sup>3</sup> ou 50 mg/m<sup>3</sup> si le rendement d'épuration est supérieur à 98%.

L'arrêté du 20/09/02 relatif aux installations d'incinération et de co-incinération de déchets dangereux [9] impose les valeurs limites de rejets suivantes pour les émissions de substances organiques à l'état de gaz ou de vapeur, exprimées en carbone organique total (COT) :

- 10 mg/m<sup>3</sup> en moyenne journalière,
- 20 mg/m<sup>3</sup> en moyenne sur une demi-heure.

L'arrêté du 20/09/02 relatif aux installations d'incinération et de co-incinération de déchets non dangereux et aux installations incinérant des déchets d'activités de soins à risques infectieux [10] impose les valeurs limites de rejets suivantes pour les émissions de substances organiques à l'état de gaz ou de vapeur, exprimées en carbone organique total (COT) :

- 10 mg/m<sup>3</sup> en moyenne journalière,
- 20 mg/m<sup>3</sup> en moyenne sur une demi-heure.

### 3.2. Valeurs de référence

En France, les VLEP réglementaires contraignantes dans l'air des locaux de travail établies pour le 1,2,3-triméthylbenzène (art. R.4412-149 du Code du travail) sont :

- VME (exposition moyenne pondérée sur 8 heures) = 100 mg/m<sup>3</sup> soit 20 ppm ;
- VLE (exposition à court terme sur 15 min) = 250 mg/m<sup>3</sup> soit 50 ppm.

Au niveau communautaire, la directive 2000/39/CE de la Commission du 8 juin 2000 relative à l'établissement d'une première liste de valeurs limites d'exposition professionnelle de caractère indicatif en application de la directive 98/24/CE du Conseil concernant la protection de la santé et de la sécurité des travailleurs contre les risques liés à des agents chimiques sur le lieu de travail [11], fixe pour de 1,2,3-triméthylbenzène les valeurs limites d'exposition professionnelles suivantes :

- Pour une exposition moyenne pondérée sur 8 heures : 20 ppm, soit 100 mg/m<sup>3</sup>.

Le Scientific Committee on Occupational Exposure Limit (SCOEL) élabore les VLEP au niveau européen. D'après son rapport « Recommendation from the Scientific Expert Group<sup>82</sup> on Occupational Exposure Limits for Trimethylbenzenes » (1994) [12], la VLEP recommandée (8 hour TWA<sup>83</sup> : 20 ppm / 100 mg/m<sup>3</sup>) est basée sur les données suivantes :

- Les informations disponibles sur la toxicité des isomères du triméthylbenzène n'ayant pas permis de faire une différenciation entre eux, une seule valeur limite a été proposée pour ces trois substances ;
- Les données sur l'homme étant limitées, des études sur la toxicité sur les animaux ont été également considérées : une étude sur la toxicité par inhalation sur des rats a montré un NOAEL (No Observed Adverse Effect Level) de 165 ppm (soit 825 mg/m<sup>3</sup>) ;
- Un facteur d'incertitude de 5 a été appliqué (absence de données humaines, légère incertitude sur la reprotoxicité chez les rongeurs) ;
- En prenant en compte la règle générale d'étagement des valeurs adoptée par le SCOEL (« preferred value approach »), ces données ont abouti à recommander une TWA<sup>83</sup> sur 8 heures de 20 ppm (100 mg/m<sup>3</sup>).

<sup>82</sup> Le groupe d'experts européens SEG, constitué en 1990 a été remplacé en 1995 par le SCOEL : Scientific Committee on Occupational Exposure Limit (Comité scientifique en matière de valeurs limites d'exposition professionnelle).

<sup>83</sup> TWA (Time Weighted Average) : Concentration moyenne pondérée dans le temps pour une journée de travail normale de huit heures, cinq jours par semaine (semaine normale de 40 heures) – Correspond à la VME française.

L'irritation étant constatée à des niveaux très supérieurs à ceux provoquant des effets systémiques, aucune STEL (Short Term Exposure Limits) n'a été proposée. Aucune notation « peau » n'est estimée nécessaire.

En France, le Groupe d'experts « Effets sur la santé » a édité en avril 2005 une fiche de synthèse concernant les triméthylbenzènes [13]. Sur la base des données du SCOEL, des recherches complémentaires ont été effectuées par ce groupe d'experts afin d'identifier d'éventuelles données nouvelles de la littérature, entre 1994 et 2004. Les recherches ont été effectuées dans les bases de données suivantes : Toxline et Pubmed.

Sur la base de ces nouvelles recherches, le Groupe d'experts a conclu les éléments suivants [22] :

- Les études parues depuis 1994 sont relativement nombreuses et cohérentes, probablement parce qu'en majorité issues d'une même équipe de scientifiques polonais. Elles sont cependant à prendre avec précaution, d'une part parce que la présentation des résultats peut être trompeuse (l'interprétation des auteurs ne fait pas la part entre test de tendance et écarts réels entre valeurs), d'autre part parce que les effets toxicologiques sont en fait assez peu marqués et en partie incohérents (effets sanguins inhomogènes entre mâles et femelles, incertitude complète sur la forme des relations dose-réponse).
- Ces données nouvelles tendent toutefois à contredire l'équivalence toxicologique supposée des 3 isomères, plusieurs publications montrant une toxicité supérieure de l'hémimellitène (isomère 1,2,3), que ce soit par expérimentation animale, in vitro ou encore d'après des tests sur l'homme, dans lesquels le HM semble le moins rapidement éliminé. Ce dernier est également le composé dont le coefficient de partage eau/air est le plus élevé.
- Des études expérimentales plus fouillées semblent nécessaires avant de conclure en faveur d'un éventuel abaissement de la valeur limite préconisée par le SCOEL. Dans le but de préciser la relation dose-réponse, nécessaire à l'élaboration de NOAEL et LOAEL (Lowest Observed Adverse Effect Level) crédibles, il faudrait par exemple utiliser des substances plus pures, préciser plus rigoureusement les organes-cibles, recourir à des concentrations plus étagées, exposer sur des durées plus longues, ou encore former des groupes plus importants d'animaux. S'ils évoquent certaines de ces pistes, Wiaderna et coll. (2002) pensent aussi que le manque de lisibilité des réponses est attribuable « à une variabilité considérable de la sensibilité individuelle des animaux ».
- Il apparaît que l'inhalation des TMB – du moins de l'isomère 1,2,4 (PC) – dans un mélange complexe comme du white spirit en accroît la concentration sanguine, ainsi que l'élimination urinaire du 3,4-DMHA (acide 3,4-diméthylhippurique), observation qui devrait être prise en compte aussi bien pour le suivi biologique de l'imprégnation que pour l'évaluation des risques.
- Un approfondissement des possibilités en matière de suivi biologique semble également indiqué : certains sont en faveur d'un prélèvement en fin de semaine, avec analyses des TMB urinaires et, de préférence, de l'acide 3,4-diméthylbenzoïque ; l'analyse des acides diméthylhippuriques, individuels ou, de préférence, totaux, a également été préconisée.

En conclusion, les données nouvelles semblent insuffisantes pour proposer de modifier les conclusions du SCOEL (1994) pour la VME.

En revanche les travaux sur l'animal relatifs à l'irritation des voies respiratoires (RD50) incitent à proposer une VLE de l'ordre de 50 ppm à partir des travaux de Korsak (1995, 1997) en utilisant le facteur de 0,1 sur la valeur des RD50 (578, 519 ou 541 ppm selon l'isomère). Le dépassement de 32 fois la VME pendant 15 minutes conduit à 640 ppm ce qui n'est pas acceptable par rapport à la valeur théorique déterminée.

Ces préconisations ont été prises en compte par le décret n°2007-1539 du 26 octobre 2007 fixant des valeurs limites d'exposition professionnelle contraignantes pour certains agents chimiques et modifiant le code du travail [14].

### 3.3. Normes relatives à l'analyse dans l'air

Les références des normes relatives à l'analyse dans l'air du 1,2,3-triméthylbenzène sont présentées dans le tableau suivant :

**Tableau 101 : Normes relatives à l'analyse du 1,2,3-triméthylbenzène dans l'air**

Source	Référence méthode / norme
Fiches Métropol de l'INRS [15] [16]	Fiche Métropol 012/V02. Hydrocarbures aromatiques. 11/2009. Fiche Métropol 055/V01.01. Mélanges de vapeurs d'hydrocarbures C6 à C12. 11/2009.
Normes AFNOR spécifiques [17]	NF X43-267 (Juillet 2004) Air des lieux de travail. Prélèvement et analyse de vapeurs organiques. Prélèvement par pompage sur tube à adsorption et désorption au solvant.  NF EN ISO 16017 (Partie 1 : Mars 2001 / Partie 2 : Oct 2003) Air intérieur, air ambiant et air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par tube à adsorption/désorption thermique/chromatographie en phase gazeuse sur capillaire.  NF ISO 16200 (Décembre 2001) Qualité de l'air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par désorption au solvant/chromatographie en phase gazeuse.  ISO 9487:1991 (Août 1991) Air des lieux de travail. Détermination des hydrocarbures aromatiques vaporeux. Méthode d'analyse par tube à charbon actif/désorption des solvants/chromatographie en phase gazeuse.
Méthodes NIOSH [18]	Sans objet.
Méthodes OSHA [19]	Méthode PV2091 : Trimethylbenzenes. Septembre 1987.

### 3.4. EPI pour l'exposition par inhalation

La norme NF EN 529<sup>84</sup> définit les facteurs de protection pour chaque type d'appareil de protection respiratoire (annexe C de la norme).

Pour les gaz et vapeurs organiques dont le point d'ébullition est supérieur à 65°C, le type de filtre adapté est un filtre à gaz EN 14387/IN1 type A [20].

<sup>84</sup> Appareil de protection respiratoire – Recommandations pour le choix, l'utilisation, l'entretien et la maintenance – Guide.



## 4. Production et consommation de la substance

L'OCDE (Organisation de Coopération et de Développement Economiques) ne classe pas le 1,2,3-triméthylbenzène comme produit chimique LPV (Low Production Volume) ni comme produit chimique HPV (High Production Volume). [21]

Aucune donnée concernant les quantités produites ou consommées en France n'a été trouvée lors des recherches bibliographiques.

Selon la fiche solvants de l'INRS [22], en 2005, la consommation française d'hydrocarbures aromatiques se situait aux alentours de 79 000 tonnes par an, soit 14,4% de la consommation totale de solvants.

## 5. Utilisations de la substance

Lors des recherches bibliographiques, peu d'informations ont été trouvées concernant les utilisations du 1,2,3-triméthylbenzène.

### 5.1. Industrie chimique

Le 1,2,3-triméthylbenzène est utilisé dans l'industrie chimique comme intermédiaire de synthèse et comme solvant. [4]

### 5.2. Industrie des peintures, vernis et encres

Le 1,2,3-triméthylbenzène est utilisé comme matière première dans la fabrication de colorants. [4]

### 5.3. Industrie des parfums

Le 1,2,3-triméthylbenzène est utilisé comme matière première dans la fabrication de parfums. [4]

### 5.4. Etat des lieux de la substitution de la substance en France

Le 1,2,3-triméthylbenzène n'étant pas classé CMR de catégorie 1A ou 1B, les démarches de substitution telles qu'imposées par l'article R.4412-66 du code du travail ne sont pas obligatoires pour cette substance.

## 6. Le 1,2,3-triméthylbenzène dans les déchets

### 6.1. Déchets contenant du 1,2,3-triméthylbenzène

D'après les différentes utilisations identifiées dans la présente fiche, les déchets pouvant contenir du 1,2,3-triméthylbenzène sont classés dans la nomenclature déchets de l'article R.541-8 (Annexe II) du Code de l'environnement [23] sous les rubriques suivantes :

**Tableau 102 : Rubriques des déchets susceptibles de contenir du 1,2,3-triméthylbenzène**

N°RUBRIQUE	DECHETS
<b>05</b>	<b>DÉCHETS PROVENANT DU RAFFINAGE DU PÉTROLE, DE LA PURIFICATION DU GAZ NATUREL ET DU TRAITEMENT PYROLYTIQUE DU CHARBON</b>
05 01	Déchets provenant du raffinage du pétrole
<b>07</b>	<b>DÉCHETS DES PROCÉDÉS DE LA CHIMIE ORGANIQUE</b>
07 01	Déchets provenant de la fabrication, formulation, distribution et utilisation (FFDU) de produits organiques de base
07 03	Déchets provenant de la FFDU de teintures et pigments organiques
07 06	Déchets provenant de la FFDU des corps gras, savons, détergents, désinfectants et cosmétiques
07 07	Déchets provenant de la FFDU de produits chimiques issus de la chimie fine et de produits chimiques non spécifiés ailleurs
<b>08</b>	<b>DÉCHETS PROVENANT DE LA FABRICATION, DE LA FORMULATION, DE LA DISTRIBUTION ET DE L'UTILISATION (FFDU) DE PRODUITS DE REVÊTEMENT (PEINTURES, VERNIS ET ÉMAUX VITRIFIÉS), MASTICS ET ENCRE D'IMPRESSION</b>
08 01	Déchets provenant de la FFDU et du décapage de peintures et vernis
08 03	Déchets provenant de la FFDU d'encres d'impression
<b>14</b>	<b>DÉCHETS DE SOLVANTS ORGANIQUES, D'AGENTS RÉFRIGÉRANTS ET PROPULSEURS</b>
14 06	Déchets de solvants, d'agents réfrigérants et d'agents propulseurs d'aérosols/de mousses organiques
14 06 03*	Autres solvants et mélanges de solvants
14 06 05*	Boues ou déchets solides contenant d'autres solvants
<b>15</b>	<b>EMBALLAGES ET DÉCHETS D'EMBALLAGES, ABSORBANTS, CHIFFONS D'ESSUYAGE, MATÉRIAUX FILTRANTS ET VÊTEMENTS DE PROTECTION NON SPÉCIFIÉS AILLEURS</b>
15 01	Emballages et déchets d'emballages (y compris les déchets d'emballages municipaux collectés séparément)
15 01 10*	Emballages contenant des résidus de substances dangereuses ou contaminés par de tels résidus
15 02	<b>Absorbants, matériaux filtrants, chiffons d'essuyage et vêtements de protection</b>
15 02 02*	Absorbants, matériaux filtrants (y compris les filtres à huile non spécifiés ailleurs), chiffons d'essuyage et vêtements de protection contaminés par des substances dangereuses
<b>16</b>	<b>DÉCHETS NON DÉCRITS AILLEURS DANS LA LISTE</b>
16 03	<b>Loupés de fabrication et produits non utilisés</b>
16 03 05*	Déchets d'origine organique contenant des substances dangereuses
16 05	<b>Gaz en récipients à pression et produits chimiques mis au rebut</b>
16 05 08*	Produits chimiques d'origine organique à base de ou contenant des substances dangereuses, mis au rebut
16 07	<b>Déchets provenant du nettoyage de cuves et fûts de stockage et de transport</b>
16 07 08*	Déchets contenant des hydrocarbures
<b>19</b>	<b>DÉCHETS PROVENANT DES INSTALLATIONS DE GESTION DES DÉCHETS, DES STATIONS D'ÉPURATION DES EAUX USÉES HORS SITE ET DE LA PRÉPARATION D'EAU DESTINÉE À LA CONSOMMATION HUMAINE ET D'EAU À USAGE INDUSTRIEL</b>

N° RUBRIQUE	DECHETS
19 07	Lixiviats de décharges
19 07 02*	Lixiviats de décharges contenant des substances dangereuses
20	<b>DÉCHETS MUNICIPAUX (DÉCHETS MÉNAGERS ET DÉCHETS ASSIMILÉS PROVENANT DES COMMERCES, DES INDUSTRIES ET DES ADMINISTRATIONS), Y COMPRIS LES FRACTIONS COLLECTÉES SÉPARÉMENT</b>
20 01	Fractions collectées séparément
20 01 13*	Solvants

## 6.2. Flux du 1,2,3-triméthylbenzène dans les déchets

Aucune donnée n'a été trouvée dans la littérature concernant les gisements et flux de 1,2,3-triméthylbenzène dans les déchets.

## 6.3. Formation du 1,2,3-triméthylbenzène lors du traitement des déchets

### 6.3.1. Incinération des déchets

Selon S. Bicocchi *et al.* (2009) [24], les hydrocarbures aromatiques sont émis, de façon générale, lors de la combustion des substances et matériaux suivants :

- Phénoplastes (Phénol Formaldéhyde),
- Poly (acrylonitrile/butadiène/styrène) = ABS,
- PVC,
- Polyesters non saturés (VP),
- Polyuréthanes (PUR).

Les concentrations des composés organiques émis lors de la combustion des déchets dépendent étroitement des conditions thermiques. [35]

La littérature consultée ne fournit aucune information concernant les émissions de 1,2,3-triméthylbenzène lors de l'incinération des déchets.

### 6.3.2. Compostage des déchets

La littérature consultée ne fournit aucune information concernant les émissions de 1,2,3-triméthylbenzène lors du compostage des déchets.

### 6.3.3. Stockage des déchets

Selon l'INERIS [25], les triméthylbenzènes font partie des éléments traces contenus dans le biogaz des Centres d'Enfouissement Technique (CET), à des intervalles de concentration compris entre 1,05 et 78 mg/m<sup>3</sup>, selon les sources.

Le rapport « Stockage des déchets et santé publique » (2004), coordonné par l'INVS [26] indique :

- La présence de triméthylbenzène dans les composés aromatiques monocycliques anthropogéniques présents à l'état de traces dans le biogaz des centres de stockage de déchets non dangereux :
  - o Les concentrations en triméthylbenzène sans différenciation entre les isomères sont comprises entre 0,1 et 187 mg/m<sup>3</sup> ;

- La concentration en 1,2,3-triméthylbenzène est de 10 mg/m<sup>3</sup> ;
- La présence de triméthylbenzène dans les composés aromatiques monocycliques anthropogéniques présents dans les lixiviats. Les concentrations varient entre 0,3 et 250 µg/L.

#### 6.3.4. Stations d'épuration

Selon l'INERIS [40], les triméthylbenzènes font partie des éléments traces contenus dans le biogaz de STEP, à des intervalles de concentration compris entre 0,7 et 0,9 mg/m<sup>3</sup>.

### 6.4. Exposition des travailleurs au 1,2,3-triméthylbenzène

D'après l'étude relative aux émissions de deux centres de stockage d'ordures ménagères réalisée par Hours *et al* (2000), les concentrations en triméthylbenzène<sup>85</sup> mesurées aux postes de travail sont à des taux bas et proches de ce qui peut être mesuré en zone urbaine. [27]

Une entreprise spécialisée dans le traitement des déchets spéciaux a fourni des données semi-quantitatives sur les niveaux mesurés en triméthylbenzène dans les ambiances de travail. Les résultats sont présentés dans le tableau ci-après.

**Tableau 103 : Données d'exposition en triméthylbenzène - Traitement des déchets spéciaux<sup>86</sup>**

Activités évaluées	Nombre de sites évalués	Postes de travail évalués	Nombre de fois recherchées lors des mesures d'exposition professionnelles	Nombre de fois inférieures aux VLEP	Nombre de fois supérieures aux VLEP	Nombre de fois détectées (Valeurs inf + valeurs sup à la VLEP)
Incinération	5	Tous postes confondus	77	36	0	36
Traitement biologique	5	Tous postes confondus	10	1	0	1
Traitement physico-chimique	6	Tous postes confondus	11	3	0	3
Valorisation solvants et hydrocarbures	8	Tous postes confondus	60	6	0	6
Transit et regroupement	5	Tous postes confondus	39	2	0	2
Déconditionnement	7	Tous postes confondus	41	1	0	1
Broyage	6	Tous postes confondus	67	33	0	33
Stockage (inclus les dépotages et prélèvements)	15	Tous postes confondus	101	31	0	31

Aucun dépassement des VLEP n'a été observé.

<sup>85</sup> Isomère concerné non précisé

<sup>86</sup> Les résultats d'analyse présentés ne tiennent pas compte des EPI (pas de facteur d'abattement appliqué).

## 7. Références bibliographiques

---

1 Règlement (CE) n° 1272/2008 du Parlement européen et du Conseil du 16 décembre 2008 relatif à la classification, à l'étiquetage et à l'emballage des substances et des mélanges, modifiant et abrogeant les directives 67/548/CEE et 1999/45/CE et modifiant le règlement (CE) n° 1907/2006.

2 Liste des Agents Classés par les Monographies du CIRC, Volumes 1–101.

<http://monographs.iarc.fr/FR/Classification/index.php>

3 Integrated Risk Information System (IRIS). US-EPA. Date de consultation : Septembre 2011.

[http://www.epa.gov/iris/search\\_keyword.htm](http://www.epa.gov/iris/search_keyword.htm)

4 Hazardous Substances Data Bank (HSDB). 1,2,3-TRIMETHYLBENZENE. Date de dernière révision : 14/04/2008. <http://toxnet.nlm.nih.gov/cgi-bin/sis/search/f?./temp/~xOUow5:1>

5 Base de données BIOTOX. INRS. Mise à jour : septembre 2010.

6 FT223. Mésitylène. INRS. 2004.

7 Arrêté du 31/01/08 modifié relatif au registre et à la déclaration annuelle des émissions polluantes et des déchets.

8 Arrêté du 02/02/98 modifié relatif aux prélèvements et à la consommation d'eau ainsi qu'aux émissions de toute nature des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation.

9 Arrêté du 20/09/02 modifié relatif aux installations d'incinération et de co-incinération de déchets dangereux.

10 Arrêté du 20/09/02 modifié relatif aux installations d'incinération et de co-incinération de déchets non dangereux et aux installations incinérant des déchets d'activités de soins à risques infectieux.

11 Directive 2000/39/CE de la Commission du 8 juin 2000 relative à l'établissement d'une première liste de valeurs limites d'exposition professionnelle de caractère indicatif en application de la directive 98/24/CE du Conseil concernant la protection de la santé et de la sécurité des travailleurs contre les risques liés à des agents chimiques sur le lieu de travail.

12 Recommendation from the Scientific Expert Group on Occupational Exposure Limits for Trimethylbenzenes. SEG/SUM/34. 1994.

13 Fiche de synthèse : Triméthylbenzènes. Groupe d'experts « Effets sur la santé ». Avril 2005.

14 Décret n° 2007-1539 du 26 octobre 2007 fixant de s valeurs limites d'exposition professionnelle contraignantes pour certains agents chimiques et modifiant le code du travail.

15 Fiche Metropol 012/V02. Hydrocarbures aromatiques. INRS. 11/2009.

16 Fiche Metropol 055/V01.01. Mélanges de vapeurs d'hydrocarbures C6 à C12. INRS. 11/2009.

17 Site internet de l'Afnor. Date de consultation : septembre 2011. <http://www.boutique.afnor.org/>

18 NIOSH Manual of Analytical Methods. 3<sup>ème</sup> supplément. 2003. Date de consultation : septembre 2011. <http://www.cdc.gov/niosh/docs/2003-154/>

19 Sampling & Analytical Methods. Occupational Safety & Health Administration (OSHA). Dernière date de mise à jour : 23/03/2010. [http://www.osha.gov/dts/sltc/methods/toc\\_t.html](http://www.osha.gov/dts/sltc/methods/toc_t.html)

20 Fiche pratique de sécurité. Les appareils de protection respiratoire. ED 98. INRS. Octobre 2008.

21 ESIS : European chemical Substances Information System. Date de consultation : septembre 2011. <http://esis.jrc.ec.europa.eu/>

22 Les hydrocarbures aromatiques. Fiche solvants ED 4226. INRS. 2<sup>ème</sup> édition. Juin 2011.

23 Annexe II de l'article R541-8 du Code de l'environnement : LISTE DE DÉCHETS.

24 Les polluants et les techniques d'épuration des fumées. Cas des unités de traitement et de valorisation des déchets. Etat de l'art. Stéphane Bicocchi, Mathieu Boulinguez, Karen Diard. Etude réalisée sous la direction et pour le compte de l'association RECORD. Editions Tec & Doc Lavoisier. 2<sup>e</sup> édition. 2009.

25 Caractérisation des biogaz – Bibliographie – Mesures sur sites – Rapport final. J. POULLEAU. INERIS. Octobre 2002.

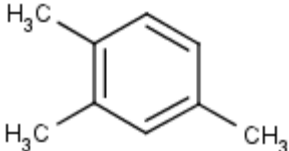
26 Stockage des déchets et santé publique. Chapitre 2.1. INVS. Septembre 2004. <http://www.invs.sante.fr/publications/2005/dechets/index.html>

27 Etude des polluants atmosphériques émis dans deux centres de stockage des ordures ménagères ; Caractérisation et mesure des niveaux d'exposition ; Mise au point d'outils de suivi en vue de l'évaluation des risques sanitaires. M. Hours, Ph. Berny. ETUDE N° 99-0654/3A. RECORD, ADEME. Septembre 2001.

**FICHE FILIÈRE DU 1,2,4-TRIMÉTHYLBENZÈNE**

## 1. Fiche identité de la substance

Tableau 104 : Caractéristiques du 1,2,4-triméthylbenzène

IDENTIFICATION DE LA SUBSTANCE	
Numéros CAS	95-63-6
Numéro CE (EINECS, ELINCS, NLP)	202-436-9
Nom	1,2,4-triméthylbenzène
Synonymes	Pseudocumène 1,2,4-TMB
Famille chimique	Hydrocarbures aromatiques
Formule brute	C <sub>9</sub> H <sub>12</sub>
Formule semi-développée	
Catégorie de classement de la substance	<p><b>Classement selon le règlement CLP (N°1272/2008 - Annexe VI) [1] :</b> Non classé cancérigène, mutagène ou reprotoxique</p> <p><b>Classement selon le CIRC [2] :</b> Non classé</p> <p><b>Classement selon l'US EPA [3] :</b> Non classé</p> <p><b>VLEP réglementaire contraignante (Article R.4412-149 du code du travail) :</b> VLEP (8h) : 100 mg/m<sup>3</sup> soit 20 ppm VLEP (court terme : 15 min) : 250 mg/m<sup>3</sup> soit 50 ppm</p>
Tension vapeur	280 Pa à 25°C [4]
Indicateurs biologiques d'exposition [5]	Acides diméthylbenzoïques totaux urinaires (après hydrolyse) : Valeur-Guide Française = 600 mg/g de créatinine en fin de poste, après plusieurs postes (1997) <sup>87</sup>
Fiche INRS	Sans objet
Fiches INERIS	Sans objet

<sup>87</sup> Cette valeur n'a pas été mise à jour depuis 1997 alors que la VME a été abaissée de 25 à 20 ppm.



## 2. Toxicité de la substance

### 2.1. Toxicité en exposition aiguë

Selon l'HSDB, le 1,2,4-triméthylbenzène provoque des symptômes de toxicité aiguë tels que l'irritation des yeux, de la peau et des voies respiratoires [4].

Aucune autre information concernant la toxicité aiguë de ce composé n'a été trouvée lors des recherches bibliographiques.

### 2.2. Toxicité en exposition chronique

Des observations anciennes sont rapportées dans la littérature [6]. Elles concernent un groupe de 37 travailleurs exposés pendant 7 ans à des concentrations variant de 10 à 60 ppm d'un diluant pour peinture composé de [6] :

- 30% de mésitylène (1,3,5-triméthylbenzène),
- 50% de pseudocumène (1,2,4-triméthylbenzène),
- 30% de divers hydrocarbures dont des traces d'hémimellitène (1,2,3-triméthylbenzène).

Les symptômes observés sont [6] :

- Des troubles respiratoires à type de bronchite asthmatiforme (chez 70% des sujets les plus fortement exposés) ;
- Des troubles neurologiques avec atteinte du système nerveux central : céphalées, anxiété, asthénie, somnolence, troubles de la mémoire et du comportement (pour 80% des sujets exposés) ;
- Des troubles hématologiques avec anémie hypochrome (52% des sujets), thrombopénie (dans quelques cas seulement), et des troubles de la coagulation (chez 40% des sujets) à l'origine de gingivorragies et d'épistaxis fréquents et d'une tendance à la formation d'hématomes.

Ces troubles peuvent être attribués, selon les auteurs, à l'exposition au mésitylène et au pseudocumène. Toutefois, il est probable que les manifestations hématologiques étaient dues au benzène présent comme impureté dans les mélanges. [6]

## 3. Réglementation

### 3.1. Textes règlementaires relatifs à la substance

#### *3.1.1. Textes relatifs à l'utilisation de la substance*

Le décret du 23 mars 2011 [7] relatif à l'étiquetage des produits de construction ou de revêtement de mur ou de sol et des peintures et vernis sur leurs émissions de polluants volatils, complété par l'arrêté du 19 avril 2011 [8] relatif à l'étiquetage des produits de construction ou de revêtement de mur ou de sol et des peintures et vernis sur leurs émissions de polluants volatils, réglementent l'étiquetage obligatoire des produits suivants lorsqu'ils sont destinés, exclusivement ou non, à un usage intérieur :

- revêtements de sol, mur ou plafond,
- cloisons et faux-plafonds,
- produits d'isolation,
- portes et fenêtres,
- produits destinés à la pose des produits mentionnés ci-dessus.

Cette réglementation ne s'applique pas aux produits composés exclusivement de verre non traité ou de métal non traité, ni aux produits de serrure, ferrure ou de visserie. Elle impose qu'à partir du 1<sup>er</sup> janvier 2012, tout produit mis nouvellement sur le marché devra porter cet étiquetage informatif sur les

COV émis par le produit après 28 jours de test. Tout produit mis sur le marché avant le 1<sup>er</sup> janvier 2012 devra être étiqueté au plus tard le 1<sup>er</sup> septembre 2013 pour être commercialisé en France.

Le label comporte une lettre représentant la classe la plus élevée (mauvaise) pour 10 composés organiques volatils (dont le 1,2,4-triméthylbenzène), et les COV totaux. Concernant le 1,2,4-triméthylbenzène, les classes d'émissions et les seuils limites des concentrations d'exposition sont les suivants :

Classes d'émission	Seuils limites des concentrations d'exposition
Classe C	>2000 µg/m <sup>3</sup>
Classe B	<2000 µg/m <sup>3</sup>
Classe A	<1500 µg/m <sup>3</sup>
Classe A+	<1000 µg/m <sup>3</sup>

### 3.1.2. Textes relatifs aux valeurs limites d'émission des installations de traitement de déchets

Les COV non méthaniques font partie de la liste définie dans l'arrêté du 31/01/08 modifié relatif au registre et à la déclaration annuelle des émissions polluantes et des déchets [9], concernant les polluants devant être mentionnés dans le registre des émissions polluantes et des déchets et devant apparaître dans la déclaration annuelle des émissions polluantes et des déchets faite par les exploitants des établissements concernés.

L'arrêté du 02/02/98 relatif aux prélèvements et à la consommation d'eau ainsi qu'aux émissions de toute nature des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation [10] impose les valeurs limites de rejets suivantes pour les émissions de COV des ICPE :

- Si le flux horaire total dépasse 2 kg/h, la valeur limite exprimée en carbone total de la concentration globale de l'ensemble des composés est de 110 mg/m<sup>3</sup> ;
- Dans le cas de l'utilisation d'une technique d'oxydation pour l'élimination COV, la valeur limite d'émission en COV exprimée en carbone total est de 20 mg/m<sup>3</sup> ou 50 mg/m<sup>3</sup> si le rendement d'épuration est supérieur à 98%.

L'arrêté du 20/09/02 relatif aux installations d'incinération et de co-incinération de déchets dangereux [11] impose les valeurs limites de rejets suivantes pour les émissions de substances organiques à l'état de gaz ou de vapeur, exprimées en carbone organique total (COT) :

- 10 mg/m<sup>3</sup> en moyenne journalière,
- 20 mg/m<sup>3</sup> en moyenne sur une demi-heure.

L'arrêté du 20/09/02 relatif aux installations d'incinération et de co-incinération de déchets non dangereux et aux installations incinérant des déchets d'activités de soins à risques infectieux [12] impose les valeurs limites de rejets suivantes pour les émissions de substances organiques à l'état de gaz ou de vapeur, exprimées en carbone organique total (COT) :

- 10 mg/m<sup>3</sup> en moyenne journalière,
- 20 mg/m<sup>3</sup> en moyenne sur une demi-heure.

## 3.2. Valeurs de référence

En France, les VLEP réglementaires contraignantes dans l'air des locaux de travail établies pour le 1,2,4-triméthylbenzène (art. R.4412-149 du Code du travail) sont :

- VME (exposition moyenne pondérée sur 8 heures) = 100 mg/m<sup>3</sup> soit 20 ppm ;
- VLE (exposition à court terme sur 15 min) = 250 mg/m<sup>3</sup> soit 50 ppm.

Au niveau communautaire, la directive 2000/39/CE de la Commission du 8 juin 2000 relative à l'établissement d'une première liste de valeurs limites d'exposition professionnelle de caractère indicatif en application de la directive 98/24/CE du Conseil concernant la protection de la santé et de la sécurité des travailleurs contre les risques liés à des agents chimiques sur le lieu de travail [13], fixe pour de 1,2,4-triméthylbenzène les valeurs limites d'exposition professionnelles suivantes :

- Pour une exposition moyenne pondérée sur 8 heures : 20 ppm, soit 100 mg/m<sup>3</sup>.

Le Scientific Committee on Occupational Exposure Limit (SCOEL) élabore les VLEP au niveau européen. D'après son rapport « Recommendation from the Scientific Expert Group<sup>88</sup> on Occupational Exposure Limits for Trimethylbenzenes » (1994) [14], la VLEP recommandée (8 hour TWA<sup>89</sup> : 20 ppm / 100 mg/m<sup>3</sup>) est basée sur les données suivantes :

- Les informations disponibles sur la toxicité des isomères du triméthylbenzène n'ayant pas permis de faire une différenciation entre eux, une seule valeur limite a été proposée pour ces trois substances ;
- Les données sur l'homme étant limitées, des études sur la toxicité sur les animaux ont été également considérées : une étude sur la toxicité par inhalation sur des rats a montré un NOAEL (No Observed Adverse Effect Level) de 165 ppm (soit 825 mg/m<sup>3</sup>) ;
- Un facteur d'incertitude de 5 a été appliqué (absence de données humaines, légère incertitude sur la reprotoxicité chez les rongeurs) ;
- En prenant en compte la règle générale d'étagement des valeurs adoptée par le SCOEL (« preferred value approach »), ces données ont abouti à recommander une TWA<sup>83</sup> sur 8 heures de 20 ppm (100 mg/m<sup>3</sup>).

L'irritation étant constatée à des niveaux très supérieurs à ceux provoquant des effets systémiques, aucune STEL (Short Term Exposure Limits) n'a été proposée. Aucune notation « peau » n'est estimée nécessaire.

En France, le Groupe d'experts « Effets sur la santé » a édité en avril 2005 une fiche de synthèse concernant les triméthylbenzènes [15]. Sur la base des données du SCOEL, des recherches complémentaires ont été effectuées par ce groupe d'experts afin d'identifier d'éventuelles données nouvelles de la littérature, entre 1994 et 2004. Les recherches ont été effectuées dans les bases de données suivantes : Toxline et Pubmed.

Sur la base de ces nouvelles recherches, le Groupe d'experts a conclu les éléments suivants [22] :

- Les études parues depuis 1994 sont relativement nombreuses et cohérentes, probablement parce qu'en majorité issues d'une même équipe de scientifiques polonais. Elles sont cependant à prendre avec précaution, d'une part parce que la présentation des résultats peut être trompeuse (l'interprétation des auteurs ne fait pas la part entre test de tendance et écarts réels entre valeurs), d'autre part parce que les effets toxicologiques sont en fait assez peu marqués et en partie incohérents (effets sanguins inhomogènes entre mâles et femelles, incertitude complète sur la forme des relations dose-réponse).
- Ces données nouvelles tendent toutefois à contredire l'équivalence toxicologique supposée des 3 isomères, plusieurs publications montrant une toxicité supérieure de l'hémimellitène (isomère 1,2,3), que ce soit par expérimentation animale, in vitro ou encore d'après des tests sur l'homme, dans lesquels le HM semble le moins rapidement éliminé. Ce dernier est également le composé dont le coefficient de partage eau/air est le plus élevé.

<sup>88</sup> Le groupe d'experts européens SEG, constitué en 1990 a été remplacé en 1995 par le SCOEL : Scientific Committee on Occupational Exposure Limit (Comité scientifique en matière de valeurs limites d'exposition professionnelle).

<sup>89</sup> TWA (Time Weighted Average) : Concentration moyenne pondérée dans le temps pour une journée de travail normale de huit heures, cinq jours par semaine (semaine normale de 40 heures) – Correspond à la VME française.

- Des études expérimentales plus fouillées semblent nécessaires avant de conclure en faveur d'un éventuel abaissement de la valeur limite préconisée par le SCOEL. Dans le but de préciser la relation dose-réponse, nécessaire à l'élaboration de NOAEL et LOAEL (Lowest Observed Adverse Effect Level) crédibles, il faudrait par exemple utiliser des substances plus pures, préciser plus rigoureusement les organes-cibles, recourir à des concentrations plus étagées, exposer sur des durées plus longues, ou encore former des groupes plus importants d'animaux. S'ils évoquent certaines de ces pistes, Wiaderna et coll. (2002) pensent aussi que le manque de lisibilité des réponses est attribuable « à une variabilité considérable de la sensibilité individuelle des animaux ».
- Il apparaît que l'inhalation des TMB – du moins de l'isomère 1,2,4 (PC) – dans un mélange complexe comme du white spirit en accroît la concentration sanguine, ainsi que l'élimination urinaire du 3,4-DMHA (acide 3,4-diméthylhippurique), observation qui devrait être prise en compte aussi bien pour le suivi biologique de l'imprégnation que pour l'évaluation des risques.
- Un approfondissement des possibilités en matière de suivi biologique semble également indiqué : certains sont en faveur d'un prélèvement en fin de semaine, avec analyses des TMB urinaires et, de préférence, de l'acide 3,4-diméthylbenzoïque ; l'analyse des acides diméthylhippuriques, individuels ou, de préférence, totaux, a également été préconisée.

En conclusion, les données nouvelles semblent insuffisantes pour proposer de modifier les conclusions du SCOEL (1994) pour la VME.

En revanche les travaux sur l'animal relatifs à l'irritation des voies respiratoires (RD50) incitent à proposer une VLE de l'ordre de 50 ppm à partir des travaux de Korsak (1995, 1997) en utilisant le facteur de 0,1 sur la valeur des RD50 (578, 519 ou 541 ppm selon l'isomère). Le dépassement de 32 fois la VME pendant 15 minutes conduit à 640 ppm ce qui n'est pas acceptable par rapport à la valeur théorique déterminée.

Ces préconisations ont été prises en compte par le décret n°2007-1539 du 26 octobre 2007 fixant des valeurs limites d'exposition professionnelle contraignantes pour certains agents chimiques et modifiant le code du travail [16].

### 3.3. Normes relatives à l'analyse dans l'air

Les références des normes relatives à l'analyse dans l'air du 1,2,4-triméthylbenzène sont présentées dans le tableau suivant :

**Tableau 105 : Normes relatives à l'analyse du 1,2,4-triméthylbenzène dans l'air**

Source	Référence méthode / norme
Fiches Métropol de l'INRS [17] [18]	Fiche Métropol 012/V02. Hydrocarbures aromatiques. 11/2009. Fiche Métropol 055/V01.01. Mélanges de vapeurs d'hydrocarbures C6 à C12. 11/2009.
Normes AFNOR spécifiques [19]	NF X43-267 (Juillet 2004) Air des lieux de travail. Prélèvement et analyse de vapeurs organiques. Prélèvement par pompage sur tube à adsorption et désorption au solvant.  NF EN ISO 16017 (Partie 1 : Mars 2001 / Partie 2 : Oct 2003) Air intérieur, air ambiant et air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par tube à adsorption/désorption thermique/chromatographie en phase gazeuse sur capillaire.  NF ISO 16200 (Décembre 2001) Qualité de l'air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par désorption au solvant/chromatographie en phase gazeuse.  ISO 9487:1991 (Août 1991) Air des lieux de travail. Détermination des hydrocarbures aromatiques vaporeux. Méthode d'analyse par tube à charbon actif/désorption des solvants/chromatographie en phase gazeuse.
Méthodes NIOSH [20]	Sans objet.
Méthodes OSHA [21]	Méthode PV2091 : Trimethylbenzenes. Septembre 1987.

### 3.4. EPI pour l'exposition par inhalation

La norme NF EN 529<sup>90</sup> définit les facteurs de protection pour chaque type d'appareil de protection respiratoire (annexe C de la norme).

Pour les gaz et vapeurs organiques dont le point d'ébullition est supérieur à 65°C, le type de filtre adapté est un filtre à gaz EN 14387/IN1 type A [22].

## 4. Production et consommation de la substance

L'OCDE (Organisation de Coopération et de Développement Economiques) classe le 1,2,4-triméthylbenzène comme produit chimique HPV (High Production Volume) [23] : il est donc fabriqué ou importé à raison d'au moins 1 000 tonnes par an dans l'Union Européenne, et ce par au moins un état membre.

Aucune donnée concernant les quantités de 1,2,4-triméthylbenzène produites ou consommées en France n'a été trouvée lors des recherches bibliographiques.

Selon la fiche solvants de l'INRS [24], en 2005, la consommation française d'hydrocarbures aromatiques se situait aux alentours de 79 000 tonnes par an, soit 14,4% de la consommation totale de solvants.

<sup>90</sup> Appareil de protection respiratoire – Recommandations pour le choix, l'utilisation, l'entretien et la maintenance – Guide.

## **5. Utilisations de la substance**

Lors des recherches bibliographiques, peu d'informations ont été trouvées concernant les utilisations du 1,2,4-triméthylbenzène.

### **5.1. Industrie chimique**

Le 1,2,4-triméthylbenzène est utilisé dans l'industrie chimique comme intermédiaire de synthèse et comme solvant. [4]

### **5.2. Industrie des peintures, vernis et encres**

Le 1,2,4-triméthylbenzène est utilisé comme matière première dans la fabrication de colorants. [4]

### **5.3. Industrie des parfums**

Le 1,2,4-triméthylbenzène est utilisé comme matière première dans la fabrication de parfums. [4]

### **5.4. Industrie des plastiques**

Le 1,2,4-triméthylbenzène est utilisé comme co-monomère dans la fabrication de résines pseudocumène-formaldéhyde. [4]

### **5.5. Industrie pharmaceutique**

Le 1,2,4-triméthylbenzène est utilisé comme matière première dans la fabrication de produits pharmaceutiques. [4]

### **5.6. Etat des lieux de la substitution de la substance en France**

Le 1,2,4-triméthylbenzène n'étant pas classé CMR de catégorie 1A ou 1B, les démarches de substitution telles qu'imposées par l'article R.4412-66 du code du travail ne sont pas obligatoires pour cette substance.

## 6. Le 1,2,4-triméthylbenzène dans les déchets

### 6.1. Déchets contenant du 1,2,4-triméthylbenzène

D'après les différentes utilisations identifiées dans la présente fiche, les déchets pouvant contenir du 1,2,4-triméthylbenzène sont classés dans la nomenclature déchets de l'article R.541-8 (Annexe II) du Code de l'environnement [25] sous les rubriques suivantes :

**Tableau 106 : Rubriques des déchets susceptibles de contenir du 1,2,4-triméthylbenzène**

N°RUBRIQUE	DECHETS
<b>05</b>	<b>DÉCHETS PROVENANT DU RAFFINAGE DU PÉTROLE, DE LA PURIFICATION DU GAZ NATUREL ET DU TRAITEMENT PYROLYTIQUE DU CHARBON</b>
05 01	Déchets provenant du raffinage du pétrole
<b>07</b>	<b>DÉCHETS DES PROCÉDÉS DE LA CHIMIE ORGANIQUE</b>
07 01	Déchets provenant de la fabrication, formulation, distribution et utilisation (FFDU) de produits organiques de base
07 02	Déchets provenant de la FFDU de matières plastiques, caoutchouc et fibres synthétiques
07 03	Déchets provenant de la FFDU de teintures et pigments organiques
07 05	Déchets provenant de la FFDU des produits pharmaceutiques
07 06	Déchets provenant de la FFDU des corps gras, savons, détergents, désinfectants et cosmétiques
07 07	Déchets provenant de la FFDU de produits chimiques issus de la chimie fine et de produits chimiques non spécifiés ailleurs
<b>08</b>	<b>DÉCHETS PROVENANT DE LA FABRICATION, DE LA FORMULATION, DE LA DISTRIBUTION ET DE L'UTILISATION (FFDU) DE PRODUITS DE REVÊTEMENT (PEINTURES, VERNIS ET ÉMAUX VITRIFIÉS), MASTICS ET ENCRE D'IMPRESSION</b>
08 01	Déchets provenant de la FFDU et du décapage de peintures et vernis
08 03	Déchets provenant de la FFDU d'encre d'impression
<b>14</b>	<b>DÉCHETS DE SOLVANTS ORGANIQUES, D'AGENTS RÉFRIGÉRANTS ET PROPULSEURS</b>
14 06	Déchets de solvants, d'agents réfrigérants et d'agents propulseurs d'aérosols/de mousses organiques
14 06 03*	Autres solvants et mélanges de solvants
14 06 05*	Boues ou déchets solides contenant d'autres solvants
<b>15</b>	<b>EMBALLAGES ET DÉCHETS D'EMBALLAGES, ABSORBANTS, CHIFFONS D'ESSUYAGE, MATÉRIAUX FILTRANTS ET VÊTEMENTS DE PROTECTION NON SPÉCIFIÉS AILLEURS</b>
15 01	Emballages et déchets d'emballages (y compris les déchets d'emballages municipaux collectés séparément)
15 01 10*	Emballages contenant des résidus de substances dangereuses ou contaminés par de tels résidus
15 02	Absorbants, matériaux filtrants, chiffons d'essuyage et vêtements de protection
15 02 02*	Absorbants, matériaux filtrants (y compris les filtres à huile non spécifiés ailleurs), chiffons d'essuyage et vêtements de protection contaminés par des substances dangereuses
<b>16</b>	<b>DÉCHETS NON DÉCRITS AILLEURS DANS LA LISTE</b>
16 03	Loupés de fabrication et produits non utilisés
16 03 05*	Déchets d'origine organique contenant des substances dangereuses
16 05	Gaz en récipients à pression et produits chimiques mis au rebut
16 05 08*	Produits chimiques d'origine organique à base de ou contenant des substances dangereuses, mis au rebut
16 07	Déchets provenant du nettoyage de cuves et fûts de stockage et de transport
16 07 08*	Déchets contenant des hydrocarbures

N° RUBRIQUE	DECHETS
19	DÉCHETS PROVENANT DES INSTALLATIONS DE GESTION DES DÉCHETS, DES STATIONS D'ÉPURATION DES EAUX USÉES HORS SITE ET DE LA PRÉPARATION D'EAU DESTINÉE À LA CONSOMMATION HUMAINE ET D'EAU À USAGE INDUSTRIEL
19 05	Déchets de compostage
19 07	Lixiviats de décharges
19 07 02*	Lixiviats de décharges contenant des substances dangereuses
20	DÉCHETS MUNICIPAUX (DÉCHETS MÉNAGERS ET DÉCHETS ASSIMILÉS PROVENANT DES COMMERCES, DES INDUSTRIES ET DES ADMINISTRATIONS), Y COMPRIS LES FRACTIONS COLLECTÉES SÉPARÉMENT
20 01	Fractions collectées séparément
20 01 13*	Solvants

## 6.2. Flux du 1,2,4-triméthylbenzène dans les déchets

Aucune donnée n'a été trouvée dans la littérature concernant les gisements et flux de 1,2,4-triméthylbenzène dans les déchets.

## 6.3. Formation du 1,2,4-triméthylbenzène lors du traitement des déchets

### 6.3.1. Incinération des déchets

Selon S. Biccocchi *et al.* (2009) [26], les hydrocarbures aromatiques sont émis, de façon générale, lors de la combustion des substances et matériaux suivants :

- Phénoplastes (Phénol Formaldéhyde),
- Poly (acrylonitrile/butadiène/styrène) = ABS,
- PVC,
- Polyesters non saturés (VP),
- Polyuréthanes (PUR).

Les concentrations des composés organiques émis lors de la combustion des déchets dépendent étroitement des conditions thermiques. [35]

Dans le cadre des travaux du GRIDEC (groupe de recherche sur l'incinération des déchets) sur l'évaluation des nuisances et impacts liés à l'incinération des ordures ménagères et assimilés) – octobre 1996 – le 1,2,4-triméthylbenzène a été identifié parmi les composés organiques volatils majoritairement émis par une UIOM. [27]

La littérature consultée ne fournit aucune information concernant les concentrations de 1,2,4-triméthylbenzène mesurées à l'émission des unités d'incinération des déchets.

### 6.3.2. Compostage des déchets

Le 1,2,4-triméthylbenzène fait partie des substances identifiées et mesurées dans les déchets compostés ou le compost. [28]

L'étude FNADE-MEDD réalisée en 2002 sur les risques non microbiologiques associés au compostage des déchets rapporte les teneurs en COV dans l'air au sein des tas de compost d'ordures ménagères brutes. Pour le 1,2,4-triméthylbenzène, cette concentration est de 1 000 µg/m<sup>3</sup>. [29]



### 6.3.3. Stockage des déchets

Selon l'INERIS [30], les triméthylbenzènes font partie des éléments traces contenus dans le biogaz des Centres d'Enfouissement Technique (CET), à des intervalles de concentration compris entre 1,05 et 78 mg/m<sup>3</sup>, selon les sources.

Le rapport « Stockage des déchets et santé publique » (2004), coordonné par l'INVS [31] indique :

- La présence de triméthylbenzène dans les composés aromatiques monocycliques anthropogéniques présents à l'état de traces dans le biogaz des centres de stockage de déchets non dangereux :
  - o Les concentrations en triméthylbenzène sans différenciation entre les isomères sont comprises entre 0,1 et 187 mg/m<sup>3</sup> ;
  - o La concentration en 1,2,4-triméthylbenzène comprise entre 1,1 et 27 mg/m<sup>3</sup> ;
- La présence de triméthylbenzène dans les composés aromatiques monocycliques anthropogéniques présents dans les lixiviats. Les concentrations varient entre 0,3 et 250 µg/L.

### 6.3.4. Stations d'épuration

Selon l'INERIS [40], les triméthylbenzènes font partie des éléments traces contenus dans le biogaz de STEP, à des intervalles de concentration compris entre 0,7 et 0,9 mg/m<sup>3</sup>.

## 6.4. Exposition des travailleurs au 1,2,4-triméthylbenzène

D'après l'étude relative aux émissions de deux centres de stockage d'ordures ménagères réalisée par Hours *et al.* (2000), les concentrations en triméthylbenzène<sup>91</sup> mesurées aux postes de travail sont à des taux bas et proches de ce qui peut être mesuré en zone urbaine. [32]

L'étude FNADE-MEDD réalisée en 2002 sur les risques non microbiologiques associés au compostage des déchets rapporte les teneurs en 1,2,4-triméthylbenzène mesurées dans l'air en divers points d'un site de compostage de déchets ménagers solides. Ces résultats sont présentés dans le tableau suivants [41] :

**Tableau 107 : 1,2,4-triméthylbenzène mesuré dans l'air en divers points d'un site de compostage de déchets ménagers solides (teneurs en µg/m<sup>3</sup>) (Eitzer, 1995)**

Point de mesure	Concentration en µg/m <sup>3</sup>
Stockage	250
Broyage	390
Digesteur	190
Compost frais	200
Compost mur	6

Une entreprise spécialisée dans le traitement des déchets spéciaux a fourni des données semi-quantitatives sur les niveaux mesurés en triméthylbenzène dans les ambiances de travail. Les résultats sont présentés dans le tableau ci-après.

<sup>91</sup> Isomère concerné non précisé

**Tableau 108 : Données d'exposition en triméthylbenzène - Traitement des déchets spéciaux<sup>92</sup>**

Activités évaluées	Nombre de sites évalués	Postes de travail évalués	Nombre de fois recherchées lors des mesures d'exposition professionnelles	Nombre de fois inférieures aux VLEP	Nombre de fois supérieures aux VLEP	Nombre de fois détectées (Valeurs inf + valeurs sup à la VLEP)
Incinération	5	Tous postes confondus	77	36	0	36
Traitement biologique	5	Tous postes confondus	10	1	0	1
Traitement physico-chimique	6	Tous postes confondus	11	3	0	3
Valorisation solvants et hydrocarbures	8	Tous postes confondus	60	6	0	6
Transit et regroupement	5	Tous postes confondus	39	2	0	2
Déconditionnement	7	Tous postes confondus	41	1	0	1
Broyage	6	Tous postes confondus	67	33	0	33
Stockage (inclus les dépotages et prélèvements)	15	Tous postes confondus	101	31	0	31

Aucun dépassement des VLEP n'a été observé.

<sup>92</sup> Les résultats d'analyse présentés ne tiennent pas compte des EPI (pas de facteur d'abattement appliqué).

## 7. Références bibliographiques

---

1 Règlement (CE) n° 1272/2008 du Parlement européen et du Conseil du 16 décembre 2008 relatif à la classification, à l'étiquetage et à l'emballage des substances et des mélanges, modifiant et abrogeant les directives 67/548/CEE et 1999/45/CE et modifiant le règlement (CE) n° 1907/2006.

2 Liste des Agents Classés par les Monographies du CIRC, Volumes 1–101.  
<http://monographs.iarc.fr/FR/Classification/index.php>

3 Integrated Risk Information System (IRIS). US-EPA. Date de consultation : Septembre 2011.  
[http://www.epa.gov/iris/search\\_keyword.htm](http://www.epa.gov/iris/search_keyword.htm)

4 Hazardous Substances Data Bank (HSDB). 1,2,4-TRIMETHYLBENZENE. Date de dernière révision : 14/04/2008. <http://toxnet.nlm.nih.gov/cgi-bin/sis/search/f?./temp/~xoUow5:3>

5 Base de données BIOTOX. INRS. Mise à jour : septembre 2010.

6 FT223. Mésitylène. INRS. 2004.

7 Décret du 23/03/2011 relatif à l'étiquetage des produits de construction ou de revêtement de mur ou de sol et des peintures et vernis sur leurs émissions de polluants volatils.

8 Arrêté du 19/04/2011 relatif à l'étiquetage des produits de construction ou de revêtement de mur ou de sol et des peintures et vernis sur leurs émissions de polluants volatils

9 Arrêté du 31/01/08 modifié relatif au registre et à la déclaration annuelle des émissions polluantes et des déchets.

10 Arrêté du 02/02/98 modifié relatif aux prélèvements et à la consommation d'eau ainsi qu'aux émissions de toute nature des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation.

11 Arrêté du 20/09/02 modifié relatif aux installations d'incinération et de co-incinération de déchets dangereux.

12 Arrêté du 20/09/02 modifié relatif aux installations d'incinération et de co-incinération de déchets non dangereux et aux installations incinérant des déchets d'activités de soins à risques infectieux.

13 Directive 2000/39/CE de la Commission du 8 juin 2000 relative à l'établissement d'une première liste de valeurs limites d'exposition professionnelle de caractère indicatif en application de la directive 98/24/CE du Conseil concernant la protection de la santé et de la sécurité des travailleurs contre les risques liés à des agents chimiques sur le lieu de travail.

14 Recommendation from the Scientific Expert Group on Occupational Exposure Limits for Trimethylbenzenes. SEG/SUM/34. 1994.

15 Fiche de synthèse : Triméthylbenzènes. Groupe d'experts « Effets sur la santé ». Avril 2005.

16 Décret n° 2007-1539 du 26 octobre 2007 fixant des valeurs limites d'exposition professionnelle contraignantes pour certains agents chimiques et modifiant le code du travail.

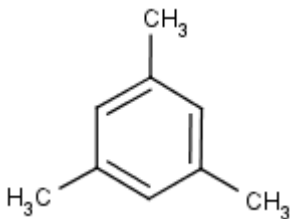
17 Fiche Metropol 012/V02. Hydrocarbures aromatiques. INRS. 11/2009.

- 
- 18 Fiche Metropol 055/V01.01. Mélanges de vapeurs d'hydrocarbures C6 à C12. INRS. 11/2009.
- 19 Site internet de l'Afnor. Date de consultation : septembre 2011. <http://www.boutique.afnor.org/>
- 20 NIOSH Manual of Analytical Methods. 3<sup>ème</sup> supplément. 2003. Date de consultation : septembre 2011. <http://www.cdc.gov/niosh/docs/2003-154/>
- 21 Sampling & Analytical Methods. Occupational Safety & Health Administration (OSHA). Dernière date de mise à jour : 23/03/2010. [http://www.osha.gov/dts/sltc/methods/toc\\_t.html](http://www.osha.gov/dts/sltc/methods/toc_t.html)
- 22 Fiche pratique de sécurité. Les appareils de protection respiratoire. ED 98. INRS. Octobre 2008.
- 23 OCDE (Organisation de coopération et de développement économiques). Date de consultation : septembre 2011. <http://webnet.oecd.org/hpv/UI/Search.aspx>
- 24 Les hydrocarbures aromatiques. Fiche solvants ED 4226. INRS. 2<sup>ème</sup> édition. Juin 2011.
- 25 Annexe II de l'article R541-8 du Code de l'environnement : LISTE DE DÉCHETS.
- 26 Les polluants et les techniques d'épuration des fumées. Cas des unités de traitement et de valorisation des déchets. Etat de l'art. Stéphane Bicocchi, Mathieu Boulinguez, Karen Diard. Etude réalisée sous la direction et pour le compte de l'association RECORD. Editions Tec & Doc Lavoisier. 2<sup>e</sup> édition. 2009.
- 27 Guide pour l'évaluation du risque sanitaire dans le cadre de l'étude d'impact d'une UIOM. ASTEE. Novembre 2003.
- 28 Faisabilité d'une étude épidémiologique auprès des travailleurs des centres de compostage. Gwladys FRANCOIS. Mémoire de l'Ecole Nationale de la Santé Publique (ENSP). 2005.
- 29 Les risques non microbiologiques associés au compostage des déchets. FNADE, Ministère de l'écologie et du développement durable. 19 août 2002.
- 30 Caractérisation des biogaz – Bibliographie – Mesures sur sites – Rapport final. J. POULLEAU. INERIS. Octobre 2002.
- 31 Stockage des déchets et santé publique. Chapitre 2.1. INVS. Septembre 2004. <http://www.invs.sante.fr/publications/2005/dechets/index.html>
- 32 Etude des polluants atmosphériques émis dans deux centres de stockage des ordures ménagères ; Caractérisation et mesure des niveaux d'exposition ; Mise au point d'outils de suivi en vue de l'évaluation des risques sanitaires. M. Hours, Ph. Berny. ETUDE N° 99-0654/3A. RECORD, ADEME. Septembre 2001.

**FICHE FILIÈRE DU 1,3,5-TRIMÉTHYLBENZÈNE**

## 1. Fiche identité de la substance

Tableau 109 : Caractéristiques du 1,3,5-triméthylbenzène

IDENTIFICATION DE LA SUBSTANCE	
Numéros CAS	108-67-8
Numéro CE (EINECS, ELINCS, NLP)	203-604-4
Nom	1,3,5-triméthylbenzène
Synonymes	Mésitylène 1,3,5-TMB
Famille chimique	Hydrocarbures aromatiques
Formule brute	C <sub>9</sub> H <sub>12</sub>
Formule semi-développée	
Catégorie de classement de la substance	<p><b>Classement selon le règlement CLP (N° 1272/2008 - Annexe VI) [1] :</b> Non classé cancérigène, mutagène ou reprotoxique</p> <p><b>Classement selon le CIRC [2] :</b> Non classé</p> <p><b>Classement selon l'US EPA [3] :</b> Non classé</p> <p><b>VLEP réglementaire contraignante (Article R.4412-149 du code du travail) :</b> VLEP (8h) : 100 mg/m<sup>3</sup> soit 20 ppm VLEP (court terme : 15 min) : 250 mg/m<sup>3</sup> soit 50 ppm</p>
Tension vapeur	248 Pa à 20°C [4]
Indicateurs biologiques d'exposition [5]	Acides diméthylbenzoïques totaux urinaires (après hydrolyse) : Valeur-Guide Française = 600 mg/g de créatinine en fin de poste, après plusieurs postes (1997) <sup>93</sup>
Fiche INRS	FT223 : Mésitylène. 2004 [4]
Fiches INERIS	Sans objet

<sup>93</sup> Cette valeur n'a pas été mise à jour depuis 1997 alors que la VME a été abaissée de 25 à 20 ppm.

## 2. Toxicité de la substance

### 2.1. Toxicité en exposition aiguë

La toxicité aiguë du 1,3,5-triméthylbenzène est mal connue, mais ne devrait pas différer de celle des mélanges classiques de solvants hydrocarbonés (tels les white-spirits, solvants naphtha...), d'autant que ce composé est présent dans de nombreuses coupes pétrolières. Les propriétés toxicologiques sont donc probablement celles communes à tous les solvants organiques de ce type : phénomènes irritatifs, liés à la dissolution des lipides des revêtements superficiels et troubles liés à une action dépressive sur le système nerveux central. [4]

Ainsi, les symptômes de toxicité aiguë que l'on peut rencontrer sont [4] :

- |                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|---------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| En cas d'ingestion :            | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Des troubles digestifs (douleurs abdominales, nausées, vomissements, diarrhées),</li> <li>- Une dépression du système nerveux central : troubles de la conscience, ivresse, convulsions en cas d'ingestion massive,</li> <li>- Une pneumopathie d'inhalation, due à l'inondation des voies respiratoires (1ers signes dans les 8 heures suivant l'ingestion), suivie de signes plus tardifs : toux, dyspnée, fièvre.</li> </ul> |
| En cas d'inhalation :           | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Des troubles secondaires à une action irritante des muqueuses des voies aérodigestives supérieures ;</li> <li>- Une atteinte du système nerveux central à type de céphalées, vertiges, troubles de la mémoire, de la concentration ou de la coordination (dès 10 ppm).</li> </ul>                                                                                                                                               |
| En cas de contact cutané :      | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Des dermatoses d'irritation.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| En cas de projection oculaire : | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Une irritation conjonctivale.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

### 2.2. Toxicité en exposition chronique

Des observations anciennes sont rapportées dans la littérature [4]. Elles concernent un groupe de 37 travailleurs exposés pendant 7 ans à des concentrations variant de 10 à 60 ppm d'un diluant pour peinture composé de [4] :

- 30% de mésitylène (1,3,5-triméthylbenzène),
- 50% de pseudocumène (1,2,4-triméthylbenzène),
- 30% de divers hydrocarbures dont des traces d'hémimellitène (1,2,3-triméthylbenzène).

Les symptômes observés sont [4] :

- Des troubles respiratoires à type de bronchite asthmatiforme (chez 70% des sujets les plus fortement exposés) ;
- Des troubles neurologiques avec atteinte du système nerveux central : céphalées, anxiété, asthénie, somnolence, troubles de la mémoire et du comportement (pour 80% des sujets exposés) ;
- Des troubles hématologiques avec anémie hypochrome (52% des sujets), thrombopénie (dans quelques cas seulement), et des troubles de la coagulation (chez 40% des sujets) à l'origine de gingivorragies et d'épistaxis fréquents et d'une tendance à la formation d'hématomes.

Ces troubles peuvent être attribués, selon les auteurs, à l'exposition au mésitylène et au pseudocumène. Toutefois, il est probable que les manifestations hématologiques étaient dues au benzène présent comme impureté dans les mélanges. [4]

Par ailleurs, certains auteurs confirment que l'intoxication chronique au mésitylène est susceptible d'entraîner des atteintes du système nerveux central, des effets irritatifs sur les muqueuses nasales, oculaires et broncho-pulmonaires, ainsi que, au même titre que la plupart des solvants industriels, une

irritation cutanée primaire avec érythème, sécheresse et dessiccation de la peau. Il n'a pas été signalé de manifestation de type allergique. [4]

### 3. Réglementation

#### 3.1. Textes règlementaires relatifs à la substance

##### 3.1.1. Textes relatifs à l'utilisation de la substance

Aucun texte relatif à l'utilisation du 1,3,5-triméthylbenzène n'a été identifié lors des recherches.

##### 3.1.2. Textes relatifs aux valeurs limites d'émission des installations de traitement de déchets

Les COV non méthaniques font partie de la liste définie dans l'arrêté du 31/01/08 modifié relatif au registre et à la déclaration annuelle des émissions polluantes et des déchets [6], concernant les polluants devant être mentionnés dans le registre des émissions polluantes et des déchets et devant apparaître dans la déclaration annuelle des émissions polluantes et des déchets faite par les exploitants des établissements concernés.

L'arrêté du 02/02/98 relatif aux prélèvements et à la consommation d'eau ainsi qu'aux émissions de toute nature des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation [7] impose les valeurs limites de rejets suivantes pour les émissions de COV des ICPE :

- Si le flux horaire total dépasse 2 kg/h, la valeur limite exprimée en carbone total de la concentration globale de l'ensemble des composés est de 110 mg/m<sup>3</sup> ;
- Dans le cas de l'utilisation d'une technique d'oxydation pour l'élimination COV, la valeur limite d'émission en COV exprimée en carbone total est de 20 mg/m<sup>3</sup> ou 50 mg/m<sup>3</sup> si le rendement d'épuration est supérieur à 98%.

L'arrêté du 20/09/02 relatif aux installations d'incinération et de co-incinération de déchets dangereux [8] impose les valeurs limites de rejets suivantes pour les émissions de substances organiques à l'état de gaz ou de vapeur, exprimées en carbone organique total (COT) :

- 10 mg/m<sup>3</sup> en moyenne journalière,
- 20 mg/m<sup>3</sup> en moyenne sur une demi-heure.

L'arrêté du 20/09/02 relatif aux installations d'incinération et de co-incinération de déchets non dangereux et aux installations incinérant des déchets d'activités de soins à risques infectieux [9] impose les valeurs limites de rejets suivantes pour les émissions de substances organiques à l'état de gaz ou de vapeur, exprimées en carbone organique total (COT) :

- 10 mg/m<sup>3</sup> en moyenne journalière,
- 20 mg/m<sup>3</sup> en moyenne sur une demi-heure.

#### 3.2. Valeurs de référence

En France, les VLEP réglementaires contraignantes dans l'air des locaux de travail établies pour le 1,3,5-triméthylbenzène (art. R.4412-149 du Code du travail) sont :

- VME (exposition moyenne pondérée sur 8 heures) = 100 mg/m<sup>3</sup> soit 20 ppm ;
- VLE (exposition à court terme sur 15 min) = 250 mg/m<sup>3</sup> soit 50 ppm.

Au niveau communautaire, la directive 2000/39/CE de la Commission du 8 juin 2000 relative à l'établissement d'une première liste de valeurs limites d'exposition professionnelle de caractère indicatif en application de la directive 98/24/CE du Conseil concernant la protection de la santé et de la sécurité des travailleurs contre les risques liés à des agents chimiques sur le lieu de travail [10], fixe pour le mésitylène les valeurs limites d'exposition professionnelles suivantes :

- Pour une exposition moyenne pondérée sur 8 heures : 20 ppm, soit 100 mg/m<sup>3</sup>.



Le Scientific Committee on Occupational Exposure Limit (SCOEL) élabore les VLEP au niveau européen. D'après son rapport « Recommendation from the Scientific Expert Group<sup>94</sup> on Occupational Exposure Limits for Trimethylbenzenes » (1994) [11], la VLEP recommandée (8 hour TWA<sup>95</sup> : 20 ppm / 100 mg/m<sup>3</sup>) est basée sur les données suivantes :

- Les informations disponibles sur la toxicité des isomères du triméthylbenzène n'ayant pas permis de faire une différenciation entre eux, une seule valeur limite a été proposée pour ces trois substances ;
- Les données sur l'homme étant limitées, des études sur la toxicité sur les animaux ont été également considérées : une étude sur la toxicité par inhalation sur des rats a montré un NOAEL (No Observed Adverse Effect Level) de 165 ppm (soit 825 mg/m<sup>3</sup>) ;
- Un facteur d'incertitude de 5 a été appliqué (absence de données humaines, légère incertitude sur la reprotoxicité chez les rongeurs) ;
- En prenant en compte la règle générale d'étagement des valeurs adoptée par le SCOEL (« preferred value approach »), ces données ont abouti à recommander une TWA<sup>83</sup> sur 8 heures de 20 ppm (100 mg/m<sup>3</sup>).

L'irritation étant constatée à des niveaux très supérieurs à ceux provoquant des effets systémiques, aucune STEL (Short Term Exposure Limits) n'a été proposée. Aucune notation « peau » n'est estimée nécessaire.

En France, le Groupe d'experts « Effets sur la santé » a édité en avril 2005 une fiche de synthèse concernant les triméthylbenzènes [12]. Sur la base des données du SCOEL, des recherches complémentaires ont été effectuées par ce groupe d'experts afin d'identifier d'éventuelles données nouvelles de la littérature, entre 1994 et 2004. Les recherches ont été effectuées dans les bases de données suivantes : Toxline et Pubmed.

Sur la base de ces nouvelles recherches, le Groupe d'experts a conclu les éléments suivants [22] :

- Les études parues depuis 1994 sont relativement nombreuses et cohérentes, probablement parce qu'en majorité issues d'une même équipe de scientifiques polonais. Elles sont cependant à prendre avec précaution, d'une part parce que la présentation des résultats peut être trompeuse (l'interprétation des auteurs ne fait pas la part entre test de tendance et écarts réels entre valeurs), d'autre part parce que les effets toxicologiques sont en fait assez peu marqués et en partie incohérents (effets sanguins inhomogènes entre mâles et femelles, incertitude complète sur la forme des relations dose-réponse).
- Ces données nouvelles tendent toutefois à contredire l'équivalence toxicologique supposée des 3 isomères, plusieurs publications montrant une toxicité supérieure de l'hémimellitène (isomère 1,2,3), que ce soit par expérimentation animale, in vitro ou encore d'après des tests sur l'homme, dans lesquels le HM semble le moins rapidement éliminé. Ce dernier est également le composé dont le coefficient de partage eau/air est le plus élevé.
- Des études expérimentales plus fouillées semblent nécessaires avant de conclure en faveur d'un éventuel abaissement de la valeur limite préconisée par le SCOEL. Dans le but de préciser la relation dose-réponse, nécessaire à l'élaboration de NOAEL et LOAEL (Lowest Observed Adverse Effect Level) crédibles, il faudrait par exemple utiliser des substances plus pures, préciser plus rigoureusement les organes-cibles, recourir à des concentrations plus étagées, exposer sur des durées plus longues, ou encore former des groupes plus importants d'animaux. S'ils évoquent certaines de ces pistes, Wiaderna et coll. (2002) pensent aussi que

---

<sup>94</sup> Le groupe d'experts européens SEG, constitué en 1990 a été remplacé en 1995 par le SCOEL : Scientific Committee on Occupational Exposure Limit (Comité scientifique en matière de valeurs limites d'exposition professionnelle).

<sup>95</sup> TWA (Time Weighted Average) : Concentration moyenne pondérée dans le temps pour une journée de travail normale de huit heures, cinq jours par semaine (semaine normale de 40 heures) – Correspond à la VME française.

le manque de lisibilité des réponses est attribuable « à une variabilité considérable de la sensibilité individuelle des animaux ».

- Il apparaît que l'inhalation des TMB – du moins de l'isomère 1,2,4 (PC) – dans un mélange complexe comme du white spirit en accroît la concentration sanguine, ainsi que l'élimination urinaire du 3,4-DMHA (acide 3,4-diméthylhippurique), observation qui devrait être prise en compte aussi bien pour le suivi biologique de l'imprégnation que pour l'évaluation des risques.
- Un approfondissement des possibilités en matière de suivi biologique semble également indiqué : certains sont en faveur d'un prélèvement en fin de semaine, avec analyses des TMB urinaires et, de préférence, de l'acide 3,4-diméthylbenzoïque ; l'analyse des acides diméthylhippuriques, individuels ou, de préférence, totaux, a également été préconisée.

En conclusion, les données nouvelles semblent insuffisantes pour proposer de modifier les conclusions du SCOEL (1994) pour la VME.

En revanche les travaux sur l'animal relatifs à l'irritation des voies respiratoires (RD50) incitent à proposer une VLE de l'ordre de 50 ppm à partir des travaux de Korsak (1995, 1997) en utilisant le facteur de 0,1 sur la valeur des RD50 (578, 519 ou 541 ppm selon l'isomère). Le dépassement de 32 fois la VME pendant 15 minutes conduit à 640 ppm ce qui n'est pas acceptable par rapport à la valeur théorique déterminée.

Ces préconisations ont été prises en compte par le décret n°2007-1539 du 26 octobre 2007 fixant des valeurs limites d'exposition professionnelle contraignantes pour certains agents chimiques et modifiant le code du travail [13].

### 3.3. Normes relatives à l'analyse dans l'air

Les références des normes relatives à l'analyse dans l'air du 1,3,5-triméthylbenzène sont présentées dans le tableau suivant :

**Tableau 110 : Normes relatives à l'analyse du 1,3,5-triméthylbenzène dans l'air**

Source	Référence méthode / norme
Fiches Métropol de l'INRS [14] [15]	Fiche Métropol 012/V02. Hydrocarbures aromatiques. 11/2009. Fiche Métropol 055/V01.01. Mélanges de vapeurs d'hydrocarbures C6 à C12. 11/2009.
Normes AFNOR spécifiques [16]	NF X43-267 (Juillet 2004) Air des lieux de travail. Prélèvement et analyse de vapeurs organiques. Prélèvement par pompage sur tube à adsorption et désorption au solvant.  NF EN ISO 16017 (Partie 1 : Mars 2001 / Partie 2 : Oct 2003) Air intérieur, air ambiant et air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par tube à adsorption/désorption thermique/chromatographie en phase gazeuse sur capillaire.  NF ISO 16200 (Décembre 2001) Qualité de l'air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par désorption au solvant/chromatographie en phase gazeuse.  ISO 9487:1991 (Août 1991) Air des lieux de travail. Détermination des hydrocarbures aromatiques vaporeux. Méthode d'analyse par tube à charbon actif/désorption des solvants/chromatographie en phase gazeuse.
Méthodes NIOSH [17]	Sans objet.
Méthodes OSHA [18]	Méthode PV2091 : Trimethylbenzenes. Septembre 1987.

### 3.4. EPI pour l'exposition par inhalation

La norme NF EN 529<sup>96</sup> définit les facteurs de protection pour chaque type d'appareil de protection respiratoire (annexe C de la norme).

Pour les gaz et vapeurs organiques dont le point d'ébullition est supérieur à 65°C, le type de filtre adapté est un filtre à gaz EN 14387/IN1 type A [19].

## 4. Production et consommation de la substance

L'OCDE (Organisation de Coopération et de Développement Economiques) classe le 1,3,5-triméthylbenzène comme produit chimique LPV (Low Production Volume) [20] : il est donc produit ou importé à raison de plus de 10 t/an, mais moins de 1 000 t/an dans l'Union Européenne.

Aucune donnée concernant les quantités produites ou consommées en France n'a été trouvée lors des recherches bibliographiques.

Selon la fiche solvants de l'INRS [21], en 2005, la consommation française d'hydrocarbures aromatiques se situait aux alentours de 79 000 tonnes par an, soit 14,4% de la consommation totale de solvants.

## 5. Utilisations de la substance

### 5.1. Carburants

Le 1,3,5-triméthylbenzène fait partie des constituants de carburants et de goudrons. [4]

### 5.2. Industrie chimique / pétrochimique

Le 1,3,5-triméthylbenzène est utilisé dans l'industrie chimique comme intermédiaire de synthèse. C'est aussi un constituant de solvants pétroliers (white-spirit ordinaire, solvant naphta, solvants aromatiques etc.). [4]

### 5.3. Industrie des peintures, vernis et encres

Les solvants pétroliers cités dans le paragraphe précédent, pouvant contenir du 1,3,5-triméthylbenzène, sont utilisés pour la formulation de diluants, peintures, vernis, et encres. [4]

### 5.4. Industrie pharmaceutique

Les solvants pétroliers cités dans le paragraphe précédent, pouvant contenir du 1,3,5-triméthylbenzène, sont utilisés pour la formulation de pesticides. [4]

---

<sup>96</sup> Appareil de protection respiratoire – Recommandations pour le choix, l'utilisation, l'entretien et la maintenance – Guide.

## 5.5. Etat des lieux de la substitution de la substance en France

Le 1,3,5-triméthylbenzène n'étant pas classé CMR de catégorie 1A ou 1B, les démarches de substitution telles qu'imposées par l'article R.4412-66 du code du travail ne sont pas obligatoires pour cette substance.

## 6. Le 1,3,5-triméthylbenzène dans les déchets

### 6.1. Déchets contenant du 1,3,5-triméthylbenzène

D'après les différentes utilisations identifiées dans la présente fiche, les déchets pouvant contenir du 1,3,5-triméthylbenzène sont classés dans la nomenclature déchets de l'article R.541-8 (Annexe II) du Code de l'environnement [22] sous les rubriques suivantes :

Tableau 111 : Rubriques des déchets susceptibles de contenir du 1,3,5-triméthylbenzène

N°RUBRIQUE	DECHETS
<b>05</b>	<b>DÉCHETS PROVENANT DU RAFFINAGE DU PÉTROLE, DE LA PURIFICATION DU GAZ NATUREL ET DU TRAITEMENT PYROLYTIQUE DU CHARBON</b>
05 01	Déchets provenant du raffinage du pétrole
<b>07</b>	<b>DÉCHETS DES PROCÉDÉS DE LA CHIMIE ORGANIQUE</b>
07 01	Déchets provenant de la fabrication, formulation, distribution et utilisation (FFDU) de produits organiques de base
07 03	Déchets provenant de la FFDU de teintures et pigments organiques
07 04	Déchets provenant de la FFDU de produits phytosanitaires organiques (sauf rubriques 02 01 08 et 02 01 09), d'agents de protection du bois (sauf section 03 02) et d'autres biocides
07 06	Déchets provenant de la FFDU des corps gras, savons, détergents, désinfectants et cosmétiques
07 07	Déchets provenant de la FFDU de produits chimiques issus de la chimie fine et de produits chimiques non spécifiés ailleurs
<b>08</b>	<b>DÉCHETS PROVENANT DE LA FABRICATION, DE LA FORMULATION, DE LA DISTRIBUTION ET DE L'UTILISATION (FFDU) DE PRODUITS DE REVÊTEMENT (PEINTURES, VERNIS ET ÉMAUX VITRIFIÉS), MASTICS ET ENCRE D'IMPRESSION</b>
08 01	Déchets provenant de la FFDU et du décapage de peintures et vernis
08 03	Déchets provenant de la FFDU d'encre d'impression
<b>14</b>	<b>DÉCHETS DE SOLVANTS ORGANIQUES, D'AGENTS RÉFRIGÉRANTS ET PROPULSEURS</b>
14 06	Déchets de solvants, d'agents réfrigérants et d'agents propulseurs d'aérosols/de mousses organiques
14 06 03*	Autres solvants et mélanges de solvants
14 06 05*	Boues ou déchets solides contenant d'autres solvants
<b>15</b>	<b>EMBALLAGES ET DÉCHETS D'EMBALLAGES, ABSORBANTS, CHIFFONS D'ESSUYAGE, MATÉRIAUX FILTRANTS ET VÊTEMENTS DE PROTECTION NON SPÉCIFIÉS AILLEURS</b>
15 01	Emballages et déchets d'emballages (y compris les déchets d'emballages municipaux collectés séparément)
15 01 10*	Emballages contenant des résidus de substances dangereuses ou contaminés par de tels résidus
15 02	<b>Absorbants, matériaux filtrants, chiffons d'essuyage et vêtements de protection</b>
15 02 02*	Absorbants, matériaux filtrants (y compris les filtres à huile non spécifiés ailleurs), chiffons d'essuyage et vêtements de protection contaminés par des substances dangereuses

N° RUBRIQUE	DECHETS
<b>16</b>	<b>DÉCHETS NON DÉCRITS AILLEURS DANS LA LISTE</b>
<b>16 03</b>	<b>Loupés de fabrication et produits non utilisés</b>
16 03 05*	Déchets d'origine organique contenant des substances dangereuses
<b>16 05</b>	<b>Gaz en récipients à pression et produits chimiques mis au rebut</b>
16 05 08*	Produits chimiques d'origine organique à base de ou contenant des substances dangereuses, mis au rebut
<b>16 07</b>	<b>Déchets provenant du nettoyage de cuves et fûts de stockage et de transport</b>
16 07 08*	Déchets contenant des hydrocarbures
<b>19</b>	<b>DÉCHETS PROVENANT DES INSTALLATIONS DE GESTION DES DÉCHETS, DES STATIONS D'ÉPURATION DES EAUX USÉES HORS SITE ET DE LA PRÉPARATION D'EAU DESTINÉE À LA CONSOMMATION HUMAINE ET D'EAU À USAGE INDUSTRIEL</b>
<b>19 05</b>	<b>Déchets de compostage</b>
<b>19 07</b>	<b>Lixiviats de décharges</b>
19 07 02*	Lixiviats de décharges contenant des substances dangereuses
<b>20</b>	<b>DÉCHETS MUNICIPAUX (DÉCHETS MÉNAGERS ET DÉCHETS ASSIMILÉS PROVENANT DES COMMERCES, DES INDUSTRIES ET DES ADMINISTRATIONS), Y COMPRIS LES FRACTIONS COLLECTÉES SÉPARÉMENT</b>
<b>20 01</b>	<b>Fractions collectées séparément</b>
20 01 13*	Solvants

## 6.2. Flux du 1,3,5-triméthylbenzène dans les déchets

Aucune donnée n'a été trouvée dans la littérature concernant les gisements et flux de 1,3,5-triméthylbenzène dans les déchets.

## 6.3. Formation du 1,3,5-triméthylbenzène lors du traitement des déchets

### 6.3.1. Incinération des déchets

Selon S. Bicocchi *et al.* (2009) [23], les hydrocarbures aromatiques sont émis, de façon générale, lors de la combustion des substances et matériaux suivants :

- Phénoplastes (Phénol Formaldéhyde),
- Poly (acrylonitrile/butadiène/styrène) = ABS,
- PVC,
- Polyesters non saturés (VP),
- Polyuréthanes (PUR).

Les concentrations des composés organiques émis lors de la combustion des déchets dépendent étroitement des conditions thermiques. [35]

Dans le cadre des travaux du GRIDEC (groupe de recherche sur l'incinération des déchets) sur l'évaluation des nuisances et impacts liés à l'incinération des ordures ménagères et assimilés) – octobre 1996 – le 1,3,5-triméthylbenzène a été identifié parmi les composés organiques volatils majoritairement émis par une UIOM. [24]

La littérature consultée ne fournit aucune information concernant les concentrations de 1,3,5-triméthylbenzène mesurées à l'émission des unités d'incinération des déchets.

### 6.3.2. Compostage des déchets

Le 1,3,5-triméthylbenzène fait partie des substances identifiées et mesurées dans les déchets compostés ou le compost. [25]

L'étude FNADE-MEDD réalisée en 2002 sur les risques non microbiologiques associés au compostage des déchets rapporte les teneurs en COV dans l'air au sein des tas de compost d'ordures ménagères brutes. Pour le 1,3,5-triméthylbenzène, cette concentration est de 2 200 µg/m<sup>3</sup>. [26]

### 6.3.3. Stockage des déchets

Selon l'INERIS [27], les triméthylbenzènes font partie des éléments traces contenus dans le biogaz des Centres d'Enfouissement Technique (CET), à des intervalles de concentration compris entre 1,05 et 78 mg/m<sup>3</sup>, selon les sources.

Le rapport « Stockage des déchets et santé publique » (2004), coordonné par l'INVS [28] indique :

- La présence de triméthylbenzène dans les composés aromatiques monocycliques anthropogéniques présents à l'état de traces dans le biogaz des centres de stockage de déchets non dangereux :
  - o Les concentrations en triméthylbenzène sans différenciation entre les isomères sont comprises entre 0,1 et 187 mg/m<sup>3</sup> ;
  - o La concentration en 1,3,5-triméthylbenzène comprise entre 0,5 et 9,4 mg/m<sup>3</sup> ;
- La présence de triméthylbenzène dans les composés aromatiques monocycliques anthropogéniques présents dans les lixiviats. Les concentrations varient entre 0,3 et 250 µg/L.

### 6.3.4. Stations d'épuration

Selon l'INERIS [40], les triméthylbenzènes font partie des éléments traces contenus dans le biogaz de STEP, à des intervalles de concentration compris entre 0,7 et 0,9 mg/m<sup>3</sup>.

## 6.4. Exposition des travailleurs au 1,3,5-triméthylbenzène

D'après l'étude relative aux émissions de deux centres de stockage d'ordures ménagères réalisée par Hours *et al* (2000), les concentrations en triméthylbenzène<sup>97</sup> mesurées aux postes de travail sont à des taux bas et proches de ce qui peut être mesuré en zone urbaine. [29]

L'étude FNADE-MEDD réalisée en 2002 sur les risques non microbiologiques associés au compostage des déchets rapporte les teneurs en 1,3,5-triméthylbenzène mesurées dans l'air en divers points de site de compostage de déchets ménagers solides. Ces résultats sont présentés dans le tableau suivants [41] :

---

<sup>97</sup> Isomère concerné non précisé

**Tableau 112 : 1,3,5-triméthylbenzène mesuré dans l'air en divers points de site de compostage de déchets ménagers solides (teneurs en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) (Eitzer, 1995)**

Point de mesure	Concentration en $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Stockage	310
Broyage	610
Digesteur	180
Compost frais	320
Compost mur	7

Une entreprise spécialisée dans le traitement des déchets spéciaux a fourni des données semi-quantitatives sur les niveaux mesurés en triméthylbenzène dans les ambiances de travail. Les résultats sont présentés dans le tableau ci-après.

**Tableau 113 : Données d'exposition en triméthylbenzène - Traitement des déchets spéciaux<sup>98</sup>**

Activités évaluées	Nombre de sites évalués	Postes de travail évalués	Nombre de fois recherchées lors des mesures d'exposition professionnelles	Nombre de fois inférieures aux VLEP	Nombre de fois supérieures aux VLEP	Nombre de fois détectées (Valeurs inf + valeurs sup à la VLEP)
Incinération	5	Tous postes confondus	77	36	0	36
Traitement biologique	5	Tous postes confondus	10	1	0	1
Traitement physico-chimique	6	Tous postes confondus	11	3	0	3
Valorisation solvants et hydrocarbures	8	Tous postes confondus	60	6	0	6
Transit et regroupement	5	Tous postes confondus	39	2	0	2
Déconditionnement	7	Tous postes confondus	41	1	0	1
Broyage	6	Tous postes confondus	67	33	0	33
Stockage (inclus les dépotages et prélèvements)	15	Tous postes confondus	101	31	0	31

Aucun dépassement des VLEP n'a été observé.

<sup>98</sup> Les résultats d'analyse présentés ne tiennent pas compte des EPI (pas de facteur d'abattement appliqué).

## 7. Références bibliographiques

---

1 Règlement (CE) n° 1272/2008 du Parlement européen et du Conseil du 16 décembre 2008 relatif à la classification, à l'étiquetage et à l'emballage des substances et des mélanges, modifiant et abrogeant les directives 67/548/CEE et 1999/45/CE et modifiant le règlement (CE) n° 1907/2006.

2 Liste des Agents Classés par les Monographies du CIRC, Volumes 1–101.  
<http://monographs.iarc.fr/FR/Classification/index.php>

3 Integrated Risk Information System (IRIS). US-EPA. Date de consultation : Septembre 2011.  
[http://www.epa.gov/iris/search\\_keyword.htm](http://www.epa.gov/iris/search_keyword.htm)

4 FT223. Mésitylène. INRS. 2004.

5 Base de données BIOTOX. INRS. Mise à jour : septembre 2010.

6 Arrêté du 31/01/08 modifié relatif au registre et à la déclaration annuelle des émissions polluantes et des déchets.

7 Arrêté du 02/02/98 modifié relatif aux prélèvements et à la consommation d'eau ainsi qu'aux émissions de toute nature des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation.

8 Arrêté du 20/09/02 modifié relatif aux installations d'incinération et de co-incinération de déchets dangereux.

9 Arrêté du 20/09/02 modifié relatif aux installations d'incinération et de co-incinération de déchets non dangereux et aux installations incinérant des déchets d'activités de soins à risques infectieux.

10 Directive 2000/39/CE de la Commission du 8 juin 2000 relative à l'établissement d'une première liste de valeurs limites d'exposition professionnelle de caractère indicatif en application de la directive 98/24/CE du Conseil concernant la protection de la santé et de la sécurité des travailleurs contre les risques liés à des agents chimiques sur le lieu de travail.

11 Recommendation from the Scientific Expert Group on Occupational Exposure Limits for Trimethylbenzenes. SEG/SUM/34. 1994.

12 Fiche de synthèse : Triméthylbenzènes. Groupe d'experts « Effets sur la santé ». Avril 2005.

13 Décret n° 2007-1539 du 26 octobre 2007 fixant des valeurs limites d'exposition professionnelle contraignantes pour certains agents chimiques et modifiant le code du travail.

14 Fiche Metropol 012/V02. Hydrocarbures aromatiques. INRS. 11/2009.

15 Fiche Metropol 055/V01.01. Mélanges de vapeurs d'hydrocarbures C6 à C12. INRS. 11/2009.

16 Site internet de l'Afnor. Date de consultation : septembre 2011. <http://www.boutique.afnor.org/>

17 NIOSH Manual of Analytical Methods. 3<sup>ème</sup> supplément. 2003. Date de consultation : septembre 2011. <http://www.cdc.gov/niosh/docs/2003-154/>

18 Sampling & Analytical Methods. Occupational Safety & Health Administration (OSHA). Dernière date de mise à jour : 23/03/2010. [http://www.osha.gov/dts/sltc/methods/toc\\_t.html](http://www.osha.gov/dts/sltc/methods/toc_t.html)



19 Fiche pratique de sécurité. Les appareils de protection respiratoire. ED 98. INRS. Octobre 2008.

20 ESIS : European chemical Substances Information System. Date de consultation : septembre 2011. <http://esis.jrc.ec.europa.eu/>

21 Les hydrocarbures aromatiques. Fiche solvants ED 4226. INRS. 2<sup>ème</sup> édition. Juin 2011.

22 Annexe II de l'article R541-8 du Code de l'environnement : LISTE DE DÉCHETS.

23 Les polluants et les techniques d'épuration des fumées. Cas des unités de traitement et de valorisation des déchets. Etat de l'art. Stéphane Biccocchi, Mathieu Boulinguez, Karen Diard. Etude réalisée sous la direction et pour le compte de l'association RECORD. Editions Tec & Doc Lavoisier. 2<sup>e</sup> édition. 2009.

24 Guide pour l'évaluation du risque sanitaire dans le cadre de l'étude d'impact d'une UIOM. ASTEE. Novembre 2003.

25 Faisabilité d'une étude épidémiologique auprès des travailleurs des centres de compostage. Gwladys FRANCOIS. Mémoire de l'Ecole Nationale de la Santé Publique (ENSP). 2005.

26 Les risques non microbiologiques associés au compostage des déchets. FNADE, Ministère de l'écologie et du développement durable. 19 août 2002.

27 Caractérisation des biogaz – Bibliographie – Mesures sur sites – Rapport final. J. POULLEAU. INERIS. Octobre 2002.

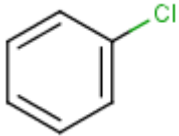
28 Stockage des déchets et santé publique. Chapitre 2.1. INVS. Septembre 2004.  
<http://www.invs.sante.fr/publications/2005/dechets/index.html>

29 Etude des polluants atmosphériques émis dans deux centres de stockage des ordures ménagères ; Caractérisation et mesure des niveaux d'exposition ; Mise au point d'outils de suivi en vue de l'évaluation des risques sanitaires. M. Hours, Ph. Berny. ETUDE N° 99-0654/3A. RECORD, ADEME. Septembre 2001.

**FICHE FILIÈRE DU CHLOROBENZÈNE**

## 1. Fiche identité de la substance

Tableau 114 : Caractéristiques du chlorobenzène

IDENTIFICATION DE LA SUBSTANCE	
Numéros CAS	108-90-7
Numéro CE (EINECS, ELINCS, NLP)	203-628-5
Nom	Chlorobenzène
Synonymes	Chlorure de phényle Monochlorobenzene Benzene chloride Benzene chloro Phenyl chloride Chlorobenzol MCB
Famille chimique	Hydrocarbures aromatiques chlorés
Formule brute	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> Cl
Formule semi-développée	
Catégorie de classement de la substance	<p><b>Classement selon le règlement CLP (N° 1272/2008 - Annexe VI) [1] :</b> Non classé cancérigène, mutagène ou reprotoxique</p> <p><b>Classement selon le CIRC [2] :</b> Non classé</p> <p><b>Classement selon l'US EPA [3] :</b> Classe D (substance non classifiable quant à sa cancérogénicité pour l'homme)</p> <p><b>VLEP réglementaire contraignante (Article R.4412-149 du code du travail) :</b> VLEP (8h) : 23 mg/m<sup>3</sup> soit 5 ppm VLEP (court terme : 15 min) : 70 mg/m<sup>3</sup> soit 15 ppm</p>
Tension vapeur	1 170 Pa à 20°C [4]
Indicateurs biologiques d'exposition [5]	4-Chlorophénol total urinaire en fin de poste de travail : Valeur-Guide Française = 25 mg/g de créatinine (1997) <sup>99</sup>
Fiche INRS	FT23 : Chlorobenzène. 2009 [4]
Fiches INERIS	Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques. Chlorobenzène. 03/02/2005 [6] Données technico-économiques sur les substances chimiques en France. Chlorobenzène (Monochlorobenzène). 05/04/2006 [7]

<sup>99</sup> Cette valeur n'a pas été mise à jour depuis 1997 alors que les VLEP ont été introduites par le décret n°2007-1539 du 26 octobre 2007.

## 2. Toxicité de la substance

### 2.1. Toxicité en exposition aiguë

Le chlorobenzène est un narcotique puissant, un toxique hépatique et un irritant de la peau et des muqueuses oculaires et respiratoires. [4]

Les symptômes observés en cas d'intoxication aiguë au chlorobenzène sont les suivants [4] :

Intoxication par ingestion :	Pâleur ou cyanose, méthémoglobinémie, voire colapsus. 2 cas d'atteinte hépatique avec cytolyse rapportés. Ces effets peuvent être réversibles.
Intoxication par inhalation :	Irritation oculaire et des voies respiratoires lors d'exposition à des concentrations de l'ordre de 200 ppm (930 mg/m <sup>3</sup> ). Atteinte neurologique à de fortes doses : somnolence, manque de coordination, dépression du système nerveux central, troubles de la conscience.
Contact cutané :	Irritation de la peau.

### 2.2. Toxicité en exposition chronique

Les effets de l'exposition chronique au chlorobenzène s'exercent principalement sur le système nerveux central. [4]

L'inhalation prolongée de vapeurs peut être à l'origine de signes neurologiques (céphalées, somnolence, vertiges, paresthésies, myoclonies des extrémités et parfois des troubles de la sensibilité tactile), de signes d'irritation des voies aérodigestives supérieures, de lésions hépatiques, rénales et pulmonaires. [4]

Des modifications hématologiques ont rarement été rapportées. [4]

Des contacts répétés ou prolongés du liquide avec la peau peuvent entraîner des dermatoses et des brûlures cutanées. [4]

Effets sur la reproduction [4] : Une étude russe fait état d'une augmentation significative de la fréquence des troubles menstruels et hormonaux chez des femmes exposées au chlorobenzène dans une usine de vernis. Une fréquence accrue des anomalies du développement des nouveau-nés ainsi qu'une augmentation de la mortalité périnatale sont aussi mentionnées. Cependant, la responsabilité du chlorobenzène ne peut être affirmée étant donné l'exposition concomitante à d'autres produits chimiques.

### 3. Réglementation

#### 3.1. Textes règlementaires relatifs à la substance

##### 3.1.1. Textes relatifs à l'utilisation de la substance

Aucun texte relatif à l'utilisation du chlorobenzène n'a été identifié lors des recherches.

##### 3.1.2. Textes relatifs aux valeurs limites d'émission des installations de traitement de déchets

Les COV non méthaniques font partie de la liste définie dans l'arrêté du 31/01/08 modifié relatif au registre et à la déclaration annuelle des émissions polluantes et des déchets [8], concernant les polluants devant être mentionnés dans le registre des émissions polluantes et des déchets et devant apparaître dans la déclaration annuelle des émissions polluantes et des déchets faite par les exploitants des établissements concernés.

L'arrêté du 02/02/98 relatif aux prélèvements et à la consommation d'eau ainsi qu'aux émissions de toute nature des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation [9] impose dans les rejets aqueux une valeur limite pour le chlorobenzène de 4 mg/L si le rejet dépasse 10 g/j.

Concernant la pollution de l'air, cet arrêté impose les valeurs limites de rejets suivantes pour les émissions de COV des ICPE [9] :

- Si le flux horaire total dépasse 2 kg/h, la valeur limite exprimée en carbone total de la concentration globale de l'ensemble des composés est de 110 mg/m<sup>3</sup> ;
- Dans le cas de l'utilisation d'une technique d'oxydation pour l'élimination COV, la valeur limite d'émission en COV exprimée en carbone total est de 20 mg/m<sup>3</sup> ou 50 mg/m<sup>3</sup> si le rendement d'épuration est supérieur à 98%.

L'arrêté du 20/09/02 relatif aux installations d'incinération et de co-incinération de déchets dangereux [10] impose les valeurs limites de rejets suivantes pour les émissions de substances organiques à l'état de gaz ou de vapeur, exprimées en carbone organique total (COT) :

- 10 mg/m<sup>3</sup> en moyenne journalière,
- 20 mg/m<sup>3</sup> en moyenne sur une demi-heure.

L'arrêté du 20/09/02 relatif aux installations d'incinération et de co-incinération de déchets non dangereux et aux installations incinérant des déchets d'activités de soins à risques infectieux [11] impose les valeurs limites de rejets suivantes pour les émissions de substances organiques à l'état de gaz ou de vapeur, exprimées en carbone organique total (COT) :

- 10 mg/m<sup>3</sup> en moyenne journalière,
- 20 mg/m<sup>3</sup> en moyenne sur une demi-heure.

L'arrêté du 30/12/02 modifié relatif au stockage de déchets dangereux [12] fixe une valeur limite sur le rejet des eaux stockées dans le bassin tampon qui regroupe les eaux de ruissellement. En effet, ce rejet doit respecter des objectifs de qualité du milieu naturel, qui est pour les composés organiques halogénés (en AOX ou EOX) : < 1 mg/L si le rejet dépasse 30 g/j. [33]

Cette limite est également celle imposée par l'arrêté du 09/09/97 modifié relatif aux installations de stockage de "déchets non dangereux" [13] pour les composés organiques halogénés (en AOX ou EOX) dans les rejets d'effluents liquides dans le milieu naturel.

### 3.2. Valeurs de référence

En France, les VLEP réglementaires contraignantes dans l'air des locaux de travail établies pour le chlorobenzène (art. R.4412-149 du Code du travail) sont :

- VME (exposition moyenne pondérée sur 8 heures) = 5 ppm soit 23 mg/m<sup>3</sup> ;
- VLE (exposition à court terme sur 15 min) = 15 ppm soit 70 mg/m<sup>3</sup>.

Au niveau communautaire, la Directive 2006/15/CE de la Commission du 7 février 2006 établissant une deuxième liste de valeurs limites indicatives d'exposition professionnelle en application de la directive 98/24/CE du Conseil et portant modification des directives 91/322/CEE et 2000/39/CE [14], fixe pour le chlorobenzène les valeurs limites d'exposition professionnelle suivantes :

- Pour une exposition moyenne pondérée sur 8 heures : 5 ppm, soit 23 mg/m<sup>3</sup> ;
- Pour une exposition de 15 minutes : 15 ppm, soit 70 mg/m<sup>3</sup>.

Le Scientific Committee on Occupational Exposure Limit (SCOEL) élabore les VLEP au niveau européen. D'après son rapport « Recommendation of the Scientific Committee on Occupational Exposure Limits for Monochlorobenzene » (2003) [15], les VLEP recommandées sont basées sur les données suivantes :

- Le SCOEL a retenu un LOAEL (Lowest Observed Adverse Effect Level) de 50 ppm à la suite d'une étude sur la reproduction de deux générations de rats exposés par inhalation à la substance.
- A partir de cette valeur, un facteur de 10 a été appliqué pour prendre en considération les variations intra et inter-espèces, ainsi que l'absence de NOAEL (No Observed Adverse Effect Level) issu de l'étude citée au point précédent.
- Ainsi, une 8 hour TWA<sup>100</sup> de 5 ppm (23 mg/m<sup>3</sup>) est recommandée par le comité, cette valeur étant considérée comme protectrice pour les travailleurs contre les effets hématologiques potentiels de la substance, observés sur les souris après une exposition prolongée par inhalation au monochlorobenzène à une concentration de 21 ppm, mais aussi contre les effets d'irritation observés sur des humains à 60 ppm (avec aucun effet observé à 12 ppm) ;
- De plus, une STEL<sup>101</sup> de 15 ppm (70 mg/m<sup>3</sup>) est proposée pour limiter les pics d'exposition qui pourraient provoquer des symptômes d'irritation.
- La notion peau n'a pas été considérée comme nécessaire.

En France, le Groupe d'experts « Effets sur la santé » a édité en novembre 2004 une fiche de synthèse concernant le chlorobenzène [16]. Sur la base des données du SCOEL, des recherches complémentaires ont été effectuées par ce groupe d'experts afin d'identifier d'éventuelles données nouvelles de la littérature, entre 1992 et 2002. Les recherches ont été effectuées dans les bases de données suivantes : Toxline, Pubmed, Biomedline.

Sur la base de ces nouvelles recherches, le Groupe d'experts a conclu qu'en l'absence de données nouvelles, les propositions du SCOEL étaient maintenues. [22]

---

<sup>100</sup> TWA (Time Weighted Average) : Concentration moyenne pondérée dans le temps pour une journée de travail normale de huit heures, cinq jours par semaine (semaine normale de 40 heures) – Correspond à la VME française.

<sup>101</sup> STEL : Short Term Exposure Limit (15 minutes)

### 3.3. Normes relatives à l'analyse dans l'air

Les références des normes relatives à l'analyse dans l'air du chlorobenzène sont présentées dans le tableau suivant :

**Tableau 115 : Normes relatives à l'analyse du chlorobenzène dans l'air**

Source	Référence méthode / norme
Fiches Métropol de l'INRS [17]	Fiche Métropol 071. Monochlorobenzène par chromatographie en phase gazeuse. 08/2004.
Normes AFNOR spécifiques [18]	NF X43-267 (Juillet 2004) Air des lieux de travail. Prélèvement et analyse de vapeurs organiques. Prélèvement par pompage sur tube à adsorption et désorption au solvant.  NF EN ISO 16017 (Partie 1 : Mars 2001 / Partie 2 : Oct 2003) Air intérieur, air ambiant et air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par tube à adsorption/désorption thermique/chromatographie en phase gazeuse sur capillaire.  NF ISO 16200 (Décembre 2001) Qualité de l'air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par désorption au solvant/chromatographie en phase gazeuse.  ISO 9486:1991 (Août 1991) Air des lieux de travail. Détermination des hydrocarbures chlorés vaporeux. Méthode d'analyse par tube à charbon actif/désorption des solvants/chromatographie en phase gazeuse.
Méthodes NIOSH [19]	Méthode 1003 : « Hydrocarbons, halogenated ». Issue 3, 15 mars 2003.
Méthodes OSHA [20]	Méthode 07 : Organic vapors. Mai 2000.

### 3.4. EPI pour l'exposition par inhalation

La norme NF EN 529<sup>102</sup> définit les facteurs de protection pour chaque type d'appareil de protection respiratoire (annexe C de la norme).

Pour les gaz et vapeurs organiques dont le point d'ébullition est supérieur à 65°C, le type de filtre adapté est un filtre à gaz EN 14387/IN1 type A [21].

## 4. Production et consommation de la substance

L'OCDE (Organisation de Coopération et de Développement Economiques) classe le chlorobenzène comme produit chimique HPV (High Production Volume) [22] : il est donc fabriqué ou importé à raison d'au moins 1 000 tonnes par an dans l'Union Européenne, et ce par au moins un état membre.

Selon l'INERIS [7], le seul site de production français (usine Arkema de Jarrie) a fabriqué du chlorobenzène jusqu'en 2002. Il servait ensuite lors de la production d'herbicides et de fongicides (antimites...). Toutefois, suite aux interdictions d'utilisation de nombreux produits issus du chlorobenzène (DDT et autres produits dérivés), le maintien des unités de production des

<sup>102</sup> Appareil de protection respiratoire – Recommandations pour le choix, l'utilisation, l'entretien et la maintenance – Guide.

chlorobenzènes est apparu impossible. Ces unités ont donc été démantelées et la production des chlorobenzènes n'est plus une activité du groupe Arkema. Il n'y a donc plus d'usine de production de chlorobenzène en France, sauf peut-être des productions marginales. Ces informations ont d'ailleurs été confirmées par le Syndicat des Halogènes et Dérivés.

Selon l'INRS [23], en 2005, l'utilisation de chlorobenzène en France représentait 1% des utilisations d'hydrocarbures halogénés, lesquels étaient consommés à hauteur de 30 000 tonnes. Ainsi, on peut évaluer la consommation annuelle de chlorobenzène à 300 tonnes en 2005.

## 5. Utilisations de la substance

De façon générale, le chlorobenzène est une substance de base utilisée lors de synthèses chimiques et 95% des quantités totales utilisées sont transformées, dans des systèmes fermés, en produits intermédiaires et finaux. [7]

### 5.1. Industrie chimique / (phyto)pharmaceutique

Le chlorobenzène est utilisé en tant qu'intermédiaire de synthèse organique, notamment pour la fabrication de [4] [6] [7] :

- Composés organiques halogénés,
- Nitrochlorobenzènes,
- Pesticides et insecticides (ex : DDT),
- Phénol,
- Colorants.

Le chlorobenzène est aussi utilisé comme agent d'extraction dans certaines réactions chimiques ou comme solvant dans les produits pharmaceutiques, et pour les di-isocyanates. [6] [7]

### 5.2. Industrie des peintures, vernis et adhésifs

Le chlorobenzène est utilisé comme solvant dans les peintures, teintures, vernis, adhésifs et cires. [6] [7]

Toutefois cette utilisation semble avoir aujourd'hui disparu du fait des réglementations sur l'utilisation des solvants chlorés. [7]

### 5.3. Industrie du caoutchouc

Le chlorobenzène est utilisé comme solvant dans le caoutchouc naturel. [6]

### 5.4. Autres utilisations

Le chlorobenzène est utilisé dans divers secteurs comme solvant et dégraissant, notamment dans les industries textiles et métallurgiques. [4] [7] Ces utilisations restent toutefois marginales. [7]

Enfin, d'autres utilisations peuvent être mentionnées mais elles ne semblent pas représenter une quantité importante de produits. On peut ainsi citer l'utilisation de chlorobenzène dans des produits de nettoyage à sec, en tant qu'agent de gonflement des fibres dans l'industrie textile, comme fluide diélectrique et fluide de transfert de chaleur, ou encore comme répulsif à action contre les taupes. [6] [7]



## 5.5. Etat des lieux de la substitution de la substance en France

Le chlorobenzène n'étant pas classé CMR de catégorie 1A ou 1B, les démarches de substitution telles qu'imposées par l'article R.4412-66 du code du travail ne sont pas obligatoires pour cette substance.

## 6. Le chlorobenzène dans les déchets

### 6.1. Déchets contenant du chlorobenzène

D'après les différentes utilisations identifiées dans la présente fiche, les déchets pouvant contenir du chlorobenzène sont classés dans la nomenclature déchets de l'article R.541-8 (Annexe II) du Code de l'environnement [24] sous les rubriques suivantes :

Tableau 116 : Rubriques des déchets susceptibles de contenir du chlorobenzène

N°RUBRIQUE	DECHETS
<b>04</b>	<b>DÉCHETS PROVENANT DES INDUSTRIES DU CUIR, DE LA FOURRURE ET DU TEXTILE</b>
<b>04 02</b>	<b>Déchets de l'industrie textile</b>
04 02 14*	Déchets provenant des finitions contenant des solvants organiques
04 02 16*	Teintures et pigments contenant des substances dangereuses
04 02 19*	Boues provenant du traitement in situ des effluents contenant des substances dangereuses
<b>05</b>	<b>DÉCHETS PROVENANT DU RAFFINAGE DU PÉTROLE, DE LA PURIFICATION DU GAZ NATUREL ET DU TRAITEMENT PYROLYTIQUE DU CHARBON</b>
<b>05 01</b>	<b>Déchets provenant du raffinage du pétrole</b>
<b>07</b>	<b>DÉCHETS DES PROCÉDÉS DE LA CHIMIE ORGANIQUE</b>
<b>07 01</b>	<b>Déchets provenant de la fabrication, formulation, distribution et utilisation (FFDU) de produits organiques de base</b>
<b>07 02</b>	<b>Déchets provenant de la FFDU de matières plastiques, caoutchouc et fibres synthétiques</b>
07 02 03*	Solvants, liquides de lavage et liqueurs mères organiques halogénés
07 02 07*	Résidus de réaction et résidus de distillation halogénés
07 02 09*	Gâteaux de filtration et absorbants usés halogénés
<b>07 03</b>	<b>Déchets provenant de la FFDU de teintures et pigments organiques</b>
07 03 03*	Solvants, liquides de lavage et liqueurs mères organiques halogénés
07 03 07*	Résidus de réaction et résidus de distillation halogénés
07 03 09*	Gâteaux de filtration et absorbants usés halogénés
<b>07 04</b>	<b>Déchets provenant de la FFDU de produits phytosanitaires organiques (sauf rubriques 02 01 08 et 02 01 09), d'agents de protection du bois (sauf section 03 02) et d'autres biocide</b>
07 04 03*	Solvants, liquides de lavage et liqueurs mères organiques halogénés
07 04 07*	Résidus de réaction et résidus de distillation halogénés
07 04 09*	Gâteaux de filtration et absorbants usés halogéné
<b>07 05</b>	<b>Déchets provenant de la FFDU des produits pharmaceutiques</b>
07 05 03*	Solvants, liquides de lavage et liqueurs mères organiques halogénés
07 05 07*	Résidus de réaction et résidus de distillation halogénés
07 05 09*	Gâteaux de filtration et absorbants usés halogénés
<b>07 07</b>	<b>Déchets provenant de la FFDU de produits chimiques issus de la chimie fine et de produits chimiques non spécifiés ailleurs</b>
<b>08</b>	<b>DÉCHETS PROVENANT DE LA FABRICATION, DE LA FORMULATION, DE LA DISTRIBUTION ET DE L'UTILISATION (FFDU) DE PRODUITS DE REVÊTEMENT (PEINTURES, VERNIS ET ÉMAUX VITRIFIÉS), MASTICS ET ENCRE D'IMPRESSION</b>

N° RUBRIQUE	DECHETS
<b>08 01</b>	<b>Déchets provenant de la FFDU et du décapage de peintures et vernis</b>
08 01 11*	Déchets de peintures et vernis contenant des solvants organiques ou d'autres substances dangereuses
08 01 13*	Boues provenant de peintures ou vernis contenant des solvants organiques ou autres substances dangereuses
08 01 15*	Boues aqueuses contenant de la peinture ou du vernis contenant des solvants organiques ou autres substances dangereuses
08 01 19*	Suspensions aqueuses contenant de la peinture ou du vernis contenant des solvants organiques ou autres substances dangereuses
<b>08 04</b>	<b>Déchets provenant de la FFDU de colles et mastics (y compris produits d'étanchéité)</b>
08 04 09*	Déchets de colles et mastics contenant des solvants organiques ou d'autres substances dangereuses
08 04 11*	Boues de colles et mastics contenant des solvants organiques ou d'autres substances dangereuses
08 04 15*	Déchets liquides aqueux contenant des colles ou mastics contenant des solvants organiques ou d'autres substances dangereuses
<b>08 05</b>	<b>Déchets non spécifiés ailleurs dans le chapitre 08</b>
08 05 01*	Déchets d'isocyanates
<b>11</b>	<b>DÉCHETS PROVENANT DU TRAITEMENT CHIMIQUE DE SURFACE ET DU REVÊTEMENT DES MÉTAUX ET AUTRES MATÉRIAUX, ET DE L'HYDROMÉTALLURGIE DES MÉTAUX NON FERREUX</b>
<b>11 01</b>	<b>Déchets provenant du traitement chimique de surface et du revêtement des métaux et autres matériaux</b>
11 01 13*	Déchets de dégraissage contenant des substances dangereuses
<b>14</b>	<b>DÉCHETS DE SOLVANTS ORGANIQUES, D'AGENTS RÉFRIGÉRANTS ET PROPULSEURS</b>
<b>14 06</b>	<b>Déchets de solvants, d'agents réfrigérants et d'agents propulseurs d'aérosols/de mousses organiques</b>
14 06 02*	Autres solvants et mélanges de solvants halogénés
14 06 04*	Boues ou déchets solides contenant des solvants halogénés
<b>15</b>	<b>EMBALLAGES ET DÉCHETS D'EMBALLAGES, ABSORBANTS, CHIFFONS D'ESSUYAGE, MATÉRIAUX FILTRANTS ET VÊTEMENTS DE PROTECTION NON SPÉCIFIÉS AILLEURS</b>
<b>15 02</b>	<b>Absorbants, matériaux filtrants, chiffons d'essuyage et vêtements de protection</b>
15 02 02*	Absorbants, matériaux filtrants (y compris les filtres à huile non spécifiés ailleurs), chiffons d'essuyage et vêtements de protection contaminés par des substances dangereuses
<b>16</b>	<b>DÉCHETS NON DÉCRITS AILLEURS DANS LA LISTE</b>
<b>16 02</b>	<b>Déchets provenant d'équipements électriques ou électroniques</b>
16 02 10*	Équipements mis au rebut contenant des PCB ou contaminés par de telles substances autres que ceux visés à la rubrique 16 02 09
<b>16 03</b>	<b>Loupés de fabrication et produits non utilisés</b>
16 03 05*	Déchets d'origine organique contenant des substances dangereuses
<b>16 07</b>	<b>Déchets provenant du nettoyage de cuves et fûts de stockage et de transport</b>
16 07 09*	Déchets contenant d'autres substances dangereuses
<b>19</b>	<b>DÉCHETS PROVENANT DES INSTALLATIONS DE GESTION DES DÉCHETS, DES STATIONS D'ÉPURATION DES EAUX USÉES HORS SITE ET DE LA PRÉPARATION D'EAU DESTINÉE À LA CONSOMMATION HUMAINE ET D'EAU À USAGE INDUSTRIEL</b>
<b>19 05</b>	<b>Déchets de compostage</b>
<b>19 07</b>	<b>Lixiviats de décharges</b>
19 07 02*	Lixiviats de décharges contenant des substances dangereuses
<b>20</b>	<b>DÉCHETS MUNICIPAUX (DÉCHETS MÉNAGERS ET DÉCHETS ASSIMILÉS PROVENANT DES COMMERCES, DES INDUSTRIES ET DES ADMINISTRATIONS), Y COMPRIS LES FRACTIONS COLLECTÉES SÉPARÉMENT</b>

N° RUBRIQUE	DECHETS
<b>20 01</b>	<b>Fractions collectées séparément</b>
20 01 13*	Solvants
20 01 19*	Pesticides
20 01 27*	Peinture, encres, colles et résines contenant des substances dangereuses

## 6.2. Flux du chlorobenzène dans les déchets

Aucune donnée n'a été trouvée dans la littérature concernant les gisements et flux de chlorobenzène dans les déchets.

Une entreprise du comité de suivi, spécialisée dans le traitement par incinération de déchets industriels dangereux, a fourni des résultats de mesures réalisées à la réception de déchets, entre 2005 et 2010.

Les résultats sont présentés dans le tableau suivant, sous la forme de pourcentages massiques de la substance dans les déchets analysés.

**Tableau 117 : Analyses dans les déchets – Incinération déchets industriels (2005 à 2010)**

Désignation du déchet	% massique de chlorobenzène dans le déchet
Metasystex	44
RESIDU HDI - IPDI MONOMERE	13
Résidu de production monochlorobenzene	10,0
Solvants halogénés	6,9

## 6.3. Formation du chlorobenzène lors du traitement des déchets

### 6.3.1. Incinération des déchets

Dans le cadre des travaux du GRIDEC (groupe de recherche sur l'incinération des déchets) sur l'évaluation des nuisances et impacts liés à l'incinération des ordures ménagères et assimilés) – octobre 1996 – le chlorobenzène a été identifié parmi les composés organiques volatils majoritairement émis par une UIOM. [25]

Selon S. Bicocchi *et al.* (2009) [26], le chlorobenzène fait partie de la liste des 12 COV les plus fréquemment détectées et à des concentrations pouvant être importantes, lors de l'incinération des déchets. [35]

Sa décomposition s'effectue à 99% à une température de 730°C environ, en présence de suffisamment d'oxygène. [35]

De façon générale, les hydrocarbures aromatiques sont émis lors de la combustion des substances et matériaux suivants [35] :

- Phénoplastes (Phénol Formaldéhyde),
- Poly (acrylonitrile/butadiène/styrène) = ABS,
- PVC,
- Polyesters non saturés (VP),

- Polyuréthannes (PUR).

Les concentrations des composés organiques émis lors de la combustion des déchets dépendent étroitement des conditions thermiques. [35]

La littérature consultée ne fournit aucune information concernant les concentrations de chlorobenzène mesurées à l'émission des unités d'incinération des déchets.

### **6.3.2. Compostage des déchets**

Le chlorobenzène fait partie des substances formées lors du compostage des déchets (ASTEE, 2006) [27].

L'étude FNADE-MEDD réalisée en 2002 sur les risques non microbiologiques associés au compostage des déchets rapporte les teneurs en COV dans l'air au sein des tas de compost d'ordures ménagères brutes. Pour le chlorobenzène, cette concentration est de 29 µg/m<sup>3</sup>. [28]

### **6.3.3. Stockage des déchets**

Selon le Guide ASTEE pour l'évaluation du risque sanitaire dans le cadre de l'étude d'impact d'une Installation de Stockage de Déchets Ménagers et Assimilés (2005) (ISDMA) [29], le chlorobenzène fait partie des substances susceptibles d'être émises par les ISDMA.

Selon l'INERIS [30], le chlorobenzène fait partie des éléments traces contenus dans le biogaz des Centres d'Enfouissement Technique (CET), à des intervalles de concentration compris entre 0,1 et 11 mg/m<sup>3</sup>, selon les sources.

Le rapport « Stockage des déchets et santé publique » (2004), coordonné par l'INVS [31] indique :

- La présence de chlorobenzène dans les micropolluants organiques anthropogéniques présents à l'état de traces dans le biogaz des centres de stockage de déchets non dangereux. Les concentrations sont comprises entre 0,1 et 247 mg/m<sup>3</sup> ;
- La présence de chlorobenzène dans les micropolluants organiques anthropogéniques présents dans les lixiviats. Les concentrations varient entre 0,1 et 110 µg/L.

### **6.3.4. Stations d'épuration**

Selon l'INERIS [40], le chlorobenzène fait partie des éléments traces contenus dans le biogaz de STEP, mais les concentrations ne sont pas précisées.

## **6.4. Exposition des travailleurs au chlorobenzène**

Le chlorobenzène fait partie des substances identifiées et mesurées dans l'air ambiant d'installation de compostage dans des concentrations inférieures aux VTR [32].

D'après l'étude des polluants atmosphériques émis dans deux centres de stockage des ordures ménagères (RECORD), les concentrations en chlorobenzène mesurées en ambiance générale au sein des alvéoles sont comprises entre 0,056 et 1,3 mg/m<sup>3</sup>. Les mesures réalisées en différents points aval en bordure de l'alvéole exploitée présentent des concentrations en chlorobenzène comprises entre 0,12 et 6,7 mg/m<sup>3</sup>. [33]

L'étude FNADE-MEDD réalisée en 2002 sur les risques non microbiologiques associés au compostage des déchets rapporte les teneurs en chlorobenzène mesurées dans l'air en divers points de site de compostage de déchets ménagers solides. Ces résultats sont présentés dans le tableau suivants [28] :

**Tableau 118 : Chlorobenzène mesuré dans l'air en divers points de site de compostage de déchets ménagers solides (teneurs en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) (Eitzer, 1995)**

Point de mesure	Concentration en $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Stockage	0
Broyage	1
Digesteur	1
Compost frais	1
Compost mur	0

Une entreprise spécialisée dans le traitement des déchets spéciaux a fourni des données semi-quantitatives sur les niveaux mesurés en chlorobenzène dans les ambiances de travail. Les résultats sont présentés dans le tableau ci-après.

**Tableau 119 : Données d'exposition en chlorobenzène - Traitement des déchets spéciaux<sup>103</sup>**

Activités évaluées	Nombre de sites évalués	Postes de travail évalués	Nombre de fois recherchées lors des mesures d'exposition professionnelles	Nombre de fois inférieures aux VLEP	Nombre de fois supérieures aux VLEP	Nombre de fois détectées (Valeurs inf + valeurs sup à la VLEP)
Incinération	5	Tous postes confondus	77	21	0	21
Traitement biologique	5	Tous postes confondus	10	0	0	0
Traitement physico-chimique	6	Tous postes confondus	11	0	0	0
Valorisation solvants et hydrocarbures	8	Tous postes confondus	60	0	0	0
Transit et regroupement	5	Tous postes confondus	39	1	0	1
Déconditionnement	7	Tous postes confondus	41	0	0	0
Broyage	6	Tous postes confondus	67	1	0	1
Stockage (inclus les dépotages et prélèvements)	15	Tous postes confondus	101	11	1	12

Un dépassement des VLEP a été observé pour le chlorobenzène (poste de stockage).

<sup>103</sup> Les résultats d'analyse présentés ne tiennent pas compte des EPI (pas de facteur d'abattement appliqué).

## 7. Références bibliographiques

---

1 Règlement (CE) n° 1272/2008 du Parlement européen et du Conseil du 16 décembre 2008 relatif à la classification, à l'étiquetage et à l'emballage des substances et des mélanges, modifiant et abrogeant les directives 67/548/CEE et 1999/45/CE et modifiant le règlement (CE) n° 1907/2006.

2 Liste des Agents Classés par les Monographies du CIRC, Volumes 1–101.  
<http://monographs.iarc.fr/FR/Classification/index.php>

3 Integrated Risk Information System (IRIS). US-EPA. Chlorobenzene. Dernière mise à jour : 28/10/2003. <http://www.epa.gov/iris/subst/0399.htm>

4 FT23. Chlorobenzène. INRS. 2009.

5 Base de données BIOTOX. INRS. Mise à jour : septembre 2010.

6 Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques – Chlorobenzène. INERIS. 2005.

7 Fiche de données technico-économiques sur les substances chimiques en France – Chlorobenzène (Monochlorobenzène). INERIS. 2006.

8 Arrêté du 31/01/08 modifié relatif au registre et à la déclaration annuelle des émissions polluantes et des déchets.

9 Arrêté du 02/02/98 modifié relatif aux prélèvements et à la consommation d'eau ainsi qu'aux émissions de toute nature des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation.

10 Arrêté du 20/09/02 modifié relatif aux installations d'incinération et de co-incinération de déchets dangereux.

11 Arrêté du 20/09/02 modifié relatif aux installations d'incinération et de co-incinération de déchets non dangereux et aux installations incinérant des déchets d'activités de soins à risques infectieux.

12 Arrêté du 30/12/02 modifié relatif au stockage de déchets dangereux.

13 Arrêté du 09/09/97 modifié relatif aux installations de stockage de "déchets non dangereux".

14 Directive 2004/37/CE du 7 février 2006 établissant une deuxième liste de valeurs limites indicatives d'exposition professionnelle en application de la directive 98/24/CE du Conseil et portant modification des directives 91/322/CEE et 2000/39/CE.

15 Recommendation of the Scientific Committee on Occupational Exposure Limits for Monochlorobenzene. SCOEL/SUM/42. 2003.

16 Fiche de synthèse : Chlorobenzène. Groupe d'experts « Effets sur la santé ». Novembre 2004.

17 Fiche Metropol 071. Monochlorobenzène par chromatographie en phase gazeuse. INRS. 08/2004.

18 Site internet de l'Afnor. Date de consultation : octobre 2011. <http://www.boutique.afnor.org/>

19 NIOSH Manual of Analytical Methods. 3<sup>ème</sup> supplément. 2003.  
<http://www.cdc.gov/niosh/docs/2003-154/>

20 Sampling & Analytical Methods. Occupational Safety & Health Administration (OSHA). Dernière date de mise à jour : 23/03/2010. [http://www.osha.gov/dts/sltc/methods/toc\\_c.html](http://www.osha.gov/dts/sltc/methods/toc_c.html)

21 Fiche pratique de sécurité. Les appareils de protection respiratoire. ED 98. INRS. Octobre 2008.

22 OCDE (Organisation de coopération et de développement économiques). Date de consultation : octobre 2011. <http://webnet.oecd.org/hpv/UI/Search.aspx>

23 Fiche solvants : Les hydrocarbures halogénés (chlorés, fluorés, bromés). ED 4223. INRS. 2<sup>ème</sup> édition. Juin 2011.

24 Annexe II de l'article R541-8 du Code de l'environnement : LISTE DE DÉCHETS.

25 Guide pour l'évaluation du risque sanitaire dans le cadre de l'étude d'impact d'une UIOM. ASTEE. Novembre 2003.

26 Les polluants et les techniques d'épuration des fumées. Cas des unités de traitement et de valorisation des déchets. Etat de l'art. Stéphane Bicocchi, Mathieu Boulinguez, Karen Diard. Etude réalisée sous la direction et pour le compte de l'association RECORD. Editions Tec & Doc Lavoisier. 2<sup>e</sup> édition. 2009.

27 Guide méthodologique pour l'évaluation du risque sanitaire de l'étude d'impact des installations de compostage soumises à autorisation. ASTEE. Juin 2006.

28 Les risques non microbiologiques associés au compostage des déchets. FNADE, Ministère de l'écologie et du développement durable. 19 août 2002.

29 Guide pour l'évaluation du risque sanitaire dans le cadre de l'étude d'impact d'une installation de stockage de déchets ménagers et assimilés. Association Scientifique et Technique pour l'Eau et l'Environnement (ASTEE). Février 2005.

30 Caractérisation des biogaz – Bibliographie – Mesures sur sites – Rapport final. J. POULLEAU. INERIS. Octobre 2002.

31 Stockage des déchets et santé publique. Chapitre 2.1. INVS. Septembre 2004. <http://www.invs.sante.fr/publications/2005/dechets/index.html>

32 Faisabilité d'une étude épidémiologique auprès des travailleurs des centres de compostage. Gwladys FRANCOIS. Mémoire de l'Ecole Nationale de la Santé Publique (ENSP). 2005.

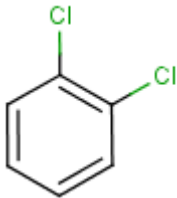
33 Etude des polluants atmosphériques émis dans deux centres de stockage des ordures ménagères ; Caractérisation et mesure des niveaux d'exposition ; Mise au point d'outils de suivi en vue de l'évaluation des risques sanitaires. M. Hours, Ph. Berny. ETUDE N° 99-0654/3A. RECORD, ADEME. Septembre 2001.

**FICHE FILIÈRE DU 1,2-DICHLOROBENZÈNE**



## 1. Fiche identité de la substance

Tableau 120 : Caractéristiques du 1,2-dichlorobenzène

IDENTIFICATION DE LA SUBSTANCE	
Numéros CAS	95-50-1
Numéro CE (EINECS, ELINCS, NLP)	202-425-9
Nom	1,2-dichlorobenzène
Synonymes	Ortho-dichlorobenzene o-Dichlorobenzène oDCB o-dichlorobenzol 1,2-DCB 2-dichlorobenzene
Famille chimique	Hydrocarbures aromatiques chlorés
Formule brute	C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> Cl <sub>2</sub>
Formule semi-développée	
Catégorie de classement de la substance	<p><b>Classement selon le règlement CLP (N° 1272/2008 - Annexe VI) [1] :</b> Non classé cancérigène, mutagène ou reprotoxique</p> <p><b>Classement selon le CIRC [2] :</b> Groupe 3 (substance non classifiable quant à sa cancérogénicité pour l'homme)</p> <p><b>Classement selon l'US EPA [3] :</b> Classe D (substance non classifiable quant à sa cancérogénicité pour l'homme)</p> <p><b>VLEP réglementaire contraignante (Article R.4412-149 du code du travail) :</b> VLEP (8h) : 122 mg/m<sup>3</sup> soit 20 ppm VLEP (court terme : 15 min) : 306 mg/m<sup>3</sup> soit 50 ppm Possibilité d'une pénétration cutanée importante.</p>
Tension vapeur	140 Pa à 20°C [4]
Indicateurs biologiques d'exposition [5]	Sans objet
Fiche INRS	FT73 : 1,2-dichlorobenzène. 2004 [4]
Fiches INERIS	Données technico-économiques sur les substances chimiques en France. 1,2-dichlorobenzène. 23/03/2006 [6]

## 2. Toxicité de la substance

### 2.1. Toxicité en exposition aiguë

Le 1,2-dichlorobenzène est un irritant de la peau et des muqueuses oculaires et respiratoires, et un narcotique à forte concentration. [4]

L'application locale du produits sur la peau entraîne rapidement un érythème avec œdème et secondairement lésions bulleuses. [4]

Des manifestations d'intolérance (malaises, nausées, céphalées), ainsi qu'un cas d'hépatite cytolitique ont également été rapportées. [4]

### 2.2. Toxicité en exposition chronique

Les effets de l'exposition chronique au 1,2-dichlorobenzène sont mal connus chez l'homme. [4]

Les symptômes suivants ont été rapportés chez des travailleurs exposés à du 1,2-dichlorobenzène (il s'agit parfois de cas isolés) [4] :

- Irritation des muqueuses oculaires et nasales (concentrations > 105 ppm soit 630 mg/m<sup>3</sup>) et un cas d'anémie hémolytique aiguë en cas d'exposition à des vapeurs,
- Lésions eczématiformes des mains, des bras et du visage en cas de contacts cutanés répétés ou prolongés,
- Gastroduodénite sévère retrouvée chez un homme exposé depuis 10 ans à des solvants (notamment tétrahydrofurane et 1,2-dichlorobenzène).

**Génotoxicité [4]** : Une augmentation des aberrations chromosomiques (ayant significativement diminué 6 mois après l'exposition) a été retrouvée chez 26 personnes exposées accidentellement à du 1,2-dichlorobenzène (100 ppm, soit 600 mg/m<sup>3</sup>, 8h/j, 4j).

**Cancérogénèse [4]** : 5 observations isolées de leucémies chroniques ont été signalées dans la littérature, chez des sujets exposés professionnellement ou non, de façon chronique à des solvants contenant du 1,2-dichlorobenzène ou un mélange des 3 isomères du dichlorobenzène. Ces observations n'ont pas été confirmées par d'autres études et sont insuffisantes pour évaluer la cancérogénicité du 1,2-dichlorobenzène chez l'homme.

## 3. Réglementation

### 3.1. Textes règlementaires relatifs à la substance

#### *3.1.1. Textes relatifs à l'utilisation de la substance*

Aucun texte relatif à l'utilisation du 1,2-dichlorobenzène n'a été identifié lors des recherches.

#### *3.1.2. Textes relatifs aux valeurs limites d'émission des installations de traitement de déchets*

Les COV non méthaniques font partie de la liste définie dans l'arrêté du 31/01/08 modifié relatif au registre et à la déclaration annuelle des émissions polluantes et des déchets [7], concernant les polluants devant être mentionnés dans le registre des émissions polluantes et des déchets et devant apparaître dans la déclaration annuelle des émissions polluantes et des déchets faite par les exploitants des établissements concernés.

L'arrêté du 02/02/98 relatif aux prélèvements et à la consommation d'eau ainsi qu'aux émissions de toute nature des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation **[8]** impose dans les rejets aqueux une valeur limite pour le 1,2-dichlorobenzène de 1,5 mg/L si le rejet dépasse 1 g/j.

Concernant la pollution de l'air, cet arrêté impose les valeurs limites de rejets suivantes pour les émissions atmosphériques de 1,2-dichlorobenzène des ICPE **[8]** :

- Si le flux horaire total des composés organiques cités à l'annexe III<sup>104</sup> de cet arrêté dépasse 0,1 kg/h, la valeur limite d'émission de la concentration globale de l'ensemble de ces composés est de 20 mg/m<sup>3</sup> ;
- En cas de mélange de composés à la fois visés et non visés à l'annexe III, la valeur limite de 20 mg/m<sup>3</sup> ne s'impose qu'aux composés visés à l'annexe III et une valeur de 110 mg/m<sup>3</sup>, exprimée en carbone total, s'impose à l'ensemble des autres composés.

L'arrêté du 20/09/02 relatif aux installations d'incinération et de co-incinération de déchets dangereux **[9]** impose les valeurs limites de rejets suivantes pour les émissions de substances organiques à l'état de gaz ou de vapeur, exprimées en carbone organique total (COT) :

- 10 mg/m<sup>3</sup> en moyenne journalière,
- 20 mg/m<sup>3</sup> en moyenne sur une demi-heure.

L'arrêté du 20/09/02 relatif aux installations d'incinération et de co-incinération de déchets non dangereux et aux installations incinérant des déchets d'activités de soins à risques infectieux **[10]** impose les valeurs limites de rejets suivantes pour les émissions de substances organiques à l'état de gaz ou de vapeur, exprimées en carbone organique total (COT) :

- 10 mg/m<sup>3</sup> en moyenne journalière,
- 20 mg/m<sup>3</sup> en moyenne sur une demi-heure.

L'arrêté du 30/12/02 modifié relatif au stockage de déchets dangereux **[11]** fixe une valeur limite sur le rejet des eaux stockées dans le bassin tampon qui regroupe les eaux de ruissellement. En effet, ce rejet doit respecter des objectifs de qualité du milieu naturel, qui est pour les composés organiques halogénés (en AOX ou EOX) : < 1 mg/L si le rejet dépasse 30 g/j. **[33]**

Cette limite est également celle imposée par l'arrêté du 09/09/97 modifié relatif aux installations de stockage de "déchets non dangereux" **[12]** pour les composés organiques halogénés (en AOX ou EOX) dans les rejets d'effluents liquides dans le milieu naturel.

### 3.2. Valeurs de référence

En France, les VLEP réglementaires contraignantes dans l'air des locaux de travail établies pour le 1,2-dichlorobenzène (art. R.4412-149 du Code du travail) sont :

- VME (exposition moyenne pondérée sur 8 heures) = 20 ppm soit 122 mg/m<sup>3</sup> ;
- VLE (exposition à court terme sur 15 min) = 50 ppm soit 306 mg/m<sup>3</sup> ;
- Possibilité d'une pénétration cutanée importante.

Au niveau communautaire, la Directive 2000/39/CE de la Commission du 8 juin 2000 relative à l'établissement d'une première liste de valeurs limites d'exposition professionnelle de caractère indicatif en application de la directive 98/24/CE du Conseil concernant la protection de la santé et de la sécurité des travailleurs contre les risques liés à des agents chimiques sur le lieu de travail **[13]**, fixe pour le 1,2-dichlorobenzène les valeurs limites d'exposition professionnelle suivantes :

- Pour une exposition moyenne pondérée sur 8 heures : 20 ppm, soit 122 mg/m<sup>3</sup> ;
- Pour une exposition de 15 minutes : 50 ppm, soit 306 mg/m<sup>3</sup>.

---

<sup>104</sup> Cette annexe liste environ une quarantaine de composés organiques, dont le 1,2-dichlorobenzène.

Le Scientific Committee on Occupational Exposure Limit (SCOEL) élabore les VLEP au niveau européen. D'après son rapport « Recommendation from the Scientific Expert Group<sup>105</sup> on Occupational Exposure Limits for 1,2-dichlorobenzene » (1995) [14], les VLEP recommandées sont basées sur les données suivantes :

- Le SEG ayant considéré le peu d'information disponible et pertinente en vue de proposer des limites d'exposition, il a pris en compte des études indiquant des effets systémiques sur des animaux à 93 ppm et un NOAEL (No Observed Adverse Effect Level) de 49 ppm ;
- Par analogie avec le 1,4- dichlorobenzene, une 8 hour TWA<sup>106</sup> de 20 ppm (122 mg/m<sup>3</sup>) est recommandée ;
- De plus, une STEL<sup>107</sup> de 50 ppm (306 mg/m<sup>3</sup>) est proposée pour limiter les pics d'exposition au 1,2-dichlorobenzène capables d'induire des irritations ;
- Une notation « skin » a également été recommandée du fait de la possibilité d'une pénétration cutanée importante.

En France, le Groupe d'experts « Effets sur la santé » a édité en juin 2003 une fiche de synthèse concernant le 1,2-dichlorobenzène [15]. Sur la base des données du SCOEL, des recherches complémentaires ont été effectuées par ce groupe d'experts afin d'identifier d'éventuelles données nouvelles de la littérature, entre 1995 et 2002. Les recherches ont été effectuées dans les bases de données suivantes : Toxline, Pubmed, Biomedline.

Sur la base de ces nouvelles recherches, le Groupe d'experts a conclu les éléments suivants [22] :

- Aucune donnée scientifique nouvelle ne permet de remettre en cause les données du SCOEL ;
- La notation peau est à maintenir.

### 3.3. Normes relatives à l'analyse dans l'air

Les références des normes relatives à l'analyse dans l'air du 1,2-dichlorobenzène sont présentées dans le tableau suivant :

**Tableau 121 : Normes relatives à l'analyse du 1,2-dichlorobenzène dans l'air**

Source	Référence méthode / norme
Fiches Métropol de l'INRS [16]	Fiche Métropol 073/V01. Dichlorobenzènes par chromatographie en phase gazeuse. 03/2005.
Normes AFNOR spécifiques [17]	NF X43-267 (Juillet 2004) Air des lieux de travail. Prélèvement et analyse de vapeurs organiques. Prélèvement par pompage sur tube à adsorption et désorption au solvant.  NF EN ISO 16017 (Partie 1 : Mars 2001 / Partie 2 : Oct 2003) Air intérieur, air ambiant et air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par tube à adsorption/désorption thermique/chromatographie en phase gazeuse sur capillaire.

<sup>105</sup> Le groupe d'experts européens SEG, constitué en 1990 a été remplacé en 1995 par le SCOEL : Scientific Committee on Occupational Exposure Limit (Comité scientifique en matière de valeurs limites d'exposition professionnelle).

<sup>106</sup> TWA (Time Weighted Average) : Concentration moyenne pondérée dans le temps pour une journée de travail normale de huit heures, cinq jours par semaine (semaine normale de 40 heures) – Correspond à la VME française.

<sup>107</sup> STEL : Short Term Exposure Limit (15 minutes)

Source	Référence méthode / norme
	NF ISO 16200 (Décembre 2001) Qualité de l'air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par désorption au solvant/chromatographie en phase gazeuse.  ISO 9486:1991 (Août 1991) Air des lieux de travail. Détermination des hydrocarbures chlorés vaporeux. Méthode d'analyse par tube à charbon actif/désorption des solvants/chromatographie en phase gazeuse.
Méthodes NIOSH [18]	Méthode 1003 : « Hydrocarbons, halogenated ». Issue 3, 15 mars 2003. Méthode 2549 : « Volatile organic compounds (screening) ». Issue 1, 15 mai 1996.
Méthodes OSHA [19]	Méthode 07 : Organic vapors. Mai 2000.

### 3.4. EPI pour l'exposition par inhalation

La norme NF EN 529<sup>108</sup> définit les facteurs de protection pour chaque type d'appareil de protection respiratoire (annexe C de la norme).

Pour les gaz et vapeurs organiques dont le point d'ébullition est supérieur à 65°C, le type de filtre adapté est un filtre à gaz EN 14387/IN1 type A [20].

## 4. Production et consommation de la substance

L'OCDE (Organisation de Coopération et de Développement Economiques) classe le 1,2-dichlorobenzène comme produit chimique HPV (High Production Volume) [21] : il est donc fabriqué ou importé à raison d'au moins 1 000 tonnes par an dans l'Union Européenne, et ce par au moins un état membre.

Selon l'INERIS, en 1988, 21 000 tonnes de 1,2-dichlorobenzène ont été produites en Europe avec une utilisation estimée à 24 000 tonnes en 1988 et 1991 (Source : Euro Chlor - 1999). En France, il y avait en 1988 deux producteurs : Atochem (devenu Arkema) et ESAR (qui n'existe plus aujourd'hui). Ces deux groupes ne produisent plus aujourd'hui de dichlorobenzène. L'usine ARKEMA de Jarrie a produit des chlorobenzènes (mono-, et di-) jusqu'en 2002. Ils servaient en particulier à la production d'herbicides et de fongicides (antimites...). Après études technico-économiques, le maintien des unités de productions et de transformations de chlorobenzène est apparu impossible. Ces unités ont donc été démantelées et la production de chlorobenzène n'est plus une activité du groupe ARKEMA. [7]

La production européenne semble se stabiliser autour d'un peu moins de 20 000 tonnes. [7]

Aucune donnée concernant les quantités de 1,2-dichlorobenzène consommées en France n'a été trouvée lors des recherches bibliographiques.

<sup>108</sup> Appareil de protection respiratoire – Recommandations pour le choix, l'utilisation, l'entretien et la maintenance – Guide.

## 5. Utilisations de la substance

L'OCDE (2001), indique que 67% de la production mondiale de 1,2-dichlorobenzène seraient utilisés dans la synthèse de produits chimiques, 11% en tant que solvant (dont 7% pour le procédé TDI<sup>109</sup>) et 22% pour d'autres applications. [7]

### 5.1. Industrie chimique / (phyto)pharmaceutique

#### 5.1.1. Intermédiaire de synthèse

Le 1,2-dichlorobenzène est utilisé en tant qu'intermédiaire de synthèse organique, notamment pour la fabrication de [4] [7] :

- Produits pharmaceutiques,
- Substances chimiques agricoles : herbicides, pesticides.

Ainsi, le 1,2-dichlorobenzène est utilisé pour fabriquer le 3,4-dichloronitrobenzène qui est la substance intermédiaire pour la production du 3,4-dichloroaniline. Sur les 24 000 tonnes de 1,2-dichlorobenzène utilisées en Europe en 1991, 21 000 tonnes ont été utilisées dans la production du 3,4-dichloronitrobenzène (soit 87,5%). Dans ces conditions, on retrouve le 1,2-dichlorobenzène dans les impuretés du 3,4-dichloroaniline à hauteur de 0,2% pour une pureté du produit de 95%. [7]

Le 3,4-dichloroaniline sert à la fabrication :

- d'herbicides dont le diuron (consommation estimée en France à environ 340 tonnes en 2003) et le linuron (consommation estimée en France à environ 200 tonnes en 2003) ;
- de produits bactéricides (trichlorocarbanilide) ;
- de teintures azoïques pour les polyester.

Ces herbicides et notamment le diuron représentent des substances non négligeables dans la liste des pesticides produits et autorisés en France.

#### 5.1.2. Solvant

Le 1,2-dichlorobenzène est également utilisé comme solvant dans la production du diisocyanate de toluylène (TDI). [4] [7] Cet usage ne représenterait que 2,5% de l'usage total des 24 000 tonnes de 1,2-dichlorobenzène produites en 1991 en Europe. Le TDI est une substance importante dans la fabrication du polyuréthane (pour certains plastiques et certaines peintures pour les meubles et les voitures). [7]

### 5.2. Industrie des peintures, vernis et adhésifs

Le 1,2-dichlorobenzène est utilisé comme solvant dans les peintures, colorants, vernis, cires, résines et gommes. [7]

### 5.3. Autres utilisations

Les autres usages du 1,2-dichlorobenzène sont [7] :

- solvant pour le nettoyage à sec des tissus,
- insecticides pour les mites,
- liquide réfrigérant,

---

<sup>109</sup> Production du diisocyanate de toluylène (TDI)

- désodorisant,
- décapant,
- solvant pour retirer le carbone et dégraisser des parties en métal dans l'industrie automobile et du métal,
- solvant porteur dans le secteur du textile.

#### 5.4. Etat des lieux de la substitution de la substance en France

Le 1,2-dichlorobenzène n'étant pas classé CMR de catégorie 1A ou 1B, les démarches de substitution telles qu'imposées par l'article R.4412-66 du code du travail ne sont pas obligatoires pour cette substance.

## 6. Le 1,2-dichlorobenzène dans les déchets

### 6.1. Déchets contenant du 1,2-dichlorobenzène

D'après les différentes utilisations identifiées dans la présente fiche, les déchets pouvant contenir du 1,2-dichlorobenzène sont classés dans la nomenclature déchets de l'article R.541-8 (Annexe II) du Code de l'environnement [22] sous les rubriques suivantes :

Tableau 122 : Rubriques des déchets susceptibles de contenir du 1,2-dichlorobenzène

N°RUBRIQUE	DECHETS
<b>05</b>	<b>DÉCHETS PROVENANT DU RAFFINAGE DU PÉTROLE, DE LA PURIFICATION DU GAZ NATUREL ET DU TRAITEMENT PYROLYTIQUE DU CHARBON</b>
<b>05 01</b>	<b>Déchets provenant du raffinage du pétrole</b>
<b>07</b>	<b>DÉCHETS DES PROCÉDÉS DE LA CHIMIE ORGANIQUE</b>
<b>07 01</b>	<b>Déchets provenant de la fabrication, formulation, distribution et utilisation (FFDU) de produits organiques de base</b>
<b>07 03</b>	<b>Déchets provenant de la FFDU de teintures et pigments organiques</b>
07 03 03*	Solvants, liquides de lavage et liqueurs mères organiques halogénés
07 03 07*	Résidus de réaction et résidus de distillation halogénés
07 03 09*	Gâteaux de filtration et absorbants usés halogénés
<b>07 04</b>	<b>Déchets provenant de la FFDU de produits phytosanitaires organiques (sauf rubriques 02 01 08 et 02 01 09), d'agents de protection du bois (sauf section 03 02) et d'autres biocide</b>
07 04 03*	Solvants, liquides de lavage et liqueurs mères organiques halogénés
07 04 07*	Résidus de réaction et résidus de distillation halogénés
07 04 09*	Gâteaux de filtration et absorbants usés halogéné
<b>07 05</b>	<b>Déchets provenant de la FFDU des produits pharmaceutiques</b>
07 05 03*	Solvants, liquides de lavage et liqueurs mères organiques halogénés
07 05 07*	Résidus de réaction et résidus de distillation halogénés
07 05 09*	Gâteaux de filtration et absorbants usés halogénés
<b>07 07</b>	<b>Déchets provenant de la FFDU de produits chimiques issus de la chimie fine et de produits chimiques non spécifiés ailleurs</b>
<b>08</b>	<b>DÉCHETS PROVENANT DE LA FABRICATION, DE LA FORMULATION, DE LA DISTRIBUTION ET DE L'UTILISATION (FFDU) DE PRODUITS DE REVÊTEMENT (PEINTURES, VERNIS ET ÉMAUX VITRIFIÉS), MASTICS ET ENCRE D'IMPRESSION</b>
<b>08 01</b>	<b>Déchets provenant de la FFDU et du décapage de peintures et vernis</b>
08 01 11*	Déchets de peintures et vernis contenant des solvants organiques ou d'autres substances dangereuses
08 01 13*	Boues provenant de peintures ou vernis contenant des solvants organiques ou autres substances dangereuses

N° RUBRIQUE	DECHETS
08 01 15*	Boues aqueuses contenant de la peinture ou du vernis contenant des solvants organiques ou autres substances dangereuses
08 01 19*	Suspensions aqueuses contenant de la peinture ou du vernis contenant des solvants organiques ou autres substances dangereuses
08 01 21*	Déchets de décapants de peintures ou vernis
<b>08 04</b>	<b>Déchets provenant de la FFDU de colles et mastics (y compris produits d'étanchéité)</b>
08 04 09*	Déchets de colles et mastics contenant des solvants organiques ou d'autres substances dangereuses
08 04 11*	Boues de colles et mastics contenant des solvants organiques ou d'autres substances dangereuses
08 04 15*	Déchets liquides aqueux contenant des colles ou mastics contenant des solvants organiques ou d'autres substances dangereuses
<b>08 05</b>	<b>Déchets non spécifiés ailleurs dans le chapitre 08</b>
08 05 01*	Déchets d'isocyanates
<b>11</b>	<b>DÉCHETS PROVENANT DU TRAITEMENT CHIMIQUE DE SURFACE ET DU REVÊTEMENT DES MÉTAUX ET AUTRES MATÉRIEAUX, ET DE L'HYDROMÉTALLURGIE DES MÉTAUX NON FERREUX</b>
<b>11 01</b>	<b>Déchets provenant du traitement chimique de surface et du revêtement des métaux et autres matériaux</b>
11 01 13*	Déchets de dégraissage contenant des substances dangereuses
<b>14</b>	<b>DÉCHETS DE SOLVANTS ORGANIQUES, D'AGENTS RÉFRIGÉRANTS ET PROPULSEURS</b>
<b>14 06</b>	<b>Déchets de solvants, d'agents réfrigérants et d'agents propulseurs d'aérosols/de mousses organiques</b>
14 06 02*	Autres solvants et mélanges de solvants halogénés
14 06 04*	Boues ou déchets solides contenant des solvants halogénés
<b>15</b>	<b>EMBALLAGES ET DÉCHETS D'EMBALLAGES, ABSORBANTS, CHIFFONS D'ESSUYAGE, MATÉRIEAUX FILTRANTS ET VÊTEMENTS DE PROTECTION NON SPÉCIFIÉS AILLEURS</b>
<b>15 02</b>	<b>Absorbants, matériaux filtrants, chiffons d'essuyage et vêtements de protection</b>
15 02 02*	Absorbants, matériaux filtrants (y compris les filtres à huile non spécifiés ailleurs), chiffons d'essuyage et vêtements de protection contaminés par des substances dangereuses
<b>16</b>	<b>DÉCHETS NON DÉCRITS AILLEURS DANS LA LISTE</b>
<b>16 02</b>	<b>Déchets provenant d'équipements électriques ou électroniques</b>
16 02 10*	Equipements mis au rebut contenant des PCB ou contaminés par de telles substances autres que ceux visés à la rubrique 16 02 09
<b>16 03</b>	<b>Loupés de fabrication et produits non utilisés</b>
16 03 05*	Déchets d'origine organique contenant des substances dangereuses
<b>16 07</b>	<b>Déchets provenant du nettoyage de cuves et fûts de stockage et de transport</b>
16 07 09*	Déchets contenant d'autres substances dangereuses
<b>19</b>	<b>DÉCHETS PROVENANT DES INSTALLATIONS DE GESTION DES DÉCHETS, DES STATIONS D'ÉPURATION DES EAUX USÉES HORS SITE ET DE LA PRÉPARATION D'EAU DESTINÉE À LA CONSOMMATION HUMAINE ET D'EAU À USAGE INDUSTRIEL</b>
<b>19 05</b>	<b>Déchets de compostage</b>
<b>19 07</b>	<b>Lixiviats de décharges</b>
19 07 02*	Lixiviats de décharges contenant des substances dangereuses
<b>20</b>	<b>DÉCHETS MUNICIPAUX (DÉCHETS MÉNAGERS ET DÉCHETS ASSIMILÉS PROVENANT DES COMMERCES, DES INDUSTRIES ET DES ADMINISTRATIONS), Y COMPRIS LES FRACTIONS COLLECTÉES SÉPARÉMENT</b>
<b>20 01</b>	<b>Fractions collectées séparément</b>
20 01 13*	Solvants
20 01 19*	Pesticides
20 01 27*	Peinture, encres, colles et résines contenant des substances dangereuses



## 6.2. Flux du 1,2-dichlorobenzène dans les déchets

Aucune donnée n'a été trouvée dans la littérature concernant les gisements et flux de 1,2-dichlorobenzène dans les déchets.

## 6.3. Formation du 1,2-dichlorobenzène lors du traitement des déchets

### 6.3.1. Incinération des déchets

Selon S. Bicocchi *et al.* (2009) [23], les hydrocarbures aromatiques sont émis, de façon générale, lors de la combustion des substances et matériaux suivants :

- Phénoplastes (Phénol Formaldéhyde),
- Poly (acrylonitrile/butadiène/styrène) = ABS,
- PVC,
- Polyesters non saturés (VP),
- Polyuréthanes (PUR).

Les concentrations des composés organiques émis lors de la combustion des déchets dépendent étroitement des conditions thermiques. [23]

La littérature consultée ne fournit aucune information concernant les émissions de 1,2-dichlorobenzène lors de l'incinération des déchets.

### 6.3.2. Compostage des déchets

Le 1,2-dichlorobenzène n'est pas cité par l'ASTEE comme faisant partie des substances formées lors du compostage des déchets (ASTEE, 2006). Seul l'isomère 1,4 dichlorobenzène est cité par ce guide. [24]. Une étude de l'Ecole Nationale de la Santé Publique indique d'ailleurs que le 1,2-dichlorobenzène n'a pas été détecté lors de mesures dans l'air ambiant d'installations de compostage [25].

L'étude FNADE-MEDD réalisée en 2002 sur les risques non microbiologiques associés au compostage des déchets rapporte les teneurs en COV dans l'air au sein des tas de compost d'ordures ménagères brutes. Pour le 1,2-dichlorobenzène, cette concentration est de  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . [26]

### 6.3.3. Stockage des déchets

Selon le Guide ASTEE pour l'évaluation du risque sanitaire dans le cadre de l'étude d'impact d'une Installation de Stockage de Déchets Ménagers et Assimilés (2005) (ISDMA) [27], le 1,2-dichlorobenzène fait partie des substances susceptibles d'être émises par les ISDMA.

Selon l'INERIS [28], le dichlorobenzène fait partie des éléments traces contenus dans le biogaz des Centres d'Enfouissement Technique (CET), à des intervalles de concentration compris entre 0,518 et  $16 \text{ mg}/\text{m}^3$ , selon les sources.

Le rapport « Stockage des déchets et santé publique » (2004), coordonné par l'INVS [29] indique :

- La présence de dichlorobenzène dans les micropolluants organiques anthropogéniques présents à l'état de traces dans le biogaz des centres de stockage de déchets non dangereux, à une concentration de  $14 \text{ mg}/\text{m}^3$  ;
- La présence de 1,2-dichlorobenzène dans les micropolluants organiques anthropogéniques présents dans les lixiviats. Les concentrations varient entre 0,1 et  $32 \mu\text{g}/\text{L}$ .

### 6.3.4. Stations d'épuration

Selon l'INERIS [40], le dichlorobenzène fait partie des éléments traces contenus dans le biogaz de STEP, en concentration inférieure à 0,33 mg/m<sup>3</sup>.

## 6.4. Exposition des travailleurs au 1,2-dichlorobenzène

L'étude FNADE-MEDD réalisée en 2002 sur les risques non microbiologiques associés au compostage des déchets rapporte les teneurs en 1,2-dichlorobenzène mesurées dans l'air en divers points d'un site de compostage de déchets ménagers solides [28]. Les résultats montrent des concentrations en 1,2-dichlorobenzène nulles dans l'air aux points de mesures suivants du site de compostage (Eitzer, 1995) :

- Stockage,
- Broyage,
- Digesteur,
- Compost frais,
- Compost mur.

Une entreprise spécialisée dans le traitement des déchets spéciaux a fourni des données semi-quantitatives sur les niveaux mesurés en 1,2-dichlorobenzène dans les ambiances de travail. Les résultats sont présentés dans le tableau ci-après.

**Tableau 123 : Données d'exposition en 1,2-dichlorobenzène - Traitement des déchets spéciaux<sup>110</sup>**

Activités évaluées	Nombre de sites évalués	Postes de travail évalués	Nombre de fois recherchées lors des mesures d'exposition professionnelles	Nombre de fois inférieures aux VLEP	Nombre de fois supérieures aux VLEP	Nombre de fois détectées (Valeurs inf + valeurs sup à la VLEP)
Incinération	5	Tous postes confondus	77	0	0	0
Traitement biologique	5	Tous postes confondus	10	0	0	0
Traitement physico-chimique	6	Tous postes confondus	11	0	0	0
Valorisation solvants et hydrocarbures	8	Tous postes confondus	60	0	0	0
Transit et regroupement	5	Tous postes confondus	39	0	0	0
Déconditionnement	7	Tous postes confondus	41	0	0	0
Broyage	6	Tous postes confondus	67	0	0	0
Stockage (inclus les dépotages et prélèvements)	15	Tous postes confondus	101	0	0	0

Le 1,2-dichlorobenzène n'a jamais été détecté dans les atmosphères de travail de cette entreprise.

<sup>110</sup> Les résultats d'analyse présentés ne tiennent pas compte des EPI (pas de facteur d'abattement appliqué).

## 7. Références bibliographiques

---

1 Règlement (CE) n° 1272/2008 du Parlement européen et du Conseil du 16 décembre 2008 relatif à la classification, à l'étiquetage et à l'emballage des substances et des mélanges, modifiant et abrogeant les directives 67/548/CEE et 1999/45/CE et modifiant le règlement (CE) n° 1907/2006.

2 Liste des Agents Classés par les Monographies du CIRC, Volumes 1–101.

<http://monographs.iarc.fr/FR/Classification/index.php>

3 Integrated Risk Information System (IRIS). US-EPA. 1,2-dichlorobenzène. Dernière mise à jour : 12/01/2000. <http://www.epa.gov/iris/subst/0408.htm>

4 FT73. 1,2-dichlorobenzène. INRS. 2004.

5 Base de données BIOTOX. INRS. Mise à jour : septembre 2010.

6 Fiche de données technico-économiques sur les substances chimiques en France – Chlorobenzène (Monochlorobenzène). INERIS. 2006.

7 Arrêté du 31/01/08 modifié relatif au registre et à la déclaration annuelle des émissions polluantes et des déchets.

8 Arrêté du 02/02/98 modifié relatif aux prélèvements et à la consommation d'eau ainsi qu'aux émissions de toute nature des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation.

9 Arrêté du 20/09/02 modifié relatif aux installations d'incinération et de co-incinération de déchets dangereux.

10 Arrêté du 20/09/02 modifié relatif aux installations d'incinération et de co-incinération de déchets non dangereux et aux installations incinérant des déchets d'activités de soins à risques infectieux.

11 Arrêté du 30/12/02 modifié relatif au stockage de déchets dangereux.

12 Arrêté du 09/09/97 modifié relatif aux installations de stockage de "déchets non dangereux".

13 Directive 2000/39/CE du 8 juin 2000 relative à l'établissement d'une première liste de valeurs limites d'exposition professionnelle de caractère indicatif en application de la directive 98/24/CE du Conseil concernant la protection de la santé et de la sécurité des travailleurs contre les risques liés à des agents chimiques sur le lieu de travail.

14 Recommendation from the Scientific Expert Group on Occupational Exposure Limits for 1,2-dichlorobenzene. SEG/SUM/66. 1995.

15 Fiche de synthèse : 1,2-dichlorobenzène. Groupe d'experts « Effets sur la santé ». Juin 2003.

16 Fiche Metropol 073/V01. Dichlorobenzènes par chromatographie en phase gazeuse. INRS. 03/2005.

17 Site internet de l'Afnor. Date de consultation : octobre 2011. <http://www.boutique.afnor.org/>

18 NIOSH Manual of Analytical Methods. 3<sup>ème</sup> supplément. 2003.

<http://www.cdc.gov/niosh/docs/2003-154/>

19 Sampling & Analytical Methods. Occupational Safety & Health Administration (OSHA). Dernière date de mise à jour : 23/03/2010. [http://www.osha.gov/dts/sltc/methods/toc\\_d.html](http://www.osha.gov/dts/sltc/methods/toc_d.html)

20 Fiche pratique de sécurité. Les appareils de protection respiratoire. ED 98. INRS. Octobre 2008.

21 OCDE (Organisation de coopération et de développement économiques). Date de consultation : octobre 2011. <http://webnet.oecd.org/hpv/UI/Search.aspx>

22 Annexe II de l'article R541-8 du Code de l'environnement : LISTE DE DÉCHETS.

23 Les polluants et les techniques d'épuration des fumées. Cas des unités de traitement et de valorisation des déchets. Etat de l'art. Stéphane Bicocchi, Mathieu Boulinguez, Karen Diard. Etude réalisée sous la direction et pour le compte de l'association RECORD. Editions Tec & Doc Lavoisier. 2<sup>e</sup> édition. 2009.

24 Guide méthodologique pour l'évaluation du risque sanitaire de l'étude d'impact des installations de compostage soumises à autorisation. ASTEE. Juin 2006.

25 Faisabilité d'une étude épidémiologique auprès des travailleurs des centres de compostage. Gwladys FRANCOIS. Mémoire de l'Ecole Nationale de la Santé Publique (ENSP). 2005.

26 Les risques non microbiologiques associés au compostage des déchets. FNADE, Ministère de l'écologie et du développement durable. 19 août 2002.

27 Guide pour l'évaluation du risque sanitaire dans le cadre de l'étude d'impact d'une installation de stockage de déchets ménagers et assimilés. Association Scientifique et Technique pour l'Eau et l'Environnement (ASTEE). Février 2005.

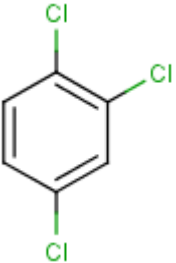
28 Caractérisation des biogaz – Bibliographie – Mesures sur sites – Rapport final. J. POULLEAU. INERIS. Octobre 2002.

29 Stockage des déchets et santé publique. Chapitre 2.1. INVS. Septembre 2004. <http://www.invs.sante.fr/publications/2005/dechets/index.html>

**FICHE FILIÈRE DU 1,2,4-TRICHLOROBENZÈNE**

## 1. Fiche identité de la substance

Tableau 124 : Caractéristiques du 1,2,4-trichlorobenzène

IDENTIFICATION DE LA SUBSTANCE	
Numéros CAS	120-82-1
Numéro CE (EINECS, ELINCS, NLP)	204-428-0
Nom	1,2,4-trichlorobenzène
Synonymes	1,2,4-trichlorobenzol Benzene-1,2,4-trichloro Unsym-trichlorobenzene
Famille chimique	Hydrocarbures aromatiques chlorés
Formule brute	C <sub>6</sub> H <sub>3</sub> Cl <sub>3</sub>
Formule semi-développée	
Catégorie de classement de la substance	<p><b>Classement selon le règlement CLP (N° 1272/2008 - Annexe VI) [1] :</b> Non classé cancérigène, mutagène ou reprotoxique</p> <p><b>Classement selon le CIRC [2] :</b> Non classé</p> <p><b>Classement selon l'US EPA [3] :</b> Classe D (substance non classifiable quant à sa cancérogénicité pour l'homme)</p> <p><b>VLEP réglementaire contraignante (Article R.4412-149 du code du travail) :</b> VLEP (8h) : 15,1 mg/m<sup>3</sup> soit 2 ppm VLEP (court terme : 15 min) : 37,8 mg/m<sup>3</sup> soit 5 ppm Possibilité d'une pénétration cutanée importante.</p>
Tension vapeur	31 Pa à 20°C [4]
Indicateurs biologiques d'exposition [5]	Sans objet
Fiche INRS	FT151 : Trichlorobenzènes. 1993 [6]
Fiches INERIS	Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques. Trichlorobenzènes. 21/02/2005 [6] Données technico-économiques sur les substances chimiques en France. Trichlorobenzènes, TCB. 10/05/2005 [7]

## 2. Toxicité de la substance

### 2.1. Toxicité en exposition aiguë

Aucun cas d'intoxication aiguë par les trichlorobenzènes n'a fait l'objet de publication. Le caractère irritant du produit pour la peau, les yeux et les voies aériennes supérieures a été signalé. [4]

### 2.2. Toxicité en exposition chronique

Les effets de l'exposition chronique aux trichlorobenzènes sont mal connus et on ne dispose d'aucune étude épidémiologique des populations humaines exposées à ces composés. [4]

Une étude concernant des travailleurs exposés à différents dérivés chlorés du benzène, dont le 1,2,4-trichlorobenzène, n'identifie pas d'anomalie hépatique ou hématologique. [4]

Un cas d'anémie aplasique est apparu chez une femme de 68 ans lors du nettoyage à domicile de bleus de travail par trempage à la main dans du trichlorobenzène. La responsabilité du trichlorobenzène reste cependant difficile à évaluer. [4]

## 3. Réglementation

### 3.1. Textes réglementaires relatifs à la substance

#### *3.1.1. Textes relatifs à l'utilisation de la substance*

Le 1,2,4-trichlorobenzène est inscrit dans l'annexe XVII - Restrictions applicables à la fabrication, à la mise sur le marché et à l'utilisation de certaines substances dangereuses et de certains mélanges et articles dangereux - du Règlement 1907/2006 du 18 décembre 2006 (REACH) [8]. Selon cette annexe, applicable depuis le 1<sup>er</sup> juin 2009, le 1,2,4-trichlorobenzène ne peut pas être mis sur le marché, ni utilisé en tant que substance ou dans des mélanges à une concentration égale ou supérieure à 0,1% en poids pour toutes les utilisations, excepté :

- comme intermédiaire de synthèse, ou
- comme solvant réactionnel utilisé en système fermé pour les réactions de chloration, ou
- pour la fabrication de 1,3,5-trinitro-2,4,6-triaminobenzène (TATB).

#### *3.1.2. Textes relatifs aux valeurs limites d'émission des installations de traitement de déchets*

Tous les isomères du trichlorobenzène font partie de la liste définie dans l'arrêté du 31/01/08 modifié relatif au registre et à la déclaration annuelle des émissions polluantes et des déchets [9], concernant les polluants devant être mentionnés dans le registre des émissions polluantes et des déchets et devant apparaître dans la déclaration annuelle des émissions polluantes et des déchets faite par les exploitants des établissements concernés.

L'arrêté ministériel du 2 février 1998 modifié relatif aux prélèvements et à la consommation d'eau ainsi qu'aux émissions de toute nature des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation [10] impose dans les rejets aqueux une valeur limite pour le trichlorobenzène (TCB) de :

- Pour les activités de production de TCB par déshydrochloration du HCH et/ou transformation de TCB : 1 mg/L en moyenne mensuelle dans les rejets pour un flux maximum de 10 g/tonne de capacité globale de production de TCB ;
- Pour les activités de production et/ou transformation de chlorobenzène par chloration du benzène, ainsi que pour les autres secteurs : 0,05 mg/L en moyenne mensuelle dans les

rejets pour un flux maximum de 0,5 g/t de capacité de production ou de transformation des mono et dichlorobenzènes.

Un prélèvement continu proportionnel au débit et une mesure journalière des effluents aqueux doivent être réalisés dans tous les cas pour les usines de production ou de transformation et, dans les autres cas, lorsque le rejet annuel en TCB dépasse 30 kg/an. **[17]**

Concernant la pollution de l'air, cet arrêté impose les valeurs limites de rejets suivantes pour les émissions de COV des ICPE **[17]** :

- Si le flux horaire total dépasse 2 kg/h, la valeur limite exprimée en carbone total de la concentration globale de l'ensemble des composés est de 110 mg/m<sup>3</sup> ;
- Dans le cas de l'utilisation d'une technique d'oxydation pour l'élimination COV, la valeur limite d'émission en COV exprimée en carbone total est de 20 mg par m<sup>3</sup> ou 50 mg par m<sup>3</sup> si le rendement d'épuration est supérieur à 98%.

L'arrêté du 20/09/02 relatif aux installations d'incinération et de co-incinération de déchets dangereux **[11]** impose les valeurs limites de rejets suivantes pour les émissions de substances organiques à l'état de gaz ou de vapeur, exprimées en carbone organique total (COT) :

- 10 mg/m<sup>3</sup> en moyenne journalière,
- 20 mg/m<sup>3</sup> en moyenne sur une demi-heure.

L'arrêté du 20/09/02 relatif aux installations d'incinération et de co-incinération de déchets non dangereux et aux installations incinérant des déchets d'activités de soins à risques infectieux **[12]** impose les valeurs limites de rejets suivantes pour les émissions de substances organiques à l'état de gaz ou de vapeur, exprimées en carbone organique total (COT) :

- 10 mg/m<sup>3</sup> en moyenne journalière,
- 20 mg/m<sup>3</sup> en moyenne sur une demi-heure.

L'arrêté du 30/12/02 modifié relatif au stockage de déchets dangereux **[13]** fixe une valeur limite sur le rejet des eaux stockées dans le bassin tampon qui regroupe les eaux de ruissellement. En effet, ce rejet doit respecter des objectifs de qualité du milieu naturel, qui est pour les composés organiques halogénés (en AOX ou EOX) : < 1 mg/L si le rejet dépasse 30 g/j. **[33]**

Cette limite est également celle imposée par l'arrêté du 09/09/97 modifié relatif aux installations de stockage de "déchets non dangereux" **[14]** pour les composés organiques halogénés (en AOX ou EOX) dans les rejets d'effluents liquides dans le milieu naturel.

### 3.2. Valeurs de référence

En France, les VLEP réglementaires contraignantes dans l'air des locaux de travail établies pour le 1,2,4-trichlorobenzène (art. R.4412-149 du Code du travail) sont :

- VME (exposition moyenne pondérée sur 8 heures) = 2 ppm soit 15,1 mg/m<sup>3</sup> ;
- VLE (exposition à court terme sur 15 min) = 5 ppm soit 37,8 mg/m<sup>3</sup> ;
- Possibilité d'une pénétration cutanée importante.

Au niveau communautaire, la Directive 2000/39/CE de la Commission du 8 juin 2000 relative à l'établissement d'une première liste de valeurs limites d'exposition professionnelle de caractère indicatif en application de la directive 98/24/CE du Conseil concernant la protection de la santé et de la sécurité des travailleurs contre les risques liés à des agents chimiques sur le lieu de travail **[15]**, fixe pour le 1,2,4-trichlorobenzène les valeurs limites d'exposition professionnelle suivantes :

- Pour une exposition moyenne pondérée sur 8 heures : 2 ppm, soit 15,1 mg/m<sup>3</sup> ;
- Pour une exposition de 15 minutes : 5 ppm, soit 37,8 mg/m<sup>3</sup>.



Le Scientific Committee on Occupational Exposure Limit (SCOEL) élabore les VLEP au niveau européen. D'après son rapport « Recommendation from the Scientific Expert Group<sup>111</sup> on Occupational Exposure Limits for 1,2,4-Trichlorobenzene » (1994) [16], les VLEP recommandées sont basées sur les données suivantes :

- Des études sur des rats indiquant un NOAEL (No Observed Adverse Effect Level) de 3 ppm au regard de l'augmentation d'uroporphyrine dans les urines, ont été utilisées comme meilleure base disponible par le comité ;
- Du fait de la grande sensibilité de cet indicateur, il n'a pas été jugé pertinent d'appliquer un facteur d'incertitude important ;
- Ainsi, une 8 hour TWA<sup>112</sup> de 2 ppm (15,1 mg/m<sup>3</sup>) est recommandée par le comité (valeur non contradictoire avec une étude rapportant des cas d'irritation sur des volontaires) ;
- De plus, une STEL<sup>113</sup> de 5 ppm (17,8 mg/m<sup>3</sup>) est proposée pour limiter les pics d'exposition susceptibles de provoquer des symptômes d'irritation ;
- Une notation « skin » a également été recommandée du fait de la possibilité d'une pénétration cutanée importante.

En France, le Groupe d'experts « Effets sur la santé » a édité en octobre 2003 une fiche de synthèse concernant le 1,2,4-trichlorobenzène [17]. Sur la base des données du SCOEL, des recherches complémentaires ont été effectuées par ce groupe d'experts afin d'identifier d'éventuelles données nouvelles de la littérature, entre 1990 et 2002. Les recherches ont été effectuées dans les bases de données suivantes : EINS/Toxline (1990-2002), Medline (1985-2002), U.S. Environmental Protection Agency's Integrated Risk Information System (IRIS).

Sur la base de ces nouvelles recherches, le Groupe d'experts a conclu les éléments suivants [22] :

- Il n'est pas apparu de donnée nouvelle tant chez l'homme que chez l'animal susceptible de remettre en cause l'expertise du SCOEL (1994).
- Sans remettre en cause les conclusions du SCOEL, le HSE (2001) a proposé une VME (8 h) de 1 ppm. Cette valeur correspond à un facteur d'incertitude de 3 pour le NOAEL et de 10 pour le LOAEL sur le critère de l'augmentation de l'excrétion des porphyrines urinaires chez le rat (Watanabe et al., 1978 ; Kociba et al., 1981).
- La STEL à 5 ppm (protection des effets irritatifs) ne paraît pas devoir être remise en cause en l'absence de travaux publiés confirmant les données de Rowe (1975).
- Maintenir la notation « Peau ».

### 3.3. Normes relatives à l'analyse dans l'air

Les références des normes relatives à l'analyse dans l'air du 1,2,4-trichlorobenzène sont présentées dans le tableau suivant :

---

<sup>111</sup> Le groupe d'experts européens SEG, constitué en 1990 a été remplacé en 1995 par le SCOEL : Scientific Committee on Occupational Exposure Limit (Comité scientifique en matière de valeurs limites d'exposition professionnelle).

<sup>112</sup> TWA (Time Weighted Average) : Concentration moyenne pondérée dans le temps pour une journée de travail normale de huit heures, cinq jours par semaine (semaine normale de 40 heures) – Correspond à la VME française.

<sup>113</sup> STEL : Short Term Exposure Limit (15 minutes)

**Tableau 125 : Normes relatives à l'analyse du 1,2,4-trichlorobenzène dans l'air**

Source	Référence méthode / norme
Fiches Métropol de l'INRS [18]	Fiche Métropol 074/V01. Trichlorobenzène par chromatographie en phase gazeuse. 10/2007
Normes AFNOR spécifiques [19]	NF T20-775 (Mai 1984) Trichlorobenzène-1,2,4 à usage industriel - Méthodes d'essai  NF X43-267 (Juillet 2004) Air des lieux de travail. Prélèvement et analyse de vapeurs organiques. Prélèvement par pompage sur tube à adsorption et désorption au solvant.  NF EN ISO 16017 (Partie 1 : Mars 2001 / Partie 2 : Oct 2003) Air intérieur, air ambiant et air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par tube à adsorption/désorption thermique/chromatographie en phase gazeuse sur capillaire.  NF ISO 16200 (Décembre 2001) Qualité de l'air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par désorption au solvant/chromatographie en phase gazeuse.  ISO 9486:1991 (Août 1991) Air des lieux de travail. Détermination des hydrocarbures chlorés vaporeux. Méthode d'analyse par tube à charbon actif/désorption des solvants/chromatographie en phase gazeuse.
Méthodes NIOSH [20]	Méthode 5517 : « Polychlorobenzenes ». Issue 2, 15 août 1994.
Méthodes OSHA [21]	Sans objet.

### 3.4. EPI pour l'exposition par inhalation

La norme NF EN 529<sup>114</sup> définit les facteurs de protection pour chaque type d'appareil de protection respiratoire (annexe C de la norme).

Pour les gaz et vapeurs organiques dont le point d'ébullition est supérieur à 65°C, le type de filtre adapté est un filtre à gaz EN 14387/IN1 type A [22].

<sup>114</sup> Appareil de protection respiratoire – Recommandations pour le choix, l'utilisation, l'entretien et la maintenance – Guide.

## 4. Production et consommation de la substance

L'OCDE (Organisation de Coopération et de Développement Economiques) classe le 1,2,4-trichlorobenzène comme produit chimique HPV (High Production Volume) [23] : il est donc fabriqué ou importé à raison d'au moins 1 000 tonnes par an dans l'Union Européenne, et ce par au moins un état membre.

Selon l'INERIS [7], on répertoriait deux producteurs de 1,2,4-TCB dans l'Union Européenne qui en produisaient 7 000 tonnes par an en 1994-1995 : Bayer (en Allemagne) et Rhodia (en Belgique). D'après ces deux producteurs, entre 70% et 90% de la production étaient exportés (80% en moyenne). [Hansen et al., 2003] Un troisième producteur a commencé à en fabriquer en 1997-1998, avec une production d'environ 3 000 tonnes par an (ce qui a réduit légèrement la production des deux autres). 80% de la production étaient exportés hors de l'Union Européenne. [Corden, 2000]

À cause des importantes exportations, seules 1 400 tonnes par an de 1,2,4-TCB étaient utilisées dans l'Union Européenne en 1994-1995. [7]

Aucune donnée concernant les quantités de 1,2,4-trichlorobenzène consommées en France n'a été trouvée lors des recherches bibliographiques.

## 5. Utilisations de la substance

### 5.1. Industrie chimique / phytopharmaceutique

Le 1,2,4-trichlorobenzène est majoritairement utilisé en tant qu'intermédiaire de synthèse organique, notamment pour la fabrication de [6] [4] [7] [24] :

- Insecticides et herbicides,
- Colorants, pigments et teintures.

Ces utilisations représentaient 79% de l'utilisation totale de 1,2,4-trichlorobenzène en Europe en 1994-1995, soit 1 100 tonnes/an. [7]

Il peut également être utilisé comme solvant de procédés (14% de l'utilisation totale en Europe en 1994-1995). Mais d'après le principal utilisateur, cet usage du 1,2,4-TCB a été arrêté en 1997 dans son usine [7]

### 5.2. Autres utilisations

Le 1,2,4-trichlorobenzène est aussi utilisé comme solvant, lubrifiant et additif (7% de l'utilisation totale en Europe en 1994-1995). [6] [4] [7]

On peut citer l'utilisation de 1,2,4-trichlorobenzène comme [6] [4] [7] [24] :

- agent de teinture (0,1% de l'utilisation totale en Europe en 1994-1995) : le CSTEE<sup>115</sup> (2001), s'appuyant sur des données des industriels, affirme que cette substance n'est plus utilisée dans l'industrie du textile dans l'Union Européenne ;
- fluide diélectrique et fluide de transfert de chaleur : du 1,2,4-TCB est encore présent dans les équipements électriques existants, comme fluide diélectrique, solvant, moyen de transfert de

---

<sup>115</sup> CSTEE : Scientific Committee for Toxicity, Ecotoxicity, and the Environment.

chaleur. Une évaluation pessimiste estimait que la quantité de TCB liée à ces applications dans l'Union Européenne s'élevait à 5 000 tonnes.

D'autres utilisations du 1,2,4-trichlorobenzène, sans doute d'importance mineure, peuvent être citées [6] [4] [7] [24] :

- Inhibiteur de corrosion,
- Fluide de travail des métaux,
- Produit de mélange pour certaines substances utilisées pour les bains de plomb/étain,
- Additif pour la production d'isolant à haute performance pour des câbles,
- Composant de produits de nettoyage pour fosses septiques ou égouts,
- Composant de produits de préservation du bois,
- Composant de produits anti-termite : en mélange, les deux isomères 1,2,4-trichlorobenzène et 1,2,3-trichlorobenzène servent au traitement du sol contre les termites autour des constructions.

Le 1,2,4-trichlorobenzène est également utilisé pour la fabrication d'agents dégraissants. [6]

### 5.3. Etat des lieux de la substitution de la substance en France

Le 1,2,4-trichlorobenzène n'étant pas classé CMR de catégorie 1A ou 1B, les démarches de substitution telles qu'imposées par l'article R.4412-66 du code du travail ne sont pas obligatoires pour cette substance.

## 6. Le 1,2,4-trichlorobenzène dans les déchets

### 6.1. Déchets contenant du 1,2,4-trichlorobenzène

D'après les différentes utilisations identifiées dans la présente fiche, les déchets pouvant contenir du 1,2,4-trichlorobenzène sont classés dans la nomenclature déchets de l'article R.541-8 (Annexe II) du Code de l'environnement [25] sous les rubriques suivantes :

**Tableau 126 : Rubriques des déchets susceptibles de contenir du 1,2,4-trichlorobenzène**

N°RUBRIQUE	DECHETS
<b>03</b>	<b>DÉCHETS PROVENANT DE LA TRANSFORMATION DU BOIS ET DE LA PRODUCTION DE PANNEAUX ET DE MEUBLES, DE PÂTE À PAPIER, DE PAPIER ET DE CARTON</b>
<b>03 02</b>	<b>Déchets des produits de protection du bois</b>
03 02 02*	Composés organochlorés de protection du bois
<b>04</b>	<b>DÉCHETS PROVENANT DES INDUSTRIES DU CUIR, DE LA FOURRURE ET DU TEXTILE</b>
<b>04 02</b>	<b>Déchets de l'industrie textile</b>
04 02 14*	Déchets provenant des finitions contenant des solvants organiques
04 02 16*	Teintures et pigments contenant des substances dangereuses
04 02 19*	Boues provenant du traitement in situ des effluents contenant des substances dangereuses
<b>07</b>	<b>DÉCHETS DES PROCÉDÉS DE LA CHIMIE ORGANIQUE</b>
<b>07 01</b>	<b>Déchets provenant de la fabrication, formulation, distribution et utilisation (FFDU) de produits organiques de base</b>
<b>07 02</b>	<b>Déchets provenant de la FFDU de matières plastiques, caoutchouc et fibres synthétiques</b>
07 02 03*	Solvants, liquides de lavage et liqueurs mères organiques halogénés
07 02 07*	Résidus de réaction et résidus de distillation halogénés
07 02 09*	Gâteaux de filtration et absorbants usés halogénés

N° RUBRIQUE	DECHETS
<b>07 03</b>	<b>Déchets provenant de la FFDU de teintures et pigments organiques</b>
07 03 03*	Solvants, liquides de lavage et liqueurs mères organiques halogénés
07 03 07*	Résidus de réaction et résidus de distillation halogénés
07 03 09*	Gâteaux de filtration et absorbants usés halogénés
<b>07 04</b>	<b>Déchets provenant de la FFDU de produits phytosanitaires organiques (sauf rubriques 02 01 08 et 02 01 09), d'agents de protection du bois (sauf section 03 02) et d'autres biocide</b>
07 04 03*	Solvants, liquides de lavage et liqueurs mères organiques halogénés
07 04 07*	Résidus de réaction et résidus de distillation halogénés
07 04 09*	Gâteaux de filtration et absorbants usés halogéné
<b>07 07</b>	<b>Déchets provenant de la FFDU de produits chimiques issus de la chimie fine et de produits chimiques non spécifiés ailleurs</b>
<b>08</b>	<b>DÉCHETS PROVENANT DE LA FABRICATION, DE LA FORMULATION, DE LA DISTRIBUTION ET DE L'UTILISATION (FFDU) DE PRODUITS DE REVÊTEMENT (PEINTURES, VERNIS ET ÉMAUX VITRIFIÉS), MASTICS ET ENCRE D'IMPRESSION</b>
<b>08 01</b>	<b>Déchets provenant de la FFDU et du décapage de peintures et vernis</b>
08 01 11*	Déchets de peintures et vernis contenant des solvants organiques ou d'autres substances dangereuses
08 01 13*	Boues provenant de peintures ou vernis contenant des solvants organiques ou autres substances dangereuses
08 01 15*	Boues aqueuses contenant de la peinture ou du vernis contenant des solvants organiques ou autres substances dangereuses
08 01 19*	Suspensions aqueuses contenant de la peinture ou du vernis contenant des solvants organiques ou autres substances dangereuses
<b>11</b>	<b>DÉCHETS PROVENANT DU TRAITEMENT CHIMIQUE DE SURFACE ET DU REVÊTEMENT DES MÉTAUX ET AUTRES MATÉRIAUX, ET DE L'HYDROMÉTALLURGIE DES MÉTAUX NON FERREUX</b>
<b>11 01</b>	<b>Déchets provenant du traitement chimique de surface et du revêtement des métaux et autres matériaux</b>
11 01 13*	Déchets de dégraissage contenant des substances dangereuses
<b>14</b>	<b>DÉCHETS DE SOLVANTS ORGANIQUES, D'AGENTS RÉFRIGÉRANTS ET PROPULSEURS</b>
<b>14 06</b>	<b>Déchets de solvants, d'agents réfrigérants et d'agents propulseurs d'aérosols/de mousses organiques</b>
14 06 02*	Autres solvants et mélanges de solvants halogénés
14 06 04*	Boues ou déchets solides contenant des solvants halogénés
<b>15</b>	<b>EMBALLAGES ET DÉCHETS D'EMBALLAGES, ABSORBANTS, CHIFFONS D'ESSUYAGE, MATÉRIAUX FILTRANTS ET VÊTEMENTS DE PROTECTION NON SPÉCIFIÉS AILLEURS</b>
<b>15 02</b>	<b>Absorbants, matériaux filtrants, chiffons d'essuyage et vêtements de protection</b>
15 02 02*	Absorbants, matériaux filtrants (y compris les filtres à huile non spécifiés ailleurs), chiffons d'essuyage et vêtements de protection contaminés par des substances dangereuses
<b>16</b>	<b>DÉCHETS NON DÉCRITS AILLEURS DANS LA LISTE</b>
<b>16 02</b>	<b>Déchets provenant d'équipements électriques ou électroniques</b>
16 02 10*	Equipements mis au rebut contenant des PCB ou contaminés par de telles substances autres que ceux visés à la rubrique 16 02 09
<b>16 03</b>	<b>Loupés de fabrication et produits non utilisés</b>
16 03 05*	Déchets d'origine organique contenant des substances dangereuses
<b>16 07</b>	<b>Déchets provenant du nettoyage de cuves et fûts de stockage et de transport</b>
16 07 09*	Déchets contenant d'autres substances dangereuses
<b>19</b>	<b>DÉCHETS PROVENANT DES INSTALLATIONS DE GESTION DES DÉCHETS, DES STATIONS D'ÉPURATION DES EAUX USÉES HORS SITE ET DE LA PRÉPARATION D'EAU DESTINÉE À LA CONSOMMATION HUMAINE ET D'EAU À USAGE INDUSTRIEL</b>
<b>19 07</b>	<b>Lixiviats de décharges</b>

N° RUBRIQUE	DECHETS
19 07 02*	Lixiviats de décharges contenant des substances dangereuses
<b>20</b>	<b>DÉCHETS MUNICIPAUX (DÉCHETS MÉNAGERS ET DÉCHETS ASSIMILÉS PROVENANT DES COMMERCES, DES INDUSTRIES ET DES ADMINISTRATIONS), Y COMPRIS LES FRACTIONS COLLECTÉES SÉPARÉMENT</b>
<b>20 01</b>	<b>Fractions collectées séparément</b>
20 01 13*	Solvants
20 01 19*	Pesticides
20 01 27*	Peinture, encres, colles et résines contenant des substances dangereuses

## 6.2. Flux du 1,2,4-trichlorobenzène dans les déchets

Aucune donnée n'a été trouvée dans la littérature concernant les gisements et flux de 1,2,4-trichlorobenzène dans les déchets.

Une entreprise du comité de suivi, spécialisée dans le traitement par incinération de déchets industriels dangereux, a fourni des résultats de mesures réalisées à la réception de déchets, entre 2005 et 2010.

Les résultats sont présentés dans le tableau suivant, sous la forme de pourcentages massiques de la substance dans les déchets analysés.

**Tableau 127 : Analyses dans les déchets – Incinération déchets industriels (2005 à 2010)**

Désignation du déchet	% massique de 1,2,4-trichlorobenzène dans le déchet
BOUES CHLOREES+ PCB	10,0

## 6.3. Formation du 1,2,4-trichlorobenzène lors du traitement des déchets

### 6.3.1. Incinération des déchets

Selon S. Bicocchi *et al.* (2009) [26], les hydrocarbures aromatiques sont émis, de façon générale, lors de la combustion des substances et matériaux suivants :

- Phénoplastes (Phénol Formaldéhyde),
- Poly (acrylonitrile/butadiène/styrène) = ABS,
- PVC,
- Polyesters non saturés (VP),
- Polyuréthanes (PUR).

Les concentrations des composés organiques émis lors de la combustion des déchets dépendent étroitement des conditions thermiques. [23]

La littérature consultée ne fournit aucune information concernant les émissions de 1,2,4-trichlorobenzène lors de l'incinération des déchets.

### 6.3.2. Compostage des déchets

Le 1,2,4-trichlorobenzène n'est pas cité par l'ASTEE comme faisant partie des substances formées lors du compostage des déchets (ASTEE, 2006) [27]. Une étude de l'Ecole Nationale de la Santé Publique indique d'ailleurs que le 1,2,4-trichlorobenzène n'a pas été détecté lors de mesures dans l'air ambiant d'installations de compostage [28].

L'étude FNADE-MEDD réalisée en 2002 sur les risques non microbiologiques associés au compostage des déchets rapporte les teneurs en COV dans l'air au sein des tas de compost d'ordures ménagères brutes. Pour le 1,2,4-trichlorobenzène, cette concentration est de  $9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . [29]

### 6.3.3. Stockage des déchets

Le Guide ASTEE pour l'évaluation du risque sanitaire dans le cadre de l'étude d'impact d'une Installation de Stockage de Déchets Ménagers et Assimilés (2005) (ISDMA) [30], ne cite pas le 1,2,4-trichlorobenzène comme faisant partie des substances susceptibles d'être émises par les ISDMA.

Selon l'INERIS [31], le trichlorobenzène fait partie des éléments traces contenus dans le biogaz des centres de stockage de déchets non dangereux, à des faibles concentrations, inférieures à  $0,389 \text{ mg}/\text{m}^3$ .

Le rapport « Stockage des déchets et santé publique » (2004), coordonné par l'INVS [32] indique la présence de 1,2,4-trichlorobenzène dans les micropolluants organiques anthropogéniques présents dans les lixiviats, à hauteur de  $4,3 \mu\text{g}/\text{L}$ .

## 6.4. Exposition des travailleurs au 1,2,4-trichlorobenzène

L'étude FNADE-MEDD réalisée en 2002 sur les risques non microbiologiques associés au compostage des déchets rapporte les teneurs en 1,2,4-trichlorobenzène mesurées dans l'air en divers points d'un site de compostage de déchets ménagers solides [28]. Les résultats montrent des concentrations en 1,2,4-trichlorobenzène nulles dans l'air aux points de mesures suivants du site de compostage (Eitzer, 1995) :

- Stockage,
- Broyage,
- Digesteur,
- Compost frais,
- Compost mur.

La base Colchic de l'INRS fournit des données d'exposition dans les ambiances de travail des filières du déchet. Les résultats ont été obtenus à partir des mesures effectuées par les 8 laboratoires interrégionaux de chimie des CRAM/CARSAT et de l'INRS, entre 2001 et 2010. Les résultats sont présentés dans le tableau suivant sans distinction du secteur d'activité concerné (résultats détaillés en **annexe 5-4**).

**Tableau 128 : Extraction de la base de données Colchic – Analyses en 1,2,4-trichlorobenzène**

	Prélèvements individuels			Prélèvements d'ambiance		
	Nombre de mesures	Concentration min	Concentration max	Nombre de mesures	Concentration min	Concentration max
<b>1,2,4-trichlorobenzène (<math>\text{mg}/\text{m}^3</math>)</b>	13	0,38	16,2	-	-	-

Une entreprise spécialisée dans le traitement des déchets spéciaux a fourni des données semi-quantitatives sur les niveaux mesurés en 1,2,4-trichlorobenzène dans les ambiances de travail. Les résultats sont présentés dans le tableau ci-après.

**Tableau 129 : Données d'exposition en 1,2,4-trichlorobenzène - Traitement des déchets spéciaux<sup>116</sup>**

Activités évaluées	Nombre de sites évalués	Postes de travail évalués	Nombre de fois recherchées lors des mesures d'exposition professionnelles	Nombre de fois inférieures aux VLEP	Nombre de fois supérieures aux VLEP	Nombre de fois détectées (Valeurs inf + valeurs sup à la VLEP)
Incinération	5	Tous postes confondus	77	0	0	0
Traitement biologique	5	Tous postes confondus	10	0	0	0
Traitement physico-chimique	6	Tous postes confondus	11	0	0	0
Valorisation solvants et hydrocarbures	8	Tous postes confondus	60	0	0	0
Transit et regroupement	5	Tous postes confondus	39	0	0	0
Déconditionnement	7	Tous postes confondus	41	0	0	0
Broyage	6	Tous postes confondus	67	0	0	0
Stockage (inclus les dépotages et prélèvements)	15	Tous postes confondus	101	0	0	0

Le 1,2,4-trichlorobenzène n'a jamais été détecté dans les atmosphères de travail de cette entreprise.

<sup>116</sup> Les résultats d'analyse présentés ne tiennent pas compte des EPI (pas de facteur d'abattement appliqué).



## 7. Références bibliographiques

---

1 Règlement (CE) n° 1272/2008 du Parlement européen et du Conseil du 16 décembre 2008 relatif à la classification, à l'étiquetage et à l'emballage des substances et des mélanges, modifiant et abrogeant les directives 67/548/CEE et 1999/45/CE et modifiant le règlement (CE) n° 1907/2006.

2 Liste des Agents Classés par les Monographies du CIRC, Volumes 1–101.  
<http://monographs.iarc.fr/FR/Classification/index.php>

3 Integrated Risk Information System (IRIS). US-EPA. 1,2,4-trichlorobenzène. Dernière mise à jour : 03/12/2002. <http://www.epa.gov/iris/subst/0119.htm>

4 Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques – Trichlorobenzènes. INERIS. 2005.

5 Base de données BIOTOX. INRS. Mise à jour : septembre 2010.

6 FT151. Trichlorobenzènes. INRS. 1993.

7 Fiche de données technico-économiques sur les substances chimiques en France – Trichlorobenzènes, TCB. INERIS. 2005.

8 Règlement (CE) n° 1907/2006 du Parlement européen et du Conseil du 18 décembre 2006 concernant l'enregistrement, l'évaluation et l'autorisation des substances chimiques, ainsi que les restrictions applicables à ces substances (REACH), instituant une agence européenne des produits chimiques, modifiant la directive 1999/45/CE et abrogeant le règlement (CEE) n° 793/93 du Conseil et le règlement (CE) n° 1488/94 de la Commission ainsi que la directive 76/769/CEE du Conseil et les directives 91/155/CEE, 93/67/CEE, 93/105/CE et 2000/21/CE de la Commission.

9 Arrêté du 31/01/08 modifié relatif au registre et à la déclaration annuelle des émissions polluantes et des déchets.

10 Arrêté du 02/02/98 modifié relatif aux prélèvements et à la consommation d'eau ainsi qu'aux émissions de toute nature des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation.

11 Arrêté du 20/09/02 modifié relatif aux installations d'incinération et de co-incinération de déchets dangereux.

12 Arrêté du 20/09/02 modifié relatif aux installations d'incinération et de co-incinération de déchets non dangereux et aux installations incinérant des déchets d'activités de soins à risques infectieux.

13 Arrêté du 30/12/02 modifié relatif au stockage de déchets dangereux.

14 Arrêté du 09/09/97 modifié relatif aux installations de stockage de "déchets non dangereux".

15 Directive 2000/39/CE du 8 juin 2000 relative à l'établissement d'une première liste de valeurs limites d'exposition professionnelle de caractère indicatif en application de la directive 98/24/CE du Conseil concernant la protection de la santé et de la sécurité des travailleurs contre les risques liés à des agents chimiques sur le lieu de travail.

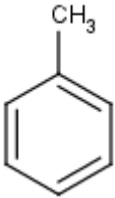
16 Recommendation from the Scientific Expert Group on Occupational Exposure Limits for 1,2,4-Trichlorobenzene. SEG/SUM/35C. 1994.

- 17 Fiche de synthèse : 1,2,4-trichlorobenzène. Groupe d'experts « Effets sur la santé ». Octobre 2003.
- 18 Fiche Metropol 074/V01. Trichlorobenzène par chromatographie en phase gazeuse. INRS. 10/2007.
- 19 Site internet de l'Afnor. Date de consultation : octobre 2011. <http://www.boutique.afnor.org/>
- 20 NIOSH Manual of Analytical Methods. 3<sup>ème</sup> supplément. 2003. <http://www.cdc.gov/niosh/docs/2003-154/>
- 21 Sampling & Analytical Methods. Occupational Safety & Health Administration (OSHA). Dernière date de mise à jour : 23/03/2010. [http://www.osha.gov/dts/sltc/methods/toc\\_t.html](http://www.osha.gov/dts/sltc/methods/toc_t.html)
- 22 Fiche pratique de sécurité. Les appareils de protection respiratoire. ED 98. INRS. Octobre 2008.
- 23 OCDE (Organisation de coopération et de développement économiques). Date de consultation : octobre 2011. <http://webnet.oecd.org/hpv/UI/Search.aspx>
- 24 European Union Risk Assessment Report - 1,2,4-trichlorobenzene. European Chemicals Bureau. Volume 26. Final Report. 2003.
- 25 Annexe II de l'article R541-8 du Code de l'environnement : LISTE DE DÉCHETS.
- 26 Les polluants et les techniques d'épuration des fumées. Cas des unités de traitement et de valorisation des déchets. Etat de l'art. Stéphane Bicocchi, Mathieu Boulinguez, Karen Diard. Etude réalisée sous la direction et pour le compte de l'association RECORD. Editions Tec & Doc Lavoisier. 2<sup>e</sup> édition. 2009.
- 27 Guide méthodologique pour l'évaluation du risque sanitaire de l'étude d'impact des installations de compostage soumises à autorisation. ASTEE. Juin 2006.
- 28 Faisabilité d'une étude épidémiologique auprès des travailleurs des centres de compostage. Gwladys FRANCOIS. Mémoire de l'Ecole Nationale de la Santé Publique (ENSP). 2005.
- 29 Les risques non microbiologiques associés au compostage des déchets. FNADE, Ministère de l'écologie et du développement durable. 19 août 2002.
- 30 Guide pour l'évaluation du risque sanitaire dans le cadre de l'étude d'impact d'une installation de stockage de déchets ménagers et assimilés. Association Scientifique et Technique pour l'Eau et l'Environnement (ASTEE). Février 2005.
- 31 Caractérisation des biogaz – Bibliographie – Mesures sur sites – Rapport final. J. POULLEAU. INERIS. Octobre 2002.
- 32 Stockage des déchets et santé publique. Chapitre 2.1. INVS. Septembre 2004. <http://www.invs.sante.fr/publications/2005/dechets/index.html>

**FICHE FILIÈRE DU TOLUÈNE**

## 1. Fiche identité de la substance

Tableau 130 : Caractéristiques du toluène

IDENTIFICATION DE LA SUBSTANCE	
Numéros CAS	108-88-3
Numéro CE (EINECS, ELINCS, NLP)	203-625-9
Nom	Toluène
Synonymes	Méthylbenzène Methylbenzene Toluol
Famille chimique	Hydrocarbures aromatiques
Formule brute	C <sub>7</sub> H <sub>8</sub>
Formule semi-développée	
Catégorie de classement de la substance	<p><b>Classement selon le règlement CLP (N°1272/2008 - Annexe VI) [1] :</b> Repr. 2 (H361d)</p> <p><b>Classement selon le CIRC [2] :</b> Groupe 3 (non classifiable quant à sa cancérogénicité pour l'homme)</p> <p><b>Classement selon l'US EPA [3] :</b> Non classé</p> <p><b>VLEP réglementaire contraignante (Article R.4412-149 du code du travail) :</b> VLEP (8h) : 192 mg/m<sup>3</sup>, soit 50 ppm VLEP (court terme : 15 min) : 384 mg/m<sup>3</sup>, soit 100 ppm Possibilité d'une pénétration cutanée importante.</p>
Tension vapeur	3000 Pa à 20°C [4]
Indicateurs biologiques d'exposition [5]	<p><u>Acide hippurique urinaire</u> : Valeur-Guide Française : 2,5 g/g. de créatinine en fin de poste (dernière mise à jour 1997)</p> <p><u>Ortho-crésol urinaire</u> : Valeur-Guide Française : Non déterminée</p> <p><u>Toluène sanguin</u> : Valeur-Guide Française : 1 mg/L en fin de poste (dernière mise à jour 1997)</p> <p><u>Toluène urinaire</u> : Valeur-Guide Française : Non déterminée</p>
Fiche INRS	FT74 : Toluène. 2008 [4]
Fiches INERIS	Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques. Toluène. 08/11/2005 [6] Données technico-économiques sur les substances chimiques en France. Toluène. 08/02/2011 [7]

## 2. Toxicité de la substance

### 2.1. Toxicité en exposition aiguë

La toxicité aiguë du toluène est commune à celle des hydrocarbures pétroliers liquides distillant en dessous de 300°C.

Les symptômes observés en cas d'intoxication aiguë au toluène sont les suivants [4] :

- Toxicité par ingestion :
- Troubles digestifs : douleurs abdominales, nausées puis vomissements suivis de diarrhées ;
  - Dépression du système nerveux central : syndrome ébrié puis troubles de la conscience ;
  - Pneumopathie d'inhalation dont les premiers signes sont radiologiques, les signes cliniques étant plus tardifs (toux, dyspnée, fièvre, possibilité d'arrêts respiratoires).
- Toxicité par inhalation :
- Effets sur le système neurologique central (en principe, réversibles) :
    - o pour une exposition accidentelle à 10 000 ppm pendant quelques minutes : euphorie, hallucination, puis troubles de la conscience et coma ;
    - o pour une exposition volontaire à 100 ppm pendant 8h : troubles modérés avec fatigue, céphalées, vertiges et endormissement ;
    - o pour une exposition volontaire à 200 ppm pendant 8h : mêmes troubles que pour une exposition à 100 ppm avec en plus une faiblesse musculaire, des paresthésies et altérations des fonctions cognitives ;
    - o pour une exposition volontaire à 300 ppm pendant 8h : mêmes troubles que pour une exposition à 200 ppm avec en plus une insomnie dans la nuit qui succède à l'exposition ;
    - o pour une exposition volontaire à 400 ppm pendant 8h : mêmes troubles que pour une exposition à 300 ppm avec en plus une confusion mentale et des troubles de coordination ;
    - o Puis à 500 ppm apparaissent des nausées, et à 600 ppm, on observe une sensation de vertiges et une démarche chancelante.
  - Les conséquences des expositions aiguës au toluène sur l'activité électro-encéphalographique sont diversement appréciées selon les études. Lorsque des altérations existent, elles sont toujours mineures. Des troubles de la mémoire et des changements de la personnalité peuvent être observés ;
  - Une irritation oculaire et des voies aériennes supérieures apparaît pour des expositions à des concentrations de 100 à 400 ppm pendant 6 à 7 heures, accompagnée d'hypersécrétion lacrymale ;
  - Des modifications cardiovasculaires ont été rapportées après une exposition à 200 ppm pendant 7 heures ;
- D'après certains auteurs, une exposition à 40 ppm pendant 5 à 6 heures n'entraînerait aucun signe d'intoxication.
- Toxicité par contact cutané :
- Dermatoses d'irritation en cas de projections.
- Toxicité par contact oculaire :
- Irritation conjonctivale et atteinte cornéenne en cas de projections oculaires (réversibles en 48 heures).

## 2.2. Toxicité en exposition chronique

La voie respiratoire est la voie usuelle d'intoxication professionnelle au toluène. De façon générale, la toxicité à terme est modérée.

Les effets majeurs d'intoxication chronique au toluène sont [4] :

- Système nerveux central :** Le syndrome psycho-organique est l'effet toxique chronique majeur du toluène : il associe des troubles de la mémoire, de la concentration, de la personnalité, une insomnie, une diminution des performances intellectuelles sans troubles objectifs ni altération de l'électroencéphalogramme.  
L'incidence de ces troubles augmente avec le niveau d'exposition, mais il n'existe pas de relation dose-réponse et la concentration sans effet n'a pas été déterminée.
- Manifestations cutanées :** Le toluène est responsable de dermatoses d'irritation par action dégraissante et desséchante sur la peau en contact. Il n'entraîne pas de sensibilisation immuno-allergique.
- Effets mutagènes :** Les tests de mutagénicité réalisés sur des travailleurs exposés sont généralement négatifs. Plusieurs études ne montrent pas de différence significative de la fréquence des échanges de chromatides sœurs ou des aberrations chromosomiques dans les lymphocytes circulants entre les travailleurs exposés et des sujets non exposés.  
Seules deux études révèlent une augmentation de la fréquence des échanges de chromatides sœurs et des cassures chromosomiques chez des sujets exposés au toluène depuis plusieurs années à des concentrations de l'ordre de 200 à 300 ppm. Il semblerait que les effets synergiques du tabagisme n'aient pas été pris en considération dans l'interprétation des résultats.
- Effets cancérogènes :** Les preuves de cancérogénicité chez l'homme sont insuffisantes.
- Effets sur la reproduction :** Le toluène peut avoir un risque sur la fonction de reproduction. Des anomalies de taux hormonaux sont constatées mais les biais méthodologiques existent et toutes les études ne concluent pas de façon identique.  
Dans une étude, le toluène entraînerait un risque de fausse-couche tardive pour des niveaux d'exposition inférieurs à 100 ppm en cas d'exposition précoce au cours de la grossesse. Une co-exposition à d'autres solvants n'est cependant pas exclue.  
En cas d'exposition chronique maternelle, il peut être constaté un retard de croissance intra-utérine. Un syndrome ressemblant à celui décrit dans le cas de l'alcoolisme fœtal avec présence de malformations (oreilles, cœur, face, reins et membres), des anomalies rénales, un retard de croissance et des troubles neuro-comportementaux (déficit de l'attention, hyperactivité, acquisition retardée de la parole), est également observé chez les enfants de mères toxicomanes.

### 3. Réglementation

#### 3.1. Textes règlementaires relatifs à la substance

##### 3.1.1. Textes relatifs à l'utilisation de la substance

###### ➤ Généralités

Le toluène est inscrit dans l'annexe XVII - Restrictions applicables à la fabrication, à la mise sur le marché et à l'utilisation de certaines substances dangereuses et de certains mélanges et articles dangereux - du Règlement 1907/2006 du 18 décembre 2006 (REACH) [8].

Selon l'annexe XVII de REACH modifié, le toluène ne peut être mis sur le marché, ni utilisé en tant que substance ou dans des mélanges à une concentration égale ou supérieure à 0,1% en poids dans les adhésifs et dans les peintures par pulvérisation destinés à la vente au public.

###### ➤ Cosmétiques

Le toluène est réglementé par la Directive du Conseil 76/768/CEE du 27 juillet 1976 modifiée concernant le rapprochement des législations des États membres relatives aux produits cosmétiques [9], et notamment son annexe III, retranscrite en droit Français par l'arrêté du 6 février 2001 modifié fixant la liste des substances qui ne peuvent être utilisées dans les produits cosmétiques en dehors des restrictions et conditions fixées par cette liste [10]. Cet arrêté interdit la présence de toluène dans les produits cosmétiques depuis le 23/02/2001, sauf pour une application et dans les conditions suivantes :

- Champs d'application et/ou usage : Produits pour les ongles ;
- Concentration maximale autorisée dans le produit cosmétique fini : 25% ;
- Conditions d'emploi et avertissements à reprendre obligatoirement sur l'étiquetage : « *Tenir hors de portée des enfants. A utiliser par des adultes uniquement.* »

###### ➤ Denrées alimentaires

Le toluène est inscrit en annexe II de la directive 2007/42/CE de la commission du 29 juin 2007 relative aux matériaux et aux objets en pellicule de cellulose régénérée, destinés à entrer en contact avec les denrées alimentaires, en tant que substance autorisée dans la fabrication des pellicules de cellulose régénérée vernie [11]. La quantité totale des substances rangées sous la rubrique « solvants »<sup>117</sup> ne peut dépasser 0,6 mg/dm<sup>2</sup> du vernis sur la face en contact avec les denrées alimentaires. Concernant le toluène en particulier, sa teneur est inférieure ou égale à 0,06 mg/dm<sup>2</sup> du vernis sur la face en contact avec les denrées alimentaires.

###### ➤ Additifs alimentaires

La directive 2008/84/CE de la Commission du 27 août 2008 [12] établit les critères de pureté spécifiques pour les additifs alimentaires autres que les colorants et les édulcorants. Elle fixe :

- pour le E 319 - BUTYLHYDROQUINONE TERTIAIRE (BHQT), une limite en toluène résiduel à 25 mg/kg ;
- pour le E 459 BÊTA-CYCLODEXTRINE, une limite en solvants résiduels (toluène et trichloroéthylène) à 1 mg/kg pour chaque solvant.

---

<sup>117</sup> La rubrique n°5, intitulée « Solvants » comporte une liste de 18 substances, dont le toluène.

### ➤ **Carburants**

Le toluène est également concerné par la directive n° 98/70/CE du 13/10/98 concernant la qualité de l'essence et des carburants diesel et modifiant la directive 93/12/CEE du Conseil [13], directive limitant la composition des carburants en hydrocarbures aromatiques, retranscrite en droit français par l'arrêté du 26 janvier 2009 relatif aux caractéristiques du supercarburant sans plomb 95-E10 (SP95-E10) [14]. Ainsi, parmi les spécificités environnementales applicables aux carburants sur le marché destinés aux véhicules équipés de moteur à allumage commandé, la valeur limite maximale pour les hydrocarbures aromatiques est de 35% v/v.

### ➤ **Produits de construction ou de revêtement de mur ou de sol**

Le décret du 23 mars 2011 [15] relatif à l'étiquetage des produits de construction ou de revêtement de mur ou de sol et des peintures et vernis sur leurs émissions de polluants volatils, complété par l'arrêté du 19 avril 2011 [16] relatif à l'étiquetage des produits de construction ou de revêtement de mur ou de sol et des peintures et vernis sur leurs émissions de polluants volatils, réglementent l'étiquetage obligatoire des produits suivants lorsqu'ils sont destinés, exclusivement ou non, à un usage intérieur :

- revêtements de sol, mur ou plafond,
- cloisons et faux-plafonds,
- produits d'isolation,
- portes et fenêtres,
- produits destinés à la pose des produits mentionnés ci-dessus.

Cette réglementation ne s'applique pas aux produits composés exclusivement de verre non traité ou de métal non traité, ni aux produits de serrure, ferrure ou de visserie. Elle impose qu'à partir du 1<sup>er</sup> janvier 2012, tout produit mis nouvellement sur le marché devra porter cet étiquetage informatif sur les COV émis par le produit après 28 jours de test. Tout produit mis sur le marché avant le 1<sup>er</sup> janvier 2012 devra être étiqueté au plus tard le 1<sup>er</sup> septembre 2013 pour être commercialisé en France.

Le label comporte une lettre représentant la classe la plus élevée (mauvaise) pour 10 composés organiques volatils (dont le toluène), et les COV totaux. Concernant le toluène, les classes d'émissions et les seuils limites des concentrations d'exposition sont les suivants :

Classes d'émission	Seuils limites des concentrations d'exposition
Classe C	>600 µg/m <sup>3</sup>
Classe B	<600 µg/m <sup>3</sup>
Classe A	<450 µg/m <sup>3</sup>
Classe A+	<300 µg/m <sup>3</sup>

#### **3.1.2. Textes relatifs aux valeurs limites d'émission des installations de traitement de déchets**

Le toluène fait partie de la liste définie dans l'arrêté du 31/01/08 modifié relatif au registre et à la déclaration annuelle des émissions polluantes et des déchets [17], concernant les polluants devant être mentionnés dans le registre des émissions polluantes et des déchets et devant apparaître dans la déclaration annuelle des émissions polluantes et des déchets faite par les exploitants des établissements concernés.

L'arrêté du 02/02/98 relatif aux prélèvements et à la consommation d'eau ainsi qu'aux émissions de toute nature des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation [18] impose dans les rejets aqueux une valeur limite pour le toluène de 4 mg/L si le rejet dépasse 10 g/j.



Concernant la pollution de l'air, cet arrêté impose les valeurs limites de rejets suivantes pour les émissions de COV des ICPE [9] :

- Si le flux horaire total dépasse 2 kg/h, la valeur limite exprimée en carbone total de la concentration globale de l'ensemble des composés est de 110 mg/m<sup>3</sup> ;
- Dans le cas de l'utilisation d'une technique d'oxydation pour l'élimination COV, la valeur limite d'émission en COV exprimée en carbone total est de 20 mg/m<sup>3</sup> ou 50 mg/m<sup>3</sup> si le rendement d'épuration est supérieur à 98%.

L'arrêté du 20/09/02 relatif aux installations d'incinération et de co-incinération de déchets dangereux [19] impose les valeurs limites de rejets suivantes pour les émissions de substances organiques à l'état de gaz ou de vapeur, exprimées en carbone organique total (COT) :

- 10 mg/m<sup>3</sup> en moyenne journalière,
- 20 mg/m<sup>3</sup> en moyenne sur une demi-heure.

L'arrêté du 20/09/02 relatif aux installations d'incinération et de co-incinération de déchets non dangereux et aux installations incinérant des déchets d'activités de soins à risques infectieux [20] impose les valeurs limites de rejets suivantes pour les émissions de substances organiques à l'état de gaz ou de vapeur, exprimées en carbone organique total (COT) :

- 10 mg/m<sup>3</sup> en moyenne journalière,
- 20 mg/m<sup>3</sup> en moyenne sur une demi-heure.

L'arrêté du 28/10/10 relatif aux installations de stockage de déchets inertes [21] impose de réaliser un essai de lixiviation et une analyse du contenu total lors de la procédure d'acceptation préalable de tout déchet inerte ne faisant pas partie de la liste des déchets admissibles de l'annexe I du même arrêté. Parmi les paramètres à analyser lors de l'analyse du contenu total, le paramètre BTEX (benzène, toluène, éthylbenzène et xylènes) doit respecter la valeur limite de 6 mg/kg de déchet sec.

### 3.2. Valeurs de référence

En France, les VLEP réglementaires contraignantes dans l'air des locaux de travail établies pour le toluène (art. R.4412-149 du Code du travail) sont :

- VME (exposition moyenne pondérée sur 8 heures) = 50 ppm soit 192 mg/m<sup>3</sup> ;
- VLE (exposition à court terme sur 15 min) = 100 ppm soit 384 mg/m<sup>3</sup> ;
- Possibilité d'une pénétration cutanée importante.

Au niveau communautaire, la directive 2006/15/CE de la Commission du 7 février 2006 établissant une deuxième liste de valeurs limites indicatives d'exposition professionnelle en application de la directive 98/24/CE du Conseil et portant modification des directives 91/322/CEE et 2000/39/CE [22], fixe pour le toluène les valeurs limites d'exposition professionnelle suivantes :

- Pour une exposition moyenne pondérée sur 8 heures : 50 ppm, soit 192 mg/m<sup>3</sup> ;
- Pour une exposition à court terme (15 min) : 100 ppm, soit 384 mg/m<sup>3</sup> ;
- Possibilité de pénétration cutanée importante.

Le Scientific Committee on Occupational Exposure Limit (SCOEL) élabore les VLEP au niveau européen. D'après son rapport « Recommendation from the Scientific Committee on Occupational Exposure Limits for Toluene » (2001) [23], le SCOEL établit pour le toluène :

- la VLEP sur 8 heures<sup>118</sup> suivante : 50 ppm (192 mg/m<sup>3</sup>) ;
- la VLEP à court terme (15 min)<sup>119</sup> suivante : 100 ppm (384 mg/m<sup>3</sup>) ;
- Une notation « skin » a également été recommandée du fait de la possibilité d'une pénétration cutanée importante.

La proposition du SCOEL est basée sur l'analyse suivante.

<sup>118</sup> 8-hour Time Weighted Average (TWA)

<sup>119</sup> Short Term Exposure Limit (STEL)

Les données obtenues à partir d'études neurocomportementales chez l'homme suggèrent que les premiers effets surviennent à partir de 75 ppm environ (LOAEL<sup>120</sup>) : effets court terme (Echeverria et coll., 1989) et long terme (Foo et coll., 1990). Orbaek et Nise (1989) ont rapporté des effets à des concentrations inférieures à 50 ppm. Cependant, les concentrations plus élevées en toluène auxquelles ces imprimeurs ont été exposés précédemment n'ont pas été évaluées individuellement (avant 1980, les expositions excédaient 78 ppm). Dans ce contexte, doit être prise en considération l'absence d'effets reproductibles dans les tests de performance répétés chez des personnes exposées à long terme à des concentrations plus élevées (62 ppm) malgré l'exposition simultanée au bruit (Kempe et coll., 1980). Les données disponibles sur les effets subjectifs du toluène (effets sur la façon dont les personnes se sentent) suggèrent un LOAEL<sup>120</sup> à environ 60 ppm.

Au total, de nombreuses données humaines sont disponibles mais ne produisent aucune preuve sérieuse d'effets à des concentrations inférieures ou égales à 50 ppm. En conséquence, le SCOEL considère que 50 ppm est un niveau approprié pour une TWA<sup>61</sup> de 8 heures.

Le SCOEL propose un STEL<sup>119</sup> (15 minutes) de 100 ppm pour limiter les pics d'exposition qui pourraient avoir comme conséquence des effets neurocomportementaux de courtes durées. Cette valeur est basée sur la toxicocinétique du toluène et les données expérimentales de Iregren et coll. (1986) sur le neurocomportement chez l'homme à 80 ppm. Selon Arlien-Søborg (1992), le niveau d'équilibre du toluène sanguin est atteint après environ 25 minutes d'exposition. Ce qui signifie qu'un pic d'exposition de 15 minutes à la valeur du STEL proposé, ne provoquerait pas d'effets défavorables sur la santé.

Une notation « peau » a été également recommandée car l'absorption cutanée du toluène liquide pourrait contribuer substantiellement à la charge corporelle.

L'organisation de l'expertise scientifique nécessaire à la fixation des valeurs limites d'exposition professionnelle (VLEP) a été confiée dans le cadre du plan santé au travail 2005-2009 (PST1) à l'ANSES<sup>121</sup>. Le toluène fait partie des substances pour lesquelles l'ANSES a déjà mené une expertise. L'ANSES a ainsi émis un avis en juin 2008 relatif à la proposition de valeurs limites d'exposition en milieu professionnel pour le toluène [24]. Cet avis présente les références sur lesquelles l'ANSES propose aux gestionnaires du risque de s'appuyer pour fixer les VLEP.

Les valeurs recommandées par le SCOEL en 2001 ont été reprises lors de l'élaboration de la directive européenne 2006/15/CE qui fixe des valeurs limites européennes indicatives.

Une analyse rapide des données bibliographiques parues entre 2001 et 2006 a conduit la direction générale du travail à demander à l'Afsset d'actualiser ces travaux d'expertise européenne.

Conformément aux conclusions du rapport d'expertise collective de son Comité d'Experts Spécialisés (CES) « Expertise en vue de la fixation de valeurs limites à des agents chimiques en milieu professionnel », l'Afsset recommande de fixer pour le toluène :

- une valeur limite (8h) de 20 ppm (soit 75,4 mg/m<sup>3</sup>) ;
- une VLCT de 100 ppm (soit 377 mg/m<sup>3</sup>) ;
- de maintenir une mention « peau ».

Il est recommandé de fixer une valeur limite (8h) pour le toluène à 20 ppm afin de prévenir d'éventuels effets d'altération visuelle de discrimination des couleurs sur les lieux de travail. Cette valeur a été élaborée à partir des résultats de deux études (Cavalleri et al. 2000 ; Campagna et al. 2001) qui indiquent que ces premiers effets ont pu être observés chez l'homme (LOAEL) pour une exposition de 40 ppm soit 150,8 mg/m<sup>3</sup>.

---

<sup>120</sup> LOAEL : Lowest Observed Adverse Effect Level

<sup>121</sup> L'ANSES était auparavant nommée Afsset.

Afin de limiter les pics d'exposition, il est par ailleurs recommandé de fixer une VLCT à 100 ppm (soit 377 mg/m<sup>3</sup>) afin de prévenir d'éventuels effets neurocomportementaux de courtes durées. Cette valeur est identique à la valeur de 100 ppm recommandée par le SCOEL en 2001. La pertinence de cette valeur européenne est, par ailleurs, confirmée par une publication plus récente.

La mention « peau » pour le toluène doit être maintenue en raison de l'existence de situations professionnelles pouvant conduire à une exposition cutanée au toluène liquide et pour lesquelles la pénétration cutanée est susceptible de contribuer substantiellement à une augmentation de la charge corporelle.

### 3.3. Normes relatives à l'analyse dans l'air

Les références des normes relatives à l'analyse dans l'air du toluène sont présentées dans le tableau suivant :

**Tableau 131 : Normes relatives à l'analyse du toluène dans l'air**

Source	Référence méthode / norme
Fiches Métropol de l'INRS [25] [26]	Fiche Métropol 012/V02. Hydrocarbures aromatiques. 11/2009. Fiche Métropol 055/V01.01. Mélanges de vapeurs d'hydrocarbures C6 à C12. 11/2009.
Normes AFNOR spécifiques [27]	NF X43-267 (Juillet 2004) Air des lieux de travail. Prélèvement et analyse de vapeurs organiques. Prélèvement par pompage sur tube à adsorption et désorption au solvant.  NF EN ISO 16017 (Partie 1 : Mars 2001 / Partie 2 : Oct 2003) Air intérieur, air ambiant et air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par tube à adsorption/désorption thermique/chromatographie en phase gazeuse sur capillaire.  NF ISO 16200 (Décembre 2001) Qualité de l'air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par désorption au solvant/chromatographie en phase gazeuse.  ISO 9487:1991 (Août 1991) Air des lieux de travail. Détermination des hydrocarbures aromatiques vaporeux. Méthode d'analyse par tube à charbon actif/désorption des solvants/chromatographie en phase gazeuse.
Méthodes NIOSH [28]	Méthode 2549 : « Volatile organic CPDS (Screening) ». Issue 1, 15 mai 1996. Méthode 4000 : « Toluene (diffusive sampler) ». Issue 2, 15 août 1994. Méthode 1500 : « Hydrocarbons, BP 36-216°C ». Issue 3, 15 mars 2003. Méthode 1501 : « Hydrocarbons, aromatic ». Issue 3, 15 mars 2003. Méthode 3800 : « organic and inorganic gases by 3800 extractive FTIR spectrometry ». Issue 1, 15 mars 2003.
Méthodes OSHA [29]	Méthode 111 : Toluene. Avril 1998.

### 3.4. EPI pour l'exposition par inhalation

La norme NF EN 529<sup>122</sup> définit les facteurs de protection pour chaque type d'appareil de protection respiratoire (annexe C de la norme).

Pour les gaz et vapeurs organiques dont le point d'ébullition est supérieur à 65°C, le type de filtre adapté est un filtre à gaz EN 14387/IN1 type A [30].

## 4. Production et consommation de la substance

L'OCDE (Organisation de Coopération et de Développement Economiques) classe le toluène comme produit chimique HPV (High Production Volume) [31] : il est donc fabriqué ou importé à raison d'au moins 1 000 tonnes par an dans l'Union Européenne, et ce par au moins un état membre.

L'Union Européenne produisait dans les années 1995-1997, chaque année, près de 16,75 millions de tonnes de toluène dont 14 millions de tonnes sous forme de mélanges incorporés à l'essence et 2,75 millions sous forme de toluène commercial. [7]

La production française de toluène commercial est restée relativement stable voir en légère hausse ces dernières années. Ainsi, en 2006, cette production s'établissait à 164 000 tonnes, alors qu'elle était en 2001 de 134 000 tonnes. [7] [32]

Il existait, en 2003, trois sites de production en France, situés à Berre, Feyzin et Gonfreville l'Orcher. Parmi ces trois sites, deux (Feyzin et Gonfreville l'Orcher) appartenaient au groupe Total, principal producteur de toluène en France. Le groupe Shell produisait le toluène dans sa raffinerie de l'étang de Berre. Actuellement, le groupe Shell ne produit plus de toluène en France. En 2007, le site de Gonfreville (Total Petrochemicals) a produit 27 800 tonnes de toluène. [7] [35]

En 2003, la répartition de la consommation de toluène en Europe était la suivante [35] [33] :

Synthèse du benzène	32%
Solvants	19%
Produits de dismutation du toluène	16%
Synthèse du diisocyanate de toluène	11%
Synthèse du phénol	7%
Adjuvant pour moteur	3%
Synthèse du nitrotoluène/caprolactame/phtalates	2%
Divers	10%

L'inventaire CMR de l'INRS (2005) précise que la consommation française de toluène en 2005 était d'environ 110 000 tonnes/an. [34] Cet inventaire, réalisé en 2005 par l'INRS, auprès d'un échantillon représentatif de 2 000 établissements appartenant à 30 secteurs d'activité primaires, indique que la consommation française de toluène par secteur d'activité était la suivante :

<sup>122</sup> Appareil de protection respiratoire – Recommandations pour le choix, l'utilisation, l'entretien et la maintenance – Guide.

Tableau 132 : Consommation de toluène en fonction des secteurs d'activité [31]

Secteurs d'activité	% de la consommation annuelle française en 2005
Imprimerie de journaux	86,98%
Fabrication de caoutchouc synthétique	5,93%
Fabrication de peintures et vernis	3,48%
Fabrication d'autres produits chimiques inorganiques de base	2,17%
Fabrication de produits pharmaceutiques de base	0,47%
Fabrication de parfums et de produits pour la toilette	0,43%
Fabrication d'huiles essentielles	0,20%
Fabrication de médicaments	0,12%
Fabrication de colorants et de pigments	0,09%
Fabrication de colles et gélatines	0,04%
Fabrication de pneumatiques	0,04%
Ennoblement textile	0,03%
Fabrication de produits chimiques à usage industriel	0,01%
Traitement et revêtement des métaux	0% (5 t/an)
Fabrication de papier et de carton	0% (0,1 t/an)
Fabrication d'autres produits pharmaceutiques	0% (0,08 t/an)

## 5. Utilisations de la substance

### 5.1. Industrie chimique

Le toluène est un intermédiaire de synthèse utilisé pour la fabrication de nombreux produits [4] [6] [7] [35] :

- benzène,
- xylènes,
- phénol,
- nitrotoluène et 1,3,5-trinitrotoluène ou TNT,
- caprolactam et phtalates,
- diisocyanate de toluylène (TDI),
- chlorure de benzyle,
- benzaldéhyde,
- acide p-toluènesulfonique,
- vinyltoluène, etc.

### 5.2. Industrie des peintures, vernis, encres, adhésifs

Le toluène est utilisé comme solvant pour les peintures, vernis, encres d'imprimerie, colles, cires etc. [4] [6] [35]

### 5.3. Industrie cosmétique

Le toluène est utilisé comme solvant d'extraction ou comme additif dans l'industrie cosmétique et des huiles essentielles. [4] [6] [31]

### 5.4. Industrie pharmaceutique

Le toluène est utilisé comme solvant d'extraction dans l'industrie pharmaceutique. [4]

### 5.5. Industrie des matières plastiques et du caoutchouc

Le toluène est utilisé dans l'industrie des polymères comme régulateur de polymérisation ou en tant que solvant dans la fabrication d'articles divers en matières plastiques. [4] [7]

## 5.6. Fabrication de meubles

Le toluène est utilisé en tant que solvant dans la fabrication de meubles. [7]

## 5.7. Carburants

Le toluène est utilisé, non isolé, en mélange avec le benzène et les xylènes, comme additif de carburants pour en améliorer l'indice d'octane. Il est présent dans certains produits pétroliers. [4] [6] [7]

## 5.8. Etat des lieux de la substitution de la substance en France

Les données de l'inventaire CMR 2005 de l'INRS précisent que l'utilisation de toluène présente les tendances générales suivantes [31] :

- Dans le secteur de la chimie, la consommation du toluène est en diminution ;
- Dans la fabrication des peintures et vernis, le toluène utilisé comme solvant a été complètement substitué par diverses sociétés suite à la directive européenne le déclarant dangereux pour la reproduction ;
- Le secteur de la fabrication de produits agrochimiques a arrêté la production de produits contenant du toluène.

En revanche, il est utilisé en substitution du benzène dans les sociétés fabricants des médicaments.

# 6. Le toluène dans les déchets

## 6.1. Déchets contenant du toluène

Selon l'étude des composés CMR dans les déchets dangereux de l'INRS [35], le toluène fait partie des substances CMR les plus fréquemment citées parmi les substances contenues dans les déchets, par les traitants et producteurs de déchets. Selon l'enquête réalisée dans le cadre de cette étude, le toluène peut être présent dans les types de déchets suivants :

- Solvants usés,
- Déchets acides, alcalins ou salins,
- Huiles usées,
- Déchets de préparation chimique,
- Dépôts et résidus chimiques,
- Boues d'effluents industriels,
- Déchets métalliques,
- Déchets de verre,
- Déchets de bois,
- Matériaux mélangés, indifférenciés,
- Résidus de tri.

D'après cette étude et les différentes utilisations identifiées dans la présente fiche, les déchets pouvant contenir du toluène sont classés dans la nomenclature déchets de l'article R.541-8 (Annexe II) du Code de l'environnement [36] sous les rubriques suivantes :

Tableau 133 : Rubriques des déchets susceptibles de contenir du toluène

N°RUBRIQUE	DECHETS
<b>03</b>	<b>DÉCHETS PROVENANT DE LA TRANSFORMATION DU BOIS ET DE LA PRODUCTION DE PANNEAUX ET DE MEUBLES, DE PÂTE À PAPIER, DE PAPIER ET DE CARTON</b>
<b>03 01</b>	<b>Déchets provenant de la transformation du bois et de la fabrication de panneaux et de meubles</b>
03 01 04*	Sciure de bois, copeaux, chutes, bois, panneaux de particules et placages contenant des substances dangereuses
<b>05</b>	<b>DÉCHETS PROVENANT DU RAFFINAGE DU PÉTROLE, DE LA PURIFICATION DU GAZ NATUREL ET DU TRAITEMENT PYROLYTIQUE DU CHARBON</b>
<b>05 01</b>	<b>Déchets provenant du raffinage du pétrole</b>
<b>07</b>	<b>DÉCHETS DES PROCÉDÉS DE LA CHIMIE ORGANIQUE</b>
<b>07 01</b>	<b>Déchets provenant de la fabrication, formulation, distribution et utilisation (FFDU) de produits organiques de base</b>
07 01 04*	Autres solvants, liquides de lavage et liqueurs mères organiques
07 01 08*	Autres résidus de réaction et résidus de distillation
07 01 10*	Autres gâteaux de filtration et absorbants usés
07 01 11*	Boues provenant du traitement in situ des effluents contenant des substances dangereuses
<b>07 02</b>	<b>Déchets provenant de la FFDU de matières plastiques, caoutchouc et fibres synthétiques</b>
07 02 04*	Autres solvants, liquides de lavage et liqueurs mères organiques
07 02 08*	Autres résidus de réaction et résidus de distillation
07 02 10*	Autres gâteaux de filtration et absorbants usés
07 02 11*	Boues provenant du traitement in situ des effluents contenant des substances dangereuses
07 02 14*	Déchets provenant d'additifs contenant des substances dangereuses
<b>07 05</b>	<b>Déchets provenant de la FFDU des produits pharmaceutiques</b>
07 05 04*	Autres solvants, liquides de lavage et liqueurs mères organiques
07 05 08*	Autres résidus de réaction et résidus de distillation
07 05 10*	Autres gâteaux de filtration et absorbants usés
07 05 11*	Boues provenant du traitement in situ des effluents contenant des substances dangereuses
<b>07 06</b>	<b>Déchets provenant de la FFDU des corps gras, savons, détergents, désinfectants et cosmétiques</b>
07 06 04*	Autres solvants, liquides de lavage et liqueurs mères organiques
07 06 08*	Autres résidus de réaction et résidus de distillation
07 06 10*	Autres gâteaux de filtration et absorbants usés
07 06 11*	Boues provenant du traitement in situ des effluents contenant des substances dangereuses
<b>07 07</b>	<b>Déchets provenant de la FFDU de produits chimiques issus de la chimie fine et de produits chimiques non spécifiés ailleurs</b>
07 07 04*	Autres solvants, liquides de lavage et liqueurs mères organiques
07 07 08*	Autres résidus de réaction et résidus de distillation
07 07 10*	Autres gâteaux de filtration et absorbants usés
07 07 11*	Boues provenant du traitement in situ des effluents contenant des substances dangereuses
<b>08</b>	<b>DÉCHETS PROVENANT DE LA FABRICATION, DE LA FORMULATION, DE LA DISTRIBUTION ET DE L'UTILISATION (FFDU) DE PRODUITS DE REVÊTEMENT (PEINTURES, VERNIS ET ÉMAUX VITRIFIÉS), MASTICS ET ENCRE D'IMPRESSION</b>
<b>08 01</b>	<b>Déchets provenant de la FFDU et du décapage de peintures et vernis</b>
08 01 11*	Déchets de peintures et vernis contenant des solvants organiques ou d'autres substances dangereuses
08 01 13*	Boues provenant de peintures ou vernis contenant des solvants organiques ou autres substances dangereuses

N° RUBRIQUE	DECHETS
08 01 15*	Boues aqueuses contenant de la peinture ou du vernis contenant des solvants organiques ou autres substances dangereuses
08 01 17*	Déchets provenant du décapage de peintures ou vernis contenant des solvants organiques ou autres substances dangereuses
08 01 19*	Suspensions aqueuses contenant de la peinture ou du vernis contenant des solvants organiques ou autres substances dangereuses
08 01 21*	Déchets de décapants de peintures ou vernis
<b>08 03</b>	<b>Déchets provenant de la FFDU d'encre d'impression</b>
08 03 12*	Déchets d'encre contenant des substances dangereuses
08 03 14*	Boues d'encre contenant des substances dangereuses
<b>08 04</b>	<b>Déchets provenant de la FFDU de colles et mastics (y compris produits d'étanchéité)</b>
08 04 09*	Déchets de colles et mastics contenant des solvants organiques ou d'autres substances dangereuses
08 04 11*	Boues de colles et mastics contenant des solvants organiques ou d'autres substances dangereuses
08 04 13*	Boues aqueuses contenant des colles ou mastics contenant des solvants organiques ou d'autres substances dangereuses
08 04 15*	Déchets liquides aqueux contenant des colles ou mastics contenant des solvants organiques ou d'autres substances dangereuses
<b>08 05</b>	<b>Déchets non spécifiés ailleurs dans le chapitre 08</b>
08 05 01*	Déchets d'isocyanates
<b>12</b>	<b>DÉCHETS PROVENANT DE LA MISE EN FORME ET DU TRAITEMENT PHYSIQUE ET MÉCANIQUE DE SURFACE DES MÉTAUX ET MATIÈRES PLASTIQUES</b>
<b>12 01</b>	<b>Déchets provenant de la mise en forme et du traitement mécanique et physique de surface des métaux et matières plastiques</b>
12 01 05	Déchets de matières plastiques d'ébarbage et de tournage
12 01 07*	Huiles d'usinage à base minérale sans halogènes (pas sous forme d'émulsions ou de solutions)
12 01 10*	Huiles d'usinage de synthèse
<b>13</b>	<b>HUILES ET COMBUSTIBLES LIQUIDES USAGÉS</b>
<b>13 01</b>	<b>Huiles hydrauliques usagée</b>
13 01 11*	Huiles hydrauliques synthétiques
13 01 13*	Autres huiles hydrauliques
<b>13 02</b>	<b>Huiles moteur, de boîte de vitesses et de lubrification usagées</b>
13 02 06*	Huiles moteur, de boîte de vitesses et de lubrification synthétiques
13 02 08*	Autres huiles moteur, de boîte de vitesses et de lubrification
<b>13 08</b>	<b>Huiles usagées non spécifiées ailleurs</b>
13 08 99*	Déchets non spécifiés ailleurs
<b>14</b>	<b>DÉCHETS DE SOLVANTS ORGANIQUES, D'AGENTS RÉFRIGÉRANTS ET PROPULSEURS</b>
<b>14 06</b>	<b>Déchets de solvants, d'agents réfrigérants et d'agents propulseurs d'aérosols/de mousses organiques</b>
14 06 03*	Autres solvants et mélanges de solvants
14 06 05*	Boues ou déchets solides contenant d'autres solvants
<b>15</b>	<b>EMBALLAGES ET DÉCHETS D'EMBALLAGES, ABSORBANTS, CHIFFONS D'ESSUYAGE, MATÉRIAUX FILTRANTS ET VÊTEMENTS DE PROTECTION NON SPÉCIFIÉS AILLEURS</b>
<b>15 01</b>	<b>Emballages et déchets d'emballages (y compris les déchets d'emballages municipaux collectés séparément)</b>
15 01 10*	Emballages contenant des résidus de substances dangereuses ou contaminés par de tels résidus
<b>15 02</b>	<b>Absorbants, matériaux filtrants, chiffons d'essuyage et vêtements de protection</b>
15 02 02*	Absorbants, matériaux filtrants (y compris les filtres à huile non spécifiés ailleurs), chiffons d'essuyage et vêtements de protection contaminés par des substances dangereuses



N° RUBRIQUE	DECHETS
<b>16</b>	<b>DÉCHETS NON DÉCRITS AILLEURS DANS LA LISTE</b>
<b>16 03</b>	<b>Loupés de fabrication et produits non utilisés</b>
16 03 05*	Déchets d'origine organique contenant des substances dangereuses
<b>16 07</b>	<b>Déchets provenant du nettoyage de cuves et fûts de stockage et de transport</b>
<b>19</b>	<b>DÉCHETS PROVENANT DES INSTALLATIONS DE GESTION DES DÉCHETS, DES STATIONS D'ÉPURATION DES EAUX USÉES HORS SITE ET DE LA PRÉPARATION D'EAU DESTINÉE À LA CONSOMMATION HUMAINE ET D'EAU À USAGE INDUSTRIEL</b>
<b>19 05</b>	<b>Déchets de compostage</b>
19 05 03	Compost déclassé
<b>19 07</b>	<b>Lixiviats de décharges</b>
19 07 02*	Lixiviats de décharges contenant des substances dangereuses
<b>20</b>	<b>DÉCHETS MUNICIPAUX (DÉCHETS MÉNAGERS ET DÉCHETS ASSIMILÉS PROVENANT DES COMMERCES, DES INDUSTRIES ET DES ADMINISTRATIONS), Y COMPRIS LES FRACTIONS COLLECTÉES SÉPARÉMENT</b>
<b>20 01</b>	<b>Fractions collectées séparément</b>
20 01 02	Verre
20 01 13*	Solvants
20 01 27*	Peinture, encres, colles et résines contenant des substances dangereuses
20 01 37*	Bois contenant des substances dangereuses
<b>20 03</b>	<b>Autres déchets municipaux</b>
20 03 01	Déchets municipaux en mélange

## 6.2. Flux du toluène dans les déchets

Deipser et Stegmann (1994) ont mesuré les teneurs en micropolluants organiques de six échantillons d'OM brutes fraîches (1 semaine) en Allemagne. La concentration maximale mesurée en toluène est de 2,08 mg/kg de matière sèche. [37]

Une entreprise du comité de suivi, spécialisée dans le traitement par incinération de déchets industriels dangereux, a fourni des résultats de mesures réalisées à la réception de déchets, entre 2005 et 2010.

Les résultats sont présentés dans le tableau suivant, sous la forme de pourcentages massiques de toluène dans les déchets analysés.

**Tableau 134 : Analyses dans les déchets – Incinération déchets industriels (2005 à 2010)**

Désignation du déchet	% massique de toluène dans le déchet
Solvants halogénés	8 à 12,9
Solution acide et organique	4,9
Résidu de synthèse	0,5
Merigel LQ	0,015
Rés. Distillation acétonitrile (pied)	0,015

### 6.3. Formation du toluène lors du traitement des déchets

#### 6.3.1. Incinération des déchets

Dans le cadre des travaux du GRIDEC (groupe de recherche sur l'incinération des déchets) sur l'évaluation des nuisances et impacts liés à l'incinération des ordures ménagères et assimilés) – octobre 1996 – le toluène a été identifié parmi les composés organiques volatils majoritairement émis par une UIOM. [38]

Selon S. Bicocchi *et al.* (2009) [39], le toluène fait partie de la liste des 12 COV les plus fréquemment détectés et à des concentrations pouvant être importantes, lors de l'incinération des déchets.

Il subit une décomposition bimoléculaire dépendante de la concentration en oxygène de l'atmosphère de combustion. Il forme du benzaldéhyde par oxydation partielle. Sa décomposition s'effectue à 99% à une température de 700°C environ, en présence de suffisamment d'oxygène. [35]

De façon générale, les hydrocarbures aromatiques sont émis lors de la combustion des substances et matériaux suivants [35] :

- Phénoplastes (Phénol Formaldéhyde),
- Poly (acrylonitrile/butadiène/styrène) = ABS,
- PVC,
- Polyesters non saturés (VP),
- Polyuréthanes (PUR).

Les concentrations des composés organiques émis lors de la combustion des déchets dépendent étroitement des conditions thermiques. [35]

#### 6.3.2. Compostage des déchets

Selon l'INERIS [40], le toluène fait partie des éléments traces contenus dans le biogaz des centres de tri et de compostage. La concentration donnée par cette source est de 41,1 mg/m<sup>3</sup>.

L'étude FNADE-MEDD réalisée en 2002 sur les risques non microbiologiques associés au compostage des déchets rapporte les teneurs en COV dans l'air au sein des tas de compost d'ordures ménagères brutes. Pour le toluène, cette concentration est de 66 000 µg/m<sup>3</sup>. Les mesures dans une salle de compostage fermée donnent des valeurs comprises entre 43 et 76 µg/m<sup>3</sup>. [41]

#### 6.3.3. Stockage des déchets

Selon le Guide pour l'évaluation du risque sanitaire dans le cadre de l'étude d'impact d'une Installation de Stockage de Déchets Ménagers et Assimilés (2005) (ISDMA) [41], le toluène fait partie des substances susceptibles d'être émises par les ISDMA. Il fait également partie des substances présentes dans les émissions de torchères à biogaz, chaudières et moteurs / turbines à biogaz des ISDMA.

Les concentrations en toluène dans le biogaz sont comprises, selon les sources, entre 12,3 et 239,83 mg/m<sup>3</sup> et les concentrations données pour la sortie de torchère sont comprises, selon les sources, entre 0,018 et 0,452 mg/m<sup>3</sup>. [41]

Les teneurs maximales en toluène mesurées dans les lixiviats sont [41] :

Type de sous-produit liquide	Concentrations maximales	Source
Lixiviats bruts	360 µg/L	Agence de l'eau 1995
	18 000 µg/L	ENSP 2002
	6 150 µg/L	POLDEN + RSD 2003

Selon l'INERIS [40], le toluène fait partie des éléments traces contenus dans le biogaz des Centres d'Enfouissement Technique (CET), à des intervalles de concentration compris entre 0,2 et 758 mg/m<sup>3</sup>, selon les sources.

Le rapport « Stockage des déchets et santé publique » (2004), coordonné par l'INVS [42] indique :

- La présence de toluène dans les micropolluants organiques anthropogéniques présents à l'état de traces dans le biogaz des centres de stockage de déchets non dangereux. Les concentrations sont comprises entre la limite de quantification et 615 mg/m<sup>3</sup> ;
- La présence de toluène dans les micropolluants organiques anthropogéniques présents dans les lixiviats. Les concentrations varient entre 1 et 12 300 µg/L.

#### 6.3.4. Stations d'épuration

Selon l'INERIS [40], le toluène fait partie des éléments traces contenus dans le biogaz de STEP, à des intervalles de concentration compris entre 1,9 et 2,6 mg/m<sup>3</sup>.

## 6.4. Exposition des travailleurs au toluène

Le toluène fait partie des substances identifiées et mesurées dans l'air ambiant d'installation de compostage dans des concentrations supérieures aux VTR [43].

L'étude FNADE-MEDD réalisée en 2002 sur les risques non microbiologiques associés au compostage des déchets rapporte les teneurs en toluène mesurées dans l'air en divers points de site de compostage de déchets ménagers solides. Ces résultats sont présentés dans le tableau suivant [41] :

**Tableau 135 : Toluène mesuré dans l'air en divers points de site de compostage de déchets ménagers solides (teneurs en µg/m<sup>3</sup>) (Eitzer, 1995)**

Point de mesure	Concentration en µg/m <sup>3</sup>
Stockage	8 800
Broyage	11 500
Digesteur	860
Compost frais	3 900
Compost mûr	88

Cette même étude précise les valeurs en toluène mesurées sur un site de compostage d'ordures ménagères [41] :

- en salle de tri des déchets : > 460 ppb ;
- au niveau du stockage du compost : 7 ppb.

Les concentrations atmosphériques de toluène de 7 ppb au niveau du site de stockage du compost sont des valeurs habituellement rencontrées sur des sites urbains [41].

D'après l'étude relative aux émissions de deux centres de stockage d'ordures ménagères réalisée par Hours *et al.* (2001), les niveaux d'exposition des salariés au toluène sont à des taux bas et proches de ce qui peut être mesuré en zone urbaine. Les concentrations les plus élevées sont mesurées aux postes de travail des conducteurs d'engins de l'alvéole. [44]

Une étude de l'INRS sur la caractérisation des risques chimiques potentiels dans quelques filières de traitement des déchets [45] a établi, à partir de la base COLCHIC, la liste des agents chimiques présents dans les filières de traitement des déchets et les niveaux d'exposition auxquels sont soumis les salariés. Cette étude indique que le toluène fait partie des 10 agents les plus mesurés dans le secteur de la récupération des déchets non métalliques recyclables. Elle précise que ce secteur regroupe de nombreux procédés de récupération de matériaux, eux-mêmes très divers : papiers, textiles, plastiques, caoutchouc... Les sites d'équarrissage sont également répertoriés dans ce secteur d'activité. Dans ce secteur, environ 5% des mesures concernent la recherche de toluène. L'étude ne donne cependant aucune précision sur les niveaux d'expositions mesurés.

La base Colchic de l'INRS fournit des données d'exposition dans les ambiances de travail des filières du déchet. Les résultats ont été obtenus à partir des mesures effectuées par les 8 laboratoires interrégionaux de chimie des CRAM/CARSAT et de l'INRS, entre 2001 et 2010. Les résultats sont présentés dans le tableau suivant sans distinction du secteur d'activité concerné (résultats détaillés en **annexe 5-4**).

**Tableau 136 : Extraction de la base de données Colchic – Analyses en toluène**

	Prélèvements individuels			Prélèvements d'ambiance		
	Nombre de mesures	Concentration min	Concentration max	Nombre de mesures	Concentration min	Concentration max
<b>Toluène (mg/m<sup>3</sup>)</b>	68	0,05	393	88	0,01	34

Une entreprise spécialisée dans le traitement des déchets spéciaux a fourni des données semi-quantitatives sur les niveaux mesurés en toluène dans les ambiances de travail. Les résultats sont présentés dans le tableau ci-après.

**Tableau 137 : Données d'exposition en toluène - Traitement des déchets spéciaux<sup>123</sup>**

Activités évaluées	Nombre de sites évalués	Postes de travail évalués	Nombre de fois recherchées lors des mesures d'exposition professionnelles	Nombre de fois inférieures aux VLEP	Nombre de fois supérieures aux VLEP	Nombre de fois détectées (Valeurs inf + valeurs sup à la VLEP)
Incinération	5	Tous postes confondus	77	74	0	74
Traitement biologique	5	Tous postes confondus	10	3	0	3
Traitement physico-chimique	6	Tous postes confondus	11	7	0	7
Valorisation solvants et hydrocarbures	8	Tous postes confondus	60	46	0	46
Transit et regroupement	5	Tous postes confondus	39	20	0	20
Déconditionnement	7	Tous postes confondus	41	24	0	24
Broyage	6	Tous postes confondus	67	47	2	49
Stockage (inclus les dépotages et prélèvements)	15	Tous postes confondus	101	82	1	83

Le toluène a été détecté à des concentrations supérieures aux VLEP trois fois (poste de broyage et de stockage).

## 7. Références bibliographiques

1 Règlement (CE) n° 1272/2008 du Parlement européen et du Conseil du 16 décembre 2008 relatif à la classification, à l'étiquetage et à l'emballage des substances et des mélanges, modifiant et abrogeant les directives 67/548/CEE et 1999/45/CE et modifiant le règlement (CE) n° 1907/2006.

2 Liste des Agents Classés par les Monographies du CIRC, Volumes 1–101.  
<http://monographs.iarc.fr/FR/Classification/index.php>

3 Integrated Risk Information System (IRIS). US-EPA. Toluene. Dernière mise à jour : 03/04/2007.  
<http://www.epa.gov/iris/subst/0118.htm>

4 FT74. Toluène. INRS. 2008.

5 Base de données BIOTOX. INRS. Mise à jour : octobre 2010.

6 Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques – Toluène. INERIS. 2005.

7 Fiche de données technico-économiques sur les substances chimiques en France – Toluène. INERIS. 2011.

<sup>123</sup> Les résultats d'analyse présentés ne tiennent pas compte des EPI (pas de facteur d'abattement appliqué).

---

8 Règlement (CE) n° 1907/2006 du Parlement européen et du Conseil du 18 décembre 2006 concernant l'enregistrement, l'évaluation et l'autorisation des substances chimiques, ainsi que les restrictions applicables à ces substances (REACH), instituant une agence européenne des produits chimiques, modifiant la directive 1999/45/CE et abrogeant le règlement (CEE) n° 793/93 du Conseil et le règlement (CE) n° 1488/94 de la Commission ainsi que la directive 76/769/CEE du Conseil et les directives 91/155/CEE, 93/67/CEE, 93/105/CE et 2000/21/CE de la Commission.

9 Directive du Conseil 76/768/CEE du 27 juillet 1976 modifiée concernant le rapprochement des législations des États membres relatives aux produits cosmétiques.

10 Arrêté du 6 février 2001 fixant la liste des substances qui ne peuvent être utilisées dans les produits cosmétiques en dehors des restrictions et conditions fixées par cette liste.

11 Directive 2007/42/CE de la commission du 29 juin 2007 relative aux matériaux et aux objets en pellicule de cellulose régénérée, destinés à entrer en contact avec les denrées alimentaires.

12 Directive 2008/84/CE de la commission du 27 août 2008 portant établissement de critères de pureté spécifiques pour les additifs alimentaires autres que les colorants et les édulcorants.

13 Directive 98/70/CE du Parlement européen et du Conseil du 13 octobre 1998 concernant la qualité de l'essence et des carburants diesel et modifiant la directive 93/12/CEE du Conseil.

14 Arrêté du 26 janvier 2009 relatif aux caractéristiques du supercarburant sans plomb 95-E10 (SP95-E10).

15 Décret du 23/03/2011 relatif à l'étiquetage des produits de construction ou de revêtement de mur ou de sol et des peintures et vernis sur leurs émissions de polluants volatils.

16 Arrêté du 19/04/2011 relatif à l'étiquetage des produits de construction ou de revêtement de mur ou de sol et des peintures et vernis sur leurs émissions de polluants volatils

17 Arrêté du 31/01/08 modifié relatif au registre et à la déclaration annuelle des émissions polluantes et des déchets.

18 Arrêté du 02/02/98 modifié relatif aux prélèvements et à la consommation d'eau ainsi qu'aux émissions de toute nature des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation.

19 Arrêté du 20/09/02 modifié relatif aux installations d'incinération et de co-incinération de déchets dangereux.

20 Arrêté du 20/09/02 modifié relatif aux installations d'incinération et de co-incinération de déchets non dangereux et aux installations incinérant des déchets d'activités de soins à risques infectieux.

21 Arrêté du 28/10/10 relatif aux installations de stockage de déchets inertes.

22 Directive 2006/15/CE de la Commission du 7 février 2006 établissant une deuxième liste de valeurs limites indicatives d'exposition professionnelle en application de la directive 98/24/CE du Conseil et portant modification des directives 91/322/CEE et 2000/39/CE.

23 Recommendation from the Scientific Committee on Occupational Exposure Limits for Toluene. SCOEL/SUM/18. 2001.

24 Avis de l'Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail relatif à la proposition de valeurs limites d'exposition à des agents chimiques en milieu professionnel. Evaluation

---

des effets sur la santé et des méthodes de mesure des niveaux d'exposition sur le lieu de travail pour le toluène. Afsset. 24 juin 2008.

25 Fiche Metropol 012/V02. Hydrocarbures aromatiques. INRS. 11/2009.

26 Fiche Metropol 055/V01.01. Mélanges de vapeurs d'hydrocarbures C6 à C12. INRS. 11/2009.

27 Site internet de l'Afnor. Date de consultation : novembre 2011. <http://www.boutique.afnor.org/>

28 NIOSH Manual of Analytical Methods. 3<sup>ème</sup> supplément. 2003.

<http://www.cdc.gov/niosh/docs/2003-154/method-t.html>

<http://www.cdc.gov/niosh/docs/2003-154/method-cas1.html>

29 Sampling & Analytical Methods. Occupational Safety & Health Administration (OSHA). Dernière date de mise à jour : 23/03/2010. [http://www.osha.gov/dts/sltc/methods/toc\\_t.html](http://www.osha.gov/dts/sltc/methods/toc_t.html)

30 Fiche pratique de sécurité. Les appareils de protection respiratoire. ED 98. INRS. Octobre 2008.

31 OCDE (Organisation de coopération et de développement économiques). Date de consultation : novembre 2011. <http://webnet.oecd.org/hpv/UI/Search.aspx>

32 Données industrielles, économiques, géographiques sur les principaux produits chimiques, métaux et matériaux. BENZENE C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>, TOLUENE C<sub>7</sub>H<sub>8</sub>, XYLENES C<sub>8</sub>H<sub>10</sub>. Jean-Louis VIGNES, Gilles ANDRE, Frédéric KAPALA. Société Française de Chimie. 8<sup>ème</sup> édition : 2009. <http://91.121.18.171/sfc/Donnees/acc.htm>

33 European Union Risk Assessment Report – Toluene. Final version of 2003.

34 Inventaire CMR 2005. Base de données de l'INRS.

<http://www.inrs.fr/accueil/produits/bdd/cmr.html>

35 Etude des composés CMR dans les déchets dangereux. Alain Chollot. INRS. 2007.

36 Annexe II de l'article R541-8 du Code de l'environnement : LISTE DE DÉCHETS.

37 Les risques non microbiologiques associés au compostage des déchets. FNADE, Ministère de l'écologie et du développement durable. 19 août 2002.

38 Guide pour l'évaluation du risque sanitaire dans le cadre de l'étude d'impact d'une UIOM. ASTEE. Novembre 2003.

39 Les polluants et les techniques d'épuration des fumées. Cas des unités de traitement et de valorisation des déchets. Etat de l'art. Stéphane Biccocchi, Mathieu Boulinguez, Karen Diard. Etude réalisée sous la direction et pour le compte de l'association RECORD. Editions Tec & Doc Lavoisier. 2<sup>e</sup> édition. 2009.

40 Caractérisation des biogaz – Bibliographie – Mesures sur sites – Rapport final. J. POULLEAU. INERIS. Octobre 2002.

41 Guide pour l'évaluation du risque sanitaire dans le cadre de l'étude d'impact d'une installation de stockage de déchets ménagers et assimilés. Association Scientifique et Technique pour l'Eau et l'Environnement (ASTEE). Février 2005.

42 Stockage des déchets et santé publique. Chapitre 2.1. INVS. Septembre 2004.  
<http://www.invs.sante.fr/publications/2005/dechets/index.html>

43 Faisabilité d'une étude épidémiologique auprès des travailleurs des centres de compostage. Gwladys FRANCOIS. Mémoire de l'Ecole Nationale de la Santé Publique (ENSP). 2005.

44 Etude des polluants atmosphériques émis dans deux centres de stockage des ordures ménagères ; Caractérisation et mesure des niveaux d'exposition ; Mise au point d'outils de suivi en vue de l'évaluation des risques sanitaires. M. Hours, Ph. Berny. ETUDE N° 99-0654/3A. RECORD, ADEME. Septembre 2001.

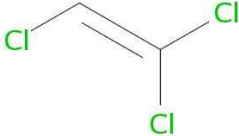
45 ND 2271-207-07. Caractérisation des risques chimiques potentiels dans quelques filières de traitement des déchets. Barbara SAVARY, Raymond VINCENT. Cahiers de notes documentaires. INRS. 2<sup>ème</sup> trimestre 2007.



**FICHE FILIÈRE DU TRICHLOROÉTHYLÈNE**

## 1. Fiche identité de la substance

Tableau 138 : Caractéristiques du trichloroéthylène

IDENTIFICATION DE LA SUBSTANCE	
Numéros CAS	79-01-6
Numéro CE (EINECS, ELINCS, NLP)	201-167-4
Nom	Trichloroéthylène
Synonymes	Trichloroéthène Trichloroethylene Trichloroethene TCE 1,1,2-Trichloroethylene 1,1-Dichloro-2-chloroethylene 1-Chloro-2,2-dichloroethylene Acetylene trichloride
Famille chimique	Hydrocarbures aliphatiques halogénés (Hydrocarbures chlorés)
Formule brute	C <sub>2</sub> HCl <sub>3</sub>
Formule semi-développée	
Catégorie de classement de la substance	<p><b>Classement selon le règlement CLP (N°1272/2008 - Annexe VI) [1] :</b> Carc. 1B (H350) Muta. 2 (H341)</p> <p><b>Classement selon le CIRC [2] :</b> Groupe 2A (agent probablement cancérigène pour l'homme)</p> <p><b>Classement selon l'US EPA [3] :</b> Classe A (substance cancérigène pour l'homme)</p> <p><b>VLEP réglementaire contraignante (Article R.4412-149 du code du travail) :</b> Sans objet</p>
Tension vapeur	8600 Pa à 20°C [4]
Indicateurs biologiques d'exposition [5]	<p><u>Acide trichloroacétique sanguin</u> : Valeur-Guide Française : non déterminée</p> <p><u>Acide trichloroacétique urinaire</u> : Valeur-Guide Française : 100 mg/g de créatinine en fin de semaine<sup>124</sup></p> <p><u>Trichloroéthanol libre sanguin</u> : Valeur-Guide Française : 4 mg/L en fin de poste et fin de semaine (dernière mise à jour 1997)</p> <p><u>Trichloroéthanol urinaire</u> : Valeur-Guide Française : Acide trichloroacétique urinaire + trichloroéthanol urinaire = 300 mg/g de créatinine en fin de poste et fin de semaine</p>

<sup>124</sup> Cette valeur n'a pas été revue depuis 1997 ; la substance a été classée cancérigène Cat. 2 et mutagène Cat. 3 depuis 2001.

	(dernière mise à jour 1997)  <u>Trichloroéthylène sanguin</u> : Valeur-Guide Française : non déterminée  <u>Trichloroéthylène urinaire</u> : Valeur-Guide Française : non déterminée
<i>Fiche INRS</i>	FT22 : Trichloroéthylène. 2011 [4]
<i>Fiches INERIS</i>	Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques. Trichloroéthylène. 07/03/2005 [6] Données technico-économiques sur les substances chimiques en France. Trichloroéthylène. 30/08/2007 [7]

## 2. Toxicité de la substance

### 2.1. Toxicité en exposition aiguë

Les symptômes observés en cas d'intoxication aiguë au trichloroéthylène sont les suivants [4] :

- Toxicité par ingestion :
- Signes digestifs : vomissements et diarrhées pouvant être à l'origine d'érosions caustiques ;
  - Signes neurologiques : céphalées, ébriété, obnubilation pouvant évoluer vers un coma calme aréflexique, parfois entrecoupé d'épisodes hypertoniques ;
  - Signes cardiaques : troubles de l'excitabilité myocardique (extrasystoles ventriculaires isolées ou en salves, fibrillation ou tachycardie ventriculaire), troubles amplifiés par les situations d'hyperadrénergie. Des cas d'arrêts cardiaque ont été décrits ;
  - Signes respiratoires : pneumopathie de déglutition (fausse route) avec possibilité de surinfection broncho-pulmonaires parfois gravissimes.
- Toxicité par inhalation :
- Dépression de la conscience (de la simple ébriété au coma profond) avec atteinte pulmonaire généralement par fausse route se traduisant par une polypnée et des signes d'irritation du tractus bronchique ;
  - Atteintes cardiaques et de rares cytolyses hépatiques ;
  - Atteintes neurologiques périphériques (nerfs trijumeaux et optiques), entraînant des effets narcotiques (dus à certains produits de décomposition de trichloroéthylène, comme le dichloroacétylène).
- Toxicité par contact cutané :
- Irritations cutanées observées après un contact massif et prolongé avec le solvant.
- Toxicité par contact oculaire :
- Erosions superficielles de la cornée et de la conjonctive en cas de projections oculaires.

## 2.2. Toxicité en exposition chronique

L'intoxication chronique au trichloroéthylène est conditionnée notamment par le mode d'exposition et un certain degré de sensibilité individuelle [4] :

Système nerveux central :	<p>Organe cible de l'imprégnation, son atteinte se traduit par des symptômes neuropsychiques :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Syndrome psychosomatique avec asthénie, céphalées, inappétence, troubles de la mémoire, de l'humeur, du sommeil...</li> <li>- Syndrome neurovégétatif avec sueurs profuses, troubles fonctionnels divers accompagnés de vertiges, de sensations ébrieuses et de troubles digestifs (nausées, ballonnement abdominal).</li> </ul> <p>Les études disponibles ne mettent pas en évidence d'atteinte des nerfs périphériques. Plusieurs cas de mort subite ont été reliés à l'apparition de troubles paroxystiques du rythme cardiaque.</p>
Manifestations cutanées :	<p>Comme de nombreux solvants, le trichloroéthylène est susceptible de provoquer des dermatoses récidivantes, en particulier de type orthoergique, et de rares eczémas.</p>
Effets mutagènes :	<p>Plusieurs études consacrées à l'activité possiblement génotoxique chez l'homme n'ont pas permis de conclure. Une étude a montré la présence d'une mutation du nucléotide 454 du gène VHL suppresseur de tumeur dans les cellules cancéreuses rénales dans les populations professionnellement exposées au trichloréthylène. Cette mutation n'a pas été retrouvée sur ces mêmes cellules cancéreuses dans des populations non exposées à ce produit. On ne connaît pas actuellement le rôle de cette mutation dans l'apparition d'un cancer.</p>
Effets cancérogènes :	<p>Plusieurs études épidémiologiques effectuées n'ont pas permis de conclure à l'absence de risques. Une étude de cohorte en Finlande a montré une augmentation significative des cancers du foie, de l'estomac et des tissus lymphopoiétiques notamment des lymphomes non Hodgkiniens. Deux autres études montrent également une augmentation des cancers du rein, mais certains biais ne permettent pas d'affirmer le caractère cancérogène du trichloroéthylène chez l'homme.</p>
Effets sur la reproduction :	<p>Il n'existe pas d'étude fiable ayant évalué l'impact sur la fertilité du trichloréthylène. Une étude récente montre un lien significatif entre fentes palatines et exposition à ce produit (mais faible effectif étudié). Les données humaines ne permettent pas de conclure sur les risques vis-à-vis de la reproduction.</p>

### 3. Réglementation

#### 3.1. Textes règlementaires relatifs à la substance

##### 3.1.1. Textes relatifs à l'utilisation de la substance

###### ➤ Généralités

Le trichloroéthylène est inscrit sur la « candidate list » de l'ECHA, qui regroupe les substances susceptibles d'intégrer la liste des substances soumises à autorisation vis-à-vis du règlement REACH (Registration, Evaluation, Autorisation and Restriction of Chemicals). [8]

Cette liste correspond à la liste des substances extrêmement préoccupantes identifiées en vue d'une inclusion à terme dans l'annexe XIV du règlement européen REACH. Les entreprises ne peuvent mettre sur le marché ni utiliser les substances inscrites en annexe XIV du règlement REACH sans autorisation préalable de la Commission Européenne.

Le trichloroéthylène est inscrit dans l'appendice 2 de l'annexe XVII - Restrictions applicables à la fabrication, à la mise sur le marché et à l'utilisation de certaines substances dangereuses et de certains mélanges et articles dangereux - du Règlement 1907/2006 du 18 décembre 2006 (REACH) [8]. Les substances inscrites dans cet appendice 2 :

7. ne peuvent être mises sur le marché, ni utilisées :

- en tant que substance,
- en tant que constituants d'autres substances,
- ou dans des mélanges

destinés à être vendus au grand public en concentration individuelle dans la substance ou le mélange égale ou supérieure :

- soit à la limite de concentration spécifique pertinente visée à l'annexe VI, partie 3, du règlement (CE) n° 1272/2008,
- soit à la concentration pertinente spécifiée dans la directive 1999/45/CE.

Sans préjudice de l'application d'autres dispositions communautaires relatives à la classification, à l'emballage et à l'étiquetage des substances et des mélanges, les fournisseurs veillent à ce que, avant la mise sur le marché, l'emballage de ces substances et mélanges porte la mention ci-après, inscrite de manière visible, lisible et indélébile: «Réservé aux utilisateurs professionnels».

8. Par dérogation, le paragraphe 1 ne s'applique pas :

- g) aux médicaments à usage médical ou vétérinaire au sens de la directive 2001/82/CE et de la directive 2001/83/CE ;
- h) aux produits cosmétiques au sens de la directive 76/768/CEE ;
- i) aux carburants et produits dérivés d'huiles suivants :
  - carburants qui font l'objet de la directive 98/70/CE,
  - produits dérivés des huiles minérales, prévus pour être utilisés comme combustibles ou carburants dans des installations de combustion mobiles ou fixes,
  - combustibles vendus en système fermé (par exemple, bonbonnes de gaz liquéfié) ;
- j) aux couleurs pour artistes relevant de la directive 1999/45/CE.

L'arrêté du 07/08/1997 modifié relatif aux limitations de mise sur le marché et d'emploi de certains produits contenant des substances dangereuses [9] interdit la mise sur le marché et l'importation, à destination du public, de trichloroéthylène depuis le 25 décembre 2004. Cette interdiction de mise sur le marché et d'importation, à destination du public, ne vise pas les produits destinés à être utilisés dans le cadre d'un usage professionnel. En l'occurrence, cette interdiction ne s'applique pas aux produits suivants, au stade final, destinés à l'utilisateur final :

- 26. Médicaments à usage humain ou vétérinaire, mentionnés à l'article L. 511 du Code de la santé publique ;
- 27. Produits cosmétiques au sens de l'article L. 658-1 du Code de la santé publique ;

28. Aux produits dérivés des huiles minérales, prévus pour être utilisés comme combustibles ou carburants dans des installations de combustion mobiles ou fixes ;
29. Aux combustibles vendus en système fermé (par exemple : bonbonnes de gaz liquéfié) ;
30. Aux couleurs pour artistes.

➤ **Cosmétiques**

Le trichloroéthylène est réglementé par la Directive du Conseil 76/768/CEE du 27 juillet 1976 modifiée concernant le rapprochement des législations des États membres relatives aux produits cosmétiques [10], et notamment son annexe II, retranscrite en droit Français par l'arrêté du 6 février 2001 modifié fixant la liste des substances qui ne peuvent entrer dans la composition des produits cosmétiques [11]. Cet arrêté interdit la présence de trichloroéthylène dans les produits cosmétiques depuis le 23/02/2001.

Notons que la directive 76/768/CEE ne sera plus applicable à partir du 11 juillet 2013, date à laquelle le Règlement n° 1223/2009 du Parlement européen et du Conseil du 30 novembre 2009 relatif aux produits cosmétiques [12] entrera en vigueur. Ce règlement reprend la même interdiction.

➤ **Additifs alimentaires**

La directive 2008/84/CE de la Commission du 27 août 2008 [13] établit les critères de pureté spécifiques pour les additifs alimentaires autres que les colorants et les édulcorants. Elle fixe, pour le E 459 BÉTA-CYCLODEXTRINE, une limite en solvants résiduels (toluène et trichloroéthylène) à 1 mg/kg pour chaque solvant.

**3.1.2. Textes relatifs aux valeurs limites d'émission des installations de traitement de déchets**

Le trichloroéthylène fait partie de la liste définie dans l'arrêté du 31/01/08 modifié relatif au registre et à la déclaration annuelle des émissions polluantes et des déchets [14], concernant les polluants devant être mentionnés dans le registre des émissions polluantes et des déchets et devant apparaître dans la déclaration annuelle des émissions polluantes et des déchets faite par les exploitants des établissements concernés.

L'arrêté ministériel du 2 février 1998 modifié relatif aux prélèvements et à la consommation d'eau ainsi qu'aux émissions de toute nature des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation [15] impose dans les rejets aqueux une valeur limite pour le trichloroéthylène (TCE) de :

- Pour les activités de production de trichloroéthylène TRI et de perchloroéthylène PER : 0,5 mg/L en moyenne mensuelle dans les rejets pour un flux maximum de 2,5 g/t de capacité de production de TRI+PER ;
- Pour les activités d'utilisation de trichloroéthylène pour le dégraissage des métaux si le rejet dépasse 30 kg/an : 0,1 mg/L. Le flux est inférieur ou égal au flux déterminé à partir d'une consommation d'eau maximale de 8 L/m<sup>2</sup> de surface traitée et par fonction de rinçage nécessaire ;
- Pour les autres secteurs : il convient que l'arrêté préfectoral autorisant une installation de ce type soumette les rejets en TCE à des valeurs limites en concentration et en flux. Les valeurs limites ci-dessus servent de référence.

Un prélèvement continu proportionnel au débit et une mesure journalière des effluents aqueux doivent être réalisés lorsque le rejet annuel en TCE dépasse 30 kg/an. [15]

Concernant la pollution de l'air, cet arrêté impose les valeurs limites de rejets suivantes pour les émissions atmosphériques de trichloroéthylène des ICPE [15] :

- Si le flux horaire total des composés organiques cités à l'annexe III<sup>125</sup> de cet arrêté dépasse 0,1 kg/h, la valeur limite d'émission de la concentration globale de l'ensemble de ces composés est de 20 mg/m<sup>3</sup> ;
- En cas de mélange de composés à la fois visés et non visés à l'annexe III, la valeur limite de 20 mg/m<sup>3</sup> ne s'impose qu'aux composés visés à l'annexe III et une valeur de 110 mg/m<sup>3</sup>, exprimée en carbone total, s'impose à l'ensemble des composés.

L'arrêté du 20/09/02 relatif aux installations d'incinération et de co-incinération de déchets dangereux **[16]** impose les valeurs limites de rejets suivantes pour les émissions de substances organiques à l'état de gaz ou de vapeur, exprimées en carbone organique total (COT) :

- 10 mg/m<sup>3</sup> en moyenne journalière,
- 20 mg/m<sup>3</sup> en moyenne sur une demi-heure.

L'arrêté du 20/09/02 relatif aux installations d'incinération et de co-incinération de déchets non dangereux et aux installations incinérant des déchets d'activités de soins à risques infectieux **[17]** impose les valeurs limites de rejets suivantes pour les émissions de substances organiques à l'état de gaz ou de vapeur, exprimées en carbone organique total (COT) :

- 10 mg/m<sup>3</sup> en moyenne journalière,
- 20 mg/m<sup>3</sup> en moyenne sur une demi-heure.

L'arrêté du 30/12/02 modifié relatif au stockage de déchets dangereux **[18]** fixe une valeur limite sur le rejet des eaux stockées dans le bassin tampon qui regroupe les eaux de ruissellement. En effet, ce rejet doit respecter des objectifs de qualité du milieu naturel, qui est pour les composés organiques halogénés (en AOX ou EOX) : < 1 mg/L si le rejet dépasse 30 g/j. **[33]**

Cette limite est également celle imposée par l'arrêté du 09/09/97 modifié relatif aux installations de stockage de "déchets non dangereux" **[19]** pour les composés organiques halogénés (en AOX ou EOX) dans les rejets d'effluents liquides dans le milieu naturel.

### 3.2. Valeurs de référence

Aucune valeur limite d'exposition professionnelle (VLEP) réglementaire contraignante n'a été établie en France pour le trichloroéthylène et ses composés.

Des valeurs limites indicatives (non réglementaires) dans l'air des locaux de travail ont été établies en France pour le trichloroéthylène **[4]** :

- Pour une exposition moyenne pondérée sur 8 heures, 40h/semaine (VME) : 75 ppm, soit 405 mg/m<sup>3</sup>.
- Pour une exposition à court terme sur 15 minutes (VLE) : 200 ppm, soit 1 080 mg/m<sup>3</sup>.

Etant donné qu'il n'existe pas actuellement de VLEP réglementaire pour le trichloroéthylène, aucun rapport d'expertise français ayant amené à la recommandation de cette VLEP indicative n'est disponible.

Le Scientific Committee on Occupational Exposure Limit (SCOEL) élabore les VLEP au niveau européen. D'après son rapport « Recommendation from the Scientific Committee on Occupational Exposure Limits for trichloroethylene » (2009) **[20]**, le SCOEL établit pour le trichloroéthylène :

- la VLEP sur 8 heures<sup>126</sup> suivante : 10 ppm (54,7 mg/m<sup>3</sup>) ;
- la VLEP à court terme (15 min)<sup>127</sup> suivante : 30 ppm (164,1 mg/m<sup>3</sup>).

<sup>125</sup> Cette annexe liste environ une quarantaine de composés organiques dont le trichloroéthylène fait partie.

<sup>126</sup> 8-hour Time Weighted Average (TWA)

<sup>127</sup> Short Term Exposure Limit (STEL)

Les VLEP recommandées par le SCOEL sont basées sur les données suivantes [23] :

- Le trichloroéthylène est considéré par le SCOEL comme un cancérigène génotoxique, pour lequel un seuil a été déterminé par des études sur les mécanismes et/ou la cinétique de toxicité ;
- Une limite d'exposition OEL (Occupational Exposure Limit) peut être établie sur la base du NOAEL (No-Observed Adverse Effect Level) observé chez l'homme, qui est établi à 10 ppm d'après plusieurs études (TWA<sup>61</sup>) ;
- En ce qui concerne les pics d'exposition, et les conséquences qu'ils peuvent avoir sur le développement d'un cancer du rein, une étude rapporte que l'exposition à une concentration moyenne de 32 ppm a montré des altérations minimales de la fonction des reins. Ainsi, la STEL<sup>127</sup> proposée est de 30 ppm ;
- Une notation « skin » a également été recommandée du fait de la possibilité d'une pénétration cutanée importante.

### 3.3. Normes relatives à l'analyse dans l'air

Les références des normes relatives à l'analyse dans l'air du trichloroéthylène sont présentées dans le tableau suivant :

**Tableau 139 : Normes relatives à l'analyse du trichloroéthylène dans l'air**

Source	Référence méthode / norme
Fiches Métropol de l'INRS [21]	Fiche Métropol 029/V02.01. Dérivés halogénés des hydrocarbures aliphatiques. 01/2009.
Normes AFNOR spécifiques [22]	NF X43-267 (Juillet 2004) Air des lieux de travail. Prélèvement et analyse de vapeurs organiques. Prélèvement par pompage sur tube à adsorption et désorption au solvant.  NF EN ISO 16017 (Partie 1 : Mars 2001 / Partie 2 : Oct 2003) Air intérieur, air ambiant et air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par tube à adsorption/désorption thermique/chromatographie en phase gazeuse sur capillaire.  NF ISO 16200 (Décembre 2001) Qualité de l'air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par désorption au solvant/chromatographie en phase gazeuse.  ISO 9486:1991 (Août 1991) Air des lieux de travail. Détermination des hydrocarbures chlorés vaporeux. Méthode d'analyse par tube à charbon actif/désorption des solvants/chromatographie en phase gazeuse.
Méthodes NIOSH [23]	Méthode 1022 : « Trichloroethylene ». Issue 2, 15 août 1994. Méthode 3701 : « Trichloroethylene by portable GC ». Issue 2, 15 août 1994. Méthode 1003 : « Hydrocarbons halogenated ». Issue 3, 15 mars 2003. Méthode 3800 : « organic and inorganic gases by 3800 extractive FTIR spectrometry ». Issue 1, 15 mars 2003.
Méthodes OSHA [24]	Méthode 1001 : Tetrachloroethylene - Trichloroethylene. Mai 1999.



### 3.4. EPI pour l'exposition par inhalation

La norme NF EN 529<sup>128</sup> définit les facteurs de protection pour chaque type d'appareil de protection respiratoire (annexe C de la norme).

Pour les gaz et vapeurs organiques dont le point d'ébullition est supérieur à 65°C, le type de filtre adapté est un filtre à gaz EN 14387/IN1 type A [25].

## 4. Production et consommation de la substance

L'OCDE (Organisation de Coopération et de Développement Economiques) classe le trichloroéthylène comme produit chimique HPV (High Production Volume) [26] : il est donc fabriqué ou importé à raison d'au moins 1 000 tonnes par an dans l'Union Européenne, et ce par au moins un état membre.

Selon la Société Française de Chimie [27], la capacité de production de trichloroéthylène à partir de l'éthylène était estimée en France à 35 000 tonnes/an (usine Arkema à Saint-Auban). Aucune date n'est précisée concernant ce chiffre de capacité de production.

L'INERIS [7] indique qu'en France, Arkema produisait cette substance à hauteur de 6 638 tonnes par an. Cette production a cessé en mars 2006.

Selon la Société Française de Chimie [35], la consommation de trichloroéthylène en France a fortement diminué au cours des 30 dernières années, passant de 49 000 t en 1980 à 7 300 t en 2004.

L'inventaire CMR de l'INRS (2005) confirme cette tendance, indiquant que la consommation française de trichloroéthylène en 2005 était d'environ 4 000 tonnes/an. [28]

L'estimation de l'ADEME indique qu'en 2003, la mise sur le marché français du trichloroéthylène était de 10 000 tonnes [7].

Les principaux secteurs d'activité mettant en œuvre du trichloroéthylène sont la fonderie, la sidérurgie et la production de métaux, essentiellement pour des opérations de dégraissage, ainsi que l'industrie chimique.

L'inventaire CMR réalisé en 2005 par l'INRS, auprès d'un échantillon représentatif de 2 000 établissements appartenant à 30 secteurs d'activité primaires, indique que la consommation française de trichloroéthylène par secteur d'activité était la suivante :

---

<sup>128</sup> Appareil de protection respiratoire – Recommandations pour le choix, l'utilisation, l'entretien et la maintenance – Guide.

**Tableau 140 : Consommation de trichloroéthylène en fonction des secteurs d'activité [31]**

Secteurs d'activité	% de la consommation annuelle française en 2005
Fonderies	60,93%
Production de Métaux non Ferreux	8,14%
Fabrication de colles et gélatines	7,78%
Fabrication de composants électroniques actifs	7,7%
Sidérurgie	3,89%
Fabrication d'autres articles en caoutchouc	2,77%
Fabrication d'armement	2,57%
Mécanique Générale	2,46%
Fabrication de peintures et vernis	1,56%
Traitement et revêtement des métaux	1,14%
Fabrication de produits chimiques à usage industriel	0,57%
Plasturgie	0,31%
Fabrication d'autres produits chimiques inorganiques de base	0,08% (3 t/an)
Fabrication de papier et de carton	0,05% (2 t/an)
Fabrication d'autres produits pharmaceutiques	0,03% (1 t/an)
Fabrication de parfums et de produits pour la toilette	0,03% (1 t/an)
Apprêt et tannage des cuirs	0% (0,2 t/an)
Fabrication d'autres produits chimiques organiques de base	0% (0,05 t/an)
Fabrication de produits pharmaceutiques de base	0% (0,03 t/an)

**Nota :** Le trichloroéthylène est susceptible de se décomposer lors de son utilisation. Non stabilisé, en présence de dioxygène et de lumière, il s'oxyde (oxydation photochimique) en donnant, en particulier, du phosgène ( $\text{COCl}_2$ ) et du chlorure d'hydrogène. La stabilisation est assurée par des amines (triéthylamine...) associées ou non à des antioxydants (phénols substitués...).

## 5. Utilisations de la substance

### 5.1. Activités de dégraissage dans divers secteurs d'activité

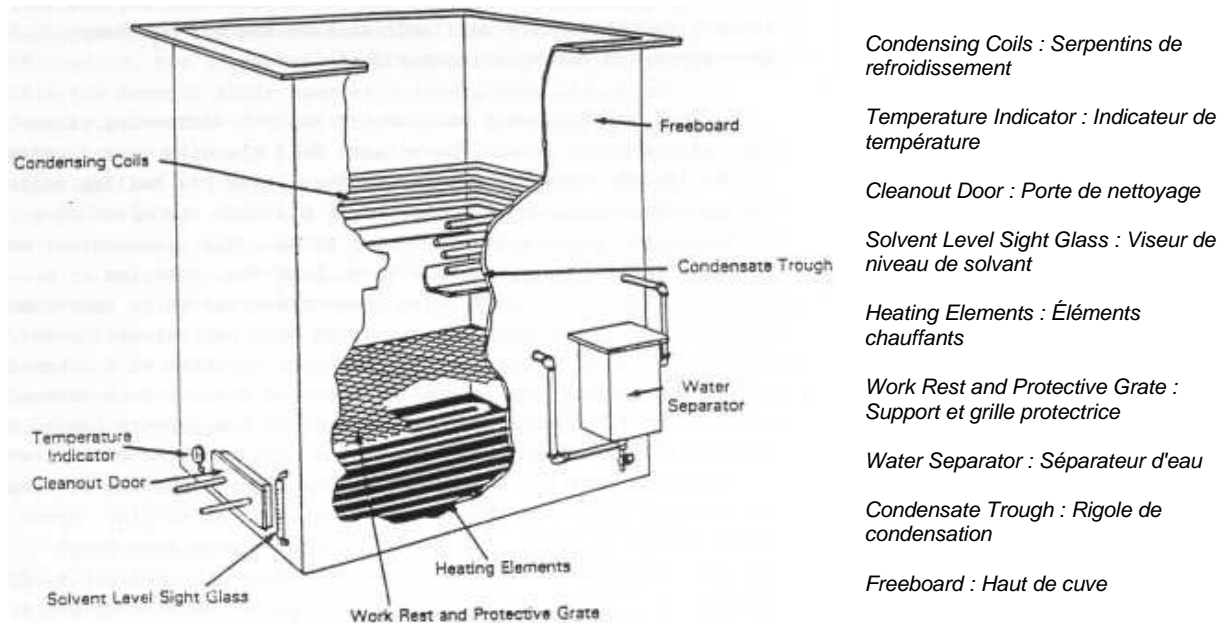
La principale utilisation du trichloroéthylène est le dégraissage des pièces métalliques qui représente en Europe de l'ouest 95% de la production dans de nombreux secteurs d'activité [4] [6] [7] [35] [29].

Le dégraissage au trichloroéthylène peut se faire [30] :

- à chaud en phase vapeur : ce type de dégraissage utilise l'action nettoyante du solvant à son état de vapeur. Il est effectué à l'aide d'un équipement spécialement conçu appelé Système de Dégraissage Ouvert à Vapeur de Solvant (SDOVS). Un SDOVS typique se compose d'un réservoir équipé d'un système de chauffage et de serpentins de refroidissement. Les éléments chauffants situés à l'intérieur sur le fond du réservoir font bouillir un solvant liquide, générant les vapeurs nécessaires au nettoyage. Les serpentins de refroidissement situés sur le périmètre intérieur et près du milieu du réservoir condensent les vapeurs de solvants entre le liquide bouillant et les serpentins, créant une zone de vapeur contrôlée. Lorsque des objets salis sont descendus dans la zone de vapeur, le solvant se condense sur les surfaces et dissout les salissures ;
- à froid en phase liquide : le nettoyage à froid utilise le solvant à l'état liquide maintenu au dessous de son point d'ébullition. Pour ce type de nettoyage, on peut utiliser un éventail de méthodes comme l'essuyage, le brossage, la pulvérisation, le rinçage, l'immersion et le trempage.

Le trichloroéthylène convient particulièrement au dégraissage à la vapeur. Il a une concentration élevée en vapeur d'eau (de trois à cinq fois plus lourde que l'air). Cette concentration élevée maintient

une zone de vapeur distincte et prévient les pertes excessives de vapeur dans l'atmosphère. La figure ci-dessous représente un SDOVS typique [30].



**Figure 3 : Schéma d'un système de dégraissage ouvert à vapeur de solvant où l'on utilise le trichloroéthylène pour le dégraissage des pièces de métal**

Le nettoyage à froid ou le dégraissage à la vapeur peuvent être effectués dans un système de dégraissage à alimentation continue permettant un nettoyage continu des pièces. [30]

## 5.2. Industrie chimique

Le trichloroéthylène est un excellent solvant d'extraction pour les graisses, les huiles, les matières grasses, les cires et les goudrons. [6]

Le trichloroéthylène est utilisé comme intermédiaire de synthèse ou comme solvant, et entre dans la fabrication ou la formulation [4] [6] [7] [35] [31] [30] :

- des adhésifs et colles,
- des peintures, encres, vernis, et teintures,
- des décapants pour peintures,
- de produits phytosanitaires (pesticides, insecticides),
- des lubrifiants,
- de produits pharmaceutiques,
- de retardateurs chimiques d'inflammation.

Le trichloroéthylène est un agent précurseur de HFC (134a) et HCFC, fluides réfrigérants. Il est aussi lui-même utilisé comme fluide réfrigérant pour les transferts de chaleur « basse température ». [7] [35] [30]

## 5.3. Industrie textile et du cuir

Le trichloroéthylène est utilisé dans l'industrie textile pour [6] [7] [31] [30] :

- le nettoyage à sec du coton, de la laine,
- le dégraissage lors de l'apprêt / tannage des cuirs (il est de moins en moins utilisé dans ce domaine).

## 5.4. Bâtiments, travaux publics

Le trichloroéthylène peut être utilisé pour nettoyer les engins de chantier, notamment pour les opérations de dégoudronnage. [31]

## 5.5. Laboratoires

Le trichloroéthylène est utilisé dans les laboratoires en tant que solvant ou réactif, notamment [31] :

- en chimie analytique, en contrôle qualité,
- en laboratoire de R&D pour le développement de produits pharmaceutiques de base.

## 5.6. Etat des lieux de la substitution de la substance en France

Selon les fiches d'aide à la substitution de l'INRS [32] [33], des solutions de substitution existent pour remplacer le trichloroéthylène par d'autres produits ou procédés.

Le trichloroéthylène est utilisé pour les opérations de dégraissage du fait de son fort pouvoir solvant et il est d'usage pratique car ininflammable [45]. Il peut être substitué par d'autres produits ou procédés. La substitution de procédé s'appuie sur l'examen en amont de la possibilité d'agir sur la nature du produit à enlever pour faciliter le nettoyage ou éliminer la salissure. Les produits qui peuvent être utilisés sont [45] :

- Des produits lessiviels : utilisés en phase aqueuse par trempage ou par projection, en machine ou manuellement, ils sont non volatils à température ambiante. Il en existe différentes catégories, adaptées à chaque type de salissure ;
- Des solvants non halogénés : différentes familles de solvants sont envisageables, comme les alcools, les cétones, les coupes pétrolières etc. Ils doivent être utilisés en milieu ventilé ou en vase clos ;
- D'autres solvants halogénés : ceux classés CMR devant être évités, des substituts halogénés fluorés de type HFE ou HFA peuvent être proposés en association avec un co-solvant.

Des procédés de substitution au trichloroéthylène peuvent également être envisagés pour ce type d'utilisations [45] :

- Fontaines de biodégradation des graisses (moyen biologique pour les opérations de dégraissage manuel) : un fluide contenant des tensioactifs et des agents biologiques non classés parmi les agents pathogènes peut être utilisé en fontaine, à moins de 40°C ;
- Utilisation de CO<sub>2</sub> supercritique (moyen physique) : pour les opérations de nettoyage, le CO<sub>2</sub> est comprimé à plus de 73 bars et chauffé à plus de 31°C. Il est ensuite détendu à l'état gazeux et recyclé. Ce procédé convient pour les lubrifiants pétroliers dans le secteur de la connectique et de la micromécanique, mais il est coûteux.

Dans le domaine des travaux publics [33], le trichloroéthylène, tout comme le gazole, est utilisé comme dégoudronneur lors du nettoyage des engins et matériels de chantiers après utilisation. Il existe d'autres solvants qui présentent des propriétés équivalentes en termes d'efficacité. La substitution se justifie donc pour ces applications. Les produits qui peuvent être utilisés dans ce cas sont [33] :

- Les agrosolvants : les esters d'acides gras issus d'huiles végétales peuvent être utilisés pour éliminer les traces de goudrons ou pour fluidifier des bitumes. Ils ne sont pas classés au niveau de la réglementation sur l'étiquetage, mais peuvent être irritants en cas d'utilisation prolongée, ou sensibilisants s'ils contiennent des terpènes ;
- D'autres hydrocarbures comme les distillats de pétrole légers hydrotraités (comme le white spirit désaromatisé), ainsi que les solvants naphta aromatiques lourds peuvent être utilisés pour éliminer les traces de goudrons ou pour fluidifier des bitumes. Ce sont des produits combustibles pouvant être inflammables, et dont les vapeurs sont narcotiques.

D'autres précisions sont apportées par l'INERIS [7]. Des procédés tels que le nettoyage au laser (facile d'utilisation économique et écologique), le traitement au plasma froid à l'oxygène, le nettoyage par ultrasons (coûteux), le sablage à air comprimé, ou le nettoyage en bain de sel sont autant de

techniques alternatives à l'utilisation du trichloroéthylène permettant une réduction de l'utilisation globale de la substance.

## 6. Le trichloroéthylène dans les déchets

### 6.1. Déchets contenant du trichloroéthylène

Selon l'étude des composés CMR dans les déchets dangereux de l'INRS [34], le trichloroéthylène fait partie des substances CMR les plus fréquemment citées parmi les substances contenues dans les déchets, par les traiteurs et producteurs de déchets. Selon l'enquête réalisée dans le cadre de cette étude, le trichloroéthylène peut être présent dans les types de déchets suivants :

- Solvants usés,
- Dépôts et résidus chimiques.

D'après cette étude et les différentes utilisations identifiées dans la présente fiche, les déchets pouvant contenir du trichloroéthylène sont classés dans la nomenclature déchets de l'article R541-8 (Annexe II) du Code de l'environnement [35] sous les rubriques suivantes :

**Tableau 141 : Rubriques des déchets susceptibles de contenir du trichloroéthylène**

N°RUBRIQUE	DECHETS
<b>04</b>	<b>DÉCHETS PROVENANT DES INDUSTRIES DU CUIR, DE LA FOURRURE ET DU TEXTILE</b>
<b>04 01</b>	<b>Déchets provenant de l'industrie du cuir et de la fourrure</b>
04 01 03*	Déchets de dégraissage contenant des solvants sans phase liquide
<b>04 02</b>	<b>Déchets de l'industrie textile</b>
04 02 14*	Déchets provenant des finitions contenant des solvants organiques
<b>05</b>	<b>DÉCHETS PROVENANT DU RAFFINAGE DU PÉTROLE, DE LA PURIFICATION DU GAZ NATUREL ET DU TRAITEMENT PYROLYTIQUE DU CHARBON</b>
<b>05 01</b>	<b>Déchets provenant du raffinage du pétrole</b>
<b>07</b>	<b>DÉCHETS DES PROCÉDÉS DE LA CHIMIE ORGANIQUE</b>
<b>07 01</b>	<b>Déchets provenant de la fabrication, formulation, distribution et utilisation (FFDU) de produits organiques de base</b>
<b>07 02</b>	<b>Déchets provenant de la FFDU de matières plastiques, caoutchouc et fibres synthétiques</b>
07 02 03*	Solvants, liquides de lavage et liqueurs mères organiques halogénés
07 02 07*	Résidus de réaction et résidus de distillation halogénés
07 02 09*	Gâteaux de filtration et absorbants usés halogénés
07 02 11*	Boues provenant du traitement in situ des effluents contenant des substances dangereuses
07 02 14*	Déchets provenant d'additifs contenant des substances dangereuses
<b>07 03</b>	<b>Déchets provenant de la FFDU de teintures et pigments organiques</b>
07 03 03*	Solvants, liquides de lavage et liqueurs mères organiques halogénés
07 03 07*	Résidus de réaction et résidus de distillation halogénés
07 03 09*	Gâteaux de filtration et absorbants usés halogénés
07 03 11*	Boues provenant du traitement in situ des effluents contenant des substances dangereuses
<b>07 04</b>	<b>Déchets provenant de la FFDU de produits phytosanitaires organiques (sauf rubriques 02 01 08 et 02 01 09), d'agents de protection du bois (sauf section 03 02) et d'autres biocides</b>
07 04 03*	Solvants, liquides de lavage et liqueurs mères organiques halogénés
07 04 07*	Résidus de réaction et résidus de distillation halogéné
07 04 09*	Gâteaux de filtration et absorbants usés halogénés

N° RUBRIQUE	DECHETS
07 04 11*	Boues provenant du traitement in situ des effluents contenant des substances dangereuses
<b>07 05</b>	<b>Déchets provenant de la FFDU des produits pharmaceutiques</b>
07 05 03*	Solvants, liquides de lavage et liqueurs mères organiques halogénés
07 05 07*	Résidus de réaction et résidus de distillation halogénés
07 05 09*	Gâteaux de filtration et absorbants usés halogénés
07 05 11*	Boues provenant du traitement in situ des effluents contenant des substances dangereuses
<b>07 07</b>	<b>Déchets provenant de la FFDU de produits chimiques issus de la chimie fine et de produits chimiques non spécifiés ailleurs</b>
07 07 03*	Solvants, liquides de lavage et liqueurs mères organiques halogénés
07 07 07*	Résidus de réaction et résidus de distillation halogénés
07 07 09*	Gâteaux de filtration et absorbants usés halogéné
07 07 11*	Boues provenant du traitement in situ des effluents contenant des substances dangereuses
<b>08</b>	<b>DÉCHETS PROVENANT DE LA FABRICATION, DE LA FORMULATION, DE LA DISTRIBUTION ET DE L'UTILISATION (FFDU) DE PRODUITS DE REVÊTEMENT (PEINTURES, VERNIS ET ÉMAUX VITRIFIÉS), MASTICS ET ENCRE D'IMPRESSION</b>
<b>08 01</b>	<b>Déchets provenant de la FFDU et du décapage de peintures et vernis</b>
08 01 11*	Déchets de peintures et vernis contenant des solvants organiques ou d'autres substances dangereuses
08 01 13*	Boues provenant de peintures ou vernis contenant des solvants organiques ou autres substances dangereuses
08 01 15*	Boues aqueuses contenant de la peinture ou du vernis contenant des solvants organiques ou autres substances dangereuses
08 01 17*	Déchets provenant du décapage de peintures ou vernis contenant des solvants organiques ou autres substances dangereuses
08 01 19*	Suspensions aqueuses contenant de la peinture ou du vernis contenant des solvants organiques ou autres substances dangereuses
08 01 21*	Déchets de décapants de peintures ou vernis
<b>08 03</b>	<b>Déchets provenant de la FFDU d'encres d'impression</b>
08 03 12*	Déchets d'encres contenant des substances dangereuses
08 03 14*	Boues d'encre contenant des substances dangereuses
<b>08 04</b>	<b>Déchets provenant de la FFDU de colles et mastics (y compris produits d'étanchéité)</b>
08 04 09*	Déchets de colles et mastics contenant des solvants organiques ou d'autres substances dangereuses
08 04 11*	Boues de colles et mastics contenant des solvants organiques ou d'autres substances dangereuses
08 04 13*	Boues aqueuses contenant des colles ou mastics contenant des solvants organiques ou d'autres substances dangereuses
08 04 15*	Déchets liquides aqueux contenant des colles ou mastics contenant des solvants organiques ou d'autres substances dangereuses
<b>10</b>	<b>DÉCHETS PROVENANT DE PROCÉDÉS THERMIQUES</b>
<b>10 02</b>	<b>Déchets provenant de l'industrie du fer et de l'acier</b>
10 02 99	Déchets non spécifiés ailleurs
<b>10 09</b>	<b>Déchets de fonderie de métaux ferreux</b>
10 09 99	Déchets non spécifiés ailleurs
<b>10 10</b>	<b>Déchets de fonderie de métaux non ferreux</b>
10 10 99	Déchets non spécifiés ailleurs
<b>11</b>	<b>DÉCHETS PROVENANT DU TRAITEMENT CHIMIQUE DE SURFACE ET DU REVÊTEMENT DES MÉTAUX ET AUTRES MATÉRIAUX, ET DE L'HYDROMÉTALLURGIE DES MÉTAUX NON FERREUX</b>
<b>11 01</b>	<b>Déchets provenant du traitement chimique de surface et du revêtement des métaux et autres matériaux (par exemple : procédés de galvanisation, de revêtement de zinc, de décapage, de gravure, de phosphatation, de dégraissage alcalin et d'anodisation)</b>

N° RUBRIQUE	DECHETS
11 01 13*	Déchets de dégraissage contenant des substances dangereuses
11 01 98*	Autres déchets contenant des substances dangereuses
<b>14</b>	<b>DÉCHETS DE SOLVANTS ORGANIQUES, D'AGENTS RÉFRIGÉRANTS ET PROPULSEURS</b>
<b>14 06</b>	<b>Déchets de solvants, d'agents réfrigérants et d'agents propulseurs d'aérosols/de mousses organiques</b>
14 06 02*	Autres solvants et mélanges de solvants halogénés
14 06 04*	Boues ou déchets solides contenant des solvants halogénés
<b>15</b>	<b>EMBALLAGES ET DÉCHETS D'EMBALLAGES, ABSORBANTS, CHIFFONS D'ESSUYAGE, MATÉRIEAUX FILTRANTS ET VÊTEMENTS DE PROTECTION NON SPÉCIFIÉS AILLEURS</b>
<b>15 01</b>	<b>Emballages et déchets d'emballages (y compris les déchets d'emballages municipaux collectés séparément)</b>
15 01 10*	Emballages contenant des résidus de substances dangereuses ou contaminés par de tels résidus
<b>15 02</b>	<b>Absorbants, matériaux filtrants, chiffons d'essuyage et vêtements de protection</b>
15 02 02*	Absorbants, matériaux filtrants (y compris les filtres à huile non spécifiés ailleurs), chiffons d'essuyage et vêtements de protection contaminés par des substances dangereuses
<b>16</b>	<b>DÉCHETS NON DÉCRITS AILLEURS DANS LA LISTE</b>
<b>16 03</b>	<b>Loupés de fabrication et produits non utilisés</b>
16 03 05*	Déchets d'origine organique contenant des substances dangereuses
<b>16 07</b>	<b>Déchets provenant du nettoyage de cuves et fûts de stockage et de transport</b>
<b>17</b>	<b>DÉCHETS DE CONSTRUCTION ET DE DÉMOLITION (Y COMPRIS DÉBLAIS PROVENANT DE SITES CONTAMINÉS)</b>
<b>17 03</b>	<b>Mélanges bitumineux, goudron et produits goudronnés</b>
<b>17 09</b>	<b>Autres déchets de construction et de démolition</b>
17 09 03*	Autres déchets de construction et de démolition (y compris en mélange) contenant des substances dangereuses
<b>19</b>	<b>DÉCHETS PROVENANT DES INSTALLATIONS DE GESTION DES DÉCHETS, DES STATIONS D'ÉPURATION DES EAUX USÉES HORS SITE ET DE LA PRÉPARATION D'EAU DESTINÉE À LA CONSOMMATION HUMAINE ET D'EAU À USAGE INDUSTRIEL</b>
<b>19 05</b>	<b>Déchets de compostage</b>
19 05 03	Compost déclassé
<b>19 07</b>	<b>Lixiviats de décharges</b>
19 07 02*	Lixiviats de décharges contenant des substances dangereuses
<b>20</b>	<b>DÉCHETS MUNICIPAUX (DÉCHETS MÉNAGERS ET DÉCHETS ASSIMILÉS PROVENANT DES COMMERCES, DES INDUSTRIES ET DES ADMINISTRATIONS), Y COMPRIS LES FRACTIONS COLLECTÉES SÉPARÉMENT</b>
<b>20 01</b>	<b>Fractions collectées séparément</b>
20 01 13*	Solvants
20 01 27*	Peinture, encres, colles et résines contenant des substances dangereuses

## 6.2. Flux du trichloroéthylène dans les déchets

Deipser et Stegmann (1994) ont mesuré les teneurs en micropolluants organiques de six échantillons d'OM brutes fraîches (1 semaine) en Allemagne. La concentration maximale mesurée en trichloroéthylène est de 0,59 mg/kg de matière sèche. [36]

Une entreprise du comité de suivi, spécialisée dans le traitement par incinération de déchets industriels dangereux, a fourni des résultats de mesures réalisées à la réception de déchets, entre 2005 et 2010.

Les résultats sont présentés dans le tableau suivant, sous la forme de pourcentages massiques de trichloroéthylène dans les déchets analysés.

**Tableau 142 : Analyses dans les déchets – Incinération déchets industriels (2005 à 2010)**

Désignation du déchet	% massique de trichloroéthylène dans le déchet
BOUES CHLOREES + PCB	10,4
Solvants Fluorés	10 à 10,4
Lourds de catalyse antimoniés liquide	2,8

### 6.3. Formation du trichloroéthylène lors du traitement des déchets

#### 6.3.1. Incinération des déchets

Dans le cadre des travaux du GRIDEC (groupe de recherche sur l'incinération des déchets) sur l'évaluation des nuisances et impacts liés à l'incinération des ordures ménagères et assimilés) – octobre 1996 – le trichloroéthylène a été identifié parmi les composés organiques volatils majoritairement émis par une UIOM. [37]

Selon S. Bicocchi *et al.* (2009) [38], le trichloroéthylène fait partie de la liste des 12 COV les plus fréquemment détectés et à des concentrations pouvant être importantes, lors de l'incinération des déchets.

Sa décomposition s'effectue à 99% à une température de 638°C environ, en présence de suffisamment d'oxygène. [35]

Les concentrations des composés organiques émis lors de la combustion des déchets dépendent étroitement des conditions thermiques. [35]

#### 6.3.2. Compostage des déchets

L'étude FNADE-MEDD réalisée en 2002 sur les risques non microbiologiques associés au compostage des déchets rapporte les teneurs en COV dans l'air au sein des tas de compost d'ordures ménagères brutes. Pour le trichloroéthylène, cette concentration est de 1 300 µg/m<sup>3</sup>. [41]

Cette même étude précise les concentrations maximales mesurées en trichloroéthylène dans le biogaz de divers endroits des centres de compostage, trouvées dans différentes sources bibliographiques [41] :

- Biogaz – stockage : 0,004 mg/m<sup>3</sup>,
- Biogaz – broyage : 0,016 mg/m<sup>3</sup>,
- Biogaz – andains : 1,3 mg/m<sup>3</sup>.

#### 6.3.3. Stockage des déchets

Selon le Guide pour l'évaluation du risque sanitaire dans le cadre de l'étude d'impact d'une Installation de Stockage de Déchets Ménagers et Assimilés (2005) (ISDMA) [39], le trichloroéthylène fait partie des substances susceptibles d'être émises par les ISDMA. Il fait également partie des substances présentes dans les émissions de torchères à biogaz, chaudières et moteurs / turbines à biogaz des ISDMA.



Les concentrations en trichloroéthylène dans le biogaz sont comprises, selon les sources, entre 2,05 et 45,58 mg/m<sup>3</sup> et les concentrations données pour la sortie de torchère sont comprises, selon les sources, entre 0,0007 et 0,308 mg/m<sup>3</sup>. [41]

Les teneurs maximales en trichloroéthylène mesurées dans les lixiviats sont [41] :

Type de sous-produit liquide	Concentrations maximales	Source
Lixiviats bruts	19 µg/L	Agence de l'eau 1995
	400 µg/L	ENSP 2002
	375 µg/L	POLDEN + RSD 2003

Selon l'INERIS [40], le trichloroéthylène fait partie des éléments traces contenus dans le biogaz des Centres d'Enfouissement Technique (CET), à des intervalles de concentration compris entre 0,1 et 182 mg/m<sup>3</sup>, selon les sources.

Le rapport « Stockage des déchets et santé publique » (2004), coordonné par l'INVS [41] indique :

- La présence de trichloroéthylène dans les micropolluants organiques anthropogéniques présents à l'état de traces dans le biogaz des centres de stockage de déchets non dangereux. Les concentrations sont comprises entre la limite de quantification et 312 mg/m<sup>3</sup> ;
- La présence de trichloroéthylène dans les micropolluants organiques anthropogéniques présents dans les lixiviats. Les concentrations varient entre 0,05 et 750 µg/L.

#### 6.3.4. Stations d'épuration

Selon l'INERIS [40], le trichloroéthylène fait partie des éléments traces contenus dans le biogaz de STEP. Les concentrations données par cette source sont de 88,1 et 117,4 mg/m<sup>3</sup>.

## 6.4. Exposition des travailleurs au trichloroéthylène

Le trichloroéthylène fait partie des substances identifiées et mesurées dans l'air ambiant d'installations de compostage dans des concentrations inférieures aux VTR [42].

L'étude FNADE-MEDD réalisée en 2002 sur les risques non microbiologiques associés au compostage des déchets rapporte les teneurs en trichloroéthylène mesurées dans l'air en divers points de site de compostage de déchets ménagers solides. Ces résultats sont présentés dans le tableau suivants [41] :

**Tableau 143 : Trichloroéthylène mesuré dans l'air en divers points de site de compostage de déchets ménagers solides (teneurs en µg/m<sup>3</sup>) (Eitzer, 1995)**

Point de mesure	Concentration en µg/m <sup>3</sup>
Stockage	4
Broyage	16
Digesteur	21
Compost frais	98
Compost mur	2

D'après l'étude relative aux émissions de deux centres de stockage d'ordures ménagères réalisée par Hours *et al.* (2001), les concentrations les plus élevées mesurées aux postes de travail sont inférieures à 0,3% de la VME (conducteurs d'engins de l'alvéole). [43]

La base Colchic de l'INRS fournit des données d'exposition dans les ambiances de travail des filières du déchet. Les résultats ont été obtenus à partir des mesures effectuées par les 8 laboratoires interrégionaux de chimie des CRAM/CARSAT et de l'INRS, entre 2001 et 2010. Les résultats sont présentés dans le tableau suivant sans distinction du secteur d'activité concerné (résultats détaillés en **annexe 5-4**).

**Tableau 144 : Extraction de la base de données Colchic – Analyses en trichloroéthylène**

	Prélèvements individuels			Prélèvements d'ambiance		
	Nombre de mesures	Concentration min	Concentration max	Nombre de mesures	Concentration min	Concentration max
<b>Trichloroéthylène (mg/m<sup>3</sup>)</b>	9	0,02	0,04	33	0,06	20

Une entreprise spécialisée dans le traitement des déchets spéciaux a fourni des données semi-quantitatives sur les niveaux mesurés en trichloroéthylène dans les ambiances de travail. Les résultats sont présentés dans le tableau ci-après.

**Tableau 145 : Données d'exposition en trichloroéthylène - Traitement des déchets spéciaux<sup>129</sup>**

Activités évaluées	Nombre de sites évalués	Postes de travail évalués	Nombre de fois recherchées lors des mesures d'exposition professionnelles	Nombre de fois inférieures aux VLEP	Nombre de fois supérieures aux VLEP	Nombre de fois détectées (Valeurs inf + valeurs sup à la VLEP)
Incinération	5	Tous postes confondus	77	18	0	18
Traitement biologique	5	Tous postes confondus	10	0	0	0
Traitement physico-chimique	6	Tous postes confondus	11	2	0	2
Valorisation solvants et hydrocarbures	8	Tous postes confondus	60	2	0	2
Transit et regroupement	5	Tous postes confondus	39	2	0	2
Déconditionnement	7	Tous postes confondus	41	6	0	6
Broyage	6	Tous postes confondus	67	13	0	13
Stockage (inclus les dépotages et prélèvements)	15	Tous postes confondus	101	5	0	5

Aucun dépassement des VLEP n'a été observé.

<sup>129</sup> Les résultats d'analyse présentés ne tiennent pas compte des EPI (pas de facteur d'abattement appliqué).

## 7. Références bibliographiques

---

1 Règlement (CE) n° 1272/2008 du Parlement européen et du Conseil du 16 décembre 2008 relatif à la classification, à l'étiquetage et à l'emballage des substances et des mélanges, modifiant et abrogeant les directives 67/548/CEE et 1999/45/CE et modifiant le règlement (CE) n° 1907/2006.

2 Liste des Agents Classés par les Monographies du CIRC, Volumes 1–101.  
<http://monographs.iarc.fr/FR/Classification/index.php>

3 Integrated Risk Information System (IRIS). US-EPA. Trichloroethylene. Dernière mise à jour : 29/09/2011. <http://www.epa.gov/iris/subst/0199.htm>

4 FT22. Trichloroéthylène. INRS. 2011.

5 Base de données BIOTOX. INRS. Mise à jour : octobre 2010.

6 Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques – Trichloroéthylène. INERIS. 2005.

7 Fiche de données technico-économiques sur les substances chimiques en France – Trichloroéthylène. INERIS. 2007.

8 Règlement (CE) n° 1907/2006 du Parlement européen et du Conseil du 18 décembre 2006 concernant l'enregistrement, l'évaluation et l'autorisation des substances chimiques, ainsi que les restrictions applicables à ces substances (REACH), instituant une agence européenne des produits chimiques, modifiant la directive 1999/45/CE et abrogeant le règlement (CEE) n° 793/93 du Conseil et le règlement (CE) n° 1488/94 de la Commission ainsi que la directive 76/769/CEE du Conseil et les directives 91/155/CEE, 93/67/CEE, 93/105/CE et 2000/21/CE de la Commission.

9 Arrêté du 07/08/97 modifié relatif aux limitations de mise sur le marché et d'emploi de certains produits contenant des substances dangereuses.

10 Directive du Conseil 76/768/CEE du 27 juillet 1976 modifiée concernant le rapprochement des législations des États membres relatives aux produits cosmétiques.

11 Arrêté du 6 février 2001 modifié fixant la liste des substances qui ne peuvent entrer dans la composition des produits cosmétiques.

12 Règlement n° 1223/2009 du Parlement européen et du Conseil du 30 novembre 2009 relatif aux produits cosmétiques.

13 Directive 2008/84/CE de la commission du 27 août 2008 portant établissement de critères de pureté spécifiques pour les additifs alimentaires autres que les colorants et les édulcorants.

14 Arrêté du 31/01/08 modifié relatif au registre et à la déclaration annuelle des émissions polluantes et des déchets.

15 Arrêté du 02/02/98 modifié relatif aux prélèvements et à la consommation d'eau ainsi qu'aux émissions de toute nature des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation.

16 Arrêté du 20/09/02 modifié relatif aux installations d'incinération et de co-incinération de déchets dangereux.

- 
- 17 Arrêté du 20/09/02 modifié relatif aux installations d'incinération et de co-incinération de déchets non dangereux et aux installations incinérant des déchets d'activités de soins à risques infectieux.
- 18 Arrêté du 30/12/02 modifié relatif au stockage de déchets dangereux.
- 19 Arrêté du 09/09/97 modifié relatif aux installations de stockage de "déchets non dangereux".
- 20 Recommendation from the Scientific Committee on Occupational Exposure Limits for trichloroethylene. SCOEL/SUM/142. 2009.
- 21 Fiche Metropol 029/V02.01. Dérivés halogénés des hydrocarbures aliphatiques. 01/2009.
- 22 Site internet de l'Afnor. Date de consultation : octobre 2011. <http://www.boutique.afnor.org/>
- 23 NIOSH Manual of Analytical Methods. 3<sup>ème</sup> supplément. 2003.  
<http://www.cdc.gov/niosh/docs/2003-154/method-t.html>  
<http://www.cdc.gov/niosh/docs/2003-154/method-cas7.html>
- 24 Sampling & Analytical Methods. Occupational Safety & Health Administration (OSHA). Dernière date de mise à jour : 23/03/2010. [http://www.osha.gov/dts/sltc/methods/toc\\_c.html](http://www.osha.gov/dts/sltc/methods/toc_c.html)
- 25 Fiche pratique de sécurité. Les appareils de protection respiratoire. ED 98. INRS. Octobre 2008.
- 26 OCDE (Organisation de coopération et de développement économiques). Date de consultation : octobre 2011. <http://webnet.oecd.org/hpv/UI/Search.aspx>
- 27 Données industrielles, économiques, géographiques sur les principaux produits chimiques, métaux et matériaux. Solvants chlorés. Jean-Louis VIGNES, Gilles ANDRE, Frédéric KAPALA. Société Française de Chimie. 8<sup>ème</sup> édition : 2009. <http://91.121.18.171/sfc/Donnees/acc.htm>
- 28 Inventaire CMR 2005. Base de données de l'INRS.  
<http://www.inrs.fr/accueil/produits/bdd/cmr.html>
- 29 European Union Risk Assessment Report – Trichloroethylene. Final version of 2004.
- 30 Environnement Canada - Prévention de la pollution - Règlement sur les solvants de dégraissage - Rapport sur les options stratégiques, Partie 2 (Définition du problème). Date de modification : 25/02/2010. <http://www.ec.gc.ca/rsd-sdr/default.asp?lang=Fr&n=4906E279-1&offset=3&toc=show>
- 31 Fiche d'aide du repérage FAR 30. Pose de revêtements routiers. INRS. Date de mise à jour : 25/06/2010.
- 32 Fiche d'aide à la substitution FAS 1. Trichloroéthylène. Nettoyage / Dégraissage. INRS. Date de mise à jour : 21/08/2006.
- 33 Fiche d'aide à la substitution FAS 7. Trichloroéthylène. Travaux publics (dégoudronnage). INRS. Date de mise à jour : 28/09/2007.
- 34 Etude des composés CMR dans les déchets dangereux. Alain Chollot. INRS. 2007.
- 35 Annexe II de l'article R541-8 du Code de l'environnement : LISTE DE DÉCHETS.
- 36 Les risques non microbiologiques associés au compostage des déchets. FNADE, Ministère de l'écologie et du développement durable. 19 août 2002.

37 Guide pour l'évaluation du risque sanitaire dans le cadre de l'étude d'impact d'une UIOM. ASTEE. Novembre 2003.

38 Les polluants et les techniques d'épuration des fumées. Cas des unités de traitement et de valorisation des déchets. Etat de l'art. Stéphane Bicocchi, Mathieu Boulinguez, Karen Diard. Etude réalisée sous la direction et pour le compte de l'association RECORD. Editions Tec & Doc Lavoisier. 2<sup>e</sup> édition. 2009.

39 Guide pour l'évaluation du risque sanitaire dans le cadre de l'étude d'impact d'une installation de stockage de déchets ménagers et assimilés. Association Scientifique et Technique pour l'Eau et l'Environnement (ASTEE). Février 2005.

40 Caractérisation des biogaz – Bibliographie – Mesures sur sites – Rapport final. J. POULLEAU. INERIS. Octobre 2002.

41 Stockage des déchets et santé publique. Chapitre 2.1. INVS. Septembre 2004.  
<http://www.invs.sante.fr/publications/2005/dechets/index.html>

42 Faisabilité d'une étude épidémiologique auprès des travailleurs des centres de compostage. Gwladys FRANCOIS. Mémoire de l'Ecole Nationale de la Santé Publique (ENSP). 2005.

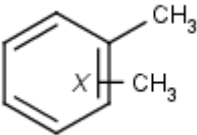
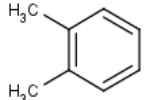
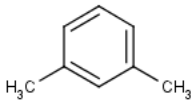
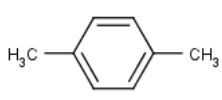
43 Etude des polluants atmosphériques émis dans deux centres de stockage des ordures ménagères ; Caractérisation et mesure des niveaux d'exposition ; Mise au point d'outils de suivi en vue de l'évaluation des risques sanitaires. M. Hours, Ph. Berny. ETUDE N° 99-0654/3A. RECORD, ADEME. Septembre 2001.

**FICHE FILIÈRE DU XYLÈNE  
(MÉLANGE D'ISOMÈRES)**

## 1. Fiche identité de la substance

Les xylènes sont des hydrocarbures aromatiques extraits du pétrole. Il existe trois isomères du xylène qui se différencient par la place de leur seconde ramification. Le xylène commercial est un mélange des trois isomères et de l'éthylbenzène contenus dans des proportions différentes. Le composé prédominant est toujours le m-xylène.

**Tableau 146 : Caractéristiques du xylène**

IDENTIFICATION DE LA SUBSTANCE	
Numéros CAS	1330-20-7
Numéro CE (EINECS, ELINCS, NLP)	215-535-7
Nom	Xylène
Synonymes	Diméthylbenzène Méthyltoluène Xylol
Famille chimique	Hydrocarbures aromatiques
Formule brute	C <sub>8</sub> H <sub>10</sub>
Formule semi-développée	    <p>Xylène commercial (mélange d'isomères)</p> <p>o-xylène ortho-xylène</p> <p>m-xylène Méta-xylène</p> <p>p-xylène Para-xylène</p>
Catégorie de classement de la substance	<p><b>Classement selon le règlement CLP (N°1272/2008 - Annexe VI) [1] :</b> Non classé cancérigène, mutagène ou reprotoxique</p> <p><b>Classement selon le CIRC [2] :</b> Groupe 3 (non classifiable quant à sa cancérogénicité pour l'homme)</p> <p><b>Classement selon l'US EPA [3] :</b> Non classé</p> <p><b>VLEP réglementaire contraignante (Article R.4412-149 du code du travail) :</b> VLEP (8h) : 221 mg/m<sup>3</sup>, soit 50 ppm VLEP (court terme : 15 min) : 442 mg/m<sup>3</sup>, soit 100 ppm Possibilité d'une pénétration cutanée importante.</p>
Tension vapeur [4]	<p>o-xylène : 663 Pa à 20°C m-xylène : 790 Pa à 20°C p-xylène : 863 Pa à 20°C</p>
Indicateurs biologiques d'exposition [5]	<p><u>Acides méthylhippuriques urinaires</u> : Valeur-Guide Française : Pour une exposition aux xylènes (techniques ou commerciaux) : Acides méthylhippuriques urinaires = 1,5 g/g de créatinine en fin de poste (dernière mise à jour 1997)</p> <p><u>Xylènes sanguins</u> : Valeur-Guide Française : Non déterminée</p> <p><u>Xylènes urinaires</u> : Valeur-Guide Française : Non déterminée</p>
Fiche INRS	FT77 : Xylènes. 2009 [6]

IDENTIFICATION DE LA SUBSTANCE	
Fiches INERIS	Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques. o-, m-, p-xylènes et leurs mélanges. 28/06/2006 [4] Données technico-économiques sur les substances chimiques en France. Xylène. 03/04/2006 [7]

## 2. Toxicité de la substance

### 2.1. Toxicité en exposition aiguë

La toxicité aiguë des xylènes est commune à celle de la plupart des hydrocarbures liquides distillant en dessous de 300°C. [4]

Les symptômes observés en cas d'intoxication aiguë aux xylènes sont les suivants [4] :

- |                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Toxicité par ingestion :        | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Troubles digestifs : douleurs abdominales, nausées puis vomissements suivis de diarrhées ;</li> <li>- Dépression du système nerveux central : syndrome ébrié puis troubles de la conscience (voire coma convulsif en cas de prise massive) ;</li> <li>- Pneumopathie d'inhalation dont les premiers signes sont radiologiques, les signes cliniques étant plus tardifs (toux, dyspnée, fièvre).</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Toxicité par inhalation :       | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Effets sur le système neurologique central (en principe, réversibles) :               <ul style="list-style-type: none"> <li>o Céphalées et asthénie apparaissant pour des concentrations de l'ordre de 200 ppm, puis sensation de vertiges et confusion accompagnées de nausées, et enfin, lors d'expositions à de très fortes concentrations, coma ;</li> <li>o Altération des fonctions psychomotrices : temps de réaction augmenté dès l'exposition à 200 ppm pour des durées d'exposition variables ;</li> </ul> </li> <li>- Irritation des voies respiratoires (lors de l'exposition pendant 15 minutes à 100 ppm) ;</li> <li>- Irritation oculaire modéré (200 ppm).</li> </ul> |
| Toxicité par contact cutané :   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Dermatoses d'irritation en cas de projections ;</li> <li>- L'immersion des mains pendant 20 minutes dans les xylènes liquides provoque une sensation de brûlure et un érythème.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Toxicité par contact oculaire : | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Irritation cornéo-conjonctivale en cas de projections oculaires, dont la gravité dépend de la quantité et du temps de contact.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |

### 2.2. Toxicité en exposition chronique

La voie respiratoire est la voie usuelle d'intoxication professionnelle aux xylènes. De façon générale, la toxicité à terme est modérée. Les xylènes n'entraînent en général pas d'effet spécifique les distinguant des autres solvants. [4]

Les effets majeurs d'intoxication chronique aux xylènes sont [4] :



Système nerveux central :	Le syndrome psycho-organique est l'effet toxique chronique majeur des xylènes : il associe des troubles de la mémoire, de la concentration, de la personnalité, une insomnie, une diminution des performances intellectuelles et des troubles de la personnalité sans signe objectif. Sa relation avec l'exposition aux xylènes est cependant difficile à étudier en raison de l'utilisation concomitante d'autres solvants, de la mauvaise quantification de l'exposition et de divers problèmes méthodologiques.
Autres manifestations :	Les xylènes ne sont pas hématotoxiques. Il n'existe pas d'étude ou d'observation probante sur l'éventuelle toxicité des xylènes sur l'appareil respiratoire, le foie, les reins et le système nerveux périphérique.
Manifestation cutanées :	Les xylènes ont une action desséchante et dégraissante sur la peau en contact et sont responsables de dermatoses d'irritation chroniques (peau sèche et squameuse). Ils ne sont pas allergisants à l'état pur.
Effets génotoxiques :	Une étude <i>in vitro</i> sur des lymphocytes humains ne montre pas d'augmentation des échanges de chromatides sœurs ou des cassures chromosomiques du fait de l'exposition aux xylènes. Lors d'une étude <i>in vivo</i> sur des volontaires exposés aux xylènes, il n'a pas été observé d'augmentation des échanges de chromatides sœurs, ni des aberrations chromosomiques lymphocytaires.
Effets cancérogènes :	Il n'existe pas d'études ou d'observations suffisantes permettant d'apprécier un éventuel pouvoir cancérogène des xylènes chez l'homme.
Effets sur la reproduction :	Une étude fait état de troubles menstruels chez des femmes exposées à moins de 100 ppm de xylènes associés à d'autres solvants. Les xylènes traversent la barrière placentaire. Une augmentation du risque d'avortements spontanés et de malformations congénitales (notamment neurologiques), chez des enfants nés de mères exposées aux xylènes pendant le premier semestre de leur grossesse, a été relevée dans 4 études cas-témoins, mais ne peuvent être imputées de façon certaine aux xylènes en raison de l'exposition concomitante à d'autres produits chimiques et du faible nombre de cas étudiés.

### 3. Réglementation

#### 3.1. Textes réglementaires relatifs à la substance

##### *3.1.1. Textes relatifs à l'utilisation de la substance*

###### ➤ **Carburants**

Le xylène est concerné par la directive n°98/70/CE du 13/10/98 concernant la qualité de l'essence et des carburants diesel et modifiant la directive 93/12/CEE du Conseil [8], directive limitant la composition des carburant en hydrocarbures aromatiques, retranscrite en droit français par l'arrêté du 26 janvier 2009 relatif aux caractéristiques du supercarburant sans plomb 95-E10 (SP95-E10) [9]. Ainsi, parmi les spécificités environnementales applicables aux carburants sur le marché destinés aux véhicules équipés de moteur à allumage commandé, la valeur limite maximale pour les hydrocarbures aromatiques est de 35% v/v.

###### ➤ **Produits de construction ou de revêtement de mur ou de sol**

Le décret du 23 mars 2011 [10] relatif à l'étiquetage des produits de construction ou de revêtement de mur ou de sol et des peintures et vernis sur leurs émissions de polluants volatils, complété par l'arrêté du 19 avril 2011 [11] relatif à l'étiquetage des produits de construction ou de revêtement de mur ou de

sol et des peintures et vernis sur leurs émissions de polluants volatils, réglementent l'étiquetage obligatoire des produits suivants lorsqu'ils sont destinés, exclusivement ou non, à un usage intérieur :

- revêtements de sol, mur ou plafond,
- cloisons et faux-plafonds,
- produits d'isolation,
- portes et fenêtres,
- produits destinés à la pose des produits mentionnés ci-dessus.

Cette réglementation ne s'applique pas aux produits composés exclusivement de verre non traité ou de métal non traité, ni aux produits de serrure, ferrure ou de visserie. Elle impose qu'à partir du 1<sup>er</sup> janvier 2012, tout produit mis nouvellement sur le marché devra porter cet étiquetage informatif sur les COV émis par le produit après 28 jours de test. Tout produit mis sur le marché avant le 1<sup>er</sup> janvier 2012 devra être étiqueté au plus tard le 1<sup>er</sup> septembre 2013 pour être commercialisé en France.

Le label comporte une lettre représentant la classe la plus élevée (mauvaise) pour 10 composés organiques volatils (dont le xylène), et les COV totaux. Concernant le xylène, les classes d'émissions et les seuils limites des concentrations d'exposition sont les suivants :

Classes d'émission	Seuils limites des concentrations d'exposition
Classe C	>400 µg/m <sup>3</sup>
Classe B	<400 µg/m <sup>3</sup>
Classe A	<300 µg/m <sup>3</sup>
Classe A+	<200 µg/m <sup>3</sup>

### **3.1.2. Textes relatifs aux valeurs limites d'émission des installations de traitement de déchets**

Le xylène fait partie de la liste définie dans l'arrêté du 31/01/08 modifié relatif au registre et à la déclaration annuelle des émissions polluantes et des déchets **[12]**, concernant les polluants devant être mentionnés dans le registre des émissions polluantes et des déchets et devant apparaître dans la déclaration annuelle des émissions polluantes et des déchets faite par les exploitants des établissements concernés.

L'arrêté du 02/02/98 relatif aux prélèvements et à la consommation d'eau ainsi qu'aux émissions de toute nature des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation **[13]** impose dans les rejets aqueux une valeur limite pour le xylène de 1,5 mg/L si le rejet dépasse 1 g/j.

Concernant la pollution de l'air, cet arrêté impose les valeurs limites de rejets suivantes pour les émissions de COV des ICPE **[8]** :

- Si le flux horaire total dépasse 2 kg/h, la valeur limite exprimée en carbone total de la concentration globale de l'ensemble des composés est de 110 mg/m<sup>3</sup> ;
- Dans le cas de l'utilisation d'une technique d'oxydation pour l'élimination COV, la valeur limite d'émission en COV exprimée en carbone total est de 20 mg/m<sup>3</sup> ou 50 mg/m<sup>3</sup> si le rendement d'épuration est supérieur à 98%.

L'arrêté du 20/09/02 relatif aux installations d'incinération et de co-incinération de déchets dangereux **[14]** impose les valeurs limites de rejets suivantes pour les émissions de substances organiques à l'état de gaz ou de vapeur, exprimées en carbone organique total (COT) :

- 10 mg/m<sup>3</sup> en moyenne journalière,
- 20 mg/m<sup>3</sup> en moyenne sur une demi-heure.

L'arrêté du 20/09/02 relatif aux installations d'incinération et de co-incinération de déchets non dangereux et aux installations incinérant des déchets d'activités de soins à risques infectieux **[15]**

impose les valeurs limites de rejets suivantes pour les émissions de substances organiques à l'état de gaz ou de vapeur, exprimées en carbone organique total (COT) :

- 10 mg/m<sup>3</sup> en moyenne journalière,
- 20 mg/m<sup>3</sup> en moyenne sur une demi-heure.

L'arrêté du 28/10/10 relatif aux installations de stockage de déchets inertes **[16]** impose de réaliser un essai de lixiviation et une analyse du contenu total lors de la procédure d'acceptation préalable de tout déchet inerte ne faisant pas partie de la liste des déchets admissibles de l'annexe I du même arrêté. Parmi les paramètres à analyser lors de l'analyse du contenu total, le paramètre BTEX (benzène, toluène, éthylbenzène et xylènes) doit respecter la valeur limite de 6 mg/kg de déchet sec.

### 3.2. Valeurs de référence

En France, les VLEP réglementaires contraignantes dans l'air des locaux de travail établies pour le xylène (art. R.4412-149 du Code du travail) sont :

- VME (exposition moyenne pondérée sur 8 heures) = 50 ppm soit 221 mg/m<sup>3</sup> ;
- VLE (exposition à court terme sur 15 min) = 100 ppm soit 442 mg/m<sup>3</sup> ;
- Possibilité d'une pénétration cutanée importante.

Au niveau communautaire, la directive 2000/39/CE de la Commission du 8 juin 2000 relative à l'établissement d'une première liste de valeurs limites d'exposition professionnelle de caractère indicatif en application de la directive 98/24/CE du Conseil concernant la protection de la santé et de la sécurité des travailleurs contre les risques liés à des agents chimiques sur le lieu de travail **[17]**, fixe pour le xylène (isomères mixtes, purs) les valeurs limites d'exposition professionnelles suivantes :

- Pour une exposition moyenne pondérée sur 8 heures : 50 ppm, soit 221 mg/m<sup>3</sup> ;
- Pour une exposition à court terme (15 min) : 100 ppm, soit 442 mg/m<sup>3</sup> ;
- Possibilité de pénétration cutanée importante.

Le Scientific Committee on Occupational Exposure Limit (SCOEL) élabore les VLEP au niveau européen. D'après son rapport « Recommendation from Scientific Expert Group<sup>130</sup> on Occupational Exposure Limits for Xylenes » (1992) **[18]**, le SEG a établi pour les xylènes :

- la VLEP sur 8 heures<sup>131</sup> suivante : 50 ppm (221 mg/m<sup>3</sup>) ;
- la VLEP à court terme (15 min)<sup>132</sup> suivante : 100 ppm (442 mg/m<sup>3</sup>) ;
- Une notation « skin » a également été recommandée du fait de la possibilité d'une pénétration cutanée importante.

La proposition du SEG est basée sur l'analyse suivante **[23]** :

Les VLEP proposées sont basées sur une LOAEL<sup>133</sup> de 100 ppm pour des signes irritatifs et une atteinte du système nerveux central. A 100 ppm ces signes sont jugés modérés. Un facteur d'incertitude de 2 a été considéré comme étant suffisant en raison du peu de signes constatés à 100 ppm. La VME proposée est donc de 50 ppm et la valeur limite à court terme de 100 ppm pour limiter l'apparition de signes irritatifs liés à des pics.

---

<sup>130</sup> Le groupe d'experts européens SEG, constitué en 1990 a été remplacé en 1995 par le SCOEL : Scientific Committee on Occupational Exposure Limit (Comité scientifique en matière de valeurs limites d'exposition professionnelle).

<sup>131</sup> 8-hour Time Weighted Average (TWA)

<sup>132</sup> Short Term Exposure Limit (STEL)

<sup>133</sup> LOAEL : Lowest Observed Adverse Effect Level

Une notation « skin » a été également recommandée car l'absorption cutanée du xylène liquide pourrait contribuer substantiellement à la charge corporelle. [23]

En France, le Groupe d'experts « Effets sur la santé » a édité en janvier 2004 une fiche de synthèse concernant les xylènes [19]. Sur la base des données du SCOEL, des recherches complémentaires ont été effectuées par ce groupe d'experts afin d'identifier d'éventuelles données nouvelles de la littérature, entre 1990 et 2001. Les recherches ont été effectuées dans les bases de données suivantes : Pubmed, Current Contents, NIOSHTIC, INRS bibliographie.

Sur la base de ces nouvelles recherches, le Groupe d'experts a conclu qu'une modification des valeurs proposées par le SCOEL n'était pas justifiée. [22]

### 3.3. Normes relatives à l'analyse dans l'air

Les références des normes relatives à l'analyse dans l'air du xylène sont présentées dans le tableau suivant :

**Tableau 147 : Normes relatives à l'analyse du xylène dans l'air**

Source	Référence méthode / norme
Fiches Métropol de l'INRS [20] [21]	Fiche Métropol 012/V02. Hydrocarbures aromatiques. 11/2009. Fiche Métropol 055/ V01.01. Mélanges de vapeurs d'hydrocarbures C6 à C12. 11/2009.
Normes AFNOR spécifiques [22]	NF X43-267 (Juillet 2004) Air des lieux de travail. Prélèvement et analyse de vapeurs organiques. Prélèvement par pompage sur tube à adsorption et désorption au solvant.  NF EN ISO 16017 (Partie 1 : Mars 2001 / Partie 2 : Oct 2003) Air intérieur, air ambiant et air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par tube à adsorption/désorption thermique/chromatographie en phase gazeuse sur capillaire.  NF ISO 16200 (Décembre 2001) Qualité de l'air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par désorption au solvant/chromatographie en phase gazeuse.  ISO 9487:1991 (Août 1991) Air des lieux de travail. Détermination des hydrocarbures aromatiques vaporeux. Méthode d'analyse par tube à charbon actif/désorption des solvants/chromatographie en phase gazeuse.
Méthodes NIOSH [23]	Méthode 2549 : « Volatile organic CPDS (Screening) ». Issue 1, 15 mai 1996. Méthode 1501 : « Hydrocarbons, aromatic ». Issue 3, 15 mars 2003. Méthode 3800 : « Organic and inorganic gases by Extractive FTIR spectrometry ». Issue 1, 15 mars 2003.
Méthodes OSHA [24]	Méthode 1002 : Xylenes (o-, m-, p-isomers) Ethylbenzene. Août 1999.

### 3.4. EPI pour l'exposition par inhalation

La norme NF EN 529<sup>134</sup> définit les facteurs de protection pour chaque type d'appareil de protection respiratoire (annexe C de la norme).

Pour les gaz et vapeurs organiques dont le point d'ébullition est supérieur à 65°C, le type de filtre adapté est un filtre à gaz EN 14387/IN1 type A [25].

Le guide d'intervention chimique concernant les xylènes, réalisé par Total, Total Petrochemicals et Cedre [26], préconise de porter un ARI (Appareil Respiratoire Isolant), ainsi qu'une protection anti-feu (le risque principal restant le feu et les vapeurs), notamment pour affronter une situation d'urgence :

- Si la concentration en oxygène est inférieure à 19, voire 21% en volume ou risque de le devenir ;
- Si la concentration en toxique atteint ou dépasse des teneurs supérieures aux valeurs limites, ou est inconnue ;
- En cas d'incendie.

## 4. Production et consommation de la substance

L'OCDE (Organisation de Coopération et de Développement Economiques) classe le xylène comme produit chimique HPV (High Production Volume) [27] : il est donc fabriqué ou importé à raison d'au moins 1 000 tonnes par an dans l'Union Européenne, et ce par au moins un état membre.

Les xylènes sont produits à partir de matières premières brutes issues du pétrole par reformage catalytique (entre 85 et 90% de la production de xylène) ou par vapocraquage. En fonction des procédés et des conditions opératoires employées, on obtient des compositions de xylènes différentes, pour lesquelles le m-xylène est toujours majoritaire. Par reformage catalytique on obtient par exemple du xylène commercial contenant 44% de m-xylène, 20% de o-xylène, 20% de p-xylène et 15% d'éthylbenzène [7]

Selon la Société Française de Chimie, la capacité de production annuelle de l'Europe occidentale était, en 2006, de 4,88 millions de tonnes [28]. Elle était de 2,7 millions de tonnes en 1995 [7].

En France, les xylènes sont fabriqués exclusivement à Gonfreville l'Orcher (76) par Total Petrochemicals. En 2007, la production était de 95 020 tonnes d'ortho-xylène et 108 719 tonnes de paraxylène. [35]

En 1993, les capacités de production française étaient de 90 000 t/an pour le o-xylène et de 90 000 t/an pour le p-xylène. [7]

En France, le xylène est le solvant hydrocarboné le plus utilisé avec 34 000 tonnes en 2004. [7]

---

<sup>134</sup> Appareil de protection respiratoire – Recommandations pour le choix, l'utilisation, l'entretien et la maintenance – Guide.

## 5. Utilisations de la substance

On appelle xylène (technique ou commercial) le mélange issu du reformage, souvent enrichi en métaxylène. Il sert de solvant. [35]

En 2005 en Europe, la répartition des utilisations de xylène en tant que solvant était la suivante [35] :

Comme composant d'un produit	Secteur des peintures, vernis, encres	57%
	Produits agrochimiques	20%
	Produits détergents	2,8%
	Autres produits chimiques à usage industriel	0,6%
Utilisé tel quel	Fabrication de pièces techniques en matières plastiques	7%
	Fabrication de meubles	2,6%
	Peinture	1%

### 5.1. Industrie des peintures, vernis, colles et encres d'imprimerie

Le xylène technique (ou commercial) est utilisé comme solvant pour les peintures, vernis, encres d'imprimerie, colles, etc. [4] [7]

Le xylène n'est utilisé comme solvant que pour des peintures contenant des plastifiants uniquement solubles dans des solvants aromatiques. [7]

### 5.2. Industrie pharmaceutique

Le xylène technique (ou commercial) est utilisé dans l'industrie des produits pharmaceutiques. [4] [7]

L'o-xylène est également employé dans la fabrication de médicaments. [35]

### 5.3. Industrie phytopharmaceutique

Le xylène technique (ou commercial) est utilisé dans la préparation d'insecticides. [4] [7]

### 5.4. Industrie du caoutchouc et des matières plastiques

Le xylène technique (ou commercial) est utilisé dans l'industrie du caoutchouc ainsi que dans la fabrication de pièces techniques en matières plastiques. [4] [35]

### 5.5. Industrie chimique

Le xylène constitue la matière première pour la fabrication de l'acide benzoïque. Il est également employé dans la fabrication de colorants. [4] [7]

Les isomères du xylène interviennent dans les procédés de synthèse organique, pour la fabrication de certaines substances chimiques [4] [7] [35] :

- Paraxylène (p-xylène) : Son principal débouché est la fabrication de l'acide téréphtalique ou de son ester, le diméthyltéréphtalate, servant à la fabrication du PET (polyéthylène téréphtalate) et des fibres polyester pour les vêtements ;
- Orthoxylène (o-xylène) : son principal débouché est la fabrication de l'anhydride phtalique utilisé pour la fabrication de plastifiants pour PVC ainsi que pour la fabrication de résines polyester insaturées employées dans des composites (domaine maritime et construction) et

de résines alkydes servant de revêtement de surface. Il remplace, pour la fabrication de l'anhydride phtalique, de plus en plus, le naphthalène ;

- Méta-xylène (m-xylène) : il est employé, quasi exclusivement, dans la production d'acide isophtalique destiné à la synthèse de résines polyester insaturées, de résines alkydes et de comonomère dans la production de résines polyéthylène-téréphtalate.

## 5.6. Carburants

Les xylènes sont des constituants de certains carburants et solvants pétroliers. [4]

## 5.7. Fabrication de meubles

Le xylène est utilisé en tant que solvant dans la fabrication de meubles. [35]

## 5.8. Autres utilisations

Le xylène est également employé dans les laboratoires d'histologie pour dissoudre la paraffine lors de la préparation des tissus à l'examen microscopique. [4]

En microscopie, il est utilisé pour les examens en immersion et comme agent de nettoyage. [4]

## 5.9. Etat des lieux de la substitution de la substance en France

Le xylène n'étant pas classé CMR de catégorie 1A ou 1B, les démarches de substitution telles qu'imposées par l'article R.4412-66 du code du travail ne sont pas obligatoires pour cette substance.

# 6. Le xylène dans les déchets

## 6.1. Déchets contenant du xylène

D'après les diverses utilisations identifiées dans la présente fiche, les déchets pouvant contenir du xylène sont classés dans la nomenclature déchets de l'article R.541-8 (Annexe II) du Code de l'environnement [29] sous les rubriques suivantes :

**Tableau 148 : Rubriques des déchets susceptibles de contenir du xylène**

N°RUBRIQUE	DECHETS
<b>05</b>	<b>DÉCHETS PROVENANT DU RAFFINAGE DU PÉTROLE, DE LA PURIFICATION DU GAZ NATUREL ET DU TRAITEMENT PYROLYTIQUE DU CHARBON</b>
<b>05 01</b>	<b>Déchets provenant du raffinage du pétrole</b>
<b>03</b>	<b>DÉCHETS PROVENANT DE LA TRANSFORMATION DU BOIS ET DE LA PRODUCTION DE PANNEAUX ET DE MEUBLES, DE PÂTE À PAPIER, DE PAPIER ET DE CARTON</b>
<b>03 01</b>	<b>Déchets provenant de la transformation du bois et de la fabrication de panneaux et de meubles</b>
03 01 04*	Sciure de bois, copeaux, chutes, bois, panneaux de particules et placages contenant des substances dangereuses
<b>07</b>	<b>DÉCHETS DES PROCÉDÉS DE LA CHIMIE ORGANIQUE</b>
<b>07 01</b>	<b>Déchets provenant de la fabrication, formulation, distribution et utilisation (FFDU) de produits organiques de base</b>
07 01 04*	Autres solvants, liquides de lavage et liqueurs mères organiques
07 01 08*	Autres résidus de réaction et résidus de distillation
07 01 10*	Autres gâteaux de filtration et absorbants usés

N° RUBRIQUE	DECHETS
07 01 11*	Boues provenant du traitement in situ des effluents contenant des substances dangereuses
<b>07 02</b>	<b>Déchets provenant de la FFDU de matières plastiques, caoutchouc et fibres synthétiques</b>
07 02 04*	Autres solvants, liquides de lavage et liqueurs mères organiques
07 02 08*	Autres résidus de réaction et résidus de distillation
07 02 10*	Autres gâteaux de filtration et absorbants usés
07 02 11*	Boues provenant du traitement in situ des effluents contenant des substances dangereuses
07 02 14*	Déchets provenant d'additifs contenant des substances dangereuses
<b>07 04</b>	<b>Déchets provenant de la FFDU de produits phytosanitaires organiques (sauf rubriques 02 01 08 et 02 01 09), d'agents de protection du bois (sauf section 03 02) et d'autres biocides</b>
07 04 04*	Autres solvants, liquides de lavage et liqueurs mères organiques
07 04 08*	Autres résidus de réaction et résidus de distillation
07 04 10*	Autres gâteaux de filtration et absorbants usés
07 04 11*	Boues provenant du traitement in situ des effluents contenant des substances dangereuses
<b>07 05</b>	<b>Déchets provenant de la FFDU des produits pharmaceutiques</b>
07 05 04*	Autres solvants, liquides de lavage et liqueurs mères organiques
07 05 08*	Autres résidus de réaction et résidus de distillation
07 05 10*	Autres gâteaux de filtration et absorbants usés
07 05 11*	Boues provenant du traitement in situ des effluents contenant des substances dangereuses
<b>07 07</b>	<b>Déchets provenant de la FFDU de produits chimiques issus de la chimie fine et de produits chimiques non spécifiés ailleurs</b>
07 07 04*	Autres solvants, liquides de lavage et liqueurs mères organiques
07 07 08*	Autres résidus de réaction et résidus de distillation
07 07 10*	Autres gâteaux de filtration et absorbants usés
07 07 11*	Boues provenant du traitement in situ des effluents contenant des substances dangereuses
<b>08</b>	<b>DÉCHETS PROVENANT DE LA FABRICATION, DE LA FORMULATION, DE LA DISTRIBUTION ET DE L'UTILISATION (FFDU) DE PRODUITS DE REVÊTEMENT (PEINTURES, VERNIS ET ÉMAUX VITRIFIÉS), MASTICS ET ENCRE D'IMPRESSION</b>
<b>08 01</b>	<b>Déchets provenant de la FFDU et du décapage de peintures et vernis</b>
08 01 11*	Déchets de peintures et vernis contenant des solvants organiques ou d'autres substances dangereuses
08 01 13*	Boues provenant de peintures ou vernis contenant des solvants organiques ou autres substances dangereuses
08 01 15*	Boues aqueuses contenant de la peinture ou du vernis contenant des solvants organiques ou autres substances dangereuses
08 01 17*	Déchets provenant du décapage de peintures ou vernis contenant des solvants organiques ou autres substances dangereuses
08 01 19*	Suspensions aqueuses contenant de la peinture ou du vernis contenant des solvants organiques ou autres substances dangereuses
08 01 21*	Déchets de décapants de peintures ou vernis
<b>08 03</b>	<b>Déchets provenant de la FFDU d'encre d'impression</b>
08 03 12*	Déchets d'encre contenant des substances dangereuses
08 03 14*	Boues d'encre contenant des substances dangereuses
<b>08 04</b>	<b>Déchets provenant de la FFDU de colles et mastics (y compris produits d'étanchéité)</b>
08 04 09*	Déchets de colles et mastics contenant des solvants organiques ou d'autres substances dangereuses
08 04 11*	Boues de colles et mastics contenant des solvants organiques ou d'autres substances dangereuses
08 04 13*	Boues aqueuses contenant des colles ou mastics contenant des solvants organiques ou d'autres substances dangereuses



N° RUBRIQUE	DECHETS
08 04 15*	Déchets liquides aqueux contenant des colles ou mastics contenant des solvants organiques ou d'autres substances dangereuses
<b>14</b>	<b>DÉCHETS DE SOLVANTS ORGANIQUES, D'AGENTS RÉFRIGÉRANTS ET PROPULSEURS</b>
<b>14 06</b>	<b>Déchets de solvants, d'agents réfrigérants et d'agents propulseurs d'aérosols/de mousses organiques</b>
14 06 03*	Autres solvants et mélanges de solvants
14 06 05*	Boues ou déchets solides contenant d'autres solvants
<b>15</b>	<b>EMBALLAGES ET DÉCHETS D'EMBALLAGES, ABSORBANTS, CHIFFONS D'ESSUYAGE, MATÉRIAUX FILTRANTS ET VÊTEMENTS DE PROTECTION NON SPÉCIFIÉS AILLEURS</b>
<b>15 01</b>	<b>Emballages et déchets d'emballages (y compris les déchets d'emballages municipaux collectés séparément)</b>
15 01 10*	Emballages contenant des résidus de substances dangereuses ou contaminés par de tels résidus
<b>15 02</b>	<b>Absorbants, matériaux filtrants, chiffons d'essuyage et vêtements de protection</b>
15 02 02*	Absorbants, matériaux filtrants (y compris les filtres à huile non spécifiés ailleurs), chiffons d'essuyage et vêtements de protection contaminés par des substances dangereuses
<b>16</b>	<b>DÉCHETS NON DÉCRITS AILLEURS DANS LA LISTE</b>
<b>16 03</b>	<b>Loupés de fabrication et produits non utilisés</b>
16 03 05*	Déchets d'origine organique contenant des substances dangereuses
<b>16 07</b>	<b>Déchets provenant du nettoyage de cuves et fûts de stockage et de transport</b>
<b>19</b>	<b>DÉCHETS PROVENANT DES INSTALLATIONS DE GESTION DES DÉCHETS, DES STATIONS D'ÉPURATION DES EAUX USÉES HORS SITE ET DE LA PRÉPARATION D'EAU DESTINÉE À LA CONSOMMATION HUMAINE ET D'EAU À USAGE INDUSTRIEL</b>
<b>19 05</b>	<b>Déchets de compostage</b>
19 05 03	Compost déclassé
<b>19 07</b>	<b>Lixiviats de décharges</b>
19 07 02*	Lixiviats de décharges contenant des substances dangereuses
<b>20</b>	<b>DÉCHETS MUNICIPAUX (DÉCHETS MÉNAGERS ET DÉCHETS ASSIMILÉS PROVENANT DES COMMERCES, DES INDUSTRIES ET DES ADMINISTRATIONS), Y COMPRIS LES FRACTIONS COLLECTÉES SÉPARÉMENT</b>
<b>20 01</b>	<b>Fractions collectées séparément</b>
20 01 13*	Solvants
20 01 27*	Peinture, encres, colles et résines contenant des substances dangereuses
20 01 37*	Bois contenant des substances dangereuses
<b>20 03</b>	<b>Autres déchets municipaux</b>
20 03 01	Déchets municipaux en mélange

## 6.2. Flux du xylène dans les déchets

Deipser et Stegmann (1994) ont mesuré les teneurs en micropolluants organiques de six échantillons d'OM brutes fraîches (1 semaine) en Allemagne. La concentration maximale mesurée en xylène est de [30] :

- 1,21 mg/kg de matière sèche pour le o-xylène,
- 2,93 mg/kg de matière sèche pour le m,p-xylène.

Une entreprise du comité de suivi, spécialisée dans le traitement par incinération de déchets industriels dangereux, a fourni des résultats de mesures réalisées à la réception de déchets, entre 2005 et 2010.

Les résultats sont présentés dans le tableau suivant, sous la forme de pourcentages massiques de la substance dans les déchets analysés.

**Tableau 149 : Analyses dans les déchets – Incinération déchets industriels (2005 à 2010)**

Désignation du déchet	Substance analysée	n° CAS	% massique de la substance dans le déchet
TOLONATES HDB 75 MX	o-XYLENE	95-47-6	24,1
Solvants halogénés	p-XYLENE	106-42-3	21,1
Metasystex	Xylène	1330-20-7	1,5
Desmodur HLBA, E1361MPA/X	Xylène	1330-20-7	non déterminé

### 6.3. Formation du xylène lors du traitement des déchets

#### 6.3.1. Incinération des déchets

Dans le cadre des travaux du GRIDEC (groupe de recherche sur l'incinération des déchets) sur l'évaluation des nuisances et impacts liés à l'incinération des ordures ménagères et assimilés) – octobre 1996 – le xylène a été identifié parmi les composés organiques volatils majoritairement émis par une UIOM. [31]

Selon S. Bicchocchi *et al.* (2009) [32], le xylène ne fait pas fait partie de la liste des 12 COV les plus fréquemment détectés à des concentrations pouvant être importantes, lors de l'incinération des déchets.

#### 6.3.2. Compostage des déchets

Selon l'INERIS [33], le xylène fait partie des éléments traces contenus dans le biogaz des centres de tri et de compostage, en de faibles concentrations. La concentration donnée par cette source est inférieure à 0,23 mg/m<sup>3</sup>.

L'étude FNADE-MEDD réalisée en 2002 sur les risques non microbiologiques associés au compostage des déchets rapporte les teneurs en COV dans l'air au sein des tas de compost d'ordures ménagères brutes. Cette concentration est de 15 000 µg/m<sup>3</sup> pour le m,o-xylène, et de 6 900 µg/m<sup>3</sup> pour le p-xylène. Les mesures en xylènes dans une salle de compostage fermée donnent des valeurs comprises entre 53 et 67 µg/m<sup>3</sup>. [41]

#### 6.3.3. Stockage des déchets

Selon le Guide pour l'évaluation du risque sanitaire dans le cadre de l'étude d'impact d'une Installation de Stockage de Déchets Ménagers et Assimilés (2005) (ISDMA) [34], les xylènes font partie des substances susceptibles d'être émises par les ISDMA.

Selon l'INERIS [40], le xylène fait partie des éléments traces contenus dans le biogaz des Centres d'Enfouissement Technique (CET), à des intervalles de concentration compris entre 0 et 470 mg/m<sup>3</sup>, selon les sources.

Le rapport « Stockage des déchets et santé publique » (2004), coordonné par l'INVS [35] indique :

- La présence de xylène dans les micropolluants organiques anthropogéniques présents à l'état de traces dans le biogaz des centres de stockage de déchets non dangereux. Les intervalles de concentrations sont :

Composé	Intervalle de concentrations
xylènes	compris entre la limite de quantification et 440 mg/m <sup>3</sup>
o-xylène	compris entre 2,4 et 10 mg/m <sup>3</sup>
m,p-xylène	compris entre 0,5 et 90 mg/m <sup>3</sup>

- La présence de xylène dans les micropolluants organiques anthropogéniques présents dans les lixiviats. Les concentrations varient entre 0,8 et 3 500 µg/L.

#### 6.3.4. Stations d'épuration

Selon l'INERIS [40], le xylène fait partie des éléments traces contenus dans le biogaz de STEP, à des intervalles de concentration compris entre 0,4 et 0,8 mg/m<sup>3</sup>.

## 6.4. Exposition des travailleurs au xylène

Le xylène fait partie des substances identifiées et mesurées dans l'air ambiant d'installation de compostage dans des concentrations supérieures aux VTR [36].

L'étude FNADE-MEDD réalisée en 2002 sur les risques non microbiologiques associés au compostage des déchets rapporte les teneurs en xylène mesurées dans l'air en divers points de site de compostage de déchets ménagers solides. Ces résultats sont présentés dans le tableau suivants [41] :

**Tableau 150 : Xylène mesuré dans l'air en divers points de site de compostage de déchets ménagers solides (teneurs en µg/m<sup>3</sup>) (Eitzer, 1995)**

Point de mesure	Concentration en µg/m <sup>3</sup>	
	m,o-xylène	p-xylène
Stockage	2 600	910
Broyage	3 700	1 600
Digesteur	420	250
Compost frais	520	250
Compost mur	6	4

Cette même étude précise la valeur en o-xylène mesurée sur un site de compostage d'ordures ménagères [41], en salle de tri des déchets : 90 ppb.

D'après l'étude relative aux émissions de deux centres de stockage d'ordures ménagères réalisée par Hours *et al.* (2001), les niveaux d'exposition des salariés aux xylènes sont à des taux bas et proches de ce qui peut être mesuré en zone urbaine. [37]

Une étude de l'INRS sur la caractérisation des risques chimiques potentiels dans quelques filières de traitement des déchets [38] a établi, à partir de la base COLCHIC, la liste des agents chimiques présents dans les filières de traitement des déchets et les niveaux d'exposition auxquels sont soumis les salariés. Cette étude indique que le xylène fait partie des 10 agents les plus mesurés dans le secteur de la récupération des déchets non métalliques recyclables. Elle précise que ce secteur regroupe de nombreux procédés de récupération de matériaux, eux-mêmes très divers : papiers, textiles, plastiques, caoutchouc... Les sites d'équarrissage sont également répertoriés dans ce secteur d'activité. Dans ce secteur, un peu moins de 4% des mesures concernent la recherche de xylène. L'étude ne donne cependant aucune précision sur les niveaux d'expositions mesurés.

La base Colchic de l'INRS fournit des données d'exposition dans les ambiances de travail des filières du déchet. Les résultats ont été obtenus à partir des mesures effectuées par les 8 laboratoires interrégionaux de chimie des CRAM/CARSAT et de l'INRS, entre 2001 et 2010. Les résultats sont

présentés dans le tableau suivant sans distinction du secteur d'activité concerné (résultats détaillés en **annexe 5-4**).

**Tableau 151 : Extraction de la base de données Colchic – Analyses en xylènes**

	Prélèvements individuels			Prélèvements d'ambiance		
	Nombre de mesures	Concentration min	Concentration max	Nombre de mesures	Concentration min	Concentration max
<b>Xylènes (mélange d'isomères) (mg/m<sup>3</sup>)</b>	49	0,1	45	43	0,02	32
<b>o-xylène (mg/m<sup>3</sup>)</b>	9	0,13	0,73	28	0,01	0,42
<b>m-xylène (mg/m<sup>3</sup>)</b>	9	0,12	0,62	38	0,01	9,21
<b>p-xylène (mg/m<sup>3</sup>)</b>	9	0,28	1,40	38	<0,01	4

Une entreprise spécialisée dans le traitement des déchets spéciaux a fourni des données semi-quantitatives sur les niveaux mesurés en xylènes dans les ambiances de travail. Les résultats sont présentés dans le tableau ci-après.

**Tableau 152 : Données d'exposition en xylènes - Traitement des déchets spéciaux<sup>135</sup>**

Activités évaluées	Nombre de sites évalués	Postes de travail évalués	Nombre de fois recherchées lors des mesures d'exposition professionnelles	Nombre de fois inférieures aux VLEP	Nombre de fois supérieures aux VLEP	Nombre de fois détectées (Valeurs inf + valeurs sup à la VLEP)
Incinération	5	Tous postes confondus	77	72	0	72
Traitement biologique	5	Tous postes confondus	10	3	0	3
Traitement physico-chimique	6	Tous postes confondus	11	6	0	6
Valorisation solvants et hydrocarbures	8	Tous postes confondus	60	38	0	38
Transit et regroupement	5	Tous postes confondus	39	20	0	20
Déconditionnement	7	Tous postes confondus	41	26	0	26
Broyage	6	Tous postes confondus	67	55	0	55
Stockage (inclus les dépotages et prélèvements)	15	Tous postes confondus	101	73	0	73

Aucun dépassement des VLEP n'a été observé.

<sup>135</sup> Les résultats d'analyse présentés ne tiennent pas compte des EPI (pas de facteur d'abattement appliqué).

## 7. Références bibliographiques

---

1 Règlement (CE) n° 1272/2008 du Parlement européen et du Conseil du 16 décembre 2008 relatif à la classification, à l'étiquetage et à l'emballage des substances et des mélanges, modifiant et abrogeant les directives 67/548/CEE et 1999/45/CE et modifiant le règlement (CE) n° 1907/2006.

2 Liste des Agents Classés par les Monographies du CIRC, Volumes 1–101.  
<http://monographs.iarc.fr/FR/Classification/index.php>

3 Integrated Risk Information System (IRIS). US-EPA. Xylènes. Dernière mise à jour : 21/02/2003.  
<http://www.epa.gov/iris/subst/0270.htm>

4 Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques. o-, m-, p-xylènes et leurs mélanges. INERIS. 2006.

5 Base de données BIOTOX. INRS. Mise à jour : octobre 2010.

6 FT77. Xylènes. INRS. 2009.

7 Fiche de données technico-économiques sur les substances chimiques en France – Xylène. INERIS. 2006.

8 Directive 98/70/CE du Parlement européen et du Conseil du 13 octobre 1998 concernant la qualité de l'essence et des carburants diesel et modifiant la directive 93/12/CEE du Conseil.

9 Arrêté du 26 janvier 2009 relatif aux caractéristiques du supercarburant sans plomb 95-E10 (SP95-E10).

10 Décret du 23/03/2011 relatif à l'étiquetage des produits de construction ou de revêtement de mur ou de sol et des peintures et vernis sur leurs émissions de polluants volatils.

11 Arrêté du 19/04/2011 relatif à l'étiquetage des produits de construction ou de revêtement de mur ou de sol et des peintures et vernis sur leurs émissions de polluants volatils

12 Arrêté du 31/01/08 modifié relatif au registre et à la déclaration annuelle des émissions polluantes et des déchets.

13 Arrêté du 02/02/98 modifié relatif aux prélèvements et à la consommation d'eau ainsi qu'aux émissions de toute nature des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation.

14 Arrêté du 20/09/02 modifié relatif aux installations d'incinération et de co-incinération de déchets dangereux.

15 Arrêté du 20/09/02 modifié relatif aux installations d'incinération et de co-incinération de déchets non dangereux et aux installations incinérant des déchets d'activités de soins à risques infectieux.

16 Arrêté du 28/10/10 relatif aux installations de stockage de déchets inertes.

17 Directive 2000/39/CE de la Commission du 8 juin 2000 relative à l'établissement d'une première liste de valeurs limites d'exposition professionnelle de caractère indicatif en application de la directive 98/24/CE du Conseil concernant la protection de la santé et de la sécurité des travailleurs contre les risques liés à des agents chimiques sur le lieu de travail.

18 Recommendation from the Scientific Expert Group on Occupational Exposure Limits for Xylenes. SEG/SUM/19B. 1992.

19 Fiche de synthèse : Xylènes. Groupe d'experts « Effets sur la santé ». Janvier 2004.

20 Fiche Metropol 012/V02. Hydrocarbures aromatiques. INRS. 11/2009.

21 Fiche Metropol 055/ V01.01. Mélanges de vapeurs d'hydrocarbures C6 à C12. INRS. 11/2009.

22 Site internet de l'Afnor. Date de consultation : novembre 2011. <http://www.boutique.afnor.org/>

23 NIOSH Manual of Analytical Methods. 3<sup>ème</sup> supplément. 2003.  
<http://www.cdc.gov/niosh/docs/2003-154/>

24 Sampling & Analytical Methods. Occupational Safety & Health Administration (OSHA). Dernière date de mise à jour : 23/03/2010. [http://www.osha.gov/dts/sltc/methods/toc\\_x.html](http://www.osha.gov/dts/sltc/methods/toc_x.html)

25 Fiche pratique de sécurité. Les appareils de protection respiratoire. ED 98. INRS. Octobre 2008.

26 Xylènes – Guide d'intervention chimique. Total, Total Petrochemicals, Cedre. Avril 2007.  
[www.cedre.fr/fr/publication/guides/chimique/xylenes.pdf](http://www.cedre.fr/fr/publication/guides/chimique/xylenes.pdf)

27 OCDE (Organisation de coopération et de développement économiques). Date de consultation : novembre 2011. <http://webnet.oecd.org/hpv/UI/Search.aspx>

28 Données industrielles, économiques, géographiques sur les principaux produits chimiques, métaux et matériaux. BENZENE C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>, TOLUENE C<sub>7</sub>H<sub>8</sub>, XYLENES C<sub>8</sub>H<sub>10</sub>. Jean-Louis VIGNES, Gilles ANDRE, Frédéric KAPALA. Société Française de Chimie. 8<sup>ème</sup> édition : 2009.  
<http://91.121.18.171/sfc/Donnees/acc.htm>

29 Annexe II de l'article R.541-8 du Code de l'environnement : LISTE DE DÉCHETS.

30 Les risques non microbiologiques associés au compostage des déchets. FNADE, Ministère de l'écologie et du développement durable. 19 août 2002.

31 Guide pour l'évaluation du risque sanitaire dans le cadre de l'étude d'impact d'une UIOM. ASTEE. Novembre 2003.

32 Les polluants et les techniques d'épuration des fumées. Cas des unités de traitement et de valorisation des déchets. Etat de l'art. Stéphane Bicocchi, Mathieu Boulinguez, Karen Diard. Etude réalisée sous la direction et pour le compte de l'association RECORD. Editions Tec & Doc Lavoisier. 2<sup>e</sup> édition. 2009.

33 Caractérisation des biogaz – Bibliographie – Mesures sur sites – Rapport final. J. POULLEAU. INERIS. Octobre 2002.

34 Guide pour l'évaluation du risque sanitaire dans le cadre de l'étude d'impact d'une installation de stockage de déchets ménagers et assimilés. Association Scientifique et Technique pour l'Eau et l'Environnement (ASTEE). Février 2005.

35 Stockage des déchets et santé publique. Chapitre 2.1. INVS. Septembre 2004.  
<http://www.invs.sante.fr/publications/2005/dechets/index.html>

36 Faisabilité d'une étude épidémiologique auprès des travailleurs des centres de compostage. Gwladys FRANCOIS. Mémoire de l'Ecole Nationale de la Santé Publique (ENSP). 2005.

37 Etude des polluants atmosphériques émis dans deux centres de stockage des ordures ménagères ; Caractérisation et mesure des niveaux d'exposition ; Mise au point d'outils de suivi en vue de l'évaluation des risques sanitaires. M. Hours, Ph. Berny. ETUDE N° 99-0654/3A. RECORD, ADEME. Septembre 2001.

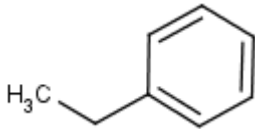
38 ND 2271-207-07. Caractérisation des risques chimiques potentiels dans quelques filières de traitement des déchets. Barbara SAVARY, Raymond VINCENT. Cahiers de notes documentaires. INRS. 2<sup>ème</sup> trimestre 2007.

**FICHE FILIÈRE DE L'ÉTHYLBENZÈNE**



# 1. Fiche identité de la substance

Tableau 153 : Caractéristiques de l'éthylbenzène

IDENTIFICATION DE LA SUBSTANCE	
Numéros CAS	100-41-4
Numéro CE (EINECS, ELINCS, NLP)	202-849-4
Nom	Ethylbenzène
Synonymes	Ethylbenzene Benzene, ethyl- Phenylethane Aethylbenzol
Famille chimique	Hydrocarbures aromatiques
Formule brute	C <sub>8</sub> H <sub>10</sub>
Formule semi-développée	
Catégorie de classement de la substance	<p><b>Classement selon le règlement CLP (N°1272/2008 - Annexe VI) [1] :</b> Non classé cancérigène, mutagène ou reprotoxique</p> <p><b>Classement selon le CIRC [2] :</b> Groupe 2B (pourrait être cancérigène pour l'homme)</p> <p><b>Classement selon l'US EPA [3] :</b> Classe D (substance non classifiable quant à sa cancérogénicité pour l'homme)</p> <p><b>VLEP réglementaire contraignante (Article R.4412-149 du code du travail) :</b> VLEP (8h) : 88,4 mg/m<sup>3</sup>, soit 20 ppm VLEP (court terme : 15 min) : 442 mg/m<sup>3</sup>, soit 100 ppm Possibilité d'une pénétration cutanée importante.</p>
Tension vapeur	930 Pa à 20°C [4]
Indicateurs biologiques d'exposition [5]	<p><u>Acide mandélique urinaire</u> : Valeur-Guide Française : 1,5 g/g. de créatinine en fin de poste et fin de semaine (dernière mise à jour 1997)</p> <p><u>Acide phénylglyoxylique urinaire</u> : Valeur-Guide Française : Non déterminée</p> <p><u>Ethylbenzène sanguin</u> : Valeur-Guide Française : Non déterminée</p>
Fiche INRS	FT266 : Ethylbenzène. 2010 [4]
Fiches INERIS	Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques. Ethylbenzène. 25/05/2005 [6] Données technico-économiques sur les substances chimiques en France. Ethylbenzène. 30/03/2006 [7]

## 2. Toxicité de la substance

### 2.1. Toxicité en exposition aiguë

Les symptômes observés en cas d'intoxication aiguë à l'éthylbenzène sont les suivants [4] :

- |                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Toxicité par inhalation :     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Irritation transitoire des yeux (concentration de 200 ppm),</li> <li>- Puis larmolement et irritation de la muqueuse nasale et du tractus respiratoire supérieur à des concentrations plus importantes ⇒ effet intolérable à partir de 5 000 ppm ;</li> <li>- Effets sur le système nerveux central : fatigue, ébriété, marche titubante et incoordination motrice.</li> </ul> |
| Toxicité par ingestion :      | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fausses routes fréquentes provoquant une atteinte bronchique parfois sévère.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Toxicité par contact cutané : | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Rougeur et phlyctène.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |

### 2.2. Toxicité en exposition chronique

Les effets majeurs d'intoxication chronique à l'éthylbenzène sont [4] :

- |                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Système nerveux central :    | <p>L'inhalation répétée de concentrations supérieures à 100 ppm entraîne une asthénie et des céphalées.</p> <p>Des anomalies neurologiques fonctionnelles (syndrome psycho-organique) ont été mises en évidence chez des salariés exposés à des mélanges de solvants aromatiques dont l'éthylbenzène.</p> |
| Voies respiratoires          | <p>L'inhalation répétée de concentrations supérieures à 100 ppm entraîne une irritation des voies respiratoires.</p>                                                                                                                                                                                      |
| Manifestations oculaires :   | <p>L'inhalation répétée de concentrations supérieures à 100 ppm entraîne une irritation des yeux.</p>                                                                                                                                                                                                     |
| Manifestations cutanées :    | <p>Les contacts cutanés sont à l'origine d'une dermatose liée à une action sur la couche lipidique : elle se traduit par une peau sèche et craquelée.</p> <p>L'éthylbenzène n'est pas un sensibilisant cutané.</p>                                                                                        |
| Autres manifestations :      | <p>Dans certaines études, des perturbations hématologiques (leucopénie, lymphopénie), ainsi que des désordres hépatiques sont mentionnés.</p>                                                                                                                                                             |
| Effets mutagènes :           | <p>Les résultats d'une étude mettant en évidence des anomalies chromosomiques chez 39 salariés exposés à un mélange de benzène et d'éthylbenzène ne permettent pas d'incriminer le seul éthylbenzène.</p>                                                                                                 |
| Effets cancérogènes :        | <p>Les études disponibles sont insuffisantes pour évaluer le risque cancérogène de l'éthylbenzène chez l'homme.</p>                                                                                                                                                                                       |
| Effets sur la reproduction : | <p>Les résultats d'une étude mettant en évidence une augmentation des anomalies du spermogramme chez des travailleurs exposés à différents solvants organiques dont l'éthylbenzène ne permettent pas de démontrer la seule responsabilité de ce dernier.</p>                                              |

### 3. Réglementation

#### 3.1. Textes règlementaires relatifs à la substance

##### 3.1.1. Textes relatifs à l'utilisation de la substance

###### ➤ Carburants

L'éthylbenzène est concerné par la directive n° 98/70/CE du 13/10/98 concernant la qualité de l'essence et des carburants diesel et modifiant la directive 93/12/CEE du Conseil [8], directive limitant la composition des carburants en hydrocarbures aromatiques, retranscrite en droit français par l'arrêté du 26 janvier 2009 relatif aux caractéristiques du supercarburant sans plomb 95-E10 (SP95-E10) [9]. Ainsi, parmi les spécificités environnementales applicables aux carburants sur le marché destinés aux véhicules équipés de moteur à allumage commandé, la valeur limite maximale pour les hydrocarbures aromatiques est de 35% v/v.

###### ➤ Produits de construction ou de revêtement de mur ou de sol

Le décret du 23 mars 2011 [10] relatif à l'étiquetage des produits de construction ou de revêtement de mur ou de sol et des peintures et vernis sur leurs émissions de polluants volatils, complété par l'arrêté du 19 avril 2011 [11] relatif à l'étiquetage des produits de construction ou de revêtement de mur ou de sol et des peintures et vernis sur leurs émissions de polluants volatils, réglementent l'étiquetage obligatoire des produits suivants lorsqu'ils sont destinés, exclusivement ou non, à un usage intérieur :

- revêtements de sol, mur ou plafond,
- cloisons et faux-plafonds,
- produits d'isolation,
- portes et fenêtres,
- produits destinés à la pose des produits mentionnés ci-dessus.

Cette réglementation ne s'applique pas aux produits composés exclusivement de verre non traité ou de métal non traité, ni aux produits de serrure, ferrure ou de visserie. Elle impose qu'à partir du 1<sup>er</sup> janvier 2012, tout produit mis nouvellement sur le marché devra porter cet étiquetage informatif sur les COV émis par le produit après 28 jours de test. Tout produit mis sur le marché avant le 1<sup>er</sup> janvier 2012 devra être étiqueté au plus tard le 1<sup>er</sup> septembre 2013 pour être commercialisé en France.

Le label comporte une lettre représentant la classe la plus élevée (mauvaise) pour 10 composés organiques volatils (dont l'éthylbenzène), et les COV totaux. Concernant l'éthylbenzène, les classes d'émissions et les seuils limites des concentrations d'exposition sont les suivants :

Classes d'émission	Seuils limites des concentrations d'exposition
Classe C	>1 500 µg/m <sup>3</sup>
Classe B	<1 500 µg/m <sup>3</sup>
Classe A	<1 000 µg/m <sup>3</sup>
Classe A+	<750 µg/m <sup>3</sup>

##### 3.1.2. Textes relatifs aux valeurs limites d'émission des installations de traitement de déchets

L'éthylbenzène fait partie de la liste définie dans l'arrêté du 31/01/08 modifié relatif au registre et à la déclaration annuelle des émissions polluantes et des déchets [12], concernant les polluants devant être mentionnés dans le registre des émissions polluantes et des déchets et devant apparaître dans la déclaration annuelle des émissions polluantes et des déchets faite par les exploitants des établissements concernés.

L'arrêté du 02/02/98 relatif aux prélèvements et à la consommation d'eau ainsi qu'aux émissions de toute nature des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation **[13]** impose dans les rejets aqueux une valeur limite pour l'éthylbenzène de 1,5 mg/L si le rejet dépasse 1 g/j.

Concernant la pollution de l'air, cet arrêté impose les valeurs limites de rejets suivantes pour les émissions de COV des ICPE **[8]** :

- Si le flux horaire total dépasse 2 kg/h, la valeur limite exprimée en carbone total de la concentration globale de l'ensemble des composés est de 110 mg/m<sup>3</sup> ;
- Dans le cas de l'utilisation d'une technique d'oxydation pour l'élimination COV, la valeur limite d'émission en COV exprimée en carbone total est de 20 mg/m<sup>3</sup> ou 50 mg/m<sup>3</sup> si le rendement d'épuration est supérieur à 98%.

L'arrêté du 20/09/02 relatif aux installations d'incinération et de co-incinération de déchets dangereux **[14]** impose les valeurs limites de rejets suivantes pour les émissions de substances organiques à l'état de gaz ou de vapeur, exprimées en carbone organique total (COT) :

- 10 mg/m<sup>3</sup> en moyenne journalière,
- 20 mg/m<sup>3</sup> en moyenne sur une demi-heure.

L'arrêté du 20/09/02 relatif aux installations d'incinération et de co-incinération de déchets non dangereux et aux installations incinérant des déchets d'activités de soins à risques infectieux **[15]** impose les valeurs limites de rejets suivantes pour les émissions de substances organiques à l'état de gaz ou de vapeur, exprimées en carbone organique total (COT) :

- 10 mg/m<sup>3</sup> en moyenne journalière,
- 20 mg/m<sup>3</sup> en moyenne sur une demi-heure.

L'arrêté du 28/10/10 relatif aux installations de stockage de déchets inertes **[16]** impose de réaliser un essai de lixiviation et une analyse du contenu total lors de la procédure d'acceptation préalable de tout déchet inerte ne faisant pas partie de la liste des déchets admissibles de l'annexe I du même arrêté. Parmi les paramètres à analyser lors de l'analyse du contenu total, le paramètre BTEX (benzène, toluène, éthylbenzène et xylènes) doit respecter la valeur limite de 6 mg/kg de déchet sec.

### 3.2. Valeurs de référence

En France, les VLEP réglementaires contraignantes dans l'air des locaux de travail établies pour l'éthylbenzène (art. R.4412-149 du Code du travail) sont :

- VME (exposition moyenne pondérée sur 8 heures) = 20 ppm soit 88,4 mg/m<sup>3</sup> ;
- VLE (exposition à court terme sur 15 min) = 100 ppm soit 442 mg/m<sup>3</sup> ;
- Possibilité d'une pénétration cutanée importante.

Au niveau communautaire, la directive 2000/39/CE de la Commission du 8 juin 2000 relative à l'établissement d'une première liste de valeurs limites d'exposition professionnelle de caractère indicatif en application de la directive 98/24/CE du Conseil concernant la protection de la santé et de la sécurité des travailleurs contre les risques liés à des agents chimiques sur le lieu de travail **[17]**, fixe pour l'éthylbenzène les valeurs limites d'exposition professionnelles suivantes :

- Pour une exposition moyenne pondérée sur 8 heures : 100 ppm, soit 442 mg/m<sup>3</sup> ;
- Pour une exposition à court terme (15 min) : 200 ppm, soit 884 mg/m<sup>3</sup> ;
- Possibilité de pénétration cutanée importante.

Le Scientific Committee on Occupational Exposure Limit (SCOEL) élabore les VLEP au niveau européen. D'après son rapport « Recommendation from Scientific Expert Group<sup>136</sup> on Occupational Exposure Limits for Ethylbenzene » (1995) **[18]**, le SEG a établi pour l'éthylbenzène :

---

<sup>136</sup> Le groupe d'experts européens SEG, constitué en 1990 a été remplacé en 1995 par le SCOEL : Scientific Committee on Occupational Exposure Limit (Comité scientifique en matière de valeurs limites d'exposition professionnelle).

- la VLEP sur 8 heures<sup>137</sup> suivante : 100 ppm (442 mg/m<sup>3</sup>) ;
- la VLEP à court terme (15 min)<sup>138</sup> suivante : 200 ppm (884 mg/m<sup>3</sup>) ;
- Une notation « skin » a également été recommandée du fait de la possibilité d'une pénétration cutanée importante.

Pour l'établissement des valeurs limites, le SEG a tenu compte de l'étude de Ruth *et al.* (1986) montrant un effet irritant de l'éthylbenzène chez l'homme à partir de 200 ppm (884 mg/m<sup>3</sup>). Le SCOEL a proposé une VME de 100 ppm ainsi qu'une STEL<sup>25</sup> de 200 ppm afin de limiter la présence de pics d'éthylbenzène capables d'induire une irritation. **[20]**

Le SEG précise que ces valeurs limites ne sont pas en opposition avec l'étude de De Ceaurriz *et al.* (1981) dans laquelle les auteurs ont calculé une RD<sub>50</sub><sup>139</sup> de 1430 ppm (6321 mg/m<sup>3</sup>) pour une diminution de la fréquence respiratoire chez les souris exposées par voie respiratoire pendant 5 minutes à l'éthylbenzène. **[20]**

Une notation « skin » a été également recommandée car l'absorption cutanée d'éthylbenzène pourrait contribuer substantiellement à la charge corporelle. **[20]**

En France, le Groupe d'experts « Effets sur la santé » a édité en juin 2005 une fiche de synthèse concernant l'éthylbenzène **[19]**. Sur la base des données du SCOEL, des recherches complémentaires ont été effectuées par ce groupe d'experts afin d'identifier d'éventuelles données nouvelles de la littérature, entre 1992 et 2002. Les recherches ont été effectuées dans les bases de données suivantes : Toxline, Pubmed, Biomedline.

Sur la base de ces nouvelles recherches, le Groupe d'experts a conclu les éléments suivants **[22]** :

- Une nouvelle VME devrait être proposée en se basant sur l'effet cancérigène de l'éthylbenzène (études de Chan *et al.*, 1998 et NTP, 1999). En se basant notamment sur ces études, l'IARC<sup>140</sup> a classé l'éthylbenzène dans le groupe 2B en 2000. En se basant sur le NOAEL<sup>141</sup> de l'étude de Chan *et al.*, 1998, de 250 ppm pour les effets cancérigènes, un facteur de sécurité de 15 pour les effets cancérigènes peut être appliqué à la valeur de 250 ppm, ce qui conduit à une VME de 20 ppm.
- A partir de l'étude de De Ceaurriz, qui détermine une RD<sub>50</sub> de 1430 ppm, une VLE de 150 ppm pourrait être proposée (0,1 RD<sub>50</sub>). On peut néanmoins observer un LOAEL<sup>142</sup> chez l'homme à 200 ppm d'après la publication de Ruth *et al.* (1986), ce qui justifierait dans ce cas une VLE de 100 ppm en appliquant un facteur de sécurité de 2.
- La notation « peau » est maintenue puisque chez l'homme, l'éthylbenzène est rapidement absorbé par la peau (Fishbein *et al.*, 1985).

Ces préconisations ont été prises en compte par le décret n°2007-1539 du 26 octobre 2007 fixant des valeurs limites d'exposition professionnelle contraignantes pour certains agents chimiques et modifiant le code du travail **[20]**.

---

<sup>137</sup> 8-hour Time Weighted Average (TWA)

<sup>138</sup> Short Term Exposure Limit (STEL)

<sup>139</sup> Le RD<sub>50</sub> correspond à la concentration pour laquelle une diminution de 50% de la valeur de base de la fréquence respiratoire est observée

<sup>140</sup> IARC ou CIRC

<sup>141</sup> NOAEL : No Observed Adverse Effect Level

<sup>142</sup> LOAEL : Lowest Observed Adverse Effect Level

### 3.3. Normes relatives à l'analyse dans l'air

Les références des normes relatives à l'analyse dans l'air de l'éthylbenzène sont présentées dans le tableau suivant :

**Tableau 154 : Normes relatives à l'analyse de l'éthylbenzène dans l'air**

Source	Référence méthode / norme
Fiches Métropol de l'INRS [21] [22]	Fiche Métropol 012/V02. Hydrocarbures aromatiques. 11/2009. Fiche Métropol 055/V01.01. Mélanges de vapeurs d'hydrocarbures C6 à C12. 11/2009.
Normes AFNOR spécifiques [23]	NF X43-267 (Juillet 2004) Air des lieux de travail. Prélèvement et analyse de vapeurs organiques. Prélèvement par pompage sur tube à adsorption et désorption au solvant.  NF EN ISO 16017 (Partie 1 : Mars 2001 / Partie 2 : Oct 2003) Air intérieur, air ambiant et air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par tube à adsorption/désorption thermique/chromatographie en phase gazeuse sur capillaire.  NF ISO 16200 (Décembre 2001) Qualité de l'air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par désorption au solvant/chromatographie en phase gazeuse.  ISO 9487:1991 (Août 1991) Air des lieux de travail. Détermination des hydrocarbures aromatiques vaporeux. Méthode d'analyse par tube à charbon actif/désorption des solvants/chromatographie en phase gazeuse.
Méthodes NIOSH [24]	Méthode 1501 : « Hydrocarbons, aromatic ». Issue 3, 15 mars 2003.
Méthodes OSHA [25]	Méthode 7 : Organic Vapors. Mai 2000. Méthode 1002 : Xylenes (o-, m-, p-isomers) Ethylbenzene. Août 1999.

### 3.4. EPI pour l'exposition par inhalation

La norme NF EN 529<sup>143</sup> définit les facteurs de protection pour chaque type d'appareil de protection respiratoire (annexe C de la norme).

Pour les gaz et vapeurs organiques dont le point d'ébullition est supérieur à 65°C, le type de filtre adapté est un filtre à gaz EN 14387/IN1 type A [26].

## 4. Production et consommation de la substance

L'OCDE (Organisation de Coopération et de Développement Economiques) classe l'éthylbenzène comme produit chimique HPV (High Production Volume) [27] : il est donc fabriqué ou importé à raison d'au moins 1 000 tonnes par an dans l'Union Européenne, et ce par au moins un état membre.

La production européenne d'éthylbenzène s'élevait à 5,9 millions de tonnes par an en 2006, alors qu'elle était de 3 millions de tonnes en 1983. [7] [28]

<sup>143</sup> Appareil de protection respiratoire – Recommandations pour le choix, l'utilisation, l'entretien et la maintenance – Guide.

En France, le groupe Total est le seul producteur d'éthylbenzène qu'il produit au sein de son site de Gonfreville. [7] [35]

## **5. Utilisations de la substance**

### **5.1. Industrie chimique**

L'éthylbenzène est principalement utilisé pour la fabrication du styrène, lui-même employé pour produire du polystyrène, des matières plastiques, des résines et du caoutchouc synthétique. [4] [6] [7]

Il sert d'autre part d'intermédiaire chimique pour la fabrication du diéthylbenzène, de l'acétophénone, de l'éthylanthraquinone, de l'oxyde de propylène, de l'acétate de cellulose et de diverses substances. [4] [6] [7]

### **5.2. Industrie des peintures, vernis**

L'éthylbenzène est utilisé comme solvant pour les peintures, les vernis et les laques. [4] [6] [7]

### **5.3. Carburants**

L'éthylbenzène est ajouté à l'essence automobile (environ 2% en poids) pour son rôle antidétonant. Il entre également dans la composition des carburants pour l'aviation. [6] [7]

Selon l'INRS, l'essence sans plomb peut renfermer 1,8 à 4,7% d'éthylbenzène. [4]

Selon l'UFIP, l'éthylbenzène représente moins de 0,1% de la composition des carburants. [7]

### **5.4. Autres utilisations**

L'éthylbenzène est naturellement présent dans le pétrole brut. C'est un constituant de produits de raffinage, en particulier des xylènes (mélange d'isomères) qui en renferment 15 à 25%. [4]

### **5.5. Etat des lieux de la substitution de la substance en France**

L'éthylbenzène n'étant pas classé CMR de catégorie 1A ou 1B, les démarches de substitution telles qu'imposées par l'article R.4412-66 du code du travail ne sont pas obligatoires pour cette substance.

## 6. L'éthylbenzène dans les déchets

### 6.1. Déchets contenant de l'éthylbenzène

D'après les diverses utilisations identifiées dans la présente fiche, les déchets pouvant contenir de l'éthylbenzène sont classés dans la nomenclature déchets de l'article R.541-8 (Annexe II) du Code de l'environnement [29] sous les rubriques suivantes :

**Tableau 155 : Rubriques des déchets susceptibles de contenir de l'éthylbenzène**

N°RUBRIQUE	DECHETS
<b>05</b>	<b>DÉCHETS PROVENANT DU RAFFINAGE DU PÉTROLE, DE LA PURIFICATION DU GAZ NATUREL ET DU TRAITEMENT PYROLYTIQUE DU CHARBON</b>
<b>05 01</b>	<b>Déchets provenant du raffinage du pétrole</b>
<b>07</b>	<b>DÉCHETS DES PROCÉDÉS DE LA CHIMIE ORGANIQUE</b>
<b>07 01</b>	<b>Déchets provenant de la fabrication, formulation, distribution et utilisation (FFDU) de produits organiques de base</b>
07 01 04*	Autres solvants, liquides de lavage et liqueurs mères organiques
07 01 08*	Autres résidus de réaction et résidus de distillation
07 01 10*	Autres gâteaux de filtration et absorbants usés
07 01 11*	Boues provenant du traitement in situ des effluents contenant des substances dangereuses
<b>07 07</b>	<b>Déchets provenant de la FFDU de produits chimiques issus de la chimie fine et de produits chimiques non spécifiés ailleurs</b>
07 07 04*	Autres solvants, liquides de lavage et liqueurs mères organiques
07 07 08*	Autres résidus de réaction et résidus de distillation
07 07 10*	Autres gâteaux de filtration et absorbants usés
07 07 11*	Boues provenant du traitement in situ des effluents contenant des substances dangereuses
<b>08</b>	<b>DÉCHETS PROVENANT DE LA FABRICATION, DE LA FORMULATION, DE LA DISTRIBUTION ET DE L'UTILISATION (FFDU) DE PRODUITS DE REVÊTEMENT (PEINTURES, VERNIS ET ÉMAUX VITRIFIÉS), MASTICS ET ENCRE D'IMPRESSION</b>
<b>08 01</b>	<b>Déchets provenant de la FFDU et du décapage de peintures et vernis</b>
08 01 11*	Déchets de peintures et vernis contenant des solvants organiques ou d'autres substances dangereuses
08 01 13*	Boues provenant de peintures ou vernis contenant des solvants organiques ou autres substances dangereuses
08 01 15*	Boues aqueuses contenant de la peinture ou du vernis contenant des solvants organiques ou autres substances dangereuses
08 01 17*	Déchets provenant du décapage de peintures ou vernis contenant des solvants organiques ou autres substances dangereuses
08 01 19*	Suspensions aqueuses contenant de la peinture ou du vernis contenant des solvants organiques ou autres substances dangereuses
08 01 21*	Déchets de décapants de peintures ou vernis
<b>14</b>	<b>DÉCHETS DE SOLVANTS ORGANIQUES, D'AGENTS RÉFRIGÉRANTS ET PROPULSEURS</b>
<b>14 06</b>	<b>Déchets de solvants, d'agents réfrigérants et d'agents propulseurs d'aérosols/de mousses organiques</b>
14 06 03*	Autres solvants et mélanges de solvants
14 06 05*	Boues ou déchets solides contenant d'autres solvants
<b>15</b>	<b>EMBALLAGES ET DÉCHETS D'EMBALLAGES, ABSORBANTS, CHIFFONS D'ESSUYAGE, MATÉRIEAUX FILTRANTS ET VÊTEMENTS DE PROTECTION NON SPÉCIFIÉS AILLEURS</b>
<b>15 01</b>	<b>Emballages et déchets d'emballages (y compris les déchets d'emballages municipaux collectés séparément)</b>
15 01 10*	Emballages contenant des résidus de substances dangereuses ou contaminés par de tels résidus



N° RUBRIQUE	DECHETS
<b>15 02</b>	<b>Absorbants, matériaux filtrants, chiffons d'essuyage et vêtements de protection</b>
15 02 02*	Absorbants, matériaux filtrants (y compris les filtres à huile non spécifiés ailleurs), chiffons d'essuyage et vêtements de protection contaminés par des substances dangereuses
<b>16</b>	<b>DÉCHETS NON DÉCRITS AILLEURS DANS LA LISTE</b>
<b>16 03</b>	<b>Loupés de fabrication et produits non utilisés</b>
16 03 05*	Déchets d'origine organique contenant des substances dangereuses
<b>16 07</b>	<b>Déchets provenant du nettoyage de cuves et fûts de stockage et de transport</b>
<b>19</b>	<b>DÉCHETS PROVENANT DES INSTALLATIONS DE GESTION DES DÉCHETS, DES STATIONS D'ÉPURATION DES EAUX USÉES HORS SITE ET DE LA PRÉPARATION D'EAU DESTINÉE À LA CONSOMMATION HUMAINE ET D'EAU À USAGE INDUSTRIEL</b>
<b>19 05</b>	<b>Déchets de compostage</b>
19 05 03	Compost déclassé
<b>19 07</b>	<b>Lixiviats de décharges</b>
19 07 02*	Lixiviats de décharges contenant des substances dangereuses
<b>20</b>	<b>DÉCHETS MUNICIPAUX (DÉCHETS MÉNAGERS ET DÉCHETS ASSIMILÉS PROVENANT DES COMMERCES, DES INDUSTRIES ET DES ADMINISTRATIONS), Y COMPRIS LES FRACTIONS COLLECTÉES SÉPARÉMENT</b>
<b>20 01</b>	<b>Fractions collectées séparément</b>
20 01 13*	Solvants
20 01 27*	Peinture, encres, colles et résines contenant des substances dangereuses
<b>20 03</b>	<b>Autres déchets municipaux</b>
20 03 01	Déchets municipaux en mélange

## 6.2. Flux de l'éthylbenzène dans les déchets

Deipser et Stegmann (1994) ont mesuré les teneurs en micropolluants organiques de six échantillons d'OM brutes fraîches (1 semaine) en Allemagne. La concentration maximale mesurée en éthylbenzène est de 0,39 mg/kg de matière sèche. [30]

## 6.3. Formation de l'éthylbenzène lors du traitement des déchets

### 6.3.1. Incinération des déchets

Dans le cadre des travaux du GRIDEC (groupe de recherche sur l'incinération des déchets) sur l'évaluation des nuisances et impacts liés à l'incinération des ordures ménagères et assimilés) – octobre 1996 – l'éthylbenzène a été identifié parmi les composés organiques volatils majoritairement émis par une UIOM. [31]

Selon S. Bilocchi *et al.* (2009) [32], l'éthylbenzène ne fait pas partie de la liste des 12 COV les plus fréquemment détectés à des concentrations pouvant être importantes, lors de l'incinération des déchets.

### 6.3.2. Compostage des déchets

Selon l'INERIS [33], l'éthylbenzène fait partie des éléments traces contenus dans le biogaz des centres de tri et de compostage, en de faibles concentrations. La concentration donnée par cette source est inférieure à 0,24 mg/m<sup>3</sup>.

L'étude FNADE-MEDD réalisée en 2002 sur les risques non microbiologiques associés au compostage des déchets rapporte les teneurs en COV dans l'air au sein des tas de compost d'ordures ménagères brutes. Pour l'éthylbenzène, cette concentration est de 178 000 µg/m<sup>3</sup>. Les mesures dans une salle de compostage fermée donnent des valeurs comprises entre 19 et 21 µg/m<sup>3</sup>. [41]

### 6.3.3. Stockage des déchets

Selon le Guide pour l'évaluation du risque sanitaire dans le cadre de l'étude d'impact d'une Installation de Stockage de Déchets Ménagers et Assimilés (2005) (ISDMA) [34], l'éthylbenzène fait partie des substances susceptibles d'être émises par les ISDMA. Il fait également partie des substances présentes dans les émissions de torchères à biogaz, chaudières et moteurs / turbines à biogaz des ISDMA.

Les concentrations en éthylbenzène dans le biogaz sont comprises, selon les sources, entre 4,76 et 147,8 mg/m<sup>3</sup> et les concentrations données pour la sortie de torchère sont comprises, selon les sources, entre 0,003 et 0,061 mg/m<sup>3</sup>. [41]

Selon l'INERIS [40], l'éthylbenzène fait partie des éléments traces contenus dans le biogaz des Centres d'Enfouissement Technique (CET), à des intervalles de concentration compris entre 0,5 et 428 mg/m<sup>3</sup>, selon les sources.

Le rapport « Stockage des déchets et santé publique » (2004), coordonné par l'INVS [35] indique :

- La présence d'éthylbenzène dans les micropolluants organiques anthropogéniques présents à l'état de traces dans le biogaz des centres de stockage de déchets non dangereux. Les concentrations sont comprises entre la limite de quantification et 236 mg/m<sup>3</sup> ;
- La présence d'éthylbenzène dans les micropolluants organiques anthropogéniques présents dans les lixiviats. Les concentrations varient entre 0,2 et 2 329 µg/L.

### 6.3.4. Stations d'épuration

Selon l'INERIS [40], l'éthylbenzène fait partie des éléments traces contenus dans le biogaz de STEP, à des intervalles de concentration compris entre 0,2 et 6,3 mg/m<sup>3</sup>.

## 6.4. Exposition des travailleurs à l'éthylbenzène

L'éthylbenzène fait partie des substances identifiées et mesurées dans l'air ambiant d'installations de compostage dans des concentrations inférieures aux VTR [36].

L'étude FNADE-MEDD réalisée en 2002 sur les risques non microbiologiques associés au compostage des déchets rapporte les teneurs en éthylbenzène mesurées dans l'air en divers points de site de compostage de déchets ménagers solides. Ces résultats sont présentés dans le tableau suivants [41] :

**Tableau 156 : Ethylbenzène mesuré dans l'air en divers points de site de compostage de déchets ménagers solides (teneurs en µg/m<sup>3</sup>) (Eitzer, 1995)**

Point de mesure	Concentration en µg/m <sup>3</sup>
Stockage	38 100
Broyage	23 400
Digesteur	2 900
Compost frais	3 100
Compost mur	780

Cette même étude précise la valeur en éthylbenzène mesurée sur un site de compostage d'ordures ménagères [41], en salle de tri des déchets : 550 ppb.

D'après l'étude relative aux émissions de deux centres de stockage d'ordures ménagères réalisée par Hours *et al.* (2001), les niveaux d'exposition des salariés à l'éthylbenzène sont à des taux bas et proches de ce qui peut être mesuré en zone urbaine. [37]

Une étude de l'INRS sur la caractérisation des risques chimiques potentiels dans quelques filières de traitement des déchets [38] a établi, à partir de la base COLCHIC, la liste des agents chimiques présents dans les filières de traitement des déchets et les niveaux d'exposition auxquels sont soumis les salariés. Cette étude indique que l'éthylbenzène fait partie des 10 agents les plus mesurés dans le secteur de la récupération des déchets non métalliques recyclables. Elle précise que ce secteur regroupe de nombreux procédés de récupération de matériaux, eux-mêmes très divers : papiers, textiles, plastiques, caoutchouc... Les sites d'équarrissage sont également répertoriés dans ce secteur d'activité. Dans ce secteur, environ 3% des mesures concernent la recherche d'éthylbenzène. L'étude ne donne cependant aucune précision sur les niveaux d'expositions mesurés.

La base Colchic de l'INRS fournit des données d'exposition dans les ambiances de travail des filières du déchet. Les résultats ont été obtenus à partir des mesures effectuées par les 8 laboratoires interrégionaux de chimie des CRAM/CARSAT et de l'INRS, entre 2001 et 2010. Les résultats sont présentés dans le tableau suivant sans distinction du secteur d'activité concerné (résultats détaillés en **annexe 5-4**).

**Tableau 157 : Extraction de la base de données Colchic – Analyses en éthylbenzène**

	Prélèvements individuels			Prélèvements d'ambiance		
	Nombre de mesures	Concentration min	Concentration max	Nombre de mesures	Concentration min	Concentration max
<b>Ethylbenzène (mg/m<sup>3</sup>)</b>	45	0,04	10	44	<0,01	9

Une entreprise spécialisée dans le traitement des déchets spéciaux a fourni des données semi-quantitatives sur les niveaux mesurés en éthylbenzène dans les ambiances de travail. Les résultats sont présentés dans le tableau ci-après.

**Tableau 158 : Données d'exposition en éthylbenzène - Traitement des déchets spéciaux<sup>144</sup>**

Activités évaluées	Nombre de sites évalués	Postes de travail évalués	Nombre de fois recherchées lors des mesures d'exposition professionnelles	Nombre de fois inférieures aux VLEP	Nombre de fois supérieures aux VLEP	Nombre de fois détectées (Valeurs inf + valeurs sup à la VLEP)
Incinération	5	Tous postes confondus	77	66	0	66
Traitement biologique	5	Tous postes confondus	10	2	0	2
Traitement physico-chimique	6	Tous postes confondus	11	6	0	6
Valorisation solvants et hydrocarbures	8	Tous postes confondus	60	34	0	34
Transit et regroupement	5	Tous postes confondus	39	8	0	8
Déconditionnement	7	Tous postes confondus	41	15	0	15
Broyage	6	Tous postes confondus	67	48	0	48
Stockage (inclus les dépotages et prélèvements)	15	Tous postes confondus	101	55	0	55

Aucun dépassement des VLEP n'a été observé pour l'éthylbenzène.

## 7. Références bibliographiques

1 Règlement (CE) n° 1272/2008 du Parlement européen et du Conseil du 16 décembre 2008 relatif à la classification, à l'étiquetage et à l'emballage des substances et des mélanges, modifiant et abrogeant les directives 67/548/CEE et 1999/45/CE et modifiant le règlement (CE) n° 1907/2006.

2 Liste des Agents Classés par les Monographies du CIRC, Volumes 1–101.  
<http://monographs.iarc.fr/FR/Classification/index.php>

3 Integrated Risk Information System (IRIS). US-EPA. Ethylbenzene. Dernière mise à jour : 10/12/1998. <http://www.epa.gov/iris/subst/0051.htm>

4 FT266. Ethylbenzène. INRS. 2010.

5 Base de données BIOTOX. INRS. Mise à jour : octobre 2010.

6 Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques – Ethylbenzène. INERIS. 2005.

7 Fiche de données technico-économiques sur les substances chimiques en France – Ethylbenzène. INERIS. 2006.

<sup>144</sup> Les résultats d'analyse présentés ne tiennent pas compte des EPI (pas de facteur d'abattement appliqué).

8 Directive 98/70/CE du Parlement européen et du Conseil du 13 octobre 1998 concernant la qualité de l'essence et des carburants diesel et modifiant la directive 93/12/CEE du Conseil.

9 Arrêté du 26 janvier 2009 relatif aux caractéristiques du supercarburant sans plomb 95-E10 (SP95-E10).

10 Décret du 23/03/2011 relatif à l'étiquetage des produits de construction ou de revêtement de mur ou de sol et des peintures et vernis sur leurs émissions de polluants volatils.

11 Arrêté du 19/04/2011 relatif à l'étiquetage des produits de construction ou de revêtement de mur ou de sol et des peintures et vernis sur leurs émissions de polluants volatils

12 Arrêté du 31/01/08 modifié relatif au registre et à la déclaration annuelle des émissions polluantes et des déchets.

13 Arrêté du 02/02/98 modifié relatif aux prélèvements et à la consommation d'eau ainsi qu'aux émissions de toute nature des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation.

14 Arrêté du 20/09/02 modifié relatif aux installations d'incinération et de co-incinération de déchets dangereux.

15 Arrêté du 20/09/02 modifié relatif aux installations d'incinération et de co-incinération de déchets non dangereux et aux installations incinérant des déchets d'activités de soins à risques infectieux.

16 Arrêté du 28/10/10 relatif aux installations de stockage de déchets inertes.

17 Directive 2000/39/CE de la Commission du 8 juin 2000 relative à l'établissement d'une première liste de valeurs limites d'exposition professionnelle de caractère indicatif en application de la directive 98/24/CE du Conseil concernant la protection de la santé et de la sécurité des travailleurs contre les risques liés à des agents chimiques sur le lieu de travail.

18 Recommendation from the Scientific Expert Group on Occupational Exposure Limits for Ethylbenzene. SEG/SUM/28. 1995.

19 Fiche de synthèse : Ethylbenzène. Groupe d'experts « Effets sur la santé ». Juin 2005.

20 Décret n° 2007-1539 du 26 octobre 2007 fixant de s valeurs limites d'exposition professionnelle contraignantes pour certains agents chimiques et modifiant le code du travail.

21 Fiche Metropol 012/V02. Hydrocarbures aromatiques. INRS. 11/2009.

22 Fiche Metropol 055/V01.01. Mélanges de vapeurs d'hydrocarbures C6 à C12. INRS. 11/2009.

23 Site internet de l'Afnor. Date de consultation : novembre 2011. <http://www.boutique.afnor.org/>

24 NIOSH Manual of Analytical Methods. 3<sup>ème</sup> supplément. 2003.  
<http://www.cdc.gov/niosh/docs/2003-154/>

25 Sampling & Analytical Methods. Occupational Safety & Health Administration (OSHA). Dernière date de mise à jour : 23/03/2010. [http://www.osha.gov/dts/sltc/methods/toc\\_e.html](http://www.osha.gov/dts/sltc/methods/toc_e.html)

26 Fiche pratique de sécurité. Les appareils de protection respiratoire. ED 98. INRS. Octobre 2008.

---

27 OCDE (Organisation de coopération et de développement économiques). Date de consultation : novembre 2011. <http://webnet.oecd.org/hpv/UI/Search.aspx>

28 Données industrielles, économiques, géographiques sur les principaux produits chimiques, métaux et matériaux. ETHYLBENZENE C<sub>8</sub>H<sub>10</sub>, STYRENE C<sub>8</sub>H<sub>8</sub>. Jean-Louis VIGNES, Gilles ANDRE, Frédéric KAPALA. Société Française de Chimie. 8<sup>ème</sup> édition : 2009. <http://91.121.18.171/sfc/Donnees/acc.htm>

29 Annexe II de l'article R541-8 du Code de l'environnement : LISTE DE DÉCHETS.

30 Les risques non microbiologiques associés au compostage des déchets. FNADE, Ministère de l'écologie et du développement durable. 19 août 2002.

31 Guide pour l'évaluation du risque sanitaire dans le cadre de l'étude d'impact d'une UIOM. ASTEE. Novembre 2003.

32 Les polluants et les techniques d'épuration des fumées. Cas des unités de traitement et de valorisation des déchets. Etat de l'art. Stéphane Biccocchi, Mathieu Boulinguez, Karen Diard. Etude réalisée sous la direction et pour le compte de l'association RECORD. Editions Tec & Doc Lavoisier. 2<sup>e</sup> édition. 2009.

33 Caractérisation des biogaz – Bibliographie – Mesures sur sites – Rapport final. J. POULLEAU. INERIS. Octobre 2002.

34 Guide pour l'évaluation du risque sanitaire dans le cadre de l'étude d'impact d'une installation de stockage de déchets ménagers et assimilés. Association Scientifique et Technique pour l'Eau et l'Environnement (ASTEE). Février 2005.

35 Stockage des déchets et santé publique. Chapitre 2.1. INVS. Septembre 2004. <http://www.invs.sante.fr/publications/2005/dechets/index.html>

36 Faisabilité d'une étude épidémiologique auprès des travailleurs des centres de compostage. Gwladys FRANCOIS. Mémoire de l'Ecole Nationale de la Santé Publique (ENSP). 2005.

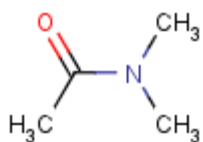
37 Etude des polluants atmosphériques émis dans deux centres de stockage des ordures ménagères ; Caractérisation et mesure des niveaux d'exposition ; Mise au point d'outils de suivi en vue de l'évaluation des risques sanitaires. M. Hours, Ph. Berny. ETUDE N° 99-0654/3A. RECORD, ADEME. Septembre 2001.

38 ND 2271-207-07. Caractérisation des risques chimiques potentiels dans quelques filières de traitement des déchets. Barbara SAVARY, Raymond VINCENT. Cahiers de notes documentaires. INRS. 2<sup>ème</sup> trimestre 2007.

**FICHE FILIÈRE DU N,N-DIMÉTHYLACÉTAMIDE**

## 1. Fiche identité de la substance

Tableau 159 : Caractéristiques du N,N-diméthylacétamide

IDENTIFICATION DE LA SUBSTANCE	
Numéros CAS	127-19-5
Numéro CE (EINECS, ELINCS, NLP)	204-826-4
Nom	N,N-diméthylacétamide
Synonymes	Dimethylacetamide DMAC Acétyldiméthylamide Dimethylacetone amide
Famille chimique	Amides
Formule brute	C <sub>4</sub> H <sub>9</sub> NO
Formule semi-développée	
Catégorie de classement de la substance	<p><b>Classement selon le règlement CLP (N°1272/2008 - Annexe VI) [1] :</b> Repr. 1B (H360D)</p> <p><b>Classement selon le CIRC [2] :</b> Non classé</p> <p><b>Classement selon l'US EPA [3] :</b> Non classé</p> <p><b>VLEP réglementaire contraignante (Article R.4412-149 du code du travail) :</b> VLEP (8h) : 7,2 mg/m<sup>3</sup>, soit 2 ppm VLEP (court terme : 15 min) : 36 mg/m<sup>3</sup>, soit 10 ppm Possibilité d'une pénétration cutanée importante.</p>
Tension vapeur	176 Pa à 20°C [4]
Indicateurs biologiques d'exposition [5]	<u>N-Méthylacétamide urinaire</u> : Valeur-Guide Française : 30 mg/g. de créatinine en fin de poste et fin de semaine de travail (dernière mise à jour 1997)
Fiche INRS	FT261 : N,N-Diméthylacétamide. 2006 [4]
Fiches INERIS	Sans objet



## 2. Toxicité de la substance

### 2.1. Toxicité en exposition aiguë

Les symptômes observés en cas d'intoxication aiguë au N,N-diméthylacétamide sont les suivants [4] :

- |                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|---------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Toxicité par ingestion :        | - Troubles neuropsychiques (pour des doses de 400 mg/kg pendant 3 ou 4 jours) : dépression, léthargie, confusion mentale et désorientation, puis hallucination et troubles de la perception.<br>- Disparition des symptômes quelques jours après l'arrêt de l'administration du produit. |
| Toxicité par inhalation :       | - Atteinte neurologique et hépatique.                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Toxicité par contact cutané :   | L'application cutanée semble provoquer une irritation assez peu importante.                                                                                                                                                                                                              |
| Toxicité par contact oculaire : | Le diméthylacétamide serait irritant pour les yeux, mais aucun cas précis n'est documenté.                                                                                                                                                                                               |

### 2.2. Toxicité en exposition chronique

Les effets majeurs d'intoxication chronique au N,N-diméthylacétamide sont [4] :

- |                              |                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Toxicité chronique :         | Le diméthylacétamide provoque les mêmes effets que lors des expositions aiguës : troubles neurologiques et hépatiques.<br>Le diméthylacétamide favorise la pénétration percutanée de nombreuses substances solubilisées.                                                 |
| Effets mutagènes :           | Il n'existe pas de donnée permettant d'évaluer ces risques chez l'homme.<br>Le N,N-diméthylacétamide n'est pas génotoxique dans les tests pratiqués in vitro et in vivo.                                                                                                 |
| Effets cancérogènes :        | Il n'existe pas de donnée permettant d'évaluer ces risques chez l'homme.<br>Le N,N-diméthylacétamide n'est pas cancérogène pour le rat ou la souris par voie orale ou inhalatoire. Un effet inducteur de la différenciation cellulaire a été montré in vitro et in vivo. |
| Effets sur la reproduction : | Il n'existe pas de donnée permettant d'évaluer ces risques chez l'homme.<br>Le N,N-diméthylacétamide induit une fœtoléthalité et des malformations du cœur et des gros vaisseaux chez le rat et le lapin par voie orale et cutanée.                                      |

### 3. Réglementation

#### 3.1. Textes règlementaires relatifs à la substance

##### 3.1.1. Textes relatifs à l'utilisation de la substance

###### ➤ Généralités

L'arrêté du 07/08/1997 modifié relatif aux limitations de mise sur le marché et d'emploi de certains produits contenant des substances dangereuses [6] interdit la mise sur le marché et l'importation, à destination du public du N,N-diméthylacétamide depuis le 25 décembre 2004.

Cette interdiction de mise sur le marché et d'importation, à destination du public, ne vise pas les produits destinés à être utilisés dans le cadre d'un usage professionnel. En l'occurrence, cette interdiction ne s'applique pas aux produits suivants, au stade final, destinés à l'utilisateur final :

31. Médicaments à usage humain ou vétérinaire, mentionnés à l'article L. 511 du Code de la santé publique ;
32. Produits cosmétiques au sens de l'article L. 658-1 du Code de la santé publique ;
33. Produits dérivés des huiles minérales, prévus pour être utilisés comme combustibles ou carburants dans des installations de combustion mobiles ou fixes ;
34. Combustibles vendus en système fermé (par exemple : bonbonnes de gaz liquéfié) ;
35. Couleurs pour artistes.

Le N,N-diméthylacétamide est inscrit dans l'appendice 6 de l'annexe XVII - Restrictions applicables à la fabrication, à la mise sur le marché et à l'utilisation de certaines substances dangereuses et de certains mélanges et articles dangereux - du Règlement 1907/2006 du 18 décembre 2006 (REACH)

[7]. Les substances inscrites dans cet appendice 6 :

9. ne peuvent être mises sur le marché, ni utilisées :

- en tant que substance,
- en tant que constituants d'autres substances,
- ou dans des mélanges

destinés à être vendus au grand public en concentration individuelle dans la substance ou le mélange égale ou supérieure :

- soit à la limite de concentration spécifique pertinente visée à l'annexe VI, partie 3, du règlement (CE) n° 1272/2008,
- soit à la concentration pertinente spécifiée dans la directive 1999/45/CE.

Sans préjudice de l'application d'autres dispositions communautaires relatives à la classification, à l'emballage et à l'étiquetage des substances et des mélanges, les fournisseurs veillent à ce que, avant la mise sur le marché, l'emballage de ces substances et mélanges porte la mention ci-après, inscrite de manière visible, lisible et indélébile :

«Réservé aux utilisateurs professionnels».

10. Par dérogation, le paragraphe 1 ne s'applique pas :

- k) aux médicaments à usage médical ou vétérinaire au sens de la directive 2001/82/CE et de la directive 2001/83/CE ;
- l) aux produits cosmétiques au sens de la directive 76/768/CEE ;
- m) aux carburants et produits dérivés d'huiles suivants :
  - carburants qui font l'objet de la directive 98/70/CE,
  - produits dérivés des huiles minérales, prévus pour être utilisés comme combustibles ou carburants dans des installations de combustion mobiles ou fixes,
  - combustibles vendus en système fermé (par exemple, bonbonnes de gaz liquéfié) ;
- n) aux couleurs pour artistes relevant de la directive 1999/45/CE.

## ➤ **Cosmétiques**

Le N,N-diméthylacétamide est réglementé par la Directive du Conseil 76/768/CEE du 27 juillet 1976 modifiée concernant le rapprochement des législations des États membres relatives aux produits cosmétiques [8], et notamment son annexe II, retranscrite en droit Français par l'arrêté du 6 février 2001 modifié fixant la liste des substances qui ne peuvent entrer dans la composition des produits cosmétiques [9]. Cet arrêté interdit la présence de N,N-diméthylacétamide dans les produits cosmétiques depuis le 23/02/2001.

Notons que la directive 76/768/CEE ne sera plus applicable à partir du 11 juillet 2013, date à laquelle le Règlement n° 1223/2009 du Parlement européen et du Conseil du 30 novembre 2009 relatif aux produits cosmétiques [10] entrera en vigueur. Ce règlement reprend la même interdiction.

### ***3.1.2. Textes relatifs aux valeurs limites d'émission des installations de traitement de déchets***

Les COV non méthaniques font partie de la liste définie dans l'arrêté du 31/01/08 modifié relatif au registre et à la déclaration annuelle des émissions polluantes et des déchets [11], concernant les polluants devant être mentionnés dans le registre des émissions polluantes et des déchets et devant apparaître dans la déclaration annuelle des émissions polluantes et des déchets faite par les exploitants des établissements concernés.

L'arrêté du 02/02/98 relatif aux prélèvements et à la consommation d'eau ainsi qu'aux émissions de toute nature des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation [12] impose les valeurs limites de rejets suivantes pour les émissions de COV des ICPE :

- Si le flux horaire total dépasse 2 kg/h, la valeur limite exprimée en carbone total de la concentration globale de l'ensemble des composés est de 110 mg/m<sup>3</sup> ;
- Dans le cas de l'utilisation d'une technique d'oxydation pour l'élimination COV, la valeur limite d'émission en COV exprimée en carbone total est de 20 mg par m<sup>3</sup> ou 50 mg par m<sup>3</sup> si le rendement d'épuration est supérieur à 98%.

L'arrêté du 20/09/02 relatif aux installations d'incinération et de co-incinération de déchets dangereux [13] impose les valeurs limites de rejets suivantes pour les émissions de substances organiques à l'état de gaz ou de vapeur, exprimées en carbone organique total (COT) :

- 10 mg/m<sup>3</sup> en moyenne journalière,
- 20 mg/m<sup>3</sup> en moyenne sur une demi-heure.

L'arrêté du 20/09/02 relatif aux installations d'incinération et de co-incinération de déchets non dangereux et aux installations incinérant des déchets d'activités de soins à risques infectieux [14] impose les valeurs limites de rejets suivantes pour les émissions de substances organiques à l'état de gaz ou de vapeur, exprimées en carbone organique total (COT) :

- 10 mg/m<sup>3</sup> en moyenne journalière,
- 20 mg/m<sup>3</sup> en moyenne sur une demi-heure.

## **3.2. Valeurs de référence**

En France, les VLEP réglementaires contraignantes dans l'air des locaux de travail établies pour le N,N-diméthylacétamide (art. R.4412-149 du Code du travail) sont :

- VME (exposition moyenne pondérée sur 8 heures) = 2 ppm soit 7,2 mg/m<sup>3</sup> ;
- VLE (exposition à court terme sur 15 min) = 10 ppm soit 36 mg/m<sup>3</sup> ;
- Possibilité d'une pénétration cutanée importante.

Au niveau communautaire, la directive 2000/39/CE de la Commission du 8 juin 2000 relative à l'établissement d'une première liste de valeurs limites d'exposition professionnelle de caractère indicatif en application de la directive 98/24/CE du Conseil concernant la protection de la santé et de la sécurité des travailleurs contre les risques liés à des agents chimiques sur le lieu de travail **[15]**, fixe pour le N,N-diméthylacétamide les valeurs limites d'exposition professionnelles suivantes :

- Pour une exposition moyenne pondérée sur 8 heures : 10 ppm, soit 36 mg/m<sup>3</sup> ;
- Pour une exposition à court terme (15 min) : 20 ppm, soit 72 mg/m<sup>3</sup> ;
- Possibilité de pénétration cutanée importante.

Le Scientific Committee on Occupational Exposure Limit (SCOEL) élabore les VLEP au niveau européen. D'après son rapport « « Recommendation from Scientific Expert Group<sup>145</sup> on Occupational Exposure Limits for N,N-Dimethylacetamide » (1994) **[16]**, le SCOEL établit pour le N,N-diméthylacétamide :

- la VLEP sur 8 heures<sup>146</sup> suivante : 10 ppm (36 mg/m<sup>3</sup>) ;
- la VLEP à court terme (15 min)<sup>147</sup> suivante : 20 ppm (72 mg/m<sup>3</sup>) ;
- Une notation « skin » a également été recommandée du fait de la possibilité d'une pénétration cutanée importante.

Pour établir la proposition de valeurs limites, le SEG a tenu compte **[23]** :

- des effets de la substance sur le foie, chez l'homme et chez l'animal ;
- de son caractère irritant pour les voies respiratoires.

La VME de 10 ppm recommandée est établie sur la base d'une LOAEL<sup>148</sup> de 40 ppm (effets irritants légers du tractus respiratoire chez le chien et le rat) à laquelle est appliqué un facteur de sécurité de 4. L'application du facteur de sécurité de 4, en raison de l'absence de NOAEL<sup>149</sup> et de la nature des effets observés, est considérée comme appropriée. **[23]**

La VLE de 20 ppm a été établie pour limiter les pics d'exposition pouvant avoir des effets irritants respiratoires, en appliquant un facteur de sécurité de 2 à la LOAEL. **[23]**

Une notation « skin » a été également recommandée car l'absorption cutanée pourrait contribuer substantiellement à la charge corporelle. **[23]**

En France, le Groupe VLEP « Effets sur la santé » a édité en octobre 2003, une fiche de synthèse concernant le N,N-Diméthylacétamide **[17]**. Sur la base des données du SCOEL, des recherches complémentaires ont été effectuées par ce groupe d'experts afin d'identifier d'éventuelles données nouvelles de la littérature, entre 1995 et 2002. Les recherches ont été effectuées dans les bases de données suivantes : Medline, topline, NIOSHTIC, INRS bibliographie.

Sur la base de ces nouvelles recherches, le Groupe d'experts a conclu les éléments suivants **[22]** :

---

<sup>145</sup> Le groupe d'experts européens SEG, constitué en 1990 a été remplacé en 1995 par le SCOEL : Scientific Committee on Occupational Exposure Limit (Comité scientifique en matière de valeurs limites d'exposition professionnelle).

<sup>146</sup> 8-hour Time Weighted Average (TWA)

<sup>147</sup> Short Term Exposure Limit (STEL)

<sup>148</sup> LOAEL : Lowest Observed Adverse Effect Level

<sup>149</sup> NOAEL : No Observed Adverse Effect Level

1. Doivent être pris en compte, en tant que données nouvelles :
  - Les effets sur le développement (étude chez le lapin par inhalation) avec une NOAEL de 57 ppm et une LOAEL de 200 ppm). Ces résultats ont par ailleurs conduit à une modification de la classification européenne de la substance, qui est désormais classée toxique pour la reproduction de catégorie 2. L'importance de ces effets justifie l'application d'un facteur de sécurité de 100 (facteur de 10 pour la gravité des effets et autre facteur de 10 pour l'extrapolation des données de l'animal à l'homme) ;
  - Les effets sur le foie (études rats et souris, par inhalation, sur 2 ans) avec une NOAEL de 25 ppm.
2. Au vu de ces données, il est nécessaire de réévaluer la valeur limite sur 8 heures. Compte tenu du type d'effets observés sur l'animal (les effets sur le foie observés à partir de 100 ppm, mais surtout les effets sur la reproduction, observés à partir de 200 ppm) sont considérés comme des effets graves potentiellement pour la santé ; un facteur de sécurité d'au moins 100, appliqué sur la LOAEL de 200, est recommandé.
3. Bien que l'on ne dispose pas de données nouvelles concernant les effets irritants chez l'homme et l'animal, il est possible de proposer des valeurs plus pertinentes que celles proposées par le SCOEL, afin de prendre en compte les effets nouveaux observés et d'être cohérent vis-à-vis de la VME. Un facteur de 5 entre la nouvelle VME et la VLE est donc proposé.
4. La notation « peau » est confirmée.

Ces préconisations ont été prises en compte par le décret n°2007-1539 du 26 octobre 2007 fixant des valeurs limites d'exposition professionnelle contraignantes pour certains agents chimiques et modifiant le code du travail [18].

### 3.3. Normes relatives à l'analyse dans l'air

Les références des normes relatives à l'analyse dans l'air du N,N-diméthylacétamide sont présentées dans le tableau suivant :

**Tableau 160 : Normes relatives à l'analyse du N,N-diméthylacétamide dans l'air**

Source	Référence méthode / norme
Fiches Métropol de l'INRS [19]	Fiche Métropol 093/V01.02. Amides par chromatographie en phase gazeuse. 06/2010.
Normes AFNOR spécifiques [20]	NF X43-267 (Juillet 2004) Air des lieux de travail. Prélèvement et analyse de vapeurs organiques. Prélèvement par pompage sur tube à adsorption et désorption au solvant.  NF EN ISO 16017 (Partie 1 : Mars 2001 / Partie 2 : Oct 2003) Air intérieur, air ambiant et air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par tube à adsorption/désorption thermique/chromatographie en phase gazeuse sur capillaire.  NF ISO 16200 (Décembre 2001) Qualité de l'air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par désorption au solvant/chromatographie en phase gazeuse.
Méthodes NIOSH [21]	Méthode 2004 : "Dimethylacetamide and dimethylformamide". Issue 2, 15 août 1994.
Méthodes OSHA [22]	Sans objet.

### 3.4. EPI pour l'exposition par inhalation

La norme NF EN 529<sup>150</sup> définit les facteurs de protection pour chaque type d'appareil de protection respiratoire (annexe C de la norme).

Pour les gaz et vapeurs organiques dont le point d'ébullition est supérieur à 65°C, le type de filtre adapté est un filtre à gaz EN 14387/IN1 type A [23].

## 4. Production et consommation de la substance

L'OCDE (Organisation de Coopération et de Développement Economiques) classe le N,N-diméthylacétamide comme produit chimique HPV (High Production Volume) [24] : il est donc fabriqué ou importé à raison d'au moins 1 000 tonnes par an dans l'Union Européenne, et ce par au moins un état membre.

L'inventaire CMR de l'INRS (2005) fournit uniquement des données de production pour la famille des amides. D'après cette source, les quantités importées en amides en France étaient de 8 700 tonnes/an et les quantités exportées de 4 816 tonnes/an en 2005. Il précise que la consommation française de N,N-diméthylacétamide en 2005 était d'environ 1 000 tonnes/an. [25]

Cet inventaire, réalisé en 2005 par l'INRS, auprès d'un échantillon représentatif de 2 000 établissements appartenant à 30 secteurs d'activité primaires, indique que la consommation française de N,N-diméthylacétamide par secteur d'activité était la suivante [31] :

**Tableau 161 : Consommation de N,N-diméthylacétamide en fonction des secteurs d'activité [31]**

Secteurs d'activité	% de la consommation annuelle française en 2005
Fabrication de produits pharmaceutiques de base	60%
Secteurs divers desservis par des entreprises de distribution (dont la Construction aéronautique et spatiale, la Fabrication d'autres produits chimiques organiques de base et la Fabrication de peintures et vernis)	40%

<sup>150</sup> Appareil de protection respiratoire – Recommandations pour le choix, l'utilisation, l'entretien et la maintenance – Guide.

## **5. Utilisations de la substance**

### **5.1. Industrie textile**

Le N,N-diméthylacétamide est utilisé pour le filage des fibres synthétiques. [4] [26]

### **5.2. Industrie photographique**

Le N,N-diméthylacétamide est utilisé comme solvant dans l'industrie photographique. [4] [26]

### **5.3. Industrie des matières plastiques**

Le N,N-diméthylacétamide est utilisé comme solvant dans l'industrie des matières plastiques et des polymères. [4] [26]

### **5.4. Industrie des peintures, vernis, colles et revêtements**

Le N,N-diméthylacétamide est utilisé comme solvant pour les peintures, vernis, colles et revêtements (notamment les résines polyuréthane). [4] [31] [26]

### **5.5. Industrie de la chimie fine, industrie pharmaceutique, et cosmétique**

Le N,N-diméthylacétamide est utilisé dans ces domaines comme solvant des milieux réactionnels en synthèse organique, solvant de recristallisation, etc. [4] [26]

Il intervient dans la fabrication d'un produit à usage médical. [31]

### **5.6. Etat des lieux de la substitution de la substance en France**

Les données de l'inventaire CMR 2005 de l'INRS et le site de l'ANSES sur la substitution des CMR ne fournissent aucune information, ni aucun exemple de substitution du N,N-diméthylacétamide. [31] [27]

## **6. Le N,N-diméthylacétamide dans les déchets**

### **6.1. Déchets contenant du N,N-diméthylacétamide**

Selon l'étude des composés CMR dans les déchets dangereux de l'INRS [28], le N,N-diméthylacétamide fait partie des substances CMR les plus fréquemment citées parmi les substances contenues dans les déchets, par les traités et producteurs de déchets. Selon l'enquête réalisée dans le cadre de cette étude, le N,N-diméthylacétamide peut être présent dans les types de déchets suivants : Déchets acides, alcalins ou salins.

D'après cette étude et les différentes utilisations identifiées dans la présente fiche, les déchets pouvant contenir du N,N-diméthylacétamide sont classés dans la nomenclature déchets de l'article R.541-8 (Annexe II) du Code de l'environnement [29] sous les rubriques suivantes :

Tableau 162 : Rubriques des déchets susceptibles de contenir du N,N-diméthylacétamide

N°RUBRIQUE	DECHETS
<b>04</b>	<b>DÉCHETS PROVENANT DES INDUSTRIES DU CUIR, DE LA FOURRURE ET DU TEXTILE</b>
<b>04 02</b>	<b>Déchets de l'industrie textile</b>
04 02 09	Matériaux composites (textile imprégné, élastomère, plastomère).
04 02 14*	Déchets provenant des finitions contenant des solvants organiques
04 02 19*	Boues provenant du traitement in situ des effluents contenant des substances dangereuses
<b>07</b>	<b>DÉCHETS DES PROCÉDÉS DE LA CHIMIE ORGANIQUE</b>
<b>07 01</b>	<b>Déchets provenant de la fabrication, formulation, distribution et utilisation (FFDU) de produits organiques de base</b>
07 01 04*	Autres solvants, liquides de lavage et liqueurs mères organiques
07 01 08*	Autres résidus de réaction et résidus de distillation
07 01 10*	Autres gâteaux de filtration et absorbants usés
07 01 11*	Boues provenant du traitement in situ des effluents contenant des substances dangereuses
<b>07 02</b>	<b>Déchets provenant de la FFDU de matières plastiques, caoutchouc et fibres synthétiques</b>
07 02 04*	Autres solvants, liquides de lavage et liqueurs mères organiques
07 02 08*	Autres résidus de réaction et résidus de distillation
07 02 10*	Autres gâteaux de filtration et absorbants usés
07 02 11*	Boues provenant du traitement in situ des effluents contenant des substances dangereuses
07 02 14*	Déchets provenant d'additifs contenant des substances dangereuses
<b>07 05</b>	<b>Déchets provenant de la FFDU des produits pharmaceutiques</b>
07 05 04*	Autres solvants, liquides de lavage et liqueurs mères organiques
07 05 08*	Autres résidus de réaction et résidus de distillation
07 05 10*	Autres gâteaux de filtration et absorbants usés
07 05 11*	Boues provenant du traitement in situ des effluents contenant des substances dangereuses
<b>07 06</b>	<b>Déchets provenant de la FFDU des corps gras, savons, détergents, désinfectants et cosmétiques</b>
07 06 04*	Autres solvants, liquides de lavage et liqueurs mères organiques
07 06 08*	Autres résidus de réaction et résidus de distillation
07 06 10*	Autres gâteaux de filtration et absorbants usés
07 06 11*	Boues provenant du traitement in situ des effluents contenant des substances dangereuses
<b>07 07</b>	<b>Déchets provenant de la FFDU de produits chimiques issus de la chimie fine et de produits chimiques non spécifiés ailleurs</b>
07 07 04*	Autres solvants, liquides de lavage et liqueurs mères organiques
07 07 08*	Autres résidus de réaction et résidus de distillation
07 07 10*	Autres gâteaux de filtration et absorbants usés
07 07 11*	Boues provenant du traitement in situ des effluents contenant des substances dangereuses
<b>08</b>	<b>DÉCHETS PROVENANT DE LA FABRICATION, DE LA FORMULATION, DE LA DISTRIBUTION ET DE L'UTILISATION (FFDU) DE PRODUITS DE REVÊTEMENT (PEINTURES, VERNIS ET ÉMAUX VITRIFIÉS), MASTICS ET ENCRE D'IMPRESSION</b>
<b>08 01</b>	<b>Déchets provenant de la FFDU et du décapage de peintures et vernis</b>
08 01 11*	Déchets de peintures et vernis contenant des solvants organiques ou d'autres substances dangereuses
08 01 13*	Boues provenant de peintures ou vernis contenant des solvants organiques ou autres substances dangereuses
08 01 15*	Boues aqueuses contenant de la peinture ou du vernis contenant des solvants organiques ou autres substances dangereuses



N° RUBRIQUE	DECHETS
08 01 17*	Déchets provenant du décapage de peintures ou vernis contenant des solvants organiques ou autres substances dangereuses
08 01 19*	Suspensions aqueuses contenant de la peinture ou du vernis contenant des solvants organiques ou autres substances dangereuses
08 01 21*	Déchets de décapants de peintures ou vernis
<b>08 04</b>	<b>Déchets provenant de la FFDU de colles et mastics (y compris produits d'étanchéité)</b>
08 04 09*	Déchets de colles et mastics contenant des solvants organiques ou d'autres substances dangereuses
08 04 11*	Boues de colles et mastics contenant des solvants organiques ou d'autres substances dangereuses
08 04 13*	Boues aqueuses contenant des colles ou mastics contenant des solvants organiques ou d'autres substances dangereuses
08 04 15*	Déchets liquides aqueux contenant des colles ou mastics contenant des solvants organiques ou d'autres substances dangereuses
<b>09</b>	<b>DÉCHETS PROVENANT DE L'INDUSTRIE PHOTOGRAPHIQUE</b>
<b>09 01</b>	<b>Déchets de l'industrie photographique</b>
09 01 03*	Bains de développement contenant des solvants
<b>14</b>	<b>DÉCHETS DE SOLVANTS ORGANIQUES, D'AGENTS RÉFRIGÉRANTS ET PROPULSEURS (SAUF CHAPITRES 07 ET 08)</b>
<b>14 06</b>	<b>Déchets de solvants, d'agents réfrigérants et d'agents propulseurs d'aérosols/de mousses organiques</b>
14 06 03*	Autres solvants et mélanges de solvants
<b>15</b>	<b>EMBALLAGES ET DÉCHETS D'EMBALLAGES, ABSORBANTS, CHIFFONS D'ESSUYAGE, MATÉRIAUX FILTRANTS ET VÊTEMENTS DE PROTECTION NON SPÉCIFIÉS AILLEURS</b>
<b>15 01</b>	<b>Emballages et déchets d'emballages (y compris les déchets d'emballages municipaux collectés séparément)</b>
15 01 10*	Emballages contenant des résidus de substances dangereuses ou contaminés par de tels résidus
<b>15 02</b>	<b>Absorbants, matériaux filtrants, chiffons d'essuyage et vêtements de protection</b>
15 02 02*	Absorbants, matériaux filtrants (y compris les filtres à huile non spécifiés ailleurs), chiffons d'essuyage et vêtements de protection contaminés par des substances dangereuses
<b>16</b>	<b>DÉCHETS NON DÉCRITS AILLEURS DANS LA LISTE</b>
<b>16 03</b>	<b>Loupés de fabrication et produits non utilisés</b>
16 03 05*	Déchets d'origine organique contenant des substances dangereuses
<b>16 07</b>	<b>Déchets provenant du nettoyage de cuves et fûts de stockage et de transport</b>
<b>20</b>	<b>DÉCHETS MUNICIPAUX (DÉCHETS MÉNAGERS ET DÉCHETS ASSIMILÉS PROVENANT DES COMMERCES, DES INDUSTRIES ET DES ADMINISTRATIONS), Y COMPRIS LES FRACTIONS COLLECTÉES SÉPARÉMENT</b>
<b>20 01</b>	<b>Fractions collectées séparément</b>
20 01 13*	Solvants
20 01 27*	Peinture, encres, colles et résines contenant des substances dangereuses
<b>20 03</b>	<b>Autres déchets municipaux</b>
20 03 01	Déchets municipaux en mélange

## 6.2. Flux du N,N-diméthylacétamide dans les déchets

Aucune information sur les gisements et flux de N,N-diméthylacétamide dans les déchets n'a été trouvée dans la littérature.

### 6.3. Formation du N,N-diméthylacétamide lors du traitement des déchets

La littérature consultée n'a pas retenu le N,N-diméthylacétamide comme étant une substance susceptible de se former lors du traitement des déchets.

### 6.4. Exposition des travailleurs au N,N-diméthylacétamide

Aucune information sur l'exposition des travailleurs au N,N-diméthylacétamide n'a été trouvée dans la littérature.

## 7. Références bibliographiques

---

1 Règlement (CE) n° 1272/2008 du Parlement européen et du Conseil du 16 décembre 2008 relatif à la classification, à l'étiquetage et à l'emballage des substances et des mélanges, modifiant et abrogeant les directives 67/548/CEE et 1999/45/CE et modifiant le règlement (CE) n° 1907/2006.

2 Liste des Agents Classés par les Monographies du CIRC, Volumes 1–101.  
<http://monographs.iarc.fr/FR/Classification/index.php>

3 Integrated Risk Information System (IRIS). US-EPA. Date de consultation : Novembre 2011.  
<http://www.epa.gov/IRIS>

4 FT261. N,N-Diméthylacétamide. INRS. 2006.

5 Base de données BIOTOX. INRS. Mise à jour : octobre 2010.

6 Arrêté du 07/08/97 modifié relatif aux limitations de mise sur le marché et d'emploi de certains produits contenant des substances dangereuses.

7 Règlement (CE) n° 1907/2006 du Parlement européen et du Conseil du 18 décembre 2006 concernant l'enregistrement, l'évaluation et l'autorisation des substances chimiques, ainsi que les restrictions applicables à ces substances (REACH), instituant une agence européenne des produits chimiques, modifiant la directive 1999/45/CE et abrogeant le règlement (CEE) n° 793/93 du Conseil et le règlement (CE) n° 1488/94 de la Commission ainsi que la directive 76/769/CEE du Conseil et les directives 91/155/CEE, 93/67/CEE, 93/105/CE et 2000/21/CE de la Commission.

8 Directive du Conseil 76/768/CEE du 27 juillet 1976 modifiée concernant le rapprochement des législations des États membres relatives aux produits cosmétiques.

9 Arrêté du 6 février 2001 modifié fixant la liste des substances qui ne peuvent entrer dans la composition des produits cosmétiques.

10 Règlement n° 1223/2009 du Parlement européen et du Conseil du 30 novembre 2009 relatif aux produits cosmétiques.

11 Arrêté du 31/01/08 modifié relatif au registre et à la déclaration annuelle des émissions polluantes et des déchets.

12 Arrêté du 02/02/98 modifié relatif aux prélèvements et à la consommation d'eau ainsi qu'aux émissions de toute nature des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation.

13 Arrêté du 20/09/02 modifié relatif aux installations d'incinération et de co-incinération de déchets dangereux.

14 Arrêté du 20/09/02 modifié relatif aux installations d'incinération et de co-incinération de déchets non dangereux et aux installations incinérant des déchets d'activités de soins à risques infectieux.

15 Directive 2000/39/CE de la Commission du 8 juin 2000 relative à l'établissement d'une première liste de valeurs limites d'exposition professionnelle de caractère indicatif en application de la directive 98/24/CE du Conseil concernant la protection de la santé et de la sécurité des travailleurs contre les risques liés à des agents chimiques sur le lieu de travail.

16 Recommendation from Scientific Expert Group on Occupational Exposure Limits for N,N-Dimethylacetamide. SCOEL/SUM/37. 1994.

17 Fiche de synthèse : N,N-Diméthylacétamide. Groupe VLEP « Effets sur la santé ». Octobre 2003.

18 Décret n° 2007-1539 du 26 octobre 2007 fixant des valeurs limites d'exposition professionnelle contraignantes pour certains agents chimiques et modifiant le code du travail.

19 Fiche Metropol 093/V01.02. Amides par chromatographie en phase gazeuse. INRS. 06/2010.

20 Site internet de l'Afnor. Date de consultation : novembre 2011. <http://www.boutique.afnor.org/>

21 NIOSH Manual of Analytical Methods. 3<sup>ème</sup> supplément. 2003.  
<http://www.cdc.gov/niosh/docs/2003-154/>

22 Sampling & Analytical Methods. Occupational Safety & Health Administration (OSHA). Dernière date de mise à jour : 23/03/2010. [http://www.osha.gov/dts/sltc/methods/toc\\_d.html](http://www.osha.gov/dts/sltc/methods/toc_d.html)

23 Fiche pratique de sécurité. Les appareils de protection respiratoire. ED 98. INRS. Octobre 2008.

24 OCDE (Organisation de coopération et de développement économiques). Date de consultation : novembre 2011. <http://webnet.oecd.org/hpv/UI/Search.aspx>

25 Inventaire CMR 2005. Base de données de l'INRS.  
<http://www.inrs.fr/accueil/produits/bdd/cmr.html>

26 SIDS Initial Assessment Report For SIAM 13. N,N-DIMETHYLACETAMIDE. OECD SIDS. UNEP Publications. Novembre 2001.

27 Site internet sur la substitution des CMR. ANSES. Date de consultation : novembre 2011.  
<http://www.substitution-cmr.fr>


28 Etude des composés CMR dans les déchets dangereux. Alain Chollot. INRS. 2007.

29 Annexe II de l'article R.541-8 du Code de l'environnement : LISTE DE DÉCHETS.

**FICHE FILIÈRE DU 1,2-DICHLOROÉTHANE**

## 1. Fiche identité de la substance

Tableau 163 : Caractéristiques du 1,2-dichloroéthane

IDENTIFICATION DE LA SUBSTANCE	
Numéros CAS	107-06-2
Numéro CE (EINECS, ELINCS, NLP)	203-458-1
Nom	1,2-dichloroéthane
Synonymes	1,2-Dichloroethane 1,2-DCE Ethane, 1,2-dichloro- sym-dichloroethane Chlorure d'éthylène Dichlorure d'éthylène Dichloroéthylène Ethylene dichloride
Famille chimique	Organo-halogénés
Formule brute	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> Cl <sub>2</sub>
Formule semi-développée	
Catégorie de classement de la substance	<p><b>Classement selon le règlement CLP (N° 1272/2008 - Annexe VI) [1] :</b> Carc. 1B (H350)</p> <p><b>Classement selon le CIRC [2] :</b> Groupe 2B (pourrait être cancérigène pour l'homme)</p> <p><b>Classement selon l'US EPA [3] :</b> Classe B2 : substance probablement cancérigène pour l'homme</p> <p><b>VLEP réglementaire contraignante (Article R.4412-149 du code du travail) :</b> Sans objet</p>
Tension vapeur	8500 Pa à 20°C [4]
Indicateurs biologiques d'exposition [5]	Non défini
Fiche INRS	FT54 : 1,2-Dichloroéthane. 1997 [4]
Fiches INERIS	Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques. 1,2-Dichloroéthane. 27/07/2006 [6] Données technico-économiques sur les substances chimiques en France. 1,2-Dichloroéthane. 27/03/2006 [7]

## 2. Toxicité de la substance

### 2.1. Toxicité en exposition aiguë

Les symptômes observés en cas d'intoxication aiguë au 1,2-dichloroéthane sont les suivants [4] [6] :

- Toxicité par ingestion :
- Effets immédiats : sensation de brûlure buccale, pharyngée, œsophagienne et gastrique ;
  - Effets observés après plusieurs heures de latence : troubles neuropsychiques (céphalées, agitation, délire, troubles de l'équilibre puis coma habituellement peu profond), vomissements et douleurs abdominales ;
  - Puis aggravation de l'état de l'intoxiqué : hépatite cytolytique sévère, tubulopathie aiguë souvent anurique, acidose métabolique et hyperleucocytose (avec parfois : rhabdomyolyse, troubles de la conduction et de l'excitabilité cardiaques) ;
  - Phase terminale : troubles hémodynamiques, œdème aigu du poumon, encéphalopathie hépatique, troubles de la coagulation dus à la fois à un syndrome de consommation et à l'insuffisance hépatocellulaire.
- L'autopsie révèle des atteintes hépatique, rénale, pulmonaire, surrénalienne, cardiaque et cérébrale.
- Toxicité par inhalation :
- Un cas de mortalité par arythmie cardiaque a été décrit chez un travailleur de 51 ans (Nouchi *et al.*, 1984). Le décès est survenu quatre jours après une exposition accidentelle de 30 minutes à des vapeurs de 1,2-dichloroéthane, dont la concentration n'a pu être déterminée. Le patient a présenté des troubles du système nerveux central (maux de tête, vertiges, léthargie, sensation d'ébriété, inconscience), des troubles gastro-intestinaux (nausées, vomissements, diarrhée), une cyanose et des douleurs épigastriques associées à une augmentation sérique de plusieurs enzymes hépatiques (SGOT, SGPT). L'autopsie a également révélé une congestion pulmonaire, des lésions nécrotiques importantes au niveau du foie et des reins, ainsi qu'une atteinte des cellules cérébrales.
- Toxicité par contact cutané :
- Aucune donnée n'est disponible concernant la toxicité aiguë par voie dermique chez l'homme.

### 2.2. Toxicité en exposition chronique

La toxicité chronique du 1,2-dichloroéthane pour l'espèce humaine est mal connue. Les troubles décrits chez les ouvriers exposés par inhalation sont une anorexie, des nausées, des douleurs abdominales, une somnolence, des atteintes hépatique et rénale et des dermatoses orthoergiques. [4]

Le 1,2-dichloroéthane doit être assimilé à une substance cancérogène pour l'homme. On dispose de suffisamment d'éléments pour justifier une forte présomption que l'exposition de l'homme à de telles substances peut provoquer un cancer. [6]

### 3. Réglementation

#### 3.1. Textes règlementaires relatifs à la substance

##### 3.1.1. Textes relatifs à l'utilisation de la substance

###### ➤ Généralités

L'arrêté du 07/08/1997 modifié relatif aux limitations de mise sur le marché et d'emploi de certains produits contenant des substances dangereuses [8] interdit la mise sur le marché et l'importation, à destination du public du 1,2-dichloroéthane depuis le 17 août 1997.

Cette interdiction de mise sur le marché et d'importation, à destination du public, ne vise pas les produits destinés à être utilisés dans le cadre d'un usage professionnel. En l'occurrence, cette interdiction ne s'applique pas aux produits suivants, au stade final, destinés à l'utilisateur final :

36. Médicaments à usage humain ou vétérinaire, mentionnés à l'article L. 511 du Code de la santé publique ;
37. Produits cosmétiques au sens de l'article L. 658-1 du Code de la santé publique ;
38. Produits dérivés des huiles minérales, prévus pour être utilisés comme combustibles ou carburants dans des installations de combustion mobiles ou fixes ;
39. Combustibles vendus en système fermé (par exemple : bonbonnes de gaz liquéfié) ;
40. Couleurs pour artistes.

Le 1,2-dichloroéthane est inscrit dans l'appendice 2 de l'annexe XVII - Restrictions applicables à la fabrication, à la mise sur le marché et à l'utilisation de certaines substances dangereuses et de certains mélanges et articles dangereux - du Règlement 1907/2006 du 18 décembre 2006 (REACH)

[9]. Les substances inscrites dans cet appendice 2 :

11. ne peuvent être mises sur le marché, ni utilisées :

- en tant que substance,
- en tant que constituants d'autres substances,
- ou dans des mélanges

destinés à être vendus au grand public en concentration individuelle dans la substance ou le mélange égale ou supérieure :

- soit à la limite de concentration spécifique pertinente visée à l'annexe VI, partie 3, du règlement (CE) n° 1272/2008,
- soit à la concentration pertinente spécifiée dans la directive 1999/45/CE.

Sans préjudice de l'application d'autres dispositions communautaires relatives à la classification, à l'emballage et à l'étiquetage des substances et des mélanges, les fournisseurs veillent à ce que, avant la mise sur le marché, l'emballage de ces substances et mélanges porte la mention ci-après, inscrite de manière visible, lisible et indélébile :

« Réservé aux utilisateurs professionnels ».

12. Par dérogation, le paragraphe 1 ne s'applique pas :

- o) aux médicaments à usage médical ou vétérinaire au sens de la directive 2001/82/CE et de la directive 2001/83/CE ;
- p) aux produits cosmétiques au sens de la directive 76/768/CEE ;
- q) aux carburants et produits dérivés d'huiles suivants :
  - carburants qui font l'objet de la directive 98/70/CE,
  - produits dérivés des huiles minérales, prévus pour être utilisés comme combustibles ou carburants dans des installations de combustion mobiles ou fixes,
  - combustibles vendus en système fermé (par exemple, bonbonnes de gaz liquéfié) ;
- r) aux couleurs pour artistes relevant de la directive 1999/45/CE.

Le 1,2-dichloroéthane entre dans le champ du règlement (CE) n°689/2008 du 17 juin 2008 concernant les exportations et importations de produits chimiques dangereux dit « règlement PIC » [10]. Ce règlement met en œuvre la Convention de Rotterdam sur la procédure de consentement informé préalable (CIP) applicable à certains produits chimiques et pesticides dangereux qui font l'objet d'un

commerce international. Le 1,2-dichloroéthane est inscrit en annexe I - Partie 1 du règlement 689/2008, qui liste les produits soumis à la procédure de notification d'exportation, ainsi qu'en annexe I – Partie 3 du règlement, qui liste les produits soumis à la procédure CIP au titre de la convention de Rotterdam.

### ➤ **Cosmétiques**

Le dichloroéthane (chlorures d'éthylène) est réglementé par la Directive du Conseil 76/768/CEE du 27 juillet 1976 modifiée concernant le rapprochement des législations des États membres relatives aux produits cosmétiques [11], et notamment son annexe II, retranscrite en droit Français par l'arrêté du 6 février 2001 modifié fixant la liste des substances qui ne peuvent entrer dans la composition des produits cosmétiques [12]. Cet arrêté interdit la présence de dichloroéthane (chlorures d'éthylène) dans les produits cosmétiques depuis le 23/02/2001.

Notons que la directive 76/768/CEE ne sera plus applicable à partir du 11 juillet 2013, date à laquelle le Règlement n° 1223/2009 du Parlement européen et du Conseil du 30 novembre 2009 relatif aux produits cosmétiques [13] entrera en vigueur. Ce règlement reprend la même interdiction pour les Dichloroéthanes (chlorures d'éthylène), dont 1,2-dichloroéthane.

### ➤ **Produits phytopharmaceutiques**

La directive 79/117/CEE du Conseil, du 21 décembre 1978, concernant l'interdiction de mise sur le marché et d'utilisation des produits phytopharmaceutiques contenant certaines substances actives [14] modifiée par la directive 87/181/CEE du Conseil du 9 mars 1987 modifiant l'annexe de la directive 79/117/CEE concernant l'interdiction de mise sur le marché et d'utilisation des produits phytopharmaceutiques contenant certaines substances actives [15] interdit la présence de 1,2-dichloroéthane dans les produits phytopharmaceutiques mis sur le marché depuis le 12/03/1987.

Notons que la fin de validité de cette directive était le 13/06/2011, date à laquelle le Règlement (CE) n° 1107/2009 du Parlement européen et du Conseil du 21 octobre 2009 concernant la mise sur le marché des produits phytopharmaceutiques [16] est entré en vigueur.

### **3.1.2. Textes relatifs aux valeurs limites d'émission des installations de traitement de déchets**

Le 1,2-dichloroéthane fait partie de la liste définie dans l'arrêté du 31/01/08 modifié relatif au registre et à la déclaration annuelle des émissions polluantes et des déchets [17], concernant les polluants devant être mentionnés dans le registre des émissions polluantes et des déchets et devant apparaître dans la déclaration annuelle des émissions polluantes et des déchets faite par les exploitants des établissements concernés.

L'arrêté ministériel du 2 février 1998 modifié relatif aux prélèvements et à la consommation d'eau ainsi qu'aux émissions de toute nature des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation [18] impose dans les rejets aqueux une valeur limite pour le 1,2-dichloroéthane de :

- Pour les activités de production uniquement de 1,2-dichloroéthane : 1,25 mg/L en moyenne mensuelle dans les rejets pour un flux maximum de 2,5 g/t de capacité de production de 1,2-dichloroéthane purifié<sup>151</sup> ;
- Pour les activités de production de 1,2-dichloroéthane et transformation et/ou utilisation sur le même site à l'exception de la production d'échangeurs d'ions : 2,5 mg/L en moyenne

---

<sup>151</sup> La capacité de production de 1,2-dichloroéthane purifié tient compte du recyclage vers la station de purification, de la fraction de 1,2- dichloroéthane non craquée dans l'unité de fabrication de chlorure de vinyle associée à l'unité de fabrication de 1,2- dichloroéthane.



mensuelle dans les rejets pour un flux maximum de 5 g/t de capacité de production de 1,2-dichloroéthane purifié<sup>151</sup> ;

- Pour les activités de transformation de 1,2-dichloroéthane en d'autres substances que le chlorure de vinyle<sup>152</sup> : 1 mg/L en moyenne mensuelle dans les rejets pour un flux maximum de 2,5 g/t de capacité de production de 1,2-dichloroéthane ;
- Pour les autres secteurs : il convient que l'arrêté préfectoral autorisant une installation de ce type soumette les rejets en 1,2-dichloroéthane à des valeurs limites en concentration et en flux. Les valeurs limites ci-dessus servent de référence.

Un prélèvement continu proportionnel au débit et une mesure journalière des effluents aqueux doivent être réalisés lorsque le rejet annuel en 1,2-dichloroéthane dépasse 30 kg/an.

Concernant la pollution de l'air, cet arrêté impose à l'arrêté préfectoral d'autorisation du site de fixer une valeur limite de rejet de 1,2-dichloroéthane si le flux horaire dépasse 25 g/h. **[15]**

De façon plus générale, cet arrêté impose les valeurs limites de rejets suivantes pour les émissions de COV des ICPE **[15]** :

- Si le flux horaire total dépasse 2 kg/h, la valeur limite exprimée en carbone total de la concentration globale de l'ensemble des composés est de 110 mg/m<sup>3</sup> ;
- Dans le cas de l'utilisation d'une technique d'oxydation pour l'élimination COV, la valeur limite d'émission en COV exprimée en carbone total est de 20 mg par m<sup>3</sup> ou 50 mg par m<sup>3</sup> si le rendement d'épuration est supérieur à 98%.

L'arrêté du 20/09/02 relatif aux installations d'incinération et de co-incinération de déchets dangereux **[19]** impose les valeurs limites de rejets suivantes pour les émissions de substances organiques à l'état de gaz ou de vapeur, exprimées en carbone organique total (COT) :

- 10 mg/m<sup>3</sup> en moyenne journalière,
- 20 mg/m<sup>3</sup> en moyenne sur une demi-heure.

L'arrêté du 20/09/02 relatif aux installations d'incinération et de co-incinération de déchets non dangereux et aux installations incinérant des déchets d'activités de soins à risques infectieux **[20]** impose les valeurs limites de rejets suivantes pour les émissions de substances organiques à l'état de gaz ou de vapeur, exprimées en carbone organique total (COT) :

- 10 mg/m<sup>3</sup> en moyenne journalière,
- 20 mg/m<sup>3</sup> en moyenne sur une demi-heure.

L'arrêté du 30/12/02 modifié relatif au stockage de déchets dangereux **[21]** fixe une valeur limite sur le rejet des eaux stockées dans le bassin tampon qui regroupe les eaux de ruissellement. En effet, ce rejet doit respecter des objectifs de qualité du milieu naturel, qui est pour les composés organiques halogénés (en AOX ou EOX) : < 1 mg/L si le rejet dépasse 30 g/j. **[33]**

Cette limite est également celle imposée par l'arrêté du 09/09/97 modifié relatif aux installations de stockage de "déchets non dangereux" **[22]** pour les composés organiques halogénés (en AOX ou EOX) dans les rejets d'effluents liquides dans le milieu naturel.

### 3.2. Valeurs de référence

Aucune valeur limite d'exposition professionnelle (VLEP) réglementaire contraignante n'a été établie en France pour le 1,2-dichloroéthane et ses composés.

---

<sup>152</sup> Sont visées notamment les productions de diamino-1,2-éthane, d'éthylène polyamines, de 1,1,1-trichloroéthane, de trichloroéthylène et de perchloroéthylène.

Une valeur limite indicative (non réglementaire) dans l'air des locaux de travail a été établie en France pour le 1,2-dichloroéthane [23] : Pour une exposition moyenne pondérée sur 8 heures, 40 h/semaine (VME) : 10 ppm, soit 40 mg/m<sup>3</sup>.

Etant donné qu'il n'existe pas actuellement de VLEP réglementaire pour le 1,2-dichloroéthane, aucun rapport d'expertise français ayant amené à la recommandation de cette VLEP indicative n'est disponible.

Le rapport présentant les recommandations pour des valeurs limites d'exposition professionnelle au niveau européen par le SCOEL (Scientific Committee on Occupational Exposure Limit) n'est pas disponible pour le 1,2-dichloroéthane.

### 3.3. Normes relatives à l'analyse dans l'air

Les références des normes relatives à l'analyse dans l'air du 1,2-dichloroéthane sont présentées dans le tableau suivant :

**Tableau 164 : Normes relatives à l'analyse du 1,2-dichloroéthane dans l'air**

Source	Référence méthode / norme
Fiches Métropol de l'INRS [24]	Fiche Métropol 029/V02.01. Dérivés halogénés des hydrocarbures aliphatiques. 01/2009.
Normes AFNOR spécifiques [25]	NF X43-267 (Juillet 2004) Air des lieux de travail. Prélèvement et analyse de vapeurs organiques. Prélèvement par pompage sur tube à adsorption et désorption au solvant.  NF EN ISO 16017 (Partie 1 : Mars 2001 / Partie 2 : Oct 2003) Air intérieur, air ambiant et air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par tube à adsorption/désorption thermique/chromatographie en phase gazeuse sur capillaire.  NF ISO 16200 (Décembre 2001) Qualité de l'air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par désorption au solvant/chromatographie en phase gazeuse.  ISO 9486:1991 (Août 1991) Air des lieux de travail. Détermination des hydrocarbures chlorés vaporeux. Méthode d'analyse par tube à charbon actif/désorption des solvants/chromatographie en phase gazeuse.
Méthodes NIOSH [26]	Méthode 1003 : « Hydrocarbons, halogenated ». Issue 3, 15 mars 2003.
Méthodes OSHA [27]	Méthode 03 : Ethylene Dichloride. Avril 1979.

### 3.4. EPI pour l'exposition par inhalation

La norme NF EN 529<sup>153</sup> définit les facteurs de protection pour chaque type d'appareil de protection respiratoire (annexe C de la norme).

Pour les gaz et vapeurs organiques dont le point d'ébullition est supérieur à 65°C, le type de filtre adapté est un filtre à gaz EN 14387/IN1 type A [28].

<sup>153</sup> Appareil de protection respiratoire – Recommandations pour le choix, l'utilisation, l'entretien et la maintenance – Guide.

Le guide d'intervention chimique concernant le 1,2-dichloroéthane, réalisé par Arkema, Total et Cedre [29], préconise les équipements de protection individuels pour le 1,2-dichloroéthane suivants, en fonction des CME (Concentration Maximale d'Emploi) :

- Masque à gaz à cartouche filtrante : jusqu'à une concentration de 50 ppm (la cartouche absorbe les vapeurs et offre une protection adéquate lorsque les teneurs en polluant n'excèdent pas 2% du volume) ;
- Appareil Respiratoire Autonome : pas de limite de concentration.

## 4. Production et consommation de la substance

L'OCDE (Organisation de Coopération et de Développement Economiques) classe le 1,2-dichloroéthane comme produit chimique HPV (High Production Volume) [30] : il est donc fabriqué ou importé à raison d'au moins 1 000 tonnes par an dans l'Union Européenne, et ce par au moins un état membre.

En Europe, les usines de 1,2-dichloroéthane sont souvent intégrées aux usines de chlorure de vinyle monomère (CVM). Les capacités de production des sites français sont présentées dans le tableau ci-après<sup>154</sup> pour les années 1991 et 2003 : [7]

**Tableau 165 : Capacités de production annuelle de CVM et calculée de 1,2-dichloroéthane [7]**

Sites	CVM		DCE	
	1991	2003	1991	2003
Fos sur Mer (Arkema)	350	375	554	594
Lavéra (Arkema)	440	470	697	744
Tavaux (Solvay)	200	320	317	507
Saint Auban (Arkema) (Fermeture en 2006)	120	125	190	198
<b>TOTAL</b>	<b>1110</b>	<b>1290</b>	<b>1758</b>	<b>2043</b>

La production française de CVM et de 1,2-dichloroéthane était en légère hausse depuis une vingtaine d'années, puis a commencé à diminuer en 2006 avec la fermeture du site de St-Auban. Toutefois, cette situation est uniquement caractéristique de la France, et s'inscrit dans la stabilisation française de la production de chlore. [7]

Selon le Syndicat des Halogènes et Dérivés (SHD), en France, la production de 1,2-dichloroéthane était en 2004 de 1,9 millions de tonnes, pour 1,2 millions de tonnes de CVM. Ce Syndicat donne également les mêmes producteurs que ceux indiqués dans le tableau ci-dessus, ainsi que l'usine ARKEMA de Jarrie qui produirait du 1,2-dichloroéthane pour permettre le stockage de chlore et faciliter le transport. En effet, transporter le chlore sous forme de 1,2-dichloroéthane est moins dangereux. [7]

L'inventaire CMR de l'INRS (2005) précise que la consommation française de 1,2-dichloroéthane en 2005 était d'environ 1 500 000 tonnes/an. [31] Cet inventaire, réalisé en 2005 par l'INRS, auprès d'un échantillon représentatif de 2 000 établissements appartenant à 30 secteurs d'activité primaires, indique que la consommation française de 1,2-dichloroéthane par secteur d'activité était la suivante :

<sup>154</sup> La capacité de 1,2-dichloroéthane est calculée en supposant qu'elle est effectivement intégrée à chacune des usines de CVM.

La capacité de production de DCE = capacité de production de CMV x 99/62,5 (qui sont les masses molaires des substances).

**Tableau 166 : Consommation de 1,2-dichloroéthane en fonction des secteurs d'activité [31]**

Secteurs d'activité	% de la consommation annuelle française en 2005
Fabrication d'autres produits chimiques organiques de base	99,71%
Fabrication de produits pharmaceutiques de base	0,29%
Ennoblement textile	0% (25 t/an)
Fabrication d'huiles essentielles	0% (4,5 t/an)
Fabrication de médicaments	0% (1,2 t/an)
Fabrication d'autres produits pharmaceutiques	0% (0,004 t/an)

## 5. Utilisations de la substance

### 5.1. Industrie chimique

Le 1,2-dichloroéthane est en grande majorité utilisé comme intermédiaire de synthèse pour la fabrication de composés organiques chlorés, essentiellement le chlorure de vinyle. [4] [6] [7] Cet usage représenterait 95% de l'emploi du 1,2-dichloroéthane. [7]

Il est également employé dans la production de solvants chlorés tels que le 1,1,1-trichloroéthane, le trichloroéthylène et le tétrachloroéthylène. [6] [7]

Ses autres domaines d'utilisation, présentés dans les paragraphes ci-dessous, sont divers, et certains d'entre eux sont maintenant anecdotiques voire inexistantes. [7]

Il intervient dans la fabrication d'éthylènediamide, d'éthylène glycol, et en faible quantité dans la synthèse de l'oxyde d'éthylène. [6] [7]

Il est également utilisé pour la fabrication d'alkyles de plomb, et la stabilisation du plomb tétraéthyle. [4]

### 5.2. Industrie des peintures, vernis, cires

Le 1,2-dichloroéthane est utilisé dans la fabrication des peintures et vernis. [6] [7]

Il était utilisé avant comme dissolvant dans les peintures, mais aujourd'hui ce n'est plus le cas. [7]

Il sert également de solvant pour les cires. [6] [7]

### 5.3. Industrie des matières plastiques et du caoutchouc

Le 1,2-dichloroéthane est utilisé dans la fabrication de chlorure de polyvinyle, de nylon, de rayonne, de matières plastiques diverses. [6] [7]

Il sert également de solvant pour les résines et le caoutchouc. [6] [7]

### 5.4. Industrie agroalimentaire

Le 1,2-dichloroéthane est utilisé pour le traitement par fumigation des grains (céréales), des vergers, des bâtiments agricoles et des champignonnières. [6] [7] Rappelons que cette utilisation n'est pas

autorisée en France. De plus, la base e-phy signale que le 1,2-dichloroéthane n'a pas d'usage autorisée en France. [32]

Le 1,2-dichloroéthane sert de solvant pour l'extraction d'épices. [6] [7]

### **5.5. Industrie des produits d'entretien**

Le 1,2-dichloroéthane est utilisé dans la fabrication de détachants, de savons, de produits nettoyants et d'agents mouillants. [6] [7]

### **5.6. Carburants**

Le 1,2-dichloroéthane peut être utilisé comme antidétonant dans l'essence sans plomb. [7]

### **5.7. Autres utilisations**

Le 1,2-dichloroéthane a pu être utilisé dans l'ennoblissement textile, en substitution du trichloroéthylène pour le dégraissage des tissus à sec. [31]

Dans l'industrie pharmaceutique, il peut être utilisé comme solvant d'extraction lors de la synthèse de précurseurs de médicament ou comme solvant pour réaliser des synthèses à l'échelle du laboratoire de R&D. [31]

Le 1,2-dichloroéthane peut être utilisé dans l'extraction d'huiles essentielles en substitution du benzène. [31]

### **5.8. Etat des lieux de la substitution de la substance en France**

Il n'y a pas de produit de substitution au 1,2-dichloroéthane pour synthétiser le CVM. [7]

Il est possible de remplacer le 1,2-dichloroéthane par le 1,1,1-trichloroéthane ou le dichlorométhane. Cependant, ces deux solvants sont également des substances dangereuses pour les milieux aquatiques et sont visées respectivement par la Directive 76/464/CE et la Directive Cadre Eau. [7]

Les données de l'inventaire CMR 2005 de l'INRS précisent que le 1,2-dichloroéthane a déjà été substitué par certaines entreprises dans le secteur de la fabrication d'autres produits chimiques organiques de base. [31]

Le site de l'ANSES sur la substitution des CMR ne fournit aucun exemple de substitution du 1,2-dichloroéthane. [33]

Rappelons toutefois que 95% du 1,2-dichloroéthane sert à la fabrication du chlorure de vinyle, et que les autres utilisations présentées ci-avant sont anecdotiques voire désormais inexistantes.

## 6. Le 1,2-dichloroéthane dans les déchets

### 6.1. Déchets contenant du 1,2-dichloroéthane

Selon l'étude des composés CMR dans les déchets dangereux de l'INRS [34], le 1,2-dichloroéthane fait partie des substances CMR les plus fréquemment citées parmi les substances contenues dans les déchets, par les traitants et producteurs de déchets. Selon l'enquête réalisée dans le cadre de cette étude, le 1,2-dichloroéthane peut être présent dans les types de déchets suivants :

- Dépôts et résidus chimiques,
- Déchets de verre.

D'après cette étude et les différentes utilisations identifiées dans la présente fiche, les déchets pouvant contenir du 1,2-dichloroéthane sont classés dans la nomenclature déchets de l'article R.541-8 (Annexe II) du Code de l'environnement [35] sous les rubriques suivantes :

**Tableau 167 : Rubriques des déchets susceptibles de contenir du 1,2-dichloroéthane**

N° RUBRIQUE	DECHETS
<b>07</b>	<b>DÉCHETS DES PROCÉDÉS DE LA CHIMIE ORGANIQUE</b>
<b>07 01</b>	<b>Déchets provenant de la fabrication, formulation, distribution et utilisation (FFDU) de produits organiques de base</b>
07 01 03*	Solvants, liquides de lavage et liqueurs mères organiques halogénés
07 01 07*	Résidus de réaction et résidus de distillation halogénés
07 01 09*	Gâteaux de filtration et absorbants usés halogénés
07 01 11*	Boues provenant du traitement in situ des effluents contenant des substances dangereuses
<b>07 02</b>	<b>Déchets provenant de la FFDU de matières plastiques, caoutchouc et fibres synthétiques</b>
07 02 03*	Solvants, liquides de lavage et liqueurs mères organiques halogénés
07 02 07*	Résidus de réaction et résidus de distillation halogénés
07 02 09*	Gâteaux de filtration et absorbants usés halogénés
07 02 11*	Boues provenant du traitement in situ des effluents contenant des substances dangereuses
07 02 14*	Déchets provenant d'additifs contenant des substances dangereuses
<b>07 05</b>	<b>Déchets provenant de la FFDU des produits pharmaceutiques</b>
07 05 03*	Solvants, liquides de lavage et liqueurs mères organiques halogénés
07 05 07*	Résidus de réaction et résidus de distillation halogénés
07 05 09*	Gâteaux de filtration et absorbants usés halogénés
<b>07 06</b>	<b>Déchets provenant de la FFDU des corps gras, savons, détergents, désinfectants et cosmétiques</b>
07 06 03*	Solvants, liquides de lavage et liqueurs mères organiques halogénés
07 06 07*	Résidus de réaction et résidus de distillation halogénés
07 06 09*	Gâteaux de filtration et absorbants usés halogénés
07 06 11*	Boues provenant du traitement in situ des effluents contenant des substances dangereuses
<b>07 07</b>	<b>Déchets provenant de la FFDU de produits chimiques issus de la chimie fine et de produits chimiques non spécifiés ailleurs</b>
07 07 03*	Solvants, liquides de lavage et liqueurs mères organiques halogénés
07 07 07*	Résidus de réaction et résidus de distillation halogénés
07 07 09*	Gâteaux de filtration et absorbants usés halogénés
07 07 11*	Boues provenant du traitement in situ des effluents contenant des substances dangereuses
<b>08</b>	<b>DÉCHETS PROVENANT DE LA FABRICATION, DE LA FORMULATION, DE LA DISTRIBUTION ET DE L'UTILISATION (FFDU) DE PRODUITS DE REVÊTEMENT (PEINTURES, VERNIS ET ÉMAUX VITRIFIÉS), MASTICS ET ENCRE D'IMPRESSION</b>

N° RUBRIQUE	DECHETS
<b>08 01</b>	<b>Déchets provenant de la FFDU et du décapage de peintures et vernis</b>
08 01 11*	Déchets de peintures et vernis contenant des solvants organiques ou d'autres substances dangereuses
08 01 13*	Boues provenant de peintures ou vernis contenant des solvants organiques ou autres substances dangereuses
08 01 15*	Boues aqueuses contenant de la peinture ou du vernis contenant des solvants organiques ou autres substances dangereuses
08 01 17*	Déchets provenant du décapage de peintures ou vernis contenant des solvants organiques ou autres substances dangereuses
08 01 19*	Suspensions aqueuses contenant de la peinture ou du vernis contenant des solvants organiques ou autres substances dangereuses
08 01 21*	Déchets de décapants de peintures ou vernis
<b>08 04</b>	<b>Déchets provenant de la FFDU de colles et mastics (y compris produits d'étanchéité)</b>
08 04 09*	Déchets de colles et mastics contenant des solvants organiques ou d'autres substances dangereuses
08 04 11*	Boues de colles et mastics contenant des solvants organiques ou d'autres substances dangereuses
08 04 13*	Boues aqueuses contenant des colles ou mastics contenant des solvants organiques ou d'autres substances dangereuses
08 04 15*	Déchets liquides aqueux contenant des colles ou mastics contenant des solvants organiques ou d'autres substances dangereuses
<b>14</b>	<b>DÉCHETS DE SOLVANTS ORGANIQUES, D'AGENTS RÉFRIGÉRANTS ET PROPULSEURS (SAUF CHAPITRES 07 ET 08)</b>
<b>14 06</b>	<b>Déchets de solvants, d'agents réfrigérants et d'agents propulseurs d'aérosols/de mousses organiques</b>
14 06 03*	Autres solvants et mélanges de solvants
<b>15</b>	<b>EMBALLAGES ET DÉCHETS D'EMBALLAGES, ABSORBANTS, CHIFFONS D'ESSUYAGE, MATÉRIAUX FILTRANTS ET VÊTEMENTS DE PROTECTION NON SPÉCIFIÉS AILLEURS</b>
<b>15 01</b>	<b>Emballages et déchets d'emballages (y compris les déchets d'emballages municipaux collectés séparément)</b>
15 01 10*	Emballages contenant des résidus de substances dangereuses ou contaminés par de tels résidus
<b>15 02</b>	<b>Absorbants, matériaux filtrants, chiffons d'essuyage et vêtements de protection</b>
15 02 02*	Absorbants, matériaux filtrants (y compris les filtres à huile non spécifiés ailleurs), chiffons d'essuyage et vêtements de protection contaminés par des substances dangereuses
<b>16</b>	<b>DÉCHETS NON DÉCRITS AILLEURS DANS LA LISTE</b>
<b>16 03</b>	<b>Loupés de fabrication et produits non utilisés</b>
16 03 05*	Déchets d'origine organique contenant des substances dangereuses
<b>16 07</b>	<b>Déchets provenant du nettoyage de cuves et fûts de stockage et de transport</b>
<b>17</b>	<b>DÉCHETS DE CONSTRUCTION ET DE DÉMOLITION (Y COMPRIS DÉBLAIS PROVENANT DE SITES CONTAMINÉS)</b>
<b>17 02</b>	<b>Bois, verre et matières plastiques</b>
17 02 04*	Bois, verre et matières plastiques contenant des substances dangereuses ou contaminés par de telles substances
<b>19</b>	<b>DÉCHETS PROVENANT DES INSTALLATIONS DE GESTION DES DÉCHETS, DES STATIONS D'ÉPURATION DES EAUX USÉES HORS SITE ET DE LA PRÉPARATION D'EAU DESTINÉE À LA CONSOMMATION HUMAINE ET D'EAU À USAGE INDUSTRIEL</b>
<b>19 05</b>	<b>Déchets de compostage</b>
19 05 03	Compost déclassé
<b>19 07</b>	<b>Lixiviats de décharges</b>
19 07 02*	Lixiviats de décharges contenant des substances dangereuses

N° RUBRIQUE	DECHETS
<b>20</b>	<b>DÉCHETS MUNICIPAUX (DÉCHETS MÉNAGERS ET DÉCHETS ASSIMILÉS PROVENANT DES COMMERCES, DES INDUSTRIES ET DES ADMINISTRATIONS), Y COMPRIS LES FRACTIONS COLLECTÉES SÉPARÉMENT</b>
<b>20 01</b>	<b>Fractions collectées séparément</b>
20 01 02	Verre
20 01 13*	Solvants
20 01 27*	Peinture, encres, colles et résines contenant des substances dangereuses
<b>20 03</b>	<b>Autres déchets municipaux</b>
20 03 01	Déchets municipaux en mélange

## 6.2. Flux du 1,2-dichloroéthane dans les déchets

Aucune information sur les gisements et flux de 1,2-dichloroéthane dans les déchets n'a été trouvée dans la littérature.

Une entreprise du comité de suivi, spécialisée dans le traitement par incinération de déchets industriels dangereux, a fourni des résultats de mesures réalisées à la réception de déchets, entre 2005 et 2010.

Les résultats sont présentés dans le tableau suivant, sous la forme de pourcentages massiques de la substance dans les déchets analysés.

**Tableau 168 : Analyses dans les déchets – Incinération déchets industriels (2005 à 2010)**

Désignation du déchet	% massique de 1,2-dichloroéthane dans le déchet
Boues fosse 401	80,0

## 6.3. Formation du 1,2-dichloroéthane lors du traitement des déchets

### 6.3.1. Incinération des déchets

Dans le cadre des travaux du GRIDEC (groupe de recherche sur l'incinération des déchets) sur l'évaluation des nuisances et impacts liés à l'incinération des ordures ménagères et assimilés) – octobre 1996 – le 1,2-dichloroéthane n'a pas été identifié parmi les composés organiques volatils majoritairement émis par une UIOM. [36]

### 6.3.2. Compostage des déchets

Le 1,2-dichloroéthane fait partie de la liste des substances émises par les installations de compostage (ASTEE, 2006). [37]

L'INERIS [38] ne cite pas le 1,2-dichloroéthane comme faisant partie des éléments traces contenus dans le biogaz des centres de tri et de compostage.

L'étude FNADE-MEDD réalisée en 2002 sur les risques non microbiologiques associés au compostage des déchets rapporte les teneurs en COV dans l'air au sein des tas de compost d'ordures ménagères brutes. Pour le 1,2-dichloroéthane, cette concentration est de  $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Les mesures dans une salle de compostage fermée donnent des valeurs inférieures à  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . [39]



### 6.3.3. Stockage des déchets

Selon le Guide pour l'évaluation du risque sanitaire dans le cadre de l'étude d'impact d'une Installation de Stockage de Déchets Ménagers et Assimilés (2005) (ISDMA) [40], le 1,2-dichloroéthane fait partie des substances susceptibles d'être émises par les ISDMA. Il fait également partie des substances présentes dans les émissions de torchères à biogaz, chaudières et moteurs / turbines à biogaz des ISDMA.

Les concentrations en 1,2-dichloroéthane dans le biogaz sont comprises, selon les sources, entre 0,05 et 8,19 mg/m<sup>3</sup> et la concentration donnée pour la sortie de torchère est de 0,034 mg/m<sup>3</sup>. [41]

Les teneurs maximales en 1,2-dichloroéthane mesurées dans les lixiviats sont [41] :

Type de sous-produit liquide	Concentrations maximales	Source
Lixiviats bruts	1 030 µg/L	ENSP 2002
	6 µg/L	POLDEN + RSD 2003

Selon l'INERIS [40], le 1,2-dichloroéthane fait partie des éléments traces contenus dans le biogaz des Centres d'Enfouissement Technique (CET), à des intervalles de concentration compris entre 0,1 et 30,1 mg/m<sup>3</sup>, selon les sources.

Le rapport « Stockage des déchets et santé publique » (2004), coordonné par l'INVS [41] indique :

- La présence de 1,2-dichloroéthane dans les micropolluants organiques anthropogéniques présents à l'état de traces dans le biogaz des centres de stockage de déchets non dangereux. Les concentrations sont comprises entre 1,6 et 16 mg/m<sup>3</sup> ;
- La présence de 1,2-dichloroéthane dans les micropolluants organiques anthropogéniques présents dans les lixiviats. Les concentrations données varient entre 6 et 1 030 µg/L.

### 6.3.4. Stations d'épuration

L'INERIS ne cite pas le 1,2-dichloroéthane comme faisant partie des éléments traces contenus dans le biogaz de STEP [40].

## 6.4. Exposition des travailleurs au 1,2-dichloroéthane

Une étude de l'Ecole Nationale de la Santé Publique indique d'ailleurs que le 1,2-dichloroéthane fait partie des substances identifiées dans l'air ambiant d'installation de compostage et mais il n'a pas été détecté lors des mesures [42].

L'étude FNADE-MEDD réalisée en 2002 sur les risques non microbiologiques associés au compostage des déchets rapporte les teneurs en 1,2-dichloroéthane mesurées dans l'air en divers points d'un site de compostage de déchets ménagers solides [41]. Les résultats montrent des concentrations en 1,2-dichloroéthane nulles dans l'air aux points de mesures suivants du site de compostage (Eitzer, 1995) :

- Stockage,
- Broyage,
- Digesteur,
- Compost frais,
- Compost mur.

Une entreprise spécialisée dans le traitement des déchets spéciaux a fourni des données semi-quantitatives sur les niveaux mesurés en 1,2-dichloroéthane dans les ambiances de travail. Les résultats sont présentés dans le tableau ci-après.

**Tableau 169 : Données d'exposition en 1,2-dichloroéthane - Traitement des déchets spéciaux<sup>155</sup>**

Activités évaluées	Nombre de sites évalués	Postes de travail évalués	Nombre de fois recherchées lors des mesures d'exposition professionnelles	Nombre de fois inférieures aux VLEP	Nombre de fois supérieures aux VLEP	Nombre de fois détectées (Valeurs inf + valeurs sup à la VLEP)
Incinération	5	Tous postes confondus	77	1	0	1
Traitement biologique	5	Tous postes confondus	10	0	0	0
Traitement physico-chimique	6	Tous postes confondus	11	0	0	0
Valorisation solvants et hydrocarbures	8	Tous postes confondus	60	0	0	0
Transit et regroupement	5	Tous postes confondus	39	0	0	0
Déconditionnement	7	Tous postes confondus	41	0	0	0
Broyage	6	Tous postes confondus	67	0	0	0
Stockage (inclus les dépotages et prélèvements)	15	Tous postes confondus	101	0	0	0

Le 1,2-dichloroéthane n'a été détecté qu'une seule fois. Aucun dépassement des VLEP n'a été observé.

<sup>155</sup> Les résultats d'analyse présentés ne tiennent pas compte des EPI (pas de facteur d'abattement appliqué).

## 7. Références bibliographiques

---

1 Règlement (CE) n° 1272/2008 du Parlement européen et du Conseil du 16 décembre 2008 relatif à la classification, à l'étiquetage et à l'emballage des substances et des mélanges, modifiant et abrogeant les directives 67/548/CEE et 1999/45/CE et modifiant le règlement (CE) n° 1907/2006.

2 Liste des Agents Classés par les Monographies du CIRC, Volumes 1–101.

<http://monographs.iarc.fr/FR/Classification/index.php>

3 Integrated Risk Information System (IRIS). US-EPA. 1,2-Dichloroethane. Dernière mise à jour : 24/09/2008. <http://www.epa.gov/iris/subst/0149.htm>

4 FT54. 1,2-Dichloroéthane. INRS. 1997.

5 Base de données BIOTOX. INRS. Mise à jour : octobre 2010.

6 Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques – 1,2-Dichloroéthane. INERIS. 2006.

7 Fiche de données technico-économiques sur les substances chimiques en France – 1,2-Dichloroéthane. INERIS. 2006.

8 Arrêté du 07/08/97 modifié relatif aux limitations de mise sur le marché et d'emploi de certains produits contenant des substances dangereuses.

9 Règlement (CE) n° 1907/2006 du Parlement européen et du Conseil du 18 décembre 2006 concernant l'enregistrement, l'évaluation et l'autorisation des substances chimiques, ainsi que les restrictions applicables à ces substances (REACH), instituant une agence européenne des produits chimiques, modifiant la directive 1999/45/CE et abrogeant le règlement (CEE) n° 793/93 du Conseil et le règlement (CE) n° 1488/94 de la Commission ainsi que la directive 76/769/CEE du Conseil et les directives 91/155/CEE, 93/67/CEE, 93/105/CE et 2000/21/CE de la Commission.

10 Règlement n° 689/2008/CE du 17 juin 2008 concernant les exportations et importations de produits chimiques dangereux.

11 Directive du Conseil 76/768/CEE du 27 juillet 1976 modifiée concernant le rapprochement des législations des États membres relatives aux produits cosmétiques.

12 Arrêté du 6 février 2001 modifié fixant la liste des substances qui ne peuvent entrer dans la composition des produits cosmétiques.

13 Règlement n° 1223/2009 du Parlement européen et du Conseil du 30 novembre 2009 relatif aux produits cosmétiques.

14 Directive 79/117/CEE du Conseil du 21 décembre 1978 modifiée, concernant l'interdiction de mise sur le marché et d'utilisation des produits phytopharmaceutiques contenant certaines substances actives.

15 Directive 87/181/CEE du Conseil du 9 mars 1987 modifiant l'annexe de la directive 79/117/CEE concernant l'interdiction de mise sur le marché et d'utilisation des produits phytopharmaceutiques contenant certaines substances actives.

16 Règlement (CE) n° 1107/2009 du Parlement européen et du Conseil du 21 octobre 2009 concernant la mise sur le marché des produits phytopharmaceutiques et abrogeant les directives 79/117/CEE et 91/414/CEE du Conseil.

- 
- 17 Arrêté du 31/01/08 modifié relatif au registre et à la déclaration annuelle des émissions polluantes et des déchets.
- 18 Arrêté du 02/02/98 modifié relatif aux prélèvements et à la consommation d'eau ainsi qu'aux émissions de toute nature des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation.
- 19 Arrêté du 20/09/02 modifié relatif aux installations d'incinération et de co-incinération de déchets dangereux.
- 20 Arrêté du 20/09/02 modifié relatif aux installations d'incinération et de co-incinération de déchets non dangereux et aux installations incinérant des déchets d'activités de soins à risques infectieux.
- 21 Arrêté du 30/12/02 modifié relatif au stockage de déchets dangereux.
- 22 Arrêté du 09/09/97 modifié relatif aux installations de stockage de "déchets non dangereux".
- 23 Valeurs limites d'exposition professionnelle aux agents chimiques en France. Aide-mémoire technique. ED 984. INRS. 2007.
- 24 Fiche Metropol 029/V02.01. Dérivés halogénés des hydrocarbures aliphatiques. INRS. 01/2009.
- 25 Site internet de l'Afnor. Date de consultation : novembre 2011. <http://www.boutique.afnor.org/>
- 26 NIOSH Manual of Analytical Methods. 3<sup>ème</sup> supplément. 2003. <http://www.cdc.gov/niosh/docs/2003-154/>
- 27 Sampling & Analytical Methods. Occupational Safety & Health Administration (OSHA). Dernière date de mise à jour : 23/03/2010. [http://www.osha.gov/dts/sltc/methods/toc\\_e.html](http://www.osha.gov/dts/sltc/methods/toc_e.html)
- 28 Fiche pratique de sécurité. Les appareils de protection respiratoire. ED 98. INRS. Octobre 2008.
- 29 1,2-Dichloroéthane – Guide d'intervention chimique. Arkema, Total, Cedre. Avril 2005. <http://www.cedre.fr/fr/publication/guides/chimique/dce.pdf>
- 30 OCDE (Organisation de coopération et de développement économiques). Date de consultation : novembre 2011. <http://webnet.oecd.org/hpv/UI/Search.aspx>
- 31 Inventaire CMR 2005. Base de données de l'INRS. <http://www.inrs.fr/accueil/produits/bdd/cmr.html>
- 32 Site internet « E-Phy » du ministère de l'agriculture et de la pêche. Date de consultation : novembre 2011. <http://e-phy.agriculture.gouv.fr>
- 33 Site internet sur la substitution des CMR. ANSES. Date de consultation : novembre 2011. <http://www.substitution-cmr.fr>
- 34 Etude des composés CMR dans les déchets dangereux. Alain Chollot. INRS. 2007.
- 35 Annexe II de l'article R.541-8 du Code de l'environnement : LISTE DE DÉCHETS.
- 36 Guide pour l'évaluation du risque sanitaire dans le cadre de l'étude d'impact d'une UIOM. ASTEE. Novembre 2003.

37 Guide méthodologique pour l'évaluation du risque sanitaire de l'étude d'impact des installations de compostage soumises à autorisation. ASTEE. Juin 2006.

38 Caractérisation des biogaz – Bibliographie – Mesures sur sites – Rapport final. J. POULLEAU. INERIS. Octobre 2002.

39 Les risques non microbiologiques associés au compostage des déchets. FNADE, Ministère de l'écologie et du développement durable. 19 août 2002.

40 Guide pour l'évaluation du risque sanitaire dans le cadre de l'étude d'impact d'une installation de stockage de déchets ménagers et assimilés. Association Scientifique et Technique pour l'Eau et l'Environnement (ASTEE). Février 2005.

41 Stockage des déchets et santé publique. Chapitre 2.1. INVS. Septembre 2004.  
<http://www.invs.sante.fr/publications/2005/dechets/index.html>

42 Faisabilité d'une étude épidémiologique auprès des travailleurs des centres de compostage. Gwladys FRANCOIS. Mémoire de l'Ecole Nationale de la Santé Publique (ENSP). 2005.

## **IV) Conclusion**

L'objectif de l'étude confiée à NEODYME par RECORD était de caractériser les filières d'utilisation de certaines substances dangereuses volatiles, afin d'identifier les types de déchets susceptibles de contenir ces substances et ainsi mieux appréhender les risques d'exposition par inhalation des travailleurs des filières de traitement de déchets.

24 substances volatiles (solvants et métaux), CMR de catégorie 1 ou 2 ou présentant une VLEP contraignante, ont été sélectionnées à partir d'une revue de la littérature et du retour d'expérience du comité de suivi. Une fiche filière a été réalisée pour chacune de ces 24 substances.

- **Etude de filière**

L'étude de filière a été réalisée à partir d'une revue de la littérature. Les sources bibliographiques sur ce sujet sont relativement diverses et complètes, les informations étant plus nombreuses pour les substances classées CMR. Du fait des excellentes qualités en tant que solvant des substances étudiées ou de leur utilisation en tant que base pour la synthèse chimique, les secteurs d'activité identifiés sont très nombreux et divers (industrie chimique, plastique, textile, pharmaceutique, pétrochimie...).

- **Catégories de déchets concernées**

A partir des filières d'utilisation identifiées, les catégories de déchets susceptibles de contenir les substances ont été listées. Les filières étant pour la plupart des substances très diverses, les catégories de déchets concernées sont nombreuses. Pour les industriels du traitement du déchet, ceci impliquerait d'effectuer une analyse de la substance dans le déchet quasi-systématiquement, ce qui techniquement n'est pas réalisable. Le choix des substances à analyser à réception du déchet en fonction uniquement de la catégorie à laquelle celui-ci appartient apparaît donc comme peu pertinent, sauf dans le cas de déchets très spécifiques (déchets de solvants purs par exemple).

- **Flux des substances dans les déchets et exposition des travailleurs**

La littérature consultée fournit relativement peu de données sur les flux des substances dans les déchets et dans les atmosphères de travail des filières du déchet. Les fourchettes de concentrations rapportées sont généralement très larges, du fait notamment de l'hétérogénéité des déchets réceptionnés et de la diversité des postes de travail.

Par ailleurs, peu de données « de terrain » sur les flux des substances dans les déchets et dans les atmosphères de travail ont pu être récoltées auprès des industriels du déchet (données non disponibles ou confidentielles). Des groupes de travail sur la problématique du risque chimique se mettent en place, ce qui devrait améliorer la disponibilité et la mutualisation des connaissances dans ce domaine.

Actuellement, les analyses réalisées sur les déchets réceptionnés par les installations de traitement sont simples et orientées selon le process de traitement envisagé (ex: taux de chlore si incinération, risques d'explosion ....), afin de savoir si le déchet est acceptable ou pas.

La plupart des grands groupes industriels ont mis en place les moyens nécessaires pour connaître la composition des déchets qu'ils produisent. Ce n'est en revanche que rarement le cas chez les petits producteurs de déchets. Ainsi, la nature du déchet n'est pas souvent mentionnée dans le bordereau de suivi des déchets. Il y a donc nécessité de faire évoluer le contenu du bordereau de suivi afin que cette composition apparaisse, depuis la production jusqu'au traitement des déchets (la composition pouvant varier dans le cas de regroupement de déchets).

# Annexes



**Annexe 1 : Sources consultées pour la sélection des substances étudiées**

**Annexe 2 : Composition du comité de suivi**

**Annexe 3 : Sources bibliographiques consultées**

**Annexe 4 : Tableau de synthèse des contacts auprès des organismes et experts**

**Annexe 5 : Documents obtenus auprès des organismes et experts contactés**

**Annexe 1 :  
Sources consultées pour la sélection des substances  
étudiées**

## Liste des sources bibliographiques consultées pour la sélection des substances étudiées

Nom	Auteur	Date
Aide à l'identification des risques CMR pour les filières de traitement de déchets. Etudes n°02-0660/1A et 04-0660/2A.	RECORD	Nov-05
Caractérisation des risques chimiques potentiels dans quelques filières de traitement des déchets	INRS	2007
Etude des composés CMR dans les déchets dangereux	INRS	2007
Le point des connaissances sur les DEEE ED5029	INRS	Mars-05
Exposition à l'amiante lors du traitement des déchets - Guide de prévention (ED 6028)	INRS	Mars-08
Risques sanitaires liés aux unités de compostage des déchets : Présentation de deux études	ADEME FNADE Ministère écologie DD	Déc-02
La perception du risque cancérigène en milieu de travail : un frein à la prévention?	ANACT	Pas de date mais vraisemblablement postérieur à 2008
Eléments pour la prise en compte des effets des unités de compostage de déchets sur la santé des populations riveraines	ENSP FNADE Ministère écologie DD	Avr-02
Methods of assessing risk to health from exposure to hazards released from waste landfills	WHO (OMS)	Avr-00
Stockage des déchets et santé publique	INVS	Sept-04
Rapport bibliographique - Cancers et environnement	EME	2005
Rapport de synthèse bibliographique - Identification des CMR dans les opérations de tri, collecte, transport, traitement et incinération des déchets liquides	EME	2008
Rapport bibliographique - Identification des CMR dans les opérations primaires et secondaires relatives aux déchets solides	EME	2008

Nom	Auteur	Date
Faisabilité d'une étude épidémiologique auprès des travailleurs des centres de compostage de déchets	ENSP, G. François	2005
Etat de l'art concernant l'évaluation de l'impact sanitaire et environnemental des filières de traitement de déchets ménagers et assimilés : quelles améliorations possibles?	EHESP, C. DEREUMEAUX	2010
Les PCB. Un problème nouveau pour une pollution ancienne	EHESP, K. ABBES	2010
Biphényles chlorés	INRS	2007
Guide pour l'ERS d'une ISDMA	ASTEE	Févr-05
Guide pour l'évaluation du risque sanitaire dans le cadre de l'étude d'impact d'une UIOM.	ASTEE	Nov-03
L'incinération des déchets et la santé publique : bilan des connaissances récentes et évaluation du risque Collection Santé et Société N°7,	SFSP	Nov-99

**Annexe 2 :  
Composition du comite de suivi**

## Composition du comité de suivi

Nom	Prénom	Societe	Service/Structure recherche	Adresse 1	Code postal	Ville
CONCHE	Isabelle	TERIS	-	54, rue Pierre Curie _ ZI des Gatines	78373	PLAISIR CEDEX
COUFFIGNAL	Bénédicte	RECORD	-	CEI 1 - 66, bd Niels Bohr	69603	VILLEURBANNE CEDEX
GUILLOSSOU	Gaelle	EDF	Délégation Groupe Santé Sécurité - SEM	22-28, rue Joubert	75009	PARIS
KECK	Gérard	VETAGRO SUP	Campus vétérinaire de Lyon	1, avenue Bourgelat	69280	MARCY L'ETOILE
L'HOSPITALIER	Corinne	SOCOTEC	Direction des Techniques et Méthodes	3 avenue du centre - Guyancourt	78182	SAINT QUENTIN EN YVELINES
PETIT	Marie-Thérèse	TREDI	Laboratoire de recherche de Tredi	9, avenue de la Forêt de Haye	54505	VANDOEUVRE LES NANCY
RENARD	Benoist	SARP INDUSTRIES	Direction industrielle	Zone Portuaire de Limay-Porcheville - 427, route du Hazay	78520	LIMAY

**Annexe 3 :  
Sources bibliographiques consultées**

## Sources bibliographiques consultées a minima

Nom de la source	Lien vers le site	Type de données disponibles
INRS : Fiches toxicologiques	<a href="http://www.inrs.fr/inrs-pub/inrs01.nsf/IntranetObject-accesParIntranetID/OM:Rubrique:1147FB8BE835851CC1256C940049AE2C/\$FILE/Visu.html">http://www.inrs.fr/inrs-pub/inrs01.nsf/IntranetObject-accesParIntranetID/OM:Rubrique:1147FB8BE835851CC1256C940049AE2C/\$FILE/Visu.html</a>	Toxicité aiguë et chronique Secteurs d'utilisation de la substance
INRS : Fiches Métropol	<a href="http://www.inrs.fr/inrs-pub/inrs01.nsf/IntranetObject-accesParIntranetID/OM:Rubrique:47350F3843DCDBD4C1256C94004A3A9A/\$FILE/Visu.html">http://www.inrs.fr/inrs-pub/inrs01.nsf/IntranetObject-accesParIntranetID/OM:Rubrique:47350F3843DCDBD4C1256C94004A3A9A/\$FILE/Visu.html</a>	Méthodes de prélèvement et d'analyse de l'air
INRS : Inventaire CMR 2005	<a href="http://www.inrs.fr/cm2005">http://www.inrs.fr/cm2005</a>	Données de production en France Répartition de la consommation par secteur d'activité
INRS : Base de données BIOTOX	<a href="http://www.inrs.fr/inrs-pub/inrs01.nsf/IntranetObject-accesParReference/INRS-FR/\$FILE/fset.html">http://www.inrs.fr/inrs-pub/inrs01.nsf/IntranetObject-accesParReference/INRS-FR/\$FILE/fset.html</a>	Indicateurs biologiques d'exposition
INRS : Fiches d'aide au repérage	<a href="http://www.inrs.fr/inrs-pub/inrs01.nsf/IntranetObject-accesParReference/Page%20Editoriale%20FAR%20FAS/\$File/Visu.html">http://www.inrs.fr/inrs-pub/inrs01.nsf/IntranetObject-accesParReference/Page%20Editoriale%20FAR%20FAS/\$File/Visu.html</a>	Substances auxquelles sont exposés les salariés par type d'industrie
INRS : Fiche d'aide à la substitution	<a href="http://www.inrs.fr/inrs-pub/inrs01.nsf/IntranetObject-accesParReference/Page%20Editoriale%20FAR%20FAS/\$File/Visu.html">http://www.inrs.fr/inrs-pub/inrs01.nsf/IntranetObject-accesParReference/Page%20Editoriale%20FAR%20FAS/\$File/Visu.html</a>	Substitutions possibles par substance cancérigène et secteur d'activité
INERIS : Fiches de données toxicologiques et environnementales	<a href="http://chimie.ineris.fr/fr/lien/expositionchronique/donneestoxicologiquesenvironnementale/fichesdisponibles.php">http://chimie.ineris.fr/fr/lien/expositionchronique/donneestoxicologiquesenvironnementale/fichesdisponibles.php</a>	Toxicité aiguë et chronique Secteurs d'utilisation de la substance
INERIS : Fiches technico-économiques	<a href="http://www.ineris.fr/rsde/fiches_technico.php">http://www.ineris.fr/rsde/fiches_technico.php</a>	Données de production Secteurs d'utilisation de la substance
IARC monographs	<a href="http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/PDFs/index.php">http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/PDFs/index.php</a>	Classement cancérigène de la substance
US-EPA – base IRIS (Integrated Risk Information System)	<a href="http://www.epa.gov/IRIS/">http://www.epa.gov/IRIS/</a>	Classement cancérigène de la substance
ANSES	<a href="http://www.afsset.fr/index.php?pageid=828&amp;parentid=523">http://www.afsset.fr/index.php?pageid=828&amp;parentid=523</a>	Rapports de recommandations sur les VLEP en France
Scientific Committee on Occupational Exposure Limit (SCOEL)	<a href="http://ec.europa.eu/social/keyDocuments.jsp?type=0&amp;policyArea=82&amp;subCategory=153&amp;country=0&amp;year=0&amp;advSearchKey=recommandation&amp;mode=advancedSubmit&amp;langId=en">http://ec.europa.eu/social/keyDocuments.jsp?type=0&amp;policyArea=82&amp;subCategory=153&amp;country=0&amp;year=0&amp;advSearchKey=recommandation&amp;mode=advancedSubmit&amp;langId=en</a>	Rapports de recommandations sur les VLEP en Europe
AFNOR	<a href="http://www.afnor.org/">http://www.afnor.org/</a>	Normes relatives aux analyses dans l'air
NIOSH (Manual of Analytical Methods)	<a href="http://www.cdc.gov/niosh/docs/2003-154/">http://www.cdc.gov/niosh/docs/2003-154/</a>	Méthodes de prélèvement et d'analyse de l'air
OSHA	<a href="http://www.osha.gov/dts/sltc/methods/toc.c.html">http://www.osha.gov/dts/sltc/methods/toc.c.html</a>	Méthodes de prélèvement et d'analyse de l'air
OECD Existing Chemical Database	<a href="http://webnet.oecd.org/hpv/ui/Search.aspx">http://webnet.oecd.org/hpv/ui/Search.aspx</a>	Données de production en Europe



Nom de la source	Lien vers le site	Type de données disponibles
INVS – Cancérogènes au travail	<a href="http://www.invs.sante.fr/publications/2005/cancerogenes_travail/cancerogenes_travail.pdf">http://www.invs.sante.fr/publications/2005/cancerogenes_travail/cancerogenes_travail.pdf</a>	Secteurs d'utilisation de la substance Données sur la cancérogénicité de la substance
Société française de chimie	<a href="http://91.121.18.171/sfc/Donnees/acc.htm">http://91.121.18.171/sfc/Donnees/acc.htm</a>	Données industrielles, économiques, géographiques sur les principaux produits chimiques, métaux et matériaux
European Chemical Bureau : Rapports d'évaluation des risques de l'Union Européenne	<a href="http://ecb.jrc.ec.europa.eu/esis/">http://ecb.jrc.ec.europa.eu/esis/</a>	Données de production de la substance en Europe Secteurs d'utilisation de la substance
Base de données HSDB	<a href="http://toxnet.nlm.nih.gov/">http://toxnet.nlm.nih.gov/</a>	Secteurs d'utilisation de la substance Tension de vapeur
ANSES : site substitution des CMR	<a href="http://www.substitution-cmr.fr/">http://www.substitution-cmr.fr/</a>	Secteurs d'utilisation de la substance Exemples de substitution de la substance
Commission de la santé et de la sécurité du travail	<a href="http://www.reptox.csst.qc.ca/RechercheProduits.asp">http://www.reptox.csst.qc.ca/RechercheProduits.asp</a>	Tension de vapeur

➤ **INRS (Institut National de Recherche et de Sécurité) :**

✖ Fiches toxicologiques :

Les fiches toxicologiques de l'INRS constituent une synthèse de l'information disponible concernant une substance ou un groupe de substances.

✖ Fiches Métropol :

La base de données MétroPol est un recueil de méthodes de prélèvement et d'analyse de l'air pour l'évaluation de l'exposition professionnelle aux agents chimiques. Ces méthodes ont été élaborées par des spécialistes des laboratoires interrégionaux de chimie des CRAM et des laboratoires du Département Métrologie des polluants de l'INRS. Cette base comprend environ 90 modes opératoires spécifiques à une substance ou à une famille chimique.

✖ Inventaire CMR 2005 :

L'inventaire CMR 2005 est une synthèse de l'enquête réalisée en France, dans le courant de l'année 2005, à la demande du ministère du travail, afin d'évaluer l'importance de l'utilisation professionnelle des agents chimiques classés CMR : Cancérogènes, Mutagènes et Reprotoxiques. Cette base de données comprend 380 fiches. Pour chaque agent chimique CMR, elle fournit des informations sur les quantités produites, exportées ou importées, les secteurs d'utilisation, les moyens de substitution et des estimations du nombre de salariés exposés.

✖ Base de données BIOTOX :

Cette base de données constitue un inventaire des dosages biologiques disponibles pour la surveillance des sujets exposés à des produits chimiques. Elle comporte des informations sur :

- plus d'une centaine de substances auxquelles le salarié est susceptible d'être exposé et pour lesquelles une biométrie existe ;
- les dosages correspondants (plus de 240) ;
- les laboratoires susceptibles de réaliser ces dosages (près d'une soixantaine).

- \* Fiche d'aide au repérage et à la substitution :

Afin d'aider les entreprises dans leurs démarches de prévention du risque cancérigène, des fiches pratiques d'aide au repérage et à la substitution sont mises à disposition par l'INRS et la CNAMTS. Elles sont rédigées avec l'aide des ingénieurs conseil, des contrôleurs et des conseillers médicaux des Caisses régionales d'assurance maladie (CRAM).

➤ **INERIS (Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques) :**

- \* Fiches de données toxicologiques et environnementales :

Les fiches de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques sont établies en utilisant en priorité des informations publiées et reconnues, à caractère scientifique ou réglementaire. Pour les « substances existantes » au sens de la législation européenne, les monographies publiées par des organismes de renommée internationale sont examinées. Des données récentes produites par des auteurs indépendants connus et reconnus sont également utilisées. Dans certains cas, des données peuvent encore faire l'objet d'un débat. Mention en est alors faite dans la fiche.

Ces fiches de données toxicologiques et environnementales fournissent notamment des informations quant à l'utilisation des substances. Les divers domaines d'utilisation sont précisés en indiquant les fabrications, préparations ou traitements dans lesquels la substance est impliquée. Le rôle physicochimique de la substance dans ces processus est également précisé (utilisation comme solvant, comme intermédiaire de synthèse, etc.).

- \* Fiches technico-économiques :

L'objectif de ces fiches est d'évaluer les enjeux économiques posés en France par la réduction ou la suppression des émissions dans l'eau, et par la substitution de certaines substances chimiques dangereuses.

Ces fiches sont établies à partir de recherches bibliographiques (littérature scientifique, rapports internationaux UNECE, OSPAR, OCDE, etc.) et d'enquêtes effectuées auprès d'institutions techniques professionnelles concernées, d'experts et directement auprès de sites industriels.

Ces fiches technico-économiques fournissent notamment des informations quant aux modes de production et d'utilisation des substances. Les divers domaines d'utilisation sont précisés en indiquant les fabrications, préparations ou traitements dans lesquels la substance est impliquée.

➤ **CIRC (Centre International de Recherche sur le Cancer) :**

- \* Monographies sur l'Evaluation des risques de Cancérogénicité pour l'homme :

Les Monographies du CIRC identifient les facteurs environnementaux susceptibles d'accroître le risque de cancer chez l'homme (produits chimiques, mélanges complexes, expositions professionnelles, agents physiques et biologiques, et facteurs comportementaux). Les organismes de santé publique utilisent ensuite ces informations comme support scientifique dans leurs actions visant à prévenir l'exposition à ces cancérigènes potentiels.

Des groupes de travail interdisciplinaires composés d'experts scientifiques internationaux examinent les études publiées et évaluent le degré de risque de cancérogénicité présenté par un agent. Les principes, procédures et critères scientifiques qui guident l'évaluation sont décrits dans le Préambule aux Monographies du CIRC.

➤ **US-EPA (United-States Environmental Protection Agency) :**

- \* Base de données IRIS (Integrated Risk Information System) :

La base de données IRIS est un programme d'évaluation de la santé humaine qui analyse les informations relatives aux risques liés à l'exposition à des contaminants environnementaux. Cette base présente, pour plus de 540 substances, des données sur les effets sur la santé humaine qui résulteraient de l'exposition à ces substances. Elle présente également les valeurs toxicologiques de référence déterminées à partir de ces données, pour les effets systémiques et les effets cancérigènes.

➤ **ANSES (Agence Nationale de Sécurité Sanitaire de l'Alimentation, de l'Environnement et du Travail) :**

- \* Rapports de recommandations sur les VLEP en France :

L'organisation de l'expertise scientifique nécessaire à la fixation des valeurs limites d'exposition professionnelle (VLEP) a été confiée dans le cadre du plan santé au travail 2005-2009 (PST1) à l'Afsset, dont les missions ont été reprises par l'Anses depuis le 1er juillet 2010. Des valeurs limites d'exposition en milieu professionnel ont déjà pu être recommandées pour certaines substances (rapports d'expertise disponibles sur le site internet de l'ANSES).

- \* Site sur la substitution des CMR :

Destiné à tous les professionnels et acteurs de la prévention qui souhaitent engager une démarche de substitution des substances chimiques cancérigènes, mutagènes ou toxiques pour la reproduction (CMR) dans leur établissement, ce site a pour objectif de faire connaître les actions réalisées, les travaux en cours et l'avancée de la recherche dans le domaine de la substitution.

➤ **SCOEL (Scientific Committee on Occupational Exposure Limit) :**

Au niveau européen, l'expertise scientifique nécessaire à la fixation des VLEP est assurée par le SCOEL. Ce comité a pour tâche de conseiller la Commission, à la demande de celle-ci, sur toute question concernant l'examen des effets toxicologiques de substances chimiques sur la santé des travailleurs. Le comité émet des rapports de recommandations à la Commission en vue de définir des VLEP "basées sur la santé".

➤ **AFNOR :**

L'AFNOR est l'opérateur central du système français de normalisation, chargé de développer les normes.

➤ **NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health) :**

- \* NIOSH Manual of Analytical Methods (NMAM) :

NMAM est une collection de méthodes pour le prélèvement et l'analyse de contaminants dans l'air de travail, et dans le sang et l'urine de travailleurs exposés professionnellement. Ces méthodes ont été développées par NIOSH ou ses partenaires et ont été évaluées selon des protocoles expérimentaux en vigueur et des critères de performance.

➤ **OSHA (Occupational Safety and Health Administration) :**

- \* Sampling and Analytical Methods :

Ces procédures ont été élaborées et testées pour une utilisation en interne par le personnel de l'OSHA.

➤ **OECD (Organisation for co-economic operation and development) :**

- \* Existing Chemical Database :

Cette base de données répertorie tous les composés chimiques HPV (High Production Volume). Un composé HPV est fabriqué ou importé à raison d'au moins 1 000 tonnes par an dans l'Union Européenne, et ce par au moins un secteur industriel.

➤ **InVS (Institut de Veille Sanitaire) :**

- \* Confrontation des cancérogènes avérés en milieu de travail et des tableaux de maladies professionnelles :

Cette étude a été réalisée en 2005 à la demande de la Direction des Relations du Travail (DRT) du ministère du travail. Elle présente, pour des agents chimiques cancérogènes avérés ou fortement suspectés chez l'homme ne figurant pas dans les tableaux de maladies professionnelles français en 2004, des utilisations en milieux professionnels. Ce document a été révisé en janvier 2006.

➤ **Société française de Chimie :**

- \* Données industrielles, économiques, géographiques sur les principaux produits chimiques, métaux et matériaux 8ème édition 2009. J.L. Vignes, G André, F. Kapala :

Ce recueil de données industrielles, économiques et géographiques, mis à jour périodiquement, concerne les principaux produits chimiques minéraux et organiques, métaux et matériaux. Il a été réalisé sur la base de sources récentes provenant soit des producteurs, centres techniques, syndicats professionnels, soit de périodiques et ouvrages divers.

Des informations concernant certaines des substances sont disponibles mais pas directement par le nom de la substance. Ces informations peuvent généralement être obtenues en effectuant des recherches sur les substances ou matériaux produits à partir des substances étudiées dans le cadre de la présente étude.

➤ **ECB (European Chemical Bureau) :**

- \* European chemical Substances Information System (ESIS) :

La base ESIS fournit diverses informations sur les substances chimiques, en particulier leur classification par le règlement CLP, les phrases de risques et étiquetage associés, la liste des producteurs et importateurs de la substance en Europe et un lien vers les rapports d'évaluation des risques de l'Union Européenne.

➤ **HSDB (Hazardous Substance Data Base) :**

HSDB est une base de données de la bibliothèque nationale de médecine de l'Institut National pour la Santé des Etats-Unis (NIH). Elle se concentre sur la toxicité des produits chimiques potentiellement dangereux.

➤ **Répertoire toxicologique du CSST :**

La Commission de la Santé et de la Sécurité au Travail du Québec fournit des renseignements sur les produits chimiques ou biologiques utilisés en milieu de travail. Se retrouvent sous différents thèmes des informations présentées dans une forme vulgarisée, ainsi que des données spécialisées. De cette façon l'utilisateur peut accéder à des informations complètes ou fragmentaires sur plus de 9 000 produits.

**Autres publications consultées a minima :**

- Approche des risques chimiques et microbiologiques dans le secteur du compostage. ND 2236-221-10. P. Poirot, J. Grosjean, N. Monta, T. Nicot, F. Zimmermann. INRS. 4ème trimestre 2010.
- Etat de l'art concernant l'évaluation de l'impact sanitaire et environnemental des filières de traitement des déchets ménagers et assimilés : quelles améliorations possibles ? C. DEREMEAUX. Rapport d'étude de l'EHESP. Octobre 2010.
- Les polluants et les techniques d'épuration des fumées. Cas des unités de traitement et de valorisation des déchets. Etat de l'art. Stéphane Biccchi, Mathieu Boulinguez, Karen Diard. Etude réalisée sous la direction et pour le compte de l'association RECORD. Editions Tec & Doc Lavoisier. 2<sup>e</sup> édition. 2009.
- Fiche pratique de sécurité. Les appareils de protection respiratoire. ED 98. INRS. Octobre 2008.
- ND 2271-207-07. Caractérisation des risques chimiques potentiels dans quelques filières de traitement des déchets. Barbara SAVARY, Raymond VINCENT. Cahiers de notes documentaires. INRS. 2<sup>ème</sup> trimestre 2007.
- Etude des composés CMR dans les déchets dangereux. Alain Chollot. INRS. 2007.
- Guide méthodologique pour l'évaluation du risque sanitaire de l'étude d'impact des installations de compostage soumises à autorisation. ASTEE. Juin 2006.
- Guide d'aide à la déclaration des émissions polluantes issues des installations de compostage au titre de l'arrêté du 24 décembre 2002. FNADE, ADEME. Version 1. Décembre 2006.
- Faisabilité d'une étude épidémiologique auprès des travailleurs des centres de compostage de déchets. G. François. Rapport d'étude de l'ENSP. 2005.
- Guide pour l'évaluation du risque sanitaire dans le cadre de l'étude d'impact d'une installation de stockage de déchets ménagers et assimilés. ASTEE. Février 2005.
- Stockage des déchets et santé publique. INVS. Mars 2005.
- Le point des connaissances sur... Déchets d'équipements électriques et électroniques. ED 5029. INRS. Mars 2005.
- Aide à l'identification des risques CMR pour les filières de traitement de déchets. Etudes n° 02-0660/1A et 04-0660/2A. RECORD. Novembre 2005.
- Guide pour l'évaluation du risque sanitaire dans le cadre de l'étude d'impact d'une U.I.O.M. ASTEE. Novembre 2003.
- Les risques non microbiologiques associés au compostage des déchets. FNADE, Ministère de l'écologie et du développement durable. 19 août 2002.
- Etude des polluants atmosphériques émis dans deux centres de stockage des ordures ménagères ; Caractérisation et mesure des niveaux d'exposition ; Mise au point d'outils de suivi en vue de l'évaluation des risques sanitaires. M. Hours, Ph. Berny. ETUDE N° 99-0654/3A. RECORD, ADEME. Septembre 2001.

**Autres sources bibliographiques consultées :**

- Toxicological profiles. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR).  
<http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/index.asp>
- Environmental Health Criteria. IPCS INCHEM.  
[http://www.who.int/ipcs/publications/ehc/ehc\\_alphabetical/en/index.html](http://www.who.int/ipcs/publications/ehc/ehc_alphabetical/en/index.html)
- Rapport d'évaluation. Liste des substances d'intérêt prioritaire. Environnement Canada, Santé Canada.  
<http://www.ec.gc.ca/lcpe-cepa/default.asp?lang=Fr&n=C6C230D5-1>
- SIDS Initial Assessment Report (SIAR). UNEP Publications. OCDE.  
<http://webnet.oecd.org/hpv/ui/Search.aspx>
- National Toxicology Program, Department of Health and Human Services - Report on Carcinogens (11<sup>th</sup> et 12<sup>th</sup> edition).  
<http://ntp.niehs.nih.gov/?objectid=72016262-BDB7-CEBA-FA60E922B18C2540>
- Guides d'intervention chimique. Total, Grande Paroisse, Cedre.  
<http://www.cedre.fr/fr/publication/guides/guide-chimique.php>
- Toxicologie industrielle et intoxications professionnelles. R. R. Lauwerys, V. Haufroid, P. Hoet, D. Lison. 5<sup>ème</sup> édition. Edition MASSON. 1268 p. 2007.
- Les expositions aux risques professionnels. Les produits chimiques. Résultats SUMER 2003. Document d'études N°118. DARES. Juillet 2006.
- Encyclopédie de sécurité et de santé au travail. Volume IV. Jeanne Mager Stellman. Bureau International du Travail. 2004.

**Annexe 4 :  
Tableau de synthèse des contacts auprès des organismes et  
experts**

## Annexes

Nom	Prenom	Societe	Service / Structure recherche	Adresse 1	Code postal	Ville	Thèmes abordés	Commentaires
CONCHE	Isabelle	TERIS		54, rue Pierre Curie _ ZI des Gatines	78373	PLAISIR CEDEX	Flux dans les déchets Syndicats professionnels spécifiques aux déchets dangereux (SYPRED)	
GUILLOSSOU	Gaëlle	EDF	Délégation Groupe Santé Sécurité - SEM	22-28, rue Joubert	75009	PARIS	Flux dans les déchets	
KARA	Yilmaz	GDF SUEZ	Direction de la recherche	361, avenue du Pst Wilson	93211	SAINT DENIS LA PLAINE CEDEX	Flux dans les déchets	
KECK	Gérard	VETAGRO SUP	Campus vétérinaire de Lyon	1, avenue Bourgelat	69280	MARCY L'ETOILE	Flux dans les déchets	
L'HOSPITALIER	Corinne	SOCOTEC	Direction des Techniques et Méthodes	3 avenue du centre - Guyancourt	78182	SAINT QUENTIN EN YVELINES	Flux dans les déchets	
PETIT	Marie-Thérèse	TREDI	Laboratoire de recherche de Tredi	9, avenue de la Forêt de Haye	54505	VANDOEUVRE LES NANCY	Flux dans les déchets	
RENARD	Benoist	SARP INDUSTRIES	Direction industrielle	Zone Portuaire de Limay-Porcheville - 427, route du Hazay	78520	LIMAY	Flux dans les déchets	
FANGEAT	ERWANN	ADEME				ANGERS	Flux dans les déchets Campagne MODECOM pour les déchets ménagers	Résultats détaillés non disponibles
DESPLAT	Rafaëlle	ADEME				ANGERS	Flux dans les déchets Campagne MODECOM pour les déchets ménagers	Résultats détaillés non disponibles
CHOLLOT	Alain	INRS	Chef du projet transversal institutionnel "Déchets et recyclage"			Nancy	Etude CMR dans les déchets. 2007	Auteur de l'étude
VINCENT	Raymond	INRS		30 rue Olivier Noyer	75680	Paris Cedex 14	Accès à la base de données COLCHIC Niveaux d'exposition des travailleurs	
LECOQ	Pierre	ANSES		253 avenue du général Leclerc	94701	Maisons-Alfort	Construction des VLEP Exposition des travailleurs	
BRUNET	Dominique	ANSES		253 avenue du général Leclerc	94701	Maisons-Alfort	Construction des VLEP	
NIAUDET	Aurélie	ANSES		253 avenue du général Leclerc	94701	Maisons-Alfort	Etude sur les CMR dans les déchets réalisée par l'ANSES	
Calvez	Olivier	DGT					Rapports d'expertise des VLEP en France	
MAGNIE	Marie-Claire	SITA					Flux dans les déchets	
LOUCHEZ	Guillaume	SITA					Flux dans les déchets	
BEROUD	Loic	MEDD	Chef de département DGPR/SPNQE/DPGD/BPGD				Flux dans les déchets	
LEJAY	Loic	MEDD	DGPR/SPNQE/DPGD				Flux dans les déchets	



## Annexes

Nom	Prenom	Societe	Service / Structure recherche	Adresse 1	Code postal	Ville	Thèmes abordés	Commentaires
HENNEBERT	Pierre	INERIS	Méditerranée - ARDEVIE /Direction des Risques Chroniques DRC /Risques et Technologies durables RISK /Comportement des contaminants dans les sols et les matériaux COSM	Technopôle de l'Environnement Arbois Méditerranée / Domaine du Petit Arbois BP 33	F-13545	Aix-en-Provence	Etude INERIS : campagne d'analyse de 32 échantillons de déchets	
		Observatoires régionaux des déchets industriels: ORDIMIP				Labège	Flux dans les déchets	<a href="http://www.ordimip.com/index.php">http://www.ordimip.com/index.php</a> L'ORDIMIP ne dispose pas d'informations concernant les flux de substances dans les déchets, ni les mesures en atmosphères de travail.
PETEGNIEF	Gérard	CARSAT					Flux dans les déchets	Renvoi vers M. Chollot de l'INRS
		VEOLIA propreté						Projet avec l'INRS et la Carsat en cours. Pas de données disponibles
GARNIER	Nicolas	AMORCE	Délégué général					<a href="http://www.amorce.asso.fr">http://www.amorce.asso.fr</a>
		Syndicats intercommunaux des ordures ménagères: SYCTOM de Paris Agence métropolitaine des déchets ménagers	Direction Générale Adjointe de l'Exploitation et de la Prévention des déchets	35 boulevard de Sébastopol	75001	PARIS	Flux dans les déchets	<a href="http://www.syctom-paris.fr/edi/syct/services/direction-exploitation.htm">http://www.syctom-paris.fr/edi/syct/services/direction-exploitation.htm</a>
DRUILHE	Céline	CEMAGREF					Flux dans les déchets	
GODARD	Marie-Laure	TREDI	Reponsable du laboratoire de Saint Vulbas					
DARDE	Pascale	TIRU		Tour Franklin - 10 ème étage Défense 8	92042	Paris la Défense Cedex		
THIEFIN	Catherine	TIRU		Tour Franklin - 10 ème étage Défense 8	92042	Paris la Défense Cedex		
MARTIN	Stéphane	SITA						
DADOLE	Marie-Françoise	Labo Service						

**Annexe 5 :  
Documents obtenus auprès des organismes et experts contactés**

Annexe 5-1 : Flux de substances volatiles dans les déchets d'une installation d'incinération de déchets industriels dangereux- années 2005 à 2010 (2 pages)

Annexe 5-2 : Flux de substances volatiles dans les déchets d'une installation d'incinération d'ordures ménagères – année 2002 à 2010- (1 page)

Annexe 5-3 : Caractérisation des déchets industriels en vue de la détermination de leur potentiel de danger dans un objectif de classement SEVESO : résultats de la campagne d'analyses. Rapport d'étude 07/04/2011 N°INERIS DRC-11-118161-04055A ( 20 pages)

Annexe 5-4 : Extraction de la base Colchic - Rapport INRS (11 pages)

**Annexe 5-1 : Flux de substances volatiles dans les déchets d'une installation d'incinération de déchets industriels dangereux- années 2005 à 2010**

Substance	n° CAS	% massique substance	Désignation du déchet	Tonnage déchet (t)	Tonnage substance (t)
BENZENE	71-43-2	100,0	Benzène	0,61	0,610
BENZENE	71-43-2	1,8	Methanol	0,13	0,002
TOLUENE	108-88-3	12,9	Solvants halogénés	65,4	8,437
TOLUENE	108-88-3	8,0	Solvants halogénés	39,34	3,147
TOLUENE	108-88-3	4,9	Solution acide et organique	10,2	0,500
TOLUENE	108-88-3	0,5	Résidu de synthèse	17,26	0,091
TOLUENE	108-88-3	0,015	Merigel LQ	1,9	0,000
TOLUENE	108-88-3	0,015	Rés. Distillation acétonitrile (pied)	26,48	0,004
N,N-DIMETHYLFORMAMIDE	68-12-2	25,0	Eaux cyanurées	165,7	41,425
N,N-DIMETHYLFORMAMIDE	68-12-2	nd	Rebus AP-HP	24,32	nd
TRICHLOROETHYLENE	79-01-6	10,4	BOUES CHLOREES + PCB	259,54	26,992
TRICHLOROETHYLENE	79-01-6	10,4	Solvant Fluoré	56,24	5,849
TRICHLOROETHYLENE	79-01-6	10	Solvants fluorés	76,92	7,692
TRICHLOROETHYLENE	79-01-6	2,8	Lourds de catalyse antimoinés liquide	231,34	6,478
TRICHLOROETHYLENE	79-01-6	nd	Solvant fluoré	31,53	nd
TRICHLOROETHYLENE	79-01-6	nd	Lourds de catalyse antimoinés liquides	57,62	nd
DICHLORO 1,2 ETHANE	107-06-2	80,0	Boues fosse 401	70,16	56,128
AMMONIAC	7664-41-7	25	Eaux cyanurées	38,38	9,595
ACETONITRILE	75-05-8	94,7	Sels résidus d'ACN	0,17	0,161
ACETONITRILE	75-05-8	10	Acétonitrile	8,504	0,850
ACETONITRILE	75-05-8	8,4	Rés. Distillation acétonitrile (pied)	26,48	2,224
ACETONITRILE	75-05-8	nd	Acétonitrile	2,7	nd
ACETONITRILE	75-05-8	nd	Acétonitrile + Hétérocycles bromés	0,62	nd
ACETONITRILE	75-05-8	nd	Boue curage fosse et bac	105,38	nd
4-(DIMETHYLAMINO)-3-METHYL-2-BUTANONE	22104-62-7	100,0	DMA-MIPK	7,08	7,080
TETRAHYDROFURANE	109-99-9	25,3	Solvants halogénés	493,34	124,815
TETRAHYDROFURANE	109-99-9	nd	Sol. aq. Résid. Cyprocarbinol	47,38	nd
TETRAHYDROFURANE	109-99-9	nd	Boue curage fosse et bac	105,38	nd
o-XYLENE	95-47-6	24,1	TOLONATES HDB 75 MX	4,41	1,063
p-XYLENE	106-42-3	21,1	Solvants halogénés	65,4	13,799
Xylène	1330-20-7	1,5	Metasystex	21,74	0,326
Xylène	1330-20-7	nd	Desmodur HLBA, E1361MPA/X	7,54	nd
CHLOROBENZENE	108-90-7	44	Metasystex	21,74	9,566
CHLOROBENZENE	108-90-7	13	RESIDU HDI - IPDI MONOMERE	1,6	0,208
CHLOROBENZENE	108-90-7	10,0	Résidu de production monochlorobenzene	44,646	4,465
CHLOROBENZENE	108-90-7	6,9	Solvants halogénés	43,6	3,008
1,2,4-TRICHLOROBENZENE	120-82-1	10,0	BOUES CHLOREES+ PCB	156,78	15,678
ACETONE	67-64-1	30	Solvants halogénés	0,9	0,270
ACETONE	67-64-1	9,3	Solvants halogénés	65,4	6,082
ACETONE	67-64-1	7,6	Solvants halogénés	515,52	39,180
ACETONE	67-64-1	9,2	Solvant chloré	75,28	6,926
ACETONE	67-64-1	nd	Produits chimiques pour FD Goulotte	0,3	nd
ACETONE	67-64-1	nd	Emballages souillés de solvants+PCB	3,28	nd
ETHYLBENZENE	100-41-4	nd	Desmodur HLBA, E1361MPA/X	7,54	nd
METHANOL	67-56-1	99,0	Méthanol + F + I + Cl	11,58	11,464
METHANOL	67-56-1	95,0	Solution Méthanol+ Iodomethane	45,92	43,624

Substance	n° CAS	% massique substance	Désignation du déchet	Tonnage déchet (t)	Tonnage substance (t)
METHANOL	67-56-1	89,0	Résidus MPC	272,64	242,650
METHANOL	67-56-1	84,0	Méthanol+F+I+Cl	47,2	39,648
METHANOL	67-56-1	80,0	Methanol	0,13	0,104
METHANOL	67-56-1	77,5	Méthanol + polluants	17,24	13,361
METHANOL	67-56-1	74,0	Méthanol + F + I + Cl	199,42	147,571
METHANOL	67-56-1	50,0	Methanol + Polluant	25,81	12,905
METHANOL	67-56-1	32,9	Solvants non halogénés	194,1	63,859
METHANOL	67-56-1	25,4	Solvant chloré	75,28	19,121
METHANOL	67-56-1	25,0	Solvants Uniflood CG 1326L	52,34	13,085
METHANOL	67-56-1	nd	Methanol + Polluant	31,51	nd
METHANOL	67-56-1	nd	Boues de nettoyage citerne EMI	4,72	nd
METHANOL	67-56-1	nd	Emballages souillés de solvants+PCB	3,28	nd



**Annexe 5-3 : Caractérisation des déchets industriels en vue de la détermination de leur potentiel de danger dans un objectif de classement SEVESO : résultats de la campagne d'analyses**

**Rapport d'étude 07/04/2011 N°INERIS DRC-11-118161- 04055A (Hennebert, P.)**

**Teneurs en eau des échantillons (%)**

Echantillons	Laboratoire	
	ASCAL	SGS
<b>Solide</b>		
S1 : REFION Bicarbonate	0,60	4,00
S2 : REFION Chaux	0,50	7,80
S3 : Cendres volantes	0,20	2,30
S4 : REFIDI n°1	0,80	1,20
S5 : REFIDI n°2	0,80	1,20
S6 : Mâchefers UIDIS	15,30	17,60
S7 : Poussières métalliques	1,90	1,30
S8-DON : Broyats d'emballages et de matériaux souillés	34,20	30,50
S8-GEO : Broyats d'emballages et de matériaux souillés	26,40	26,90
S8-SAR : Broyats d'emballages et de matériaux souillés	36,40	36,10
S8-SCO : Broyats d'emballages et de matériaux souillés	13,40	14,20
S8-TRI : Broyats d'emballages et de matériaux souillés	42,10	38,50
S9-GEO : Déchets pâteux	32,40	33,30
S9-SCO : Déchets pâteux	38,40	27,30
S18 : Combustible de substitution solide (CSS)	33,50	20,40
<b>Liquide</b>		
S9-SAR : Déchets pâteux	97,77	74,74
S10 : Huiles noires	5,01	5,00
S11 : Huiles hydrauliques	1,76	1,40
S12-SON : Hydrocarbures	0,46	0,20
S13-SCO : Déchets d'hydrocarbures en mélanges	59,16	57,60
S13-SON : Déchets d'hydrocarbures en mélanges	97,24	97,00
S14-PCX : Solvants halogénés	0,01	0,10
S14-SAN : Solvants halogénés	81,26	76,55
S14-SAR : Solvants halogénés	6,10	6,70
S15 : Solvants non halogénés	10,52	10,10
S16-CHI : Eaux souillées	99,17	93,00
S16-DUC : Eaux souillées	98,76	96,00
S16-GEO : Eaux souillées	100,00	97,00
S16-HOM : Eaux souillées	94,30	96,00
S16-SAR : Eaux souillées	88,15	97,00
S16-SCO : Eaux souillées	87,79	89,00
S17 : Combustible de substitution liquide (CSL)	11,59	11,09

## Résultats d'analyses

Labo	Echantillon pour calcul du bilan de masse	Liquide ou solide	Famille	Numéro CAS	Composé	Teneur en substance pour bilan de masse	Unité INERIS	LQ INERIS	Densité apparente	Teneur en eau
ASCAL	S1	Solide	Métaux		Cd	0,0130	%			
SGS	S1	Solide	Métaux		Cd	0,0108	%			
ASCAL	S1	Solide	Métaux		Ni	0,0008	%			
SGS	S1	Solide	Métaux		Ni	0,0009	%			
ASCAL	S10	Liquide	Métaux		Cd	0,0000	%	< LQ	0,88	5,01
SGS	S10	Liquide	Métaux		Cd	0,0055	%	< LQ	0,84	5,00
ASCAL	S10	Liquide	Métaux		Ni	0,0000	%	< LQ	0,88	5,01
SGS	S10	Liquide	Métaux		Ni	0,0005	%	< LQ	0,84	5,00
SGS	S10	Liquide	Composés organiques volatils	100-41-4	Ethylbenzene	0,0111	%		0,84	5,00
ASCAL	S10	Liquide	Composés organiques volatils	100-41-4	Ethylbenzène	0,1340	%		0,88	5,01
ASCAL	S10	Liquide	Composés organiques volatils	106-42-3	p-Xylene	0,7411	%		0,88	5,01
SGS	S10	Liquide	Composés organiques volatils	106-42-3	p-Xylene	0,0149	%		0,84	5,00
SGS	S10	Liquide	Composés organiques volatils	108-67-8	Benzene, 1,3,5-trimethyl-	0,0550	%		0,84	5,00
SGS	S10	Liquide	Composés organiques volatils	108-67-8	Benzene, 1,3,5-trimethyl-	0,0550	%		0,84	5,00
ASCAL	S10	Liquide	Composés organiques volatils	108-67-8	Benzene, 1,3,5-trimethyl- (ou isomère)	0,0010	%		0,88	5,01
ASCAL	S10	Liquide	Composés organiques volatils	108-88-3	Toluene	0,3714	%		0,88	5,01
SGS	S10	Liquide	Composés organiques volatils	108-88-3	Toluene	0,0271	%		0,84	5,00
ASCAL	S10	Liquide	Composés organiques volatils	110-54-3	n-hexane	0,0152	%		0,88	5,01
SGS	S10	Liquide	Substances nommément désignées	67-56-1	Méthanol	0,1000	%			5,00
ASCAL	S10	Liquide	Composés organiques volatils	71-43-2	Benzene	0,0010	%		0,88	5,01
ASCAL	S10	Liquide	Composés organiques volatils	95-47-6	o-Xylene	0,3031	%		0,88	5,01
SGS	S10	Liquide	Composés organiques volatils	95-47-6	o-Xylene	0,0407	%		0,84	5,00
ASCAL	S10	Liquide	Composés organiques volatils	95-63-6	Benzene, 1,2,4-trimethyl- (ou isomère)	0,0055	%		0,88	5,01
ASCAL	S11	Liquide	Métaux		Cd	0,0000	%	< LQ	0,89	1,76

## Annexes

Labo	Echantillon pour calcul du bilan de masse	Liquide ou solide	Famille	Numéro CAS	Composé	Teneur en substance pour bilan de masse	Unité INERIS	LQ INERIS	Densité apparente	Teneur en eau
SGS	S11	Liquide	Métaux		Cd	0,0002	%	< LQ	0,85	1,40
ASCAL	S11	Liquide	Métaux		Ni	0,0000	%	< LQ	0,89	1,76
SGS	S11	Liquide	Métaux		Ni	0,0005	%	< LQ	0,85	1,40
SGS	S11	Liquide	Composés organiques volatils	100-41-4	Ethylbenzene	0,0018	%		0,85	1,40
ASCAL	S11	Liquide	Composés organiques volatils	100-41-4	Ethylbenzène	0,0018	%		0,89	1,76
ASCAL	S11	Liquide	Composés organiques volatils	106-42-3	p-Xylene	0,0060	%		0,89	1,76
SGS	S11	Liquide	Composés organiques volatils	106-42-3	p-Xylene	0,0025	%		0,85	1,40
ASCAL	S11	Liquide	Composés organiques volatils	108-88-3	Toluene	0,0133	%		0,89	1,76
SGS	S11	Liquide	Composés organiques volatils	108-88-3	Toluene	0,0092	%		0,85	1,40
SGS	S11	Liquide	Composés organiques volatils	110-54-3	Hexane	0,0023	%		0,85	1,40
ASCAL	S11	Liquide	Composés organiques volatils	110-54-3	n-hexane	0,0014	%		0,89	1,76
SGS	S11	Liquide	Composés organiques volatils	526-73-8	Benzene, 1,2,3-trimethyl-	0,0035	%		0,85	1,40
ASCAL	S11	Liquide	Substances nommément désignées	67-56-1	Méthanol	0,0089	%	< LQ	0,89	1,76
SGS	S11	Liquide	Substances nommément désignées	67-56-1	Méthanol	0,1000	%			1,40
ASCAL	S11	Liquide	Composés organiques volatils	95-47-6	o-Xylene	0,0021	%		0,89	1,76
SGS	S11	Liquide	Composés organiques volatils	95-47-6	o-Xylene	0,0063	%		0,85	1,40
SGS	S11	Liquide	Composés organiques volatils	95-63-6	Benzene, 1,2,4-trimethyl-	0,0014	%		0,85	1,40
ASCAL	S11	Liquide	Composés organiques volatils	95-63-6	Benzene, 1,2,4-trimethyl- (ou isomère)	0,0022	%		0,89	1,76
ASCAL	S12-SON	Liquide	Métaux		Cd	0,0000	%	< LQ	1,33	0,46
SGS	S12-SON	Liquide	Métaux		Cd	0,0002	%	< LQ		0,20
ASCAL	S12-SON	Liquide	Métaux		Ni	0,0000	%	< LQ	1,33	0,46
SGS	S12-SON	Liquide	Métaux		Ni	0,0005	%	< LQ		0,20
SGS	S12-SON	Liquide	Composés organiques volatils	100-41-4	Ethylbenzene	0,0000	%		1,33	0,20
ASCAL	S12-SON	Liquide	Composés organiques volatils	100-41-4	Ethylbenzène	0,0028	%		1,33	0,46
ASCAL	S12-SON	Liquide	Composés organiques volatils	106-42-3	p-Xylene	0,0115	%		1,33	0,46
SGS	S12-SON	Liquide	Composés organiques volatils	106-42-3	p-Xylene	0,0000	%		1,33	0,20



## Annexes

Labo	Echantillon pour calcul du bilan de masse	Liquide ou solide	Famille	Numéro CAS	Composé	Teneur en substance pour bilan de masse	Unité INERIS	LQ INERIS	Densité apparente	Teneur en eau
SGS	S12-SON	Liquide	Composés organiques volatils	108-67-8	Benzene, 1,3,5-trimethyl-	0,0000	%		1,33	0,20
ASCAL	S12-SON	Liquide	Composés organiques volatils	108-67-8	Benzene, 1,3,5-trimethyl- (ou isomère)	0,0061	%		1,33	0,46
ASCAL	S12-SON	Liquide	Composés organiques volatils	108-88-3	Toluene	0,0023	%		1,33	0,46
SGS	S12-SON	Liquide	Composés organiques volatils	108-88-3	Toluene	0,0000	%		1,33	0,20
ASCAL	S12-SON	Liquide	Substances nommément désignées	67-56-1	Méthanol	0,0280	%	< LQ	1,33	0,46
SGS	S12-SON	Liquide	Substances nommément désignées	67-56-1	Méthanol	1,0000	%			0,20
ASCAL	S12-SON	Liquide	Composés organiques volatils	95-47-6	o-Xylene	0,0057	%		1,33	0,46
SGS	S12-SON	Liquide	Composés organiques volatils	95-47-6	o-Xylene	0,0000	%		1,33	0,20
SGS	S12-SON	Liquide	Composés organiques volatils	95-63-6	Benzene, 1,2,4-trimethyl-	0,0000	%		1,33	0,20
ASCAL	S12-SON	Liquide	Composés organiques volatils	95-63-6	Benzene, 1,2,4-trimethyl- (ou isomère)	0,0261	%		1,33	0,46
ASCAL	S13-SCO	Liquide	Métaux		Cd	0,0001	%		1,02	59,16
SGS	S13-SCO	Liquide	Métaux		Cd	0,0002	%	< LQ	0,94	57,60
ASCAL	S13-SCO	Liquide	Métaux		Ni	0,0013	%		1,02	59,16
SGS	S13-SCO	Liquide	Métaux		Ni	0,0015	%		0,94	57,60
SGS	S13-SCO	Liquide	Composés organiques volatils	100-41-4	Ethylbenzene	0,0058	%		0,94	
ASCAL	S13-SCO	Liquide	Composés organiques volatils	100-41-4	Ethylbenzène	0,0445	%		1,02	59,16
ASCAL	S13-SCO	Liquide	Composés organiques volatils	106-42-3	p-Xylene	0,1676	%		1,02	59,16
SGS	S13-SCO	Liquide	Composés organiques volatils	106-42-3	p-Xylene	0,0132	%		0,94	
SGS	S13-SCO	Liquide	Composés organiques volatils	106-42-3	p-Xylene	0,0310	%		0,94	
SGS	S13-SCO	Liquide	Composés organiques volatils	108-67-8	Benzene, 1,3,5-trimethyl-	0,0264	%		0,94	
ASCAL	S13-SCO	Liquide	Composés organiques volatils	108-67-8	Benzene, 1,3,5-trimethyl- (ou isomère)	0,1278	%		1,02	59,16
ASCAL	S13-SCO	Liquide	Composés organiques volatils	108-88-3	Toluene	0,1789	%		1,02	59,16
SGS	S13-SCO	Liquide	Composés organiques volatils	108-88-3	Toluene	0,0269	%		0,94	
SGS	S13-SCO	Liquide	Composés organiques volatils	110-54-3	Hexane	0,0026	%		0,94	
ASCAL	S13-SCO	Liquide	Substances nommément désignées	67-56-1	Méthanol	0,1901	%		1,02	59,16

## Annexes

Labo	Echantillon pour calcul du bilan de masse	Liquide ou solide	Famille	Numéro CAS	Composé	Teneur en substance pour bilan de masse	Unité INERIS	LQ INERIS	Densité apparente	Teneur en eau
SGS	S13-SCO	Liquide	Substances nommément désignées	67-56-1	Méthanol	0,3530	%		0,94	
ASCAL	S13-SCO	Liquide	Composés organiques volatils	95-47-6	o-Xylene	0,0693	%		1,02	59,16
SGS	S13-SCO	Liquide	Composés organiques volatils	95-63-6	Benzene, 1,2,4-trimethyl-	0,1028	%		0,94	
ASCAL	S13-SCO	Liquide	Composés organiques volatils	95-63-6	Benzene, 1,2,4-trimethyl- (ou isomère)	0,5059	%		1,02	59,16
SGS	S13-SCO	Liquide	Composés organiques semi-volatils	95-93-2	Benzene, 1,2,4,5-tetramethyl-	0,0535	%		0,94	
ASCAL	S13-SON	Liquide	Métaux		Cd	0,0000	%	< LQ	1,00	97,24
SGS	S13-SON	Liquide	Métaux		Cd	0,0002	%	< LQ	0,99	97,00
ASCAL	S13-SON	Liquide	Métaux		Ni	0,0000	%	< LQ	1,00	97,24
SGS	S13-SON	Liquide	Métaux		Ni	0,0005	%	< LQ	0,99	97,00
ASCAL	S13-SON	Liquide	Composés organiques volatils	106-42-3	p-Xylene	0,0000	%		1,00	97,24
ASCAL	S13-SON	Liquide	Composés organiques volatils	108-67-8	Benzene, 1,3,5-trimethyl- (ou isomère)	0,0057	%		1,00	97,24
ASCAL	S13-SON	Liquide	Substances nommément désignées	67-56-1	Méthanol	0,0100	%	< LQ	1,00	97,24
SGS	S13-SON	Liquide	Substances nommément désignées	67-56-1	Méthanol	0,1000	%	< LQ		
ASCAL	S13-SON	Liquide	Composés organiques volatils	95-47-6	o-Xylene	0,0000	%		1,00	97,24
ASCAL	S13-SON	Liquide	Composés organiques volatils	95-63-6	Benzene, 1,2,4-trimethyl- (ou isomère)	0,0000	%		1,00	97,24
SGS	S13-SON	Liquide	Composés organiques semi-volatils	95-93-2	Benzene, 1,2,4,5-tetramethyl-	0,0001	%		0,99	
ASCAL	S14-PCX	Liquide	Métaux		Cd	0,0000	%	< LQ	1,36	0,01
SGS	S14-PCX	Liquide	Métaux		Cd	0,0002	%	< LQ	1,31	69,60
ASCAL	S14-PCX	Liquide	Métaux		Ni	0,0000	%	< LQ	1,36	0,01
SGS	S14-PCX	Liquide	Métaux		Ni	0,0005	%	< LQ	1,31	69,60
ASCAL	S14-PCX	Liquide	Composés organiques volatils	107-06-2	Ethane, 1,2-dichloro-	4,6308	%		1,36	0,01
SGS	S14-PCX	Liquide	Composés organiques volatils	107-06-2	Ethane, 1,2-dichloro-	4,3619	%			
ASCAL	S14-PCX	Liquide	Composés organiques volatils	108-90-7	Benzene, chloro-	0,4142	%		1,36	0,01
SGS	S14-PCX	Liquide	Composés organiques volatils	108-90-7	Benzene, chloro-	0,2527	%			
ASCAL	S14-PCX	Liquide	Substances nommément désignées	67-56-1	Méthanol	0,0136	%	< LQ	1,36	0,01

## Annexes

Labo	Echantillon pour calcul du bilan de masse	Liquide ou solide	Famille	Numéro CAS	Composé	Teneur en substance pour bilan de masse	Unité INERIS	LQ INERIS	Densité apparente	Teneur en eau
SGS	S14-PCX	Liquide	Substances nommément désignées	67-56-1	Méthanol	0,1000	%	< LQ		
SGS	S14-PCX	Liquide	Composés organiques volatils	71-43-2	Benzene	0,0201	%			
ASCAL	S14-PCX	Liquide	Composés organiques volatils	79-01-6	Trichloroethylene	0,1996	%		1,36	0,01
SGS	S14-PCX	Liquide	Composés organiques volatils	79-01-6	Trichloroethylene	0,6599	%			
SGS	S14-PCX	Liquide	Composés organiques volatils	95-50-1	Benzene, 1,2-dichloro-	0,0292	%			
ASCAL	S14-SAN	Liquide	Métaux		Cd	0,0000	%		1,03	81,73
SGS	S14-SAN	Liquide	Métaux		Cd	0,0002	%	< LQ	1,02	81,73
ASCAL	S14-SAN	Liquide	Métaux		Ni	0,0004	%		1,03	81,73
SGS	S14-SAN	Liquide	Métaux		Ni	0,0005	%	< LQ	1,02	81,73
ASCAL	S14-SAN	Liquide	Composés organiques volatils	108-88-3	Toluene	0,0165	%		1,03	81,73
SGS	S14-SAN	Liquide	Composés organiques volatils	108-88-3	Toluene	0,0266	%		1,02	81,73
SGS	S14-SAN	Liquide	Composés organiques volatils	109-99-9	Furan, tetrahydro-	0,0135	%		1,02	81,73
ASCAL	S14-SAN	Liquide	Substances nommément désignées	67-56-1	Méthanol	0,3509	%		1,02	81,73
SGS	S14-SAN	Liquide	Substances nommément désignées	67-56-1	Méthanol	0,1491	%		1,02	81,73
SGS	S14-SAN	Liquide	Composés organiques volatils	67-64-1	Acetone	0,0452	%		1,02	81,73
ASCAL	S14-SAN	Liquide	Composés organiques volatils	67-64-1	Acétone	5,9875	%		1,02	81,73
ASCAL	S14-SAN	Liquide	Composés organiques volatils	78-93-3	2-butanone	0,1346	%		1,02	81,73
ASCAL	S14-SAR	Liquide	Métaux		Cd	0,0000	%	< LQ	1,02	6,10
SGS	S14-SAR	Liquide	Métaux		Cd	0,0002	%	< LQ	0,97	6,70
ASCAL	S14-SAR	Liquide	Métaux		Ni	0,0000	%	< LQ	1,02	6,10
SGS	S14-SAR	Liquide	Métaux		Ni	0,0005	%	< LQ	0,97	6,70
SGS	S14-SAR	Liquide	Composés organiques volatils	100-41-4	Ethylbenzene	0,0232	%			
SGS	S14-SAR	Liquide	Composés organiques volatils	108-88-3	Toluene	0,0059	%			
ASCAL	S14-SAR	Liquide	Substances nommément désignées	67-56-1	Méthanol	0,0203	%	< LQ	1,02	6,10
SGS	S14-SAR	Liquide	Substances nommément désignées	67-56-1	Méthanol	0,1000	%			6,70
SGS	S14-SAR	Liquide	Composés organiques volatils	67-64-1	Acetone	0,0897	%			

## Annexes

Labo	Echantillon pour calcul du bilan de masse	Liquide ou solide	Famille	Numéro CAS	Composé	Teneur en substance pour bilan de masse	Unité INERIS	LQ INERIS	Densité apparente	Teneur en eau
ASCAL	S14-SAR	Liquide	Composés organiques volatils	67-64-1	Acétone	2,9841	%		1,02	6,10
SGS	S14-SAR	Liquide	Composés organiques volatils	95-47-6	o-Xylene	0,0296	%			
ASCAL	S15	Liquide	Métaux		Cd	0,0000	%	< LQ	0,92	10,52
SGS	S15	Liquide	Métaux		Cd	0,0002	%	< LQ	0,90	10,10
ASCAL	S15	Liquide	Métaux		Ni	0,0000	%		0,92	10,52
SGS	S15	Liquide	Métaux		Ni	0,0005	%	< LQ	0,90	10,10
SGS	S15	Liquide	Composés organiques volatils	100-41-4	Ethylbenzene	0,2823	%			
ASCAL	S15	Liquide	Composés organiques volatils	106-42-3	p-Xylene	3,1567	%		0,92	10,52
ASCAL	S15	Liquide	Composés organiques volatils	108-88-3	Toluene	18,6446	%		0,92	10,52
SGS	S15	Liquide	Composés organiques volatils	108-88-3	Toluene	8,6191	%			
SGS	S15	Liquide	Composés organiques volatils	110-54-3	Hexane	0,0041	%			
SGS	S15	Liquide	Composés organiques volatils	526-73-8	Benzene, 1,2,3-trimethyl-	0,1501	%			
SGS	S15	Liquide	Composés organiques volatils	526-73-8	Benzene, 1,2,3-trimethyl-	0,5386	%			
ASCAL	S15	Liquide	Substances nommément désignées	67-56-1	Méthanol	3,3043	%		0,92	10,52
SGS	S15	Liquide	Substances nommément désignées	67-56-1	Méthanol	5,2800	%			
SGS	S15	Liquide	Composés organiques volatils	67-64-1	Acetone	0,0038	%			
ASCAL	S15	Liquide	Composés organiques volatils	67-64-1	Acétone	0,3517	%		0,92	10,52
ASCAL	S15	Liquide	Composés organiques volatils	78-93-3	2-butanone	2,1044	%		0,92	10,52
SGS	S15	Liquide	Composés organiques volatils	78-93-3	2-Butanone	0,0728	%			
ASCAL	S15	Liquide	Composés organiques volatils	95-47-6	o-Xylene	0,9968	%		0,92	10,52
ASCAL	S15	Liquide	Composés organiques volatils	95-63-6	Benzene, 1,2,4-trimethyl- (ou isomère)	1,5230	%		0,92	10,52
SGS	S15	Liquide	Composés organiques semi-volatils	95-93-2	Benzene, 1,2,4,5-tetramethyl-	0,1087	%			
SGS	S15	Liquide	Composés organiques semi-volatils	95-93-2	Benzene, 1,2,4,5-tetramethyl-	0,6244	%			
ASCAL	S16-CHI	Liquide	Métaux		Cd	0,0000	%	< LQ	1,02	99,17
SGS	S16-CHI	Liquide	Métaux		Cd	0,0002	%	< LQ	1,01	93,00
ASCAL	S16-CHI	Liquide	Métaux		Ni	0,0000	%		1,02	99,17

## Annexes

Labo	Echantillon pour calcul du bilan de masse	Liquide ou solide	Famille	Numéro CAS	Composé	Teneur en substance pour bilan de masse	Unité INERIS	LQ INERIS	Densité apparente	Teneur en eau
SGS	S16-CHI	Liquide	Métaux		Ni	0,0005	%	< LQ	1,01	93,00
SGS	S16-CHI	Liquide	Composés organiques volatils	100-41-4	Ethylbenzene	0,0025	%		1,01	
ASCAL	S16-CHI	Liquide	Composés organiques volatils	100-41-4	Ethylbenzène	0,0018	%		1,02	99,17
ASCAL	S16-CHI	Liquide	Composés organiques volatils	106-42-3	p-Xylene	0,0069	%		1,02	99,17
ASCAL	S16-CHI	Liquide	Composés organiques volatils	108-88-3	Toluene	0,0045	%		1,02	99,17
SGS	S16-CHI	Liquide	Composés organiques volatils	108-88-3	Toluene	0,0056	%		1,01	
SGS	S16-CHI	Liquide	Composés organiques volatils	110-54-3	Hexane	0,0002	%		1,01	
SGS	S16-CHI	Liquide	Composés organiques volatils	526-73-8	Benzene, 1,2,3-trimethyl-	0,0005	%		1,01	
ASCAL	S16-CHI	Liquide	Substances nommément désignées	67-56-1	Méthanol	0,0429	%		1,02	99,17
SGS	S16-CHI	Liquide	Substances nommément désignées	67-56-1	Méthanol	0,1000	%	< LQ		
ASCAL	S16-CHI	Liquide	Composés organiques volatils	67-64-1	Acétone	0,0222	%		1,02	99,17
SGS	S16-CHI	Liquide	Composés organiques volatils	71-43-2	Benzene	0,0002	%		1,01	
SGS	S16-CHI	Liquide	Composés organiques volatils	75-05-8	Acetonitrile	0,0001	%		1,01	
ASCAL	S16-CHI	Liquide	Composés organiques volatils	78-93-3	2-butanone	0,0115	%		1,02	99,17
SGS	S16-CHI	Liquide	Composés organiques volatils	78-93-3	2-Butanone	0,0004	%		1,01	
SGS	S16-CHI	Liquide	Composés organiques volatils	79-01-6	Trichloroethylene	0,0000	%		1,01	
ASCAL	S16-CHI	Liquide	Composés organiques volatils	95-47-6	o-Xylene	0,0029	%		1,02	99,17
SGS	S16-CHI	Liquide	Composés organiques volatils	95-47-6	o-Xylene	0,0029	%		1,01	
SGS	S16-CHI	Liquide	Composés organiques volatils	95-47-6	o-Xylene	0,0071	%		1,01	
ASCAL	S16-DUC	Liquide	Métaux		Cd	0,0000	%		1,01	98,76
SGS	S16-DUC	Liquide	Métaux		Cd	0,0002	%	< LQ	0,99	96,00
ASCAL	S16-DUC	Liquide	Métaux		Ni	0,0002	%		1,01	98,76
SGS	S16-DUC	Liquide	Métaux		Ni	0,0005	%	< LQ	0,99	96,00
SGS	S16-DUC	Liquide	Composés organiques volatils	106-42-3	p-Xylene	0,0000	%		0,99	
SGS	S16-DUC	Liquide	Composés organiques volatils	106-42-3	p-Xylene	0,0000	%		0,99	
SGS	S16-DUC	Liquide	Composés organiques volatils	108-88-3	Toluene	0,0001	%		0,99	

## Annexes

Labo	Echantillon pour calcul du bilan de masse	Liquide ou solide	Famille	Numéro CAS	Composé	Teneur en substance pour bilan de masse	Unité INERIS	LQ INERIS	Densité apparente	Teneur en eau
SGS	S16-DUC	Liquide	Composés organiques volatils	526-73-8	Benzene, 1,2,3-trimethyl-	0,0000	%		0,99	
ASCAL	S16-DUC	Liquide	Substances nommément désignées	67-56-1	Méthanol	0,0101	%		1,01	98,76
SGS	S16-DUC	Liquide	Substances nommément désignées	67-56-1	Méthanol	0,1000	%	< LQ		
ASCAL	S16-GEO	Liquide	Métaux		Cd	0,0000	%	< LQ	0,99	105,64
SGS	S16-GEO	Liquide	Métaux		Cd	0,0002	%	< LQ	0,93	97,00
ASCAL	S16-GEO	Liquide	Métaux		Ni	0,0000	%	< LQ	0,99	105,64
SGS	S16-GEO	Liquide	Métaux		Ni	0,0005	%	< LQ	0,93	97,00
SGS	S16-GEO	Liquide	Composés organiques volatils	108-88-3	Toluene	0,0000	%		0,93	
ASCAL	S16-GEO	Liquide	Substances nommément désignées	67-56-1	Méthanol	0,0099	%	< LQ	0,99	100,00
SGS	S16-GEO	Liquide	Substances nommément désignées	67-56-1	Méthanol	0,1000	%	< LQ		
SGS	S16-GEO	Liquide	Composés organiques volatils	67-64-1	Acetone	0,0001	%		0,93	
ASCAL	S16-HOM	Liquide	Métaux		Cd	0,0000	%	< LQ	1,04	94,30
SGS	S16-HOM	Liquide	Métaux		Cd	0,0002	%	< LQ	1,05	96,00
ASCAL	S16-HOM	Liquide	Métaux		Cr VI	0,2739	%		1,04	94,30
SGS	S16-HOM	Liquide	Métaux		Cr VI	0,2739	%		1,05	96,00
ASCAL	S16-HOM	Liquide	Métaux		Ni	0,0002	%		1,04	94,30
SGS	S16-HOM	Liquide	Métaux		Ni	0,0005	%	< LQ	1,05	96,00
SGS	S16-HOM	Liquide	Composés organiques volatils	106-42-3	p-Xylene	0,0000	%		1,05	
SGS	S16-HOM	Liquide	Composés organiques volatils	106-42-3	p-Xylene	0,0000	%		1,05	
ASCAL	S16-HOM	Liquide	Substances nommément désignées	67-56-1	Méthanol	0,0104	%	< LQ	1,04	94,30
SGS	S16-HOM	Liquide	Substances nommément désignées	67-56-1	Méthanol	0,1000	%	< LQ		
ASCAL	S16-SAR	Liquide	Métaux		Cd	0,0001	%		1,00	88,15
SGS	S16-SAR	Liquide	Métaux		Cd	0,0002	%	< LQ	0,99	97,00
ASCAL	S16-SAR	Liquide	Métaux		Ni	0,0000	%		1,00	88,15
SGS	S16-SAR	Liquide	Métaux		Ni	0,0005	%	< LQ	0,99	97,00

## Annexes

Labo	Echantillon pour calcul du bilan de masse	Liquide ou solide	Famille	Numéro CAS	Composé	Teneur en substance pour bilan de masse	Unité INERIS	LQ INERIS	Densité apparente	Teneur en eau
SGS	S16-SAR	Liquide	Composés organiques volatils	100-41-4	Ethylbenzene	0,0001	%			
ASCAL	S16-SAR	Liquide	Composés organiques volatils	100-41-4	Ethylbenzène	0,0000	%		1,00	88,15
ASCAL	S16-SAR	Liquide	Composés organiques volatils	106-42-3	p-Xylene	0,0003	%		1,00	88,15
SGS	S16-SAR	Liquide	Composés organiques volatils	106-42-3	p-Xylene	0,0003	%			
ASCAL	S16-SAR	Liquide	Composés organiques volatils	108-88-3	Toluene	0,0005	%		1,00	88,15
SGS	S16-SAR	Liquide	Composés organiques volatils	108-88-3	Toluene	0,0005	%			
SGS	S16-SAR	Liquide	Composés organiques volatils	108-90-7	Benzene, chloro-	0,0001	%			
SGS	S16-SAR	Liquide	Composés organiques volatils	110-54-3	Hexane	0,0000	%			
ASCAL	S16-SAR	Liquide	Composés organiques volatils	110-54-3	n-hexane	0,0019	%		1,00	88,15
SGS	S16-SAR	Liquide	Composés organiques volatils	526-73-8	Benzene, 1,2,3-trimethyl- (ou isomère)	0,0001	%			
SGS	S16-SAR	Liquide	Composés organiques volatils	67-56-1	Methyl Alcohol	0,0002	%			
ASCAL	S16-SAR	Liquide	Substances nommément désignées	67-56-1	Méthanol	0,1772	%		1,00	88,15
SGS	S16-SAR	Liquide	Substances nommément désignées	67-56-1	Méthanol	0,2090	%			97,00
SGS	S16-SAR	Liquide	Composés organiques volatils	67-64-1	Acetone	0,0000	%			
SGS	S16-SAR	Liquide	Composés organiques volatils	71-43-2	Benzene	0,0000	%			
SGS	S16-SAR	Liquide	Composés organiques volatils	78-93-3	2-Butanone	0,0000	%			
SGS	S16-SAR	Liquide	Composés organiques volatils	79-01-6	Trichloroethylene	0,0000	%			
ASCAL	S16-SAR	Liquide	Composés organiques volatils	95-47-6	o-Xylene	0,0001	%		1,00	88,15
SGS	S16-SAR	Liquide	Composés organiques volatils	95-47-6	o-Xylene	0,0001	%			
ASCAL	S16-SAR	Liquide	Composés organiques volatils	95-63-6	Benzene, 1,2,4-trimethyl- (ou isomère)	0,0000	%		1,00	88,15
ASCAL	S16-SCO	Liquide	Métaux		Cd	0,0000	%	< LQ	1,01	87,79
SGS	S16-SCO	Liquide	Métaux		Cd	0,0002	%	< LQ	0,99	89,00
ASCAL	S16-SCO	Liquide	Métaux		Ni	0,0003	%		1,01	87,79
SGS	S16-SCO	Liquide	Métaux		Ni	0,0005	%		0,99	89,00
SGS	S16-SCO	Liquide	Composés organiques volatils	100-41-4	Ethylbenzene	0,0005	%		0,99	
SGS	S16-SCO	Liquide	Composés organiques volatils	106-42-3	p-Xylene	0,0005	%		0,99	

## Annexes

Labo	Echantillon pour calcul du bilan de masse	Liquide ou solide	Famille	Numéro CAS	Composé	Teneur en substance pour bilan de masse	Unité INERIS	LQ INERIS	Densité apparente	Teneur en eau
SGS	S16-SCO	Liquide	Composés organiques volatils	106-42-3	p-Xylene	0,0013	%		0,99	
SGS	S16-SCO	Liquide	Composés organiques volatils	108-67-8	Benzene, 1,3,5-trimethyl-	0,0004	%		0,99	
ASCAL	S16-SCO	Liquide	Composés organiques volatils	108-88-3	Toluene	0,2145	%		1,01	87,79
SGS	S16-SCO	Liquide	Composés organiques volatils	108-88-3	Toluene	0,0307	%		0,99	
SGS	S16-SCO	Liquide	Composés organiques volatils	108-90-7	Benzene, chloro-	0,0001	%		0,99	
SGS	S16-SCO	Liquide	Composés organiques volatils	110-54-3	Hexane	0,0000	%		0,99	
SGS	S16-SCO	Liquide	Composés organiques volatils	526-73-8	Benzene, 1,2,3-trimethyl-	0,0010	%		0,99	
ASCAL	S16-SCO	Liquide	Substances nommément désignées	67-56-1	Méthanol	0,0883	%		1,01	87,79
SGS	S16-SCO	Liquide	Substances nommément désignées	67-56-1	Méthanol	0,1000	%	< LQ		
ASCAL	S16-SCO	Liquide	Composés organiques volatils	67-64-1	Acétone	0,0136	%		1,01	87,79
SGS	S16-SCO	Liquide	Composés organiques volatils	71-43-2	Benzene	0,0001	%		0,99	
SGS	S16-SCO	Liquide	Composés organiques volatils	79-01-6	Trichloroethylene	0,0000	%		0,99	
ASCAL	S17	Liquide	Métaux		Cd	0,0000	%		0,98	11,60
SGS	S17	Liquide	Métaux		Cd	0,0002	%		0,93	11,60
ASCAL	S17	Liquide	Métaux		Ni	0,0000	%		0,98	11,60
SGS	S17	Liquide	Métaux		Ni	0,0005	%		0,93	11,60
ASCAL	S17	Liquide	Composés organiques volatils	106-42-3	p-Xylene	0,1361	%		0,98	11,60
SGS	S17	Liquide	Composés organiques volatils	106-42-3	p-Xylene	0,0002	%		0,93	11,60
ASCAL	S17	Liquide	Composés organiques volatils	108-67-8	Benzene, 1,3,5-trimethyl- (ou isomère)	0,6385	%		0,98	11,60
ASCAL	S17	Liquide	Composés organiques volatils	108-88-3	Toluene	2,3797	%		0,98	11,60
SGS	S17	Liquide	Composés organiques volatils	108-88-3	Toluene	0,0009	%		0,93	11,60
SGS	S17	Liquide	Composés organiques volatils	110-54-3	Hexane	0,0000	%		0,93	11,60
ASCAL	S17	Liquide	Substances nommément désignées	67-56-1	Méthanol	0,0979	%		0,93	11,60
SGS	S17	Liquide	Substances nommément désignées	67-56-1	Méthanol	0,0999	%		0,93	11,60
ASCAL	S17	Liquide	Composés organiques volatils	95-47-6	o-Xylene	0,1782	%		0,98	11,60



## Annexes

Labo	Echantillon pour calcul du bilan de masse	Liquide ou solide	Famille	Numéro CAS	Composé	Teneur en substance pour bilan de masse	Unité INERIS	LQ INERIS	Densité apparente	Teneur en eau
ASCAL	S17	Liquide	Composés organiques volatils	95-63-6	Benzene, 1,2,4-trimethyl- (ou isomère)	3,7801	%		0,98	11,60
SGS	S17	Liquide	Composés organiques semi-volatils	95-93-2	Benzene, 1,2,4,5-tetramethyl-	4,3790	%		0,93	11,60
ASCAL	S18	Solide	Métaux		Cd	0,0003	%			
SGS	S18	Solide	Métaux		Cd	0,0002	%	< LQ		
ASCAL	S18	Solide	Métaux		Ni	0,0049	%			
SGS	S18	Solide	Métaux		Ni	0,0036	%			
SGS	S18	Solide	Composés organiques volatils	100-41-4	Ethylbenzene	0,0002	%			
ASCAL	S18	Solide	Composés organiques volatils	106-42-3	p-Xylene	0,1850	%			
SGS	S18	Solide	Composés organiques volatils	106-42-3	p-Xylene	0,0002	%			
SGS	S18	Solide	Composés organiques volatils	106-42-3	p-Xylene	0,0005	%			
SGS	S18	Solide	Composés organiques volatils	108-67-8	Benzene, 1,3,5-trimethyl-	0,0002	%			
ASCAL	S18	Solide	Composés organiques volatils	108-88-3	Toluene	0,1710	%			
SGS	S18	Solide	Composés organiques volatils	108-88-3	Toluene	0,0016	%			
SGS	S18	Solide	Substances nommément désignées	67-56-1	Méthanol	0,1000	%	< LQ		
SGS	S18	Solide	Composés organiques volatils	78-93-3	2-Butanone	0,0001	%			
ASCAL	S18	Solide	Composés organiques volatils	95-47-6	o-Xylene	0,0829	%			
ASCAL	S18	Solide	Composés organiques volatils	95-63-6	Benzene, 1,2,4-trimethyl- (ou isomère)	0,1510	%			
SGS	S18	Solide	Composés organiques semi-volatils	95-93-2	Benzene, 1,2,4,5-tetramethyl-	0,0478	%			
ASCAL	S2	Solide	Métaux		Cd	0,0105	%			
SGS	S2	Solide	Métaux		Cd	0,0086	%			
ASCAL	S2	Solide	Métaux		Ni	0,0022	%			
SGS	S2	Solide	Métaux		Ni	0,0022	%			
ASCAL	S2	Solide	Composés organiques volatils	108-88-3	Toluene	0,0001	%			
ASCAL	S3	Solide	Métaux		Cd	0,0205	%			
SGS	S3	Solide	Métaux		Cd	0,0181	%			
ASCAL	S3	Solide	Métaux		Ni	0,0047	%			

## Annexes

Labo	Echantillon pour calcul du bilan de masse	Liquide ou solide	Famille	Numéro CAS	Composé	Teneur en substance pour bilan de masse	Unité INERIS	LQ INERIS	Densité apparente	Teneur en eau
SGS	S3	Solide	Métaux		Ni	0,0036	%			
ASCAL	S4	Solide	Métaux		Cd	0,0125	%			
SGS	S4	Solide	Métaux		Cd	0,0117	%			
ASCAL	S4	Solide	Métaux		Ni	0,0216	%			
SGS	S4	Solide	Métaux		Ni	0,0123	%			
SGS	S4	Solide	Composés organiques volatils	67-64-1	Acetone	0,0001	%			
ASCAL	S5	Solide	Métaux		Cd	0,0127	%			
SGS	S5	Solide	Métaux		Cd	0,0114	%			
ASCAL	S5	Solide	Métaux		Cr VI	0,0021	%			
ASCAL	S5	Solide	Métaux		Ni	0,0209	%			
SGS	S5	Solide	Métaux		Ni	0,0185	%			
SGS	S5	Solide	Composés organiques volatils	67-64-1	Acetone	0,0001	%			
ASCAL	S6	Solide	Métaux		Cd	0,0232	%			
SGS	S6	Solide	Métaux		Cd	0,0151	%			
ASCAL	S6	Solide	Métaux		Cr VI	0,0004	%			
ASCAL	S6	Solide	Métaux		Ni	0,2526	%			
SGS	S6	Solide	Métaux		Ni	0,0977	%			
SGS	S6	Solide	Composés organiques volatils	100-41-4	Ethylbenzene	0,0032	%			
ASCAL	S6	Solide	Composés organiques volatils	100-41-4	Ethylbenzène	0,0028	%			
ASCAL	S6	Solide	Composés organiques volatils	100-41-4	Ethylbenzène	0,0167	%			
ASCAL	S6	Solide	Composés organiques volatils	106-42-3	p-Xylene	0,0114	%			
ASCAL	S6	Solide	Composés organiques volatils	106-42-3	p-Xylene	0,0140	%			
SGS	S6	Solide	Composés organiques volatils	106-42-3	p-Xylene	0,0086	%			
ASCAL	S6	Solide	Composés organiques volatils	108-67-8	Benzene, 1,3,5-trimethyl- (ou isomère)	0,0039	%			
SGS	S6	Solide	Composés organiques volatils	108-67-8	Benzene, 1,3,5-trimethyl- (ou isomère)	0,0028	%			
SGS	S6	Solide	Composés organiques volatils	108-67-8	Benzene, 1,3,5-trimethyl- (ou isomère)	0,0041	%			

## Annexes

Labo	Echantillon pour calcul du bilan de masse	Liquide ou solide	Famille	Numéro CAS	Composé	Teneur en substance pour bilan de masse	Unité INERIS	LQ INERIS	Densité apparente	Teneur en eau
ASCAL	S6	Solide	Composés organiques volatils	108-88-3	Toluene	0,0017	%			
ASCAL	S6	Solide	Composés organiques volatils	108-88-3	Toluene	0,0023	%			
ASCAL	S6	Solide	Composés organiques volatils	95-47-6	o-Xylene	0,0040	%			
ASCAL	S6	Solide	Composés organiques volatils	95-47-6	o-Xylene	0,0289	%			
SGS	S6	Solide	Composés organiques volatils	95-47-6	o-Xylene	0,0049	%			
ASCAL	S6	Solide	Composés organiques volatils	95-63-6	Benzene, 1,2,4-trimethyl- (ou isomère)	0,0029	%			
ASCAL	S6	Solide	Composés organiques volatils	95-63-6	Benzene, 1,2,4-trimethyl- (ou isomère)	0,0043	%			
SGS	S6	Solide	Composés organiques semi-volatils	95-93-2	Benzene, 1,2,4,5-tetramethyl-	0,0001	%			
ASCAL	S7	Solide	Métaux		Cd	0,0005	%			
SGS	S7	Solide	Métaux		Cd	0,0005	%			
ASCAL	S7	Solide	Métaux		Ni	0,0008	%			
SGS	S7	Solide	Métaux		Ni	0,0007	%			
ASCAL	S8-DON	Solide	Métaux		Cd	0,0010	%			
SGS	S8-DON	Solide	Métaux		Cd	0,0023	%			
ASCAL	S8-DON	Solide	Métaux		Ni	0,0484	%			
SGS	S8-DON	Solide	Métaux		Ni	0,0106	%			
SGS	S8-DON	Solide	Composés organiques volatils	100-41-4	Ethylbenzene	0,0063	%			
ASCAL	S8-DON	Solide	Composés organiques volatils	100-41-4	Ethylbenzène	0,0156	%			
ASCAL	S8-DON	Solide	Composés organiques volatils	106-42-3	p-Xylene	0,0528	%			
SGS	S8-DON	Solide	Composés organiques volatils	106-42-3	p-Xylene	0,0054	%			
SGS	S8-DON	Solide	Composés organiques volatils	106-42-3	p-Xylene	0,0155	%			
ASCAL	S8-DON	Solide	Composés organiques volatils	108-67-8	Benzene, 1,3,5-trimethyl- (ou isomère)	0,0108	%			
ASCAL	S8-DON	Solide	Composés organiques volatils	108-88-3	Toluene	0,0184	%			
SGS	S8-DON	Solide	Composés organiques volatils	108-88-3	Toluene	0,0095	%			
SGS	S8-DON	Solide	Composés organiques volatils	110-54-3	Hexane	0,0005	%			
ASCAL	S8-DON	Solide	Composés organiques volatils	110-54-3	n-hexane	0,0006	%			

## Annexes

Labo	Echantillon pour calcul du bilan de masse	Liquide ou solide	Famille	Numéro CAS	Composé	Teneur en substance pour bilan de masse	Unité INERIS	LQ INERIS	Densité apparente	Teneur en eau
SGS	S8-DON	Solide	Substances nommément désignées	67-56-1	Méthanol	0,1000	%	< LQ		
SGS	S8-DON	Solide	Composés organiques volatils	67-64-1	Acetone	0,0003	%			
SGS	S8-DON	Solide	Composés organiques volatils	78-93-3	2-Butanone	0,0005	%			
ASCAL	S8-DON	Solide	Composés organiques volatils	79-01-6	Trichloroethylene	0,0007	%			
SGS	S8-DON	Solide	Composés organiques volatils	79-01-6	Trichloroethylene	0,0004	%			
ASCAL	S8-DON	Solide	Composés organiques volatils	95-47-6	o-Xylene	0,0199	%			
ASCAL	S8-DON	Solide	Composés organiques volatils	95-63-6	Benzene, 1,2,4-trimethyl- (ou isomère)	0,0396	%			
ASCAL	S8-GEO	Solide	Métaux		Cd	0,0015	%			
SGS	S8-GEO	Solide	Métaux		Cd	0,0006	%			
ASCAL	S8-GEO	Solide	Métaux		Ni	0,0195	%			
SGS	S8-GEO	Solide	Métaux		Ni	0,0060	%			
SGS	S8-GEO	Solide	Composés organiques volatils	100-41-4	Ethylbenzene	0,0169	%			
SGS	S8-GEO	Solide	Composés organiques volatils	100-41-4	Ethylbenzene	0,0530	%			
ASCAL	S8-GEO	Solide	Composés organiques volatils	100-41-4	Ethylbenzène	0,0105	%			
ASCAL	S8-GEO	Solide	Composés organiques volatils	106-42-3	p-Xylene	0,0353	%			
SGS	S8-GEO	Solide	Composés organiques volatils	106-42-3	p-Xylene	0,0273	%			
SGS	S8-GEO	Solide	Composés organiques volatils	108-67-8	Benzene, 1,3,5-trimethyl-	0,0490	%			
ASCAL	S8-GEO	Solide	Composés organiques volatils	108-67-8	Benzene, 1,3,5-trimethyl- (ou isomère)	0,0029	%			
ASCAL	S8-GEO	Solide	Composés organiques volatils	108-88-3	Toluene	0,0333	%			
SGS	S8-GEO	Solide	Composés organiques volatils	108-88-3	Toluene	0,1153	%			
SGS	S8-GEO	Solide	Composés organiques volatils	526-73-8	Benzene, 1,2,3-trimethyl-	0,1187	%			
SGS	S8-GEO	Solide	Substances nommément désignées	67-56-1	Méthanol	0,1000	%	< LQ		
SGS	S8-GEO	Solide	Composés organiques volatils	67-64-1	Acetone	0,0008	%			
SGS	S8-GEO	Solide	Composés organiques volatils	78-93-3	2-Butanone	0,0003	%			
ASCAL	S8-GEO	Solide	Composés organiques volatils	95-47-6	o-Xylene	0,0119	%			
SGS	S8-GEO	Solide	Composés organiques volatils	95-63-6	Benzene, 1,2,4-trimethyl-	0,0591	%			

## Annexes

Labo	Echantillon pour calcul du bilan de masse	Liquide ou solide	Famille	Numéro CAS	Composé	Teneur en substance pour bilan de masse	Unité INERIS	LQ INERIS	Densité apparente	Teneur en eau
ASCAL	S8-GEO	Solide	Composés organiques volatils	95-63-6	Benzene, 1,2,4-trimethyl- (ou isomère)	0,0132	%			
ASCAL	S8-SAR	Solide	Métaux		Cd	0,0026	%			
SGS	S8-SAR	Solide	Métaux		Cd	0,0014	%			
ASCAL	S8-SAR	Solide	Métaux		Ni	0,2463	%			
SGS	S8-SAR	Solide	Métaux		Ni	0,0308	%			
SGS	S8-SAR	Solide	Composés organiques volatils	100-41-4	Ethylbenzene	0,0058	%			
ASCAL	S8-SAR	Solide	Composés organiques volatils	100-41-4	Ethylbenzène	0,1110	%			
ASCAL	S8-SAR	Solide	Composés organiques volatils	106-42-3	p-Xylene	0,3880	%			
SGS	S8-SAR	Solide	Composés organiques volatils	106-42-3	p-Xylene	0,0156	%			
ASCAL	S8-SAR	Solide	Composés organiques volatils	108-67-8	Benzene, 1,3,5-trimethyl- (ou isomère)	0,0275	%			
SGS	S8-SAR	Solide	Composés organiques volatils	108-67-8	Benzene, 1,3,5-trimethyl- (ou isomère)	0,0016	%			
SGS	S8-SAR	Solide	Composés organiques volatils	108-67-8	Benzene, 1,3,5-trimethyl- (ou isomère)	0,0051	%			
ASCAL	S8-SAR	Solide	Composés organiques volatils	108-88-3	Toluene	0,2020	%			
SGS	S8-SAR	Solide	Composés organiques volatils	108-88-3	Toluene	0,0088	%			
SGS	S8-SAR	Solide	Substances nommément désignées	67-56-1	Méthanol	0,1000	%	< LQ		
SGS	S8-SAR	Solide	Composés organiques volatils	67-64-1	Acetone	0,0000	%			
SGS	S8-SAR	Solide	Composés organiques volatils	79-01-6	Trichloroethylene	0,0000	%			
ASCAL	S8-SAR	Solide	Composés organiques volatils	95-47-6	o-Xylene	0,1430	%			
SGS	S8-SAR	Solide	Composés organiques volatils	95-47-6	o-Xylene	0,0052	%			
ASCAL	S8-SAR	Solide	Composés organiques volatils	95-63-6	Benzene, 1,2,4-trimethyl- (ou isomère)	0,1060	%			
ASCAL	S8-SCO	Solide	Métaux		Cd	0,0025	%			
SGS	S8-SCO	Solide	Métaux		Cd	0,0017	%			
ASCAL	S8-SCO	Solide	Métaux		Ni	0,0085	%			
SGS	S8-SCO	Solide	Métaux		Ni	0,0054	%			
SGS	S8-SCO	Solide	Composés organiques volatils	100-41-4	Ethylbenzene	0,0118	%			

## Annexes

Labo	Echantillon pour calcul du bilan de masse	Liquide ou solide	Famille	Numéro CAS	Composé	Teneur en substance pour bilan de masse	Unité INERIS	LQ INERIS	Densité apparente	Teneur en eau
ASCAL	S8-SCO	Solide	Composés organiques volatils	100-41-4	Ethylbenzène	0,0101	%			
ASCAL	S8-SCO	Solide	Composés organiques volatils	106-42-3	p-Xylene	0,0397	%			
SGS	S8-SCO	Solide	Composés organiques volatils	108-67-8	Benzene, 1,3,5-trimethyl-	0,0040	%			
ASCAL	S8-SCO	Solide	Composés organiques volatils	108-67-8	Benzene, 1,3,5-trimethyl- (ou isomère)	0,0010	%			
ASCAL	S8-SCO	Solide	Composés organiques volatils	108-88-3	Toluene	0,0046	%			
SGS	S8-SCO	Solide	Composés organiques volatils	108-88-3	Toluene	0,0068	%			
SGS	S8-SCO	Solide	Composés organiques volatils	526-73-8	Benzene, 1,2,3-trimethyl-	0,0092	%			
SGS	S8-SCO	Solide	Substances nommément désignées	67-56-1	Méthanol	0,1000	%	< LQ		
SGS	S8-SCO	Solide	Composés organiques volatils	78-93-3	2-Butanone	0,0002	%			
SGS	S8-SCO	Solide	Composés organiques volatils	79-01-6	Trichloroethylene	0,0001	%			
ASCAL	S8-SCO	Solide	Composés organiques volatils	95-47-6	o-Xylene	0,0197	%			
ASCAL	S8-SCO	Solide	Composés organiques volatils	95-50-1	Benzene, 1,2-dichloro-	0,0003	%			
ASCAL	S8-SCO	Solide	Composés organiques volatils	95-63-6	Benzene, 1,2,4-trimethyl- (ou isomère)	0,0162	%			
ASCAL	S8-TRI	Solide	Métaux		Cd	0,0001	%			
SGS	S8-TRI	Solide	Métaux		Cd	0,0002	%	< LQ		
ASCAL	S8-TRI	Solide	Métaux		Ni	0,0021	%			
SGS	S8-TRI	Solide	Métaux		Ni	0,0026	%			
ASCAL	S8-TRI	Solide	Composés organiques volatils	100-41-4	Ethylbenzène	0,0012	%			
ASCAL	S8-TRI	Solide	Composés organiques volatils	106-42-3	p-Xylene	0,0042	%			
SGS	S8-TRI	Solide	Composés organiques volatils	106-42-3	p-Xylene	0,0031	%			
ASCAL	S8-TRI	Solide	Composés organiques volatils	108-67-8	Benzene, 1,3,5-trimethyl- (ou isomère)	0,0017	%			
ASCAL	S8-TRI	Solide	Composés organiques volatils	108-88-3	Toluene	0,0074	%			
SGS	S8-TRI	Solide	Composés organiques volatils	108-88-3	Toluene	0,0025	%			
SGS	S8-TRI	Solide	Composés organiques volatils	526-73-8	Benzene, 1,2,3-trimethyl-	0,0120	%			
SGS	S8-TRI	Solide	Substances nommément désignées	67-56-1	Méthanol	0,1000	%	< LQ		
ASCAL	S8-TRI	Solide	Composés organiques volatils	95-47-6	o-Xylene	0,0016	%			

## Annexes

Labo	Echantillon pour calcul du bilan de masse	Liquide ou solide	Famille	Numéro CAS	Composé	Teneur en substance pour bilan de masse	Unité INERIS	LQ INERIS	Densité apparente	Teneur en eau
ASCAL	S8-TRI	Solide	Composés organiques volatils	95-63-6	Benzene, 1,2,4-trimethyl- (ou isomère)	0,0061	%			
ASCAL	S9-GEO	Solide	Métaux		Cd	0,0000	%			
SGS	S9-GEO	Solide	Métaux		Cd	0,0002	%	< LQ		
ASCAL	S9-GEO	Solide	Métaux		Ni	0,0017	%			
SGS	S9-GEO	Solide	Métaux		Ni	0,0029	%			
SGS	S9-GEO	Solide	Composés organiques volatils	100-41-4	Ethylbenzene	0,0001	%			
ASCAL	S9-GEO	Solide	Composés organiques volatils	100-41-4	Ethylbenzène	0,0003	%			
ASCAL	S9-GEO	Solide	Composés organiques volatils	106-42-3	p-Xylene	0,0015	%			
SGS	S9-GEO	Solide	Composés organiques volatils	106-42-3	p-Xylene	0,0016	%			
SGS	S9-GEO	Solide	Composés organiques volatils	106-42-3	p-Xylene	0,0021	%			
SGS	S9-GEO	Solide	Composés organiques volatils	108-67-8	Benzene, 1,3,5-trimethyl-	0,0013	%			
ASCAL	S9-GEO	Solide	Composés organiques volatils	108-67-8	Benzene, 1,3,5-trimethyl- (ou isomère)	0,0002	%			
ASCAL	S9-GEO	Solide	Composés organiques volatils	108-88-3	Toluene	0,0009	%			
SGS	S9-GEO	Solide	Composés organiques volatils	108-88-3	Toluene	0,0004	%			
SGS	S9-GEO	Solide	Composés organiques volatils	110-54-3	Hexane	0,0022	%			
ASCAL	S9-GEO	Solide	Composés organiques volatils	110-54-3	n-hexane	0,0003	%			
SGS	S9-GEO	Solide	Composés organiques volatils	526-73-8	Benzene, 1,2,3-trimethyl-	0,0022	%			
ASCAL	S9-GEO	Solide	Composés organiques volatils	71-43-2	Benzene	0,0001	%			
SGS	S9-GEO	Solide	Composés organiques volatils	71-43-2	Benzene	0,0001	%			
ASCAL	S9-GEO	Solide	Composés organiques volatils	95-47-6	o-Xylene	0,0005	%			
ASCAL	S9-GEO	Solide	Composés organiques volatils	95-63-6	Benzene, 1,2,4-trimethyl- (ou isomère)	0,0014	%			
ASCAL	S9-SAR	Liquide	Métaux		Cd	0,0000	%		1,01	
SGS	S9-SAR	Liquide	Métaux		Cd	0,0002	%	< LQ	1,05	
ASCAL	S9-SAR	Liquide	Métaux		Ni	0,0017	%		1,01	
SGS	S9-SAR	Liquide	Métaux		Ni	0,0032	%		1,05	
ASCAL	S9-SAR	Liquide	Composés organiques volatils	100-41-4	Ethylbenzène	0,0060	%		1,01	

## Annexes

Labo	Echantillon pour calcul du bilan de masse	Liquide ou solide	Famille	Numéro CAS	Composé	Teneur en substance pour bilan de masse	Unité INERIS	LQ INERIS	Densité apparente	Teneur en eau
ASCAL	S9-SAR	Liquide	Composés organiques volatils	106-42-3	p-Xylene	0,0169	%		1,01	
SGS	S9-SAR	Liquide	Composés organiques volatils	106-42-3	p-Xylene	0,0523	%		1,05	74,74
ASCAL	S9-SAR	Liquide	Composés organiques volatils	108-67-8	Benzene, 1,3,5-trimethyl- (ou isomère)	0,0001	%		1,01	
SGS	S9-SAR	Liquide	Composés organiques volatils	108-67-8	Benzene, 1,3,5-trimethyl- (ou isomère)	0,0110	%		1,05	74,74
ASCAL	S9-SAR	Liquide	Composés organiques volatils	108-88-3	Toluene	0,0028	%		1,01	
SGS	S9-SAR	Liquide	Composés organiques volatils	108-88-3	Toluene	0,0063	%		1,05	74,74
SGS	S9-SAR	Liquide	Composés organiques semi-volatils	108-90-7	Benzene, chloro-	0,0000	%		1,05	
SGS	S9-SAR	Liquide	Composés organiques volatils	110-54-3	Hexane	0,0000	%			74,74
ASCAL	S9-SAR	Liquide	Substances nommément désignées	67-56-1	Méthanol	0,0207	%		1,01	74,74
SGS	S9-SAR	Liquide	Substances nommément désignées	67-56-1	Méthanol	0,0994	%			
SGS	S9-SAR	Liquide	Composés organiques volatils	71-43-2	Benzene	0,0000	%			74,74
ASCAL	S9-SAR	Liquide	Composés organiques volatils	95-47-6	o-Xylene	0,0053	%		1,01	
SGS	S9-SAR	Liquide	Composés organiques volatils	95-47-6	o-Xylene	0,0145	%		1,05	74,74
SGS	S9-SAR	Liquide	Composés organiques semi-volatils	95-63-6	Benzene, 1,2,4-trimethyl- (ou isomère)	0,0042	%		1,05	
ASCAL	S9-SAR	Liquide	Composés organiques volatils	95-63-6	Benzene, 1,2,4-trimethyl- (ou isomère)	0,0024	%		1,01	
ASCAL	S9-SCO	Solide	Métaux		Cd	0,0010	%			
SGS	S9-SCO	Solide	Métaux		Cd	0,0002	%	< LQ		
ASCAL	S9-SCO	Solide	Métaux		Ni	0,1110	%			
SGS	S9-SCO	Solide	Métaux		Ni	0,0232	%			
SGS	S9-SCO	Solide	Composés organiques volatils	100-41-4	Ethylbenzene	0,2398	%			
ASCAL	S9-SCO	Solide	Composés organiques volatils	100-41-4	Ethylbenzène	0,1460	%			
ASCAL	S9-SCO	Solide	Composés organiques volatils	106-42-3	p-Xylene	0,3820	%			
SGS	S9-SCO	Solide	Composés organiques volatils	108-67-8	Benzene, 1,3,5-trimethyl-	0,0327	%			
ASCAL	S9-SCO	Solide	Composés organiques volatils	108-67-8	Benzene, 1,3,5-trimethyl- (ou isomère)	0,0065	%			
ASCAL	S9-SCO	Solide	Composés organiques volatils	108-88-3	Toluene	0,5410	%			



## Annexes

Labo	Echantillon pour calcul du bilan de masse	Liquide ou solide	Famille	Numéro CAS	Composé	Teneur en substance pour bilan de masse	Unité INERIS	LQ INERIS	Densité apparente	Teneur en eau
SGS	S9-SCO	Solide	Composés organiques volatils	108-88-3	Toluene	0,5683	%			
ASCAL	S9-SCO	Solide	Composés organiques volatils	108-90-7	Benzene, chloro-	0,0027	%			
SGS	S9-SCO	Solide	Composés organiques volatils	108-90-7	Benzene, chloro-	0,0075	%			
SGS	S9-SCO	Solide	Composés organiques volatils	110-54-3	Hexane	0,0030	%			
ASCAL	S9-SCO	Solide	Composés organiques volatils	120-82-1	Benzene, 1,2,4-trichloro-	0,0264	%			
SGS	S9-SCO	Solide	Composés organiques volatils	526-73-8	Benzene, 1,2,3-trimethyl-	0,0971	%			
ASCAL	S9-SCO	Solide	Composés organiques volatils	71-43-2	Benzene	0,0012	%			
SGS	S9-SCO	Solide	Composés organiques volatils	78-93-3	2-Butanone	0,0067	%			
ASCAL	S9-SCO	Solide	Composés organiques volatils	79-01-6	Trichloroethylene	0,0048	%			
SGS	S9-SCO	Solide	Composés organiques volatils	79-01-6	Trichloroethylene	0,0040	%			
ASCAL	S9-SCO	Solide	Composés organiques volatils	95-47-6	o-Xylene	0,1250	%			
SGS	S9-SCO	Solide	Composés organiques volatils	95-47-6	o-Xylene	0,1838	%			
ASCAL	S9-SCO	Solide	Composés organiques volatils	95-50-1	Benzene, 1,2-dichloro-	0,0166	%			
ASCAL	S9-SCO	Solide	Composés organiques volatils	95-63-6	Benzene, 1,2,4-trimethyl- (ou isomère)	0,0297	%			
ASCAL	S9-SCO	Solide	Composés organiques volatils	95-63-6	Benzene, 1,2,4-trimethyl- (ou isomère)	0,0297	%			
SGS	S9-SCO	Solide	Composés organiques semi-volatils	95-93-2	Benzene, 1,2,4,5-tetramethyl-	0,0218	%			
SGS	S9-SCO	Solide	Composés organiques semi-volatils	95-93-2	Benzene, 1,2,4,5-tetramethyl-	0,0409	%			

## Annexe 5-4 : Extraction de la base Colchic – Rapport INRS



Département Métrologie des Polluants  
Laboratoire Caractérisation du Risque Chimique  
BASE de DONNEES COLCHIC

1, rue du Morvan  
CS 60027  
54519 Vandœuvre-lès-Nancy Cedex

**Extraction base de données COLCHIC**  
(évaluation des expositions professionnelles aux substances chimiques)

Destinataire	:	Madame Marie MADRENNES NEODYME
Référence de la demande	:	Demande du 10/10/2011
Date de réception de la demande	:	14/11/2011
Nombre de pages	:	11
Nombre d'annexes	:	/

Le Responsable du rapport

Nom : B. SAVARY

Date : 17 novembre 2011

Les données de la base COLCHIC sont issues des résultats d'évaluation d'exposition professionnelle obtenus par les laboratoires interrégionaux de chimie des caisses régionales d'assurance maladie et des laboratoires spécialisés de l'INRS. Ces résultats ont pu être obtenus dans des conditions d'exposition particulières et ne peuvent prétendre être dans tous les cas représentatifs d'un secteur professionnel donné. Ils sont destinés à l'usage exclusif du demandeur dans un but de prévention des maladies professionnelles. Toute communication à des tiers nécessite l'approbation préalable de l'INRS.

N°2011/019

page 1/11



## 1. Description des données

Les résultats fournis dans ce rapport ont été obtenus à partir des mesures effectuées par les huit laboratoires interrégionaux de chimie des CRAM/CARSAT et de l'INRS de 2001 à 2010. Ils concernent l'exposition professionnelle dans les secteurs de la collecte et du traitement des déchets.

L'exploitation statistique a été réalisée à partir des codes « NAF » :

- 38.11Z : « collecte des déchets non dangereux » ;
- 38.12Z : « collecte des déchets dangereux » ;
- 38.21Z : « traitement et élimination des déchets non dangereux » ;
- 38.22Z : « traitement et élimination des déchets dangereux » ;
- 38.31Z : « démantèlement d'épaves » ;
- 38.32Z : « récupération des déchets triés ».

Le **prélèvement individuel** permet d'échantillonner l'air présent dans la zone respiratoire (un rayon de 30 cm à partir des voies respiratoires) du travailleur en tenant compte de ses déplacements et des gestes professionnels. Ce type de prélèvement permet d'obtenir une bonne représentativité de l'exposition du salarié.

Le **prélèvement d'ambiance**, appelé également prélèvement à poste fixe, est généralement utilisé pour caractériser la pollution ambiante à laquelle toute personne présente ou circulant dans l'atelier est exposée.

Le tableau 1 recense les supports utilisés, les débits de prélèvement et les techniques d'analyse pour les polluants recherchés. Les prélèvements et analyses ont été réalisés selon les protocoles décrits dans les fiches Metropol, disponibles sur le site internet de l'INRS ([www.inrs.fr](http://www.inrs.fr)).

Les données de la base COLCHIC sont issues des résultats d'évaluation d'exposition professionnelle obtenus par les laboratoires interrégionaux de chimie des caisses régionales d'assurance maladie et des laboratoires spécialisés de l'INRS. Ces résultats ont pu être obtenus dans des conditions d'exposition particulières et ne peuvent prétendre être dans tous les cas représentatifs d'un secteur professionnel donné. Ils sont destinés à l'usage exclusif du demandeur dans un but de prévention des maladies professionnelles. Toute communication à des tiers nécessite l'approbation préalable de l'INRS.



Tableau 1 : Méthodes de prélèvements et d'analyses des agents chimiques cités dans ce rapport

Substances	Supports	Débit (L/min)	Technique d'analyse	Fiche Metropol
Toluène Benzène N-Hexane Xylènes éthylbenzène	Tubes de charbon actif INRS ou laboratoires Tubes de charbon actif NIOSH	0,01 à 1	Chromatographie en phase gazeuse, colonne capillaire : ionisation de flamme	012 (mise à jour 11/2009) 055 (mise à jour 11/2009)
Acétone Butanone	Tubes de charbon actif INRS ou laboratoires Tubes de charbon actif NIOSH badge	1	Chromatographie en phase gazeuse, colonne capillaire : ionisation de flamme	020 (mise à jour 08/2004) Metropol C (mise à jour 10/2007)
Ammoniac	Cassette 37 mm contenant un filtre en fibres de quartz imprégné de H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 1.5M	1	Chromatographie ionique avec colonne de suppression et détecteur conductimétrique	013 (mise à jour 03/2008)
Formaldéhyde	Tube gel de silice spécifique aux aldéhydes imprégné de DNPH	0,2 à 1	Chromatographie liquide : détecteur UV	
Trichloroéthylène	Tubes de charbon actif NIOSH	0,05 à 0,2	Chromatographie en phase gazeuse, colonne capillaire : ionisation de flamme	029 (mise à jour 01/2009)
Trichlorobenzène	Tube Résine XAD 2	0,15	Chromatographie en phase gazeuse et détecteur à capture d'ions	074 (mise à jour 10/2007)
Nickel Cadmium Chrome	Cassette 37 mm contenant un filtre en fibres de quartz AccuCap®	1 ou 2	Spectrophotométrie d'absorption atomique flamme : SAA flamme Spectrophotométrie d'absorption atomique avec atomisation électrothermique (four graphite) : SAA-AET Spectrométrie d'émission à plasma (ICP/DCP).	003 (mise à jour 04/2008)

Les données de la base COLCHIC sont issues des résultats d'évaluation d'exposition professionnelle obtenus par les laboratoires interrégionaux de chimie des caisses régionales d'assurance maladie et des laboratoires spécialisés de l'INRS. Ces résultats ont pu être obtenus dans des conditions d'exposition particulières et ne peuvent prétendre être dans tous les cas représentatifs d'un secteur professionnel donné. Ils sont destinés à l'usage exclusif du demandeur dans un but de prévention des maladies professionnelles. Toute communication à des tiers nécessite l'approbation préalable de l'INRS.

N°2011/019

page 3/11



## 2. Résultats

Les résultats présentés dans ce paragraphe concernent des mesures réalisées entre 61 et 480 minutes, pour des prélèvements individuels. Les critères pris en compte sont :

- l'objectif du prélèvement (comparaison avec la VLEP-8h, tâche comprise entre 15 min et 8 heures, point fixe sans comparaison) ;
- l'unité dans laquelle est exprimé le résultat ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ,  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ,  $\text{ng}/\text{m}^3$ ).

Les tableaux 2 à 7b recensent les résultats obtenus après traitement statistiques des données de la base pour un nombre de mesures supérieur à 10. Pour un nombre de mesures compris entre 4 et 9, les valeurs ne sont données qu'à titre indicatif. Aucune donnée n'est fournie pour un nombre de mesure inférieur ou égal à 3.

Les séries de mesures ne suivant pas une distribution dite « normale » sont signalées par un astérisque (\*) après le nombre de mesures. La moyenne arithmétique n'est pas représentative de la tendance centrale. Il est suggéré de prendre en compte pour ces données, le résultat de la moyenne géométrique et la médiane.

Les données de la base COLCHIC sont issues des résultats d'évaluation d'exposition professionnelle obtenus par les laboratoires interrégionaux de chimie des caisses régionales d'assurance maladie et des laboratoires spécialisés de l'INRS. Ces résultats ont pu être obtenus dans des conditions d'exposition particulières et ne peuvent prétendre être dans tous les cas représentatifs d'un secteur professionnel donné. Ils sont destinés à l'usage exclusif du demandeur dans un but de prévention des maladies professionnelles. Toute communication à des tiers nécessite l'approbation préalable de l'INRS.





Tableau 2 : Secteur « NAF » : 38.11Z « Collecte des déchets non dangereux »

Polluants	Nickel	Chrome
Unité	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>
<b>Prélèvements individuels</b>		
Nombre de mesures	26*	14*
Moyenne	0,96	2,02
Min. - Max.	0,15-4,00	0,30-7,50
Médiane	0,75	0,6
Moyenne géométrique	0,70	0,99
Ecart-type géométrique	2,12	1,82
Percentile 5	0,2	0,3
Percentile 25	0,4	0,4
Percentile 75	1,5	4
Percentile 90	1,5	6
Percentile 95	1,5	7,5
<b>Prélèvements d'ambiance</b>		
Nombre de mesures	3	3
Moyenne	/	/
Min. - Max.	/	/
Médiane	/	/
Moyenne géométrique	/	/
Ecart-type géométrique	/	/
Percentile 5	/	/
Percentile 25	/	/
Percentile 75	/	/
Percentile 90	/	/
Percentile 95	/	/

Les données de la base COLCHIC sont issues des résultats d'évaluation d'exposition professionnelle obtenus par les laboratoires interrégionaux de chimie des caisses régionales d'assurance maladie et des laboratoires spécialisés de l'INRS. Ces résultats ont pu être obtenus dans des conditions d'exposition particulières et ne peuvent prétendre être dans tous les cas représentatifs d'un secteur professionnel donné. Ils sont destinés à l'usage exclusif du demandeur dans un but de prévention des maladies professionnelles. Toute communication à des tiers nécessite l'approbation préalable de l'INRS.

N°2011/019

page 5/11



Tableau 3 : Code « NAF » 38.12Z « Collecte des déchets dangereux »

Polluants	Nickel	Cadmium	Chrome
Unité	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>
<b>Prélèvements individuels</b>			
Nombre de mesures	20*	20*	21*
Moyenne	1,60	0,69	1,90
Min. - Max.	0,70-5,20	0,10-4,80	0,20-13,05
Médiane	1,15	0,30	0,50
Moyenne géométrique	1,36	0,36	0,79
Ecart-type géométrique	1,72	2,58	3,19
Percentile 5	0,75	0,10	0,30
Percentile 25	0,9	0,23	0,40
Percentile 75	1,75	0,50	1,00
Percentile 90	3,15	2,00	4,10
Percentile 95	4,35	4,10	9,90
<b>Prélèvements d'ambiance</b>			
Nombre de mesures	6	6	9
Moyenne	2,10	0,32	0,36
Min. - Max.	0,03-3,00	0,10-0,80	0,10-0,80
Médiane	/	/	/
Moyenne géométrique	/	/	/
Ecart-type géométrique	/	/	/
Percentile 5	/	/	/
Percentile 25	/	/	/
Percentile 75	/	/	/
Percentile 90	/	/	/
Percentile 95	/	/	/

Les données de la base COLCHIC sont issues des résultats d'évaluation d'exposition professionnelle obtenus par les laboratoires interrégionaux de chimie des caisses régionales d'assurance maladie et des laboratoires spécialisés de l'INRS. Ces résultats ont pu être obtenus dans des conditions d'exposition particulières et ne peuvent prétendre être dans tous les cas représentatifs d'un secteur professionnel donné. Ils sont destinés à l'usage exclusif du demandeur dans un but de prévention des maladies professionnelles. Toute communication à des tiers nécessite l'approbation préalable de l'INRS.

N°2011/019

page 6/11



Tableau 4 : Code « NAF » 38.21Z « traitement et élimination des déchets non dangereux »

Polluants	nickel	cadmium	chrome	ammoniac
Unité	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>
<b>Prélèvements individuels</b>				
Nombre de mesures	47*	36*	43*	7
Moyenne	5,58	3,04	4,57	1,49
Min. - Max.	0,10-93,00	0,05-35,00	0,15-35,00	0,05-3,43
Médiane	0,80	0,48	1,10	/
Moyenne géométrique	1,14	0,56	1,62	/
Ecart-type géométrique	5,03	5,07	4,45	/
Percentile 5	0,20	0,06	0,15	/
Percentile 25	0,35	0,29	0,50	/
Percentile 75	3,00	0,80	5,00	/
Percentile 90	13,00	7,50	16,00	/
Percentile 95	30,00	32,50	18,00	/
<b>Prélèvements d'ambiance</b>				
Nombre de mesures	23*	20*	22*	19
Moyenne	6,26	1,51	0,92	1,86
Min. - Max.	0,20-41,00	0,05-20,00	0,15-8,00	0,02-5,45
Médiane	0,50	0,49	0,38	0,97
Moyenne géométrique	0,92	0,51	0,48	0,81
Ecart-type géométrique	5,94	3,20	2,73	5,36
Percentile 5	0,20	0,08	0,15	0,02
Percentile 25	0,25	0,29	0,20	0,27
Percentile 75	1,00	0,71	1,00	3,49
Percentile 90	35,00	1,15	1,20	5,07
Percentile 95	38,00	10,66	2,50	5,45

Les données de la base COLCHIC sont issues des résultats d'évaluation d'exposition professionnelle obtenus par les laboratoires interrégionaux de chimie des caisses régionales d'assurance maladie et des laboratoires spécialisés de l'INRS. Ces résultats ont pu être obtenus dans des conditions d'exposition particulières et ne peuvent prétendre être dans tous les cas représentatifs d'un secteur professionnel donné. Ils sont destinés à l'usage exclusif du demandeur dans un but de prévention des maladies professionnelles. Toute communication à des tiers nécessite l'approbation préalable de l'INRS.

N°2011/019

page 7/11





Tableau 5 : Code « NAF » 38.22Z « Traitement et élimination des déchets dangereux »

Polluants	Toluène	Benzène	Butanone	N-Hexane	Xylènes (mélange)	Trichloroéthylène	Ethylbenzène	1,2,4-trichlorobenzène
Unité	mg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>
<b>Prélèvements individuels</b>								
Nombre de mesures	20*	6	15*	7	16*	1	16	13
Moyenne	6,77	0,10	6,11	0,59	6,59	/	1,71	6,71
Min. - Max.	0,20-29,00	0,09-0,11	0,20-51,00	0,11-2,88	0,10-27,00	/	0,04-6,00	0,38-16,20
Médiane	2,65	/	2,00	/	2,25	/	0,60	4,19
Moyenne géométrique	2,68	/	2,10	/	2,20	/	0,67	3,79
Ecart-type géométrique	4,51	/	4,14	/	5,71	/	5,01	3,74
Percentile 5	0,25	/	0,20	/	0,10	/	0,04	0,38
Percentile 25	0,90	/	0,80	/	0,70	/	0,20	1,17
Percentile 75	10,00	/	4,00	/	10,00	/	2,95	11,00
Percentile 90	22,50	/	14,00	/	23,00	/	5,00	13,60
Percentile 95	29,00	/	51,00	/	27,00	/	6,00	16,20
<b>Prélèvements d'ambiance</b>								
Nombre de mesures	31*	14	16*	14	31*	17*	17*	2
Moyenne	1,93	18,21	2,80	1,77	1,94	0,26	0,89	/
Min. - Max.	0,02-34,00	15,00-25,00	0,05-18,00	0,02-5,51	0,02-32,00	0,06-1,70	0,03-9,00	/
Médiane	0,07	15,00	0,10	0,23	0,20	0,09	0,10	/
Moyenne géométrique	0,14	17,80	0,28	0,29	0,20	0,13	0,19	/
Ecart-type géométrique	9,94	1,24	8,29	11,42	8,47	2,84	5,43	/
Percentile 5	0,02	15,00	0,05	0,02	0,02	0,06	0,03	/
Percentile 25	0,02	15,00	0,08	0,03	0,03	0,06	0,05	/
Percentile 75	0,90	20,00	0,95	4,77	0,59	0,20	0,60	/
Percentile 90	4,30	25,00	13,00	5,26	4,00	0,64	2,00	/
Percentile 95	7,00	25,00	18,00	5,51	9,00	1,70	9,00	/

Les données de la base COLCHIC sont issues des résultats d'évaluation d'exposition professionnelle obtenus par les laboratoires interrégionaux de chimie des caisses régionales d'assurance maladie et des laboratoires spécialisés de l'INRS. Ces résultats ont pu être obtenus dans des conditions d'exposition particulières et ne peuvent prétendre être dans tous les cas représentatifs d'un secteur professionnel donné. Ils sont destinés à l'usage exclusif du demandeur dans un but de prévention des maladies professionnelles. Toute communication à des tiers nécessite l'approbation préalable de l'INRS.



Tableau 6 : Code « NAF » 38.31Z « Démantèlement d'épaves »

Polluants	Toluène	Ethylbenzène	m-xylène	p-xylène	Nickel	Cadmium	Chrome
Unité	mg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>
<b>Prélèvements individuels</b>							
Nombre de mesures	3	1	0	3	22*	20*	41*
Moyenne	/	/	/	/	14,39	1,26	3,73
Min. - Max.	/	/	/	/	1,00-102,80	0,50-11,50	0,09-78,10
Médiane	/	/	/	/	1,2	0,5	0,27
Moyenne géométrique	/	/	/	/	3,54	0,77	0,54
Ecart-type géométrique	/	/	/	/	5,12	2,10	6,45
Percentile 5	/	/	/	/	1,00	0,50	0,09
Percentile 25	/	/	/	/	1,00	0,50	0,12
Percentile 75	/	/	/	/	9,00	1,03	4,50
Percentile 90	/	/	/	/	54,60	1,33	4,50
Percentile 95	/	/	/	/	55,00	6,43	5,58
<b>Prélèvements d'ambiance</b>							
Nombre de mesures	17*	13*	10*	10*	37*	35*	36*
Moyenne	0,22	0,10	1,46	0,62	9,80	1,54	2,88
Min. - Max.	0,01-0,82	0,01-0,52	0,10-9,21	<0,01-4,00	0,20-157,30	0,10-29,60	0,09-33,90
Médiane	0,10	0,07	0,56	0,22	1,70	0,50	0,85
Moyenne géométrique	0,09	0,06	0,50	0,11	2,19	0,59	0,84
Ecart-type géométrique	4,86	3,24	4,35	15,81	4,38	2,67	5,20
Percentile 5	0,01	0,01	0,1	<0,01	0,25	0,20	0,10
Percentile 25	0,02	0,03	0,11	0,04	1,00	0,35	0,15
Percentile 75	0,35	0,10	1,25	0,57	2,60	0,85	4,50
Percentile 90	0,76	0,17	5,35	2,32	22,00	1,50	4,50
Percentile 95	0,82	0,52	9,21	4,00	65,50	4,60	12,80

Les données de la base COLCHIC sont issues des résultats d'évaluation d'exposition professionnelle obtenus par les laboratoires interrégionaux de chimie des caisses régionales d'assurance maladie et des laboratoires spécialisés de l'INRS. Ces résultats ont pu être obtenus dans des conditions d'exposition particulières et ne peuvent prétendre être dans tous les cas représentatifs d'un secteur professionnel donné. Ils sont destinés à l'usage exclusif du demandeur dans un but de prévention des maladies professionnelles. Toute communication à des tiers nécessite l'approbation préalable de l'INRS.



Tableau 7a : Code « NAF » 38.32Z « Récupération des déchets triés »

Polluants	Nickel	Cadmium	Chrome	Ammoniac
Unité	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>
<b>Prélèvements individuels</b>				
Nombre de mesures	77*	107*	59*	13
Moyenne	4,96	23,03	2,06	9,28
Min.-Max.	0,05-180,00	0,05-1930,00	0,13-10,30	2,43-18,07
Médiane	1,33	1,00	0,95	8,63
Moyenne géométrique	1,47	1,29	1,19	7,72
Ecart-type géométrique	3,01	7,02	2,78	1,95
Percentile 5	0,25	0,05	0,23	2,43
Percentile 25	1,00	0,50	0,70	4,02
Percentile 75	2,00	4,77	1,58	14,25
Percentile 90	3,70	13,00	4,50	16,43
Percentile 95	7,62	31,30	8,93	18,07
<b>Prélèvements d'ambiance</b>				
Nombre de mesures	54*	68*	53*	2
Moyenne	0,93	1,13	21,20	/
Min.-Max.	0,14-7,00	0,02-7,00	0,12-589,70	/
Médiane	1,00	0,38	3,75	/
Moyenne géométrique	0,66	0,30	2,57	/
Ecart-type géométrique	2,28	5,46	4,52	/
Percentile 5	0,15	0,05	0,28	/
Percentile 25	0,35	0,05	1,10	/
Percentile 75	1,00	1,17	4,50	/
Percentile 90	1,50	4,30	4,50	/
Percentile 95	2,20	6,00	92,70	/

Les données de la base COLCHIC sont issues des résultats d'évaluation d'exposition professionnelle obtenus par les laboratoires interrégionaux de chimie des caisses régionales d'assurance maladie et des laboratoires spécialisés de l'INRS. Ces résultats ont pu être obtenus dans des conditions d'exposition particulières et ne peuvent prétendre être dans tous les cas représentatifs d'un secteur professionnel donné. Ils sont destinés à l'usage exclusif du demandeur dans un but de prévention des maladies professionnelles. Toute communication à des tiers nécessite l'approbation préalable de l'INRS.

N°2011/019

page 10/11



Tableau 7b : Code "NAF « 38.32Z "Récupération des déchets triés »

Polluants	Benzène	Toluène	Xylènes (Mélange)	o-Xylène	m-Xylène	p-Xylène	Ethyl-benzène	Trichloro-éthylène	Acétone	Butanone
unité	µg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>
<b>Prélèvements individuels</b>										
Nombre de mesures	12*	48*	33*	9	9	9	29*	9	23	19*
Moyenne	50,58	88,13	6,00	0,40	0,34	0,82	1,24	0,02	12,91	2,70
Min.-Max.	3,20-288,00	0,05-393,00	0,30-45,00	0,13-0,73	0,12-0,62	0,28-1,40	0,05-10,00	0,02-0,04	0,30-46,00	0,05-9,00
Médiane	5,88	9,50	3,30	/	/	/	0,70	/	8,00	2,10
Moyenne géométrique	11,21	8,85	2,78	/	/	/	0,53	/	4,61	1,56
Ecart-type géométrique	5,14	19,05	3,85	/	/	/	4,15	/	6,11	3,64
Percentile 5	3,20	0,05	0,30	/	/	/	0,05	/	0,30	0,05
Percentile 25	3,48	0,66	1,20	/	/	/	0,20	/	0,60	0,90
Percentile 75	29,13	154,00	7,00	/	/	/	1,30	/	24,00	3,30
Percentile 90	223,50	298,00	16,00	/	/	/	3,30	/	32,00	7,00
Percentile 95	288,00	329,00	16,00	/	/	/	3,70	/	33,00	9,00
<b>Prélèvements d'ambiance</b>										
Nombre de mesures	38*	40*	12	28	28	28	14*	16	0	0
Moyenne	39,69	0,67	4,50	0,14	0,12	0,28	0,19	16,56	/	/
Min.-Max.	3,35-200,00	0,01-4,40	0,90-10,5	0,01-0,42	0,01-0,37	0,01-0,88	<0,01-1,50	15,00-20,00	/	/
Médiane	25,00	0,46	4,90	0,08	0,07	0,17	0,02	15,00	/	/
Moyenne géométrique	15,74	0,25	3,60	0,07	0,07	0,10	0,03	16,41	/	/
Ecart-type géométrique	4,09	5,75	2,14	3,77	3,31	5,85	5,38	1,15	/	/
Percentile 5	3,35	0,02	0,90	0,01	0,01	0,01	0,01	15,00	/	/
Percentile 25	3,55	0,03	2,15	0,02	0,02	0,02	0,01	15,00	/	/
Percentile 75	50,00	1,05	5,95	0,26	0,21	0,55	0,02	20,00	/	/
Percentile 90	150,00	1,28	6,80	0,33	0,27	0,72	1,00	20,00	/	/
Percentile 95	200,00	1,80	10,50	0,33	0,29	0,74	1,50	20,00	/	/

Les données de la base COLCHIC sont issues des résultats d'évaluation d'exposition professionnelle obtenus par les laboratoires intergénéralistes de chimie des caisses régionales d'assurance maladie et des laboratoires spécialisés de l'INRS. Ces résultats ont pu être obtenus dans des conditions d'exposition particulières et ne peuvent présenter être dans tous les cas représentatifs d'un secteur professionnel donné. Ils sont destinés à l'usage exclusif du demandeur dans un but de prévention des maladies professionnelles. Toute communication à des tiers nécessite l'approbation préalable de l'INRS.

N°2011/019

page 11/11

