



RE.CO.R.D.

ETUDE N° 95-0112/1A

SYNTHESE DE L'ETUDE

FRANÇAIS

**BOUES DE TRAITEMENTS DES EAUX INDUSTRIELLES : SITUATION
ACTUELLE, PERSPECTIVES D'AVENIR DES DIFFERENTS PROCEDES**

décembre 1996

M. ROUSTAN et J. CANTET - Unité de Recherche Procédés Biologiques
INSA de Toulouse
- ENSIGC de Toulouse

L'épuration des eaux usées consiste à transformer puis à séparer, de l'eau qui la véhicule, la pollution dissoute et particulaire. Il existe pour cela différents types de traitement des eaux usées : physiques, biologiques et physico-chimiques.

Quel que soit le mode de traitement appliqué, l'épuration conduit toujours à un rejet d'eau épurée qui peut rejoindre le milieu naturel et à une production de déchets appelés boues ou résidus d'épuration. Dans ces boues sont concentrées les pollutions organiques, minérales et métalliques initialement présentes dans les eaux usées. Ces sous-produits, qui ont l'aspect d'une suspension (eau + matière solide), constituent donc un déchet à éliminer.

Que l'on traite des eaux résiduaires urbaines ou industrielles, le problème posé reste le même : que faire des boues issues de ces procédés de traitement physiques, chimiques ou biologiques ? Bien sûr leur nature et leur quantité seront très variables selon le type de pollution traité mais aussi selon le type d'épuration. Par contre, il ne faut pas, en les évacuant, provoquer de nouvelles pollutions. Le problème est encore plus crucial avec des boues issues du traitement des eaux industrielles, qui contiennent de nombreux composés parfois très toxiques, et nécessitent donc des traitements appropriés et efficaces. Malheureusement cette étape ultime dans les procédés d'épuration a souvent été négligée. Il importe désormais de sensibiliser les traiteurs d'eau pour que le maître d'œuvre, le maître d'ouvrage et tous les intervenants dans la filière intègrent le devenir des boues, dans leur réflexion, sur les nouveaux procédés d'épuration. Cette action est particulièrement nécessaire pour le traitement des eaux industrielles qui génèrent des flux de boues que l'on ne traite pas toujours de la manière la plus efficace. Les législations actuelles tant européennes que nationales incitent les industries à réfléchir au devenir de leurs déchets au besoin en prenant des mesures fiscales incitatives.

Cette étude a pour but de cerner un peu mieux la problématique "boues de traitement des eaux industrielles" afin d'avoir une meilleure connaissance de ces résidus, dans le but de mettre en avant les filières les mieux adaptées à leur traitement. Nous entendons par ce terme boues de traitement d'eaux industrielles, les boues de traitements des eaux de process et les boues de station d'épuration (boues de traitement des eaux brutes exclues).

D'une manière générale, les problèmes liés au traitement et à l'élimination des boues s'accroissent sous l'influence de divers facteurs :

- augmentation des quantités d'effluents à traiter,
- sévérité plus grande des normes de rejet des eaux,
- restrictions en matière d'évacuation et de réglementation des centres d'enfouissement technique,
- contraintes réglementaires sur les déchets en général et les boues en particulier.

Afin de traiter de manière efficace ces déchets, il est nécessaire de pratiquer une approche méthodique du traitement des boues. Le protocole suivant peut être retenu :

- caractérisation du "déchet" produit,
- recherche des destinations possibles du point de vue technique, économique et réglementaire,
- définition de la filière de traitement : choix des technologies et appareils à installer, moyens d'exploitation et suivi à mettre en œuvre.

Il est bien évident que ce schéma s'applique à toutes les boues quelles que soient leurs origines

(urbaines, industrielles, ..).

Dans la première partie du rapport, un recensement des différents types de boues de traitement des eaux industrielles est réalisé. Il consiste, après une présentation générale des familles de boues, à dresser un catalogue regroupant pour chacune d'elles leur origine, leurs principales caractéristiques, la quantité produite en France.

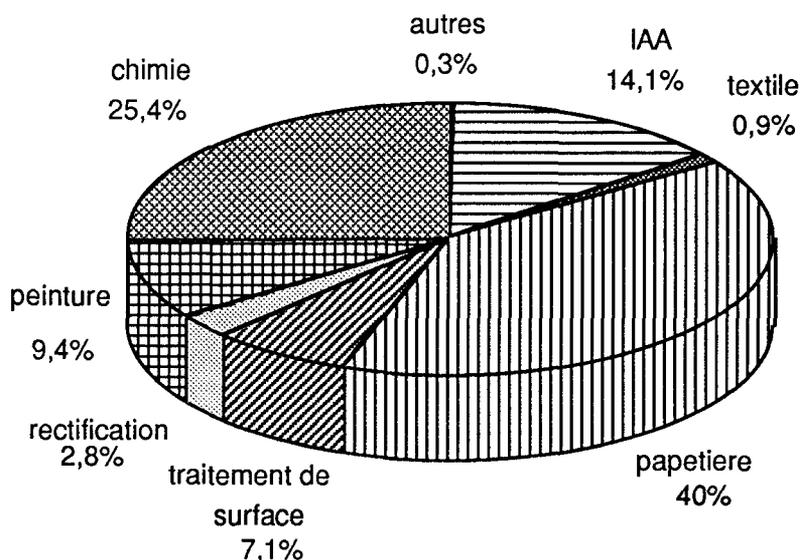
Les boues produites dans les stations d'épuration industrielles sont constituées principalement par, des matières en suspension décantables, dépendantes des caractéristiques de la fabrication industrielle (d'où une grande diversité), des produits issus de réactions chimiques résultats des traitements physico-chimiques utilisés dans l'épuration, et des produits issus de réactions biologiques de dégradation de la pollution organique.

Les différents types de boues que l'on peut rencontrer, que ce soit dans le traitement des eaux résiduaires urbaines (ERU) ou industrielles (ERI) peuvent être regroupées en six grandes classes : organiques (majoritaires), minérales hydrophiles, huileuses hydrophiles, huileuses hydrophobes, minérales hydrophobes et fibreuses. En règle générale, les boues industrielles sont un mélange de différentes boues : boues de décantation, boues physico-chimiques, boues biologiques, boues tertiaires, boues des eaux de process, ce qui compliquera d'ailleurs la mise en œuvre de filières de traitement pour qu'elles soient adaptées le plus possible à ce mélange de boues.

Les boues de traitement des eaux industrielles sont très souvent chargées en hydroxyde de fer ou d'aluminium (traitement physico-chimique) mais également en d'autres hydroxydes métalliques (cas du traitement de surface) ou en sels de calcium (sulfates, phosphates, fluorures, carbonates) si, par exemple, un agent de neutralisation du type chaux est utilisé. Les boues biologiques comprendront la biomasse épuratoire et les résidus de déshydratation (agro-alimentaire, chimie).

Notons également qu'il est très difficile de cerner avec exactitude la production de boues industrielles en France, les chiffres évoluant selon les sources entre 700 000 et 1 000 000 t MS/an. Les données disponibles auprès des différents organismes sont souvent très globales, presque toujours anciennes (au mieux 1993) et donc sous-évaluent la production réelle de boues. Pour notre étude nous avons retenu la valeur moyenne de 850 000 t MS/an.

La figure suivante reprend les divers secteurs d'activité produisant des boues de traitement des eaux industrielles.



La rubrique "autres" regroupe des secteurs dont les productions sont très faibles, du moins à l'échelle de notre représentation, la globalité de cette production étant inférieure à 2 000 t MS/an (tannerie / mégisserie, industrie pétrolière).

Quelque soit le type de boues, leur caractérisation physique et rhéologique fournit des indications sur leur structure et leur comportement en cours de déshydratation (viscosité, siccité limite, centrifugabilité, etc.). L'analyse chimique donne des indications sur la nature et la composition de la boue (dosage des métaux, micro-polluants, analyses élémentaires, teneur en eau), et une caractérisation microbiologique permet d'évaluer les risques sanitaires.

Ces différentes caractérisations sont très importantes lorsque des filières de traitement doivent être appliquées aux boues. Par exemple, selon les teneurs en métaux, les propriétés thermiques, la présence de germes pathogènes ou bien la siccité, les boues seront dirigées préférentiellement vers l'épandage agricole, la mise en centre d'enfouissement technique ou l'incinération.

La seconde partie de ce travail met en avant l'aspect réglementaire lié à la production et au traitement des boues. Différents textes sont examinés, commentés et éventuellement critiqués. L'évolution probable de la législation dans ce domaine est également évoquée.

Les boues résiduelles industrielles entrent dans le cadre de la définition des Déchets Industriels Spéciaux et sont considérés comme tels vis-à-vis de la législation qui régit leur traitement et stockage. Les boues doivent être gérées dans le cadre de la réglementation des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE). Dans la pratique, cependant, les boues agroalimentaires sont assimilées aux boues urbaines, de par leur composition et leur innocuité, et gérées comme telles.

Le terme DIS est apparu dans la loi 92/646 du 13 juillet 1992 relative à l'élimination des déchets et aux installations classées. La notion de DIS, par opposition aux déchets ménagers ou assimilés, tient compte du concept de déchets dangereux défini par la directive CEE/91/689.

La loi 92/646 introduit le principe de valoriser, autant qu'il est possible, les déchets par le réemploi, recyclage ou toute autre action visant à obtenir, à partir des déchets, des matériaux réutilisables ou de l'énergie. Elle prévoit en outre la mise en place de systèmes de gestion de déchets, tels que les Plans Régionaux ou inter-régionaux élaborés pour l'Élimination des Déchets Industriels, (PREDIS) sous l'autorité du Préfet de Région. Ainsi après avoir parlé pendant des années de décharges de classe 1, puis de centres d'enfouissement technique (CET), il faut, maintenant, parler de centres de stockage pour déchets ultimes (CSDU). Depuis le 4 février 1996, toutes les régions françaises devraient avoir défini le site retenu pour implanter un tel centre.

Cette loi stipule enfin qu'à compter du 1er juillet 2002, les installations de stockage ne seront autorisées à accueillir que des déchets ultimes qui respecteront les seuils d'admission pour les "déchets stabilisés".

Tout récemment, la loi Barnier du 2 février 1995, sur le renforcement de la protection de l'environnement de la loi de juillet 1992, généralise la taxe réservée, jusqu'alors à la mise en CET, aux déchets industriels spéciaux éliminés dans les installations collectives et prévoit la mise en place d'une taxe sur des déchets industriels spéciaux produits pour dégager les fonds exclusivement destinés à la remise en état des sols pollués.

Des trois principales filières de traitement des boues industrielles, c'est surtout la mise en stockage, qui a alimenté l'essentiel de l'activité législative et réglementaire de ces vingt dernières années car elle a été la méthode utilisée en priorité pour se "débarrasser" des boues, tant que la législation n'était pas trop contraignante vis-à-vis de l'environnement.

L'incinération fait l'objet de textes plus récents mais tend à devenir un procédé très employé et, dans un proche avenir, un prétraitement avant l'étape d'inertage des cendres produites. En effet, les résidus de l'incinération sont des déchets industriels ultimes au sens de la loi du 13 juillet 1992,

concentrant les substances polluantes non détruites par l'incinération : ils contiennent notamment des métaux lourds et des sels fortement solubles, d'où la nécessité de les stabiliser et de les stocker dans des CET de classe 1.

L'épandage ou le compostage sont des techniques d'élimination moins utilisées pour les boues industrielles car elles ne concernent que la faible partie de boues assimilables à des boues biologiques (boues des industries agro-alimentaires principalement) et déchets ménagers.

Nous allons passer en revue les réglementations qui s'attachent, plus particulièrement, à régir toutes ces filières susceptibles de s'appliquer aux boues.

Les installations d'incinération sont des installations classées soumises à autorisation préfectorale. L'incinération des boues industrielles doit suivre les mêmes règles que l'incinération des déchets industriels. Souvent ces boues sont incinérées en cimenterie, en mélange avec d'autres déchets.

L'incinération des déchets dangereux a fait l'objet de la directive CEE/94/67 du Conseil du 16 décembre 1994 qui privilégie une approche intégrée de la lutte contre la pollution. Elle tend à prévenir ou réduire les impacts négatifs de l'incinération des déchets dangereux sur l'environnement dans son ensemble : air, sol, eau de surface ou souterraine et la santé des personnes. Le dispositif qu'elle met en place, à cet effet, repose essentiellement sur des valeurs limites d'émission à respecter lors des opérations d'incinération.

L'arrêté définitif transposant en législation française la directive du Conseil a été adopté le 10 octobre 1996 (JO du 16 octobre). Cet arrêté fixe les seuils de rejets atmosphériques des unités affectées aux traitements thermiques de déchets dangereux, qu'il s'agisse de centres collectifs ou d'installations internes réservées au traitement des déchets produits sur site, y compris, l'évapo-incinération, la pyrolyse, la vitrification et les installations qui utilisent les déchets comme combustible d'appoint (cimenteries, fours à chaux). Les limites imposées sont de nature à remettre en cause le développement de l'utilisation en cimenteries de certaines boues industrielles.

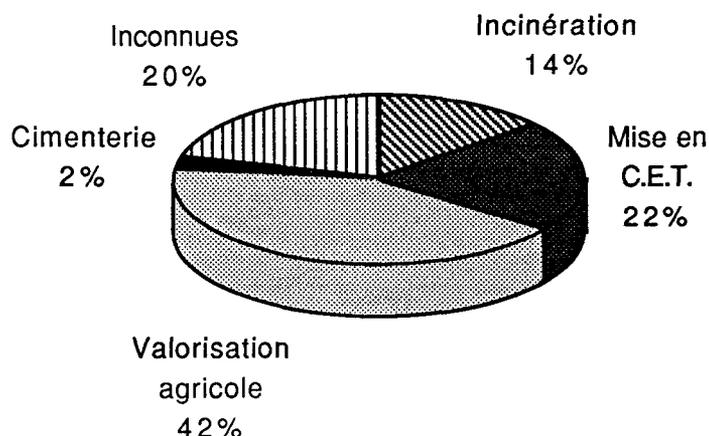
Dans le cadre d'une valorisation agricole des boues, il est impératif de prévenir les nuisances pour l'environnement et le voisinage. L'objectif de la réglementation est donc de s'assurer, d'une part, du réel intérêt agronomique et, d'autre part, de la parfaite innocuité des déchets.

Les boues ne peuvent être valorisées en agriculture que si elles sont conformes à la norme NF U 44-041 du 15 juillet 1975 ou si elles ont fait l'objet d'une homologation. Cette norme NF U 44-041 a été rendue d'application obligatoire par l'arrêté du 29 août 1988. Il transpose en droit français la directive européenne 86/278 du 12 juin 1986 modifiée par la directive du 2 décembre 1988 relative à la protection de l'environnement et des sols lors de l'utilisation des boues en agriculture. En complément, l'arrêté intégré du 1er mars 1993 précise, au chapitre épandage, les modalités à respecter pour la valorisation agricole des boues.

Actuellement, il est question de réviser cette norme NF U 44-041 dans le sens d'un abaissement des teneurs limites en éléments traces métalliques et de la prise en compte de nouveaux éléments traces métalliques ou organiques. Dans l'attente des résultats des travaux du Centre Européen de Normalisation (CEN TC 308 : titre provisoire caractérisation des boues), toute modification de cette norme est impossible. Les travaux de ce comité technique n'aboutiront vraisemblablement pas avant 1997 ou 1998 d'où le report de la norme française à cette date. L'avenir de la valorisation agricole reposera sur la transformation de la boue en un véritable produit organique fertilisant présentant un net intérêt économique pour les agriculteurs et un encadrement rigoureux de la logistique stockage - transport - épandage.

La troisième partie présente les différentes filières de traitement des boues. Cela regroupe les prétraitements (procédés de déshydratation) ainsi que les filières d'élimination ou de valorisation de ces boues. Nous présentons ainsi les procédés déjà mis en œuvre et ceux en cours de développement ou encore à l'état de recherche. La mise en centre d'enfouissement technique, la valorisation agricole et

l'incinération sont les trois filières classiques de traitement applicables aux divers types de boues que l'on peut rencontrer au niveau de la Communauté Européenne. La figure suivante représente la répartition des boues produites en France vers les principales filières de traitement.



Nous pouvons constater qu'à l'heure actuelle environ 20% de la production annuelle de boues de traitements d'eaux industrielles (soit à peu près 170 000 t MS/an) ne peuvent être dirigées vers une des filières actuelles de traitement des boues. Ces boues sont à priori soit stockées ou traitées en interne soit recyclées dans les process de fabrication. Outre ces filières classiques, il faut citer des filières en cours de développement, telles que la pyrolyse combustion, l'oxydation par voie humide, le compostage, la méthanisation et divers procédés de stabilisation. Dans la mesure du possible, nous chiffrons la production et le type de boues éliminé par chacune des filières et traitons pour chacun des procédés mis en œuvre des aspects technique et économique.

Les masses de boue à traiter vont en augmentant au fil des années. Ceci est la conséquence de l'augmentation des taux de collecte préconisés par les nouvelles directives européennes en matière d'assainissement et d'épuration. Cette inflation sur la production de résidus ne va pas sans poser des problèmes de capacités de traitement au niveau des solutions actuelles, d'autant plus que les types de "débouchés" des boues tendent à se restreindre : certaines voies étant condamnées à court terme, les boues produites devront être éliminées grâce à des technologies plus performantes.

Il est bien évident que, selon la provenance des boues, certaines filières seront éliminées ou privilégiées par rapport aux autres. L'orientation dépend de plusieurs facteurs, parmi lesquels nous retiendrons, le niveau de fixation des exigences de qualités pour la valorisation agricole (micro-polluants, organismes pathogènes, ...), l'existence de méthodes analytiques et d'instrumentations fiables et économiquement viables, permettant d'évaluer la conformité à ces exigences, et la disponibilité - à la fois en termes de surface et de volonté - de sols agricoles, forestiers ou autres, susceptibles de bénéficier de cette valorisation.

La quatrième partie examine les perspectives d'évolution des trois grandes classes de procédés utilisés depuis plusieurs années, à savoir, l'épandage, l'incinération et la mise en centre d'enfouissement technique, vis-à-vis des réglementations à venir ou des coûts d'exploitation. L'idée directrice, dans le traitement des boues industrielles, doit être la recherche du recyclage et de la stabilité optimum du produit final et ce, quelle que soit la filière de traitement retenue.

L'incinération de part son coût a souvent été considérée comme le dernier recours à n'utiliser que

si les autres voies sont techniquement ou réglementairement inutilisables : boues non conformes à la norme NF U 44-041, mise en CET impossible ou trop coûteuse. Néanmoins, nous verrons que l'incinération en mélange avec des ordures ménagères (OM) peut s'avérer économiquement intéressante. A son actif, il faut signaler que l'incinération constitue un maillon important dans les filières de traitement car elle répond bien à la problématique de gestion des résidus de stations. Les volumes sont réduits et il est possible "d'hygiéniser" un produit qui a concentré une bonne partie des micro-organismes pathogènes véhiculés par les eaux usées. Cette technique est de nos jours largement utilisée par les industriels générateurs de DIS en traitement interne ou par les Centres Collectifs en traitement externe.

Les procédés, parfois encore en voie de développement actuellement, susceptibles de prendre le relais pour répondre aux impératifs législatifs et écologiques futurs sont également détaillés. Ce chapitre est illustré par des exemples de réalisations industrielles ayant opté pour ces techniques actuellement innovantes et performantes.

La dernière partie de l'ouvrage propose une sélection de filières compatibles avec la législation en vigueur régissant les boues d'origine industrielle et les procédés et techniques de traitement actuellement disponibles ou en voie de développement.

A très court terme, et sous l'impulsion des réglementations communautaires et nationales, les industriels vont donc être amenés à repenser la gestion globale des déchets dans l'entreprise et ce d'autant plus que les nouvelles obligations, en matière d'ouverture de centres de stockages, d'aménagement, de procédés de stabilisation et de transport vers le petit nombre de sites disponibles, conduisent à des augmentations non négligeables des coûts de "mise en centre d'enfouissement technique". Les buts à atteindre d'ici 2002 doivent donc être :

- une réduction de la production des déchets en quantité,
- une limitation de la toxicité,
- une hiérarchisation des solutions de traitement, avec priorité à la valorisation matière et/ou énergétique,
- l'obtention d'un résidu ultime minimum stabilisé stockable dans les futurs CSDU.

Dans cette optique, nous retiendrons deux filières de traitement des boues industrielles principalement de type organique, à savoir, la filière thermique et la filière biologique qui sont schématisées dans les figures suivantes.

