



RE.CO.R.D.

ETUDE N° 95-0504/1A

SYNTHESE DE L'ETUDE

FRANÇAIS

**ÉTAT DE L'ART DE LA SIMULATION DES TRANSFERTS
DE POLLUANTS DANS LES SOLS**

février 1997

J. BOURGOIS - École des Mines de St Etienne

P. MOSZKOWICZ - LAEPSI INSA de LYON

<p align="center">OBJECTIFS DE LA RECHERCHE</p>	<p>Inventorier les connaissances existantes en matière de méthodes de simulation et de prévision de la migration des polluants dans les sols et plus particulièrement pour les milieux non saturés.</p>
<p align="center">RESUME DES ACQUIS TECHNIQUES et SCIENTIFIQUES</p>	<p>Le rapport comprend :</p> <ul style="list-style-type: none"> - un état de l'Art exhaustif sur les outils existants en matière de modélisation des transferts de polluants dans les sols ainsi que sur les principaux organismes et laboratoires travaillant dans ce domaine, tout particulièrement en France. - l'analyse de l'existant permettant de dégager les principales questions et les problèmes qui restent posés concernant la modélisation du transport des polluants dans les sols. - l'analyse de la demande de la recherche exprimée par différents membres de RE.CO.R.D. - la proposition de quatre thèmes de recherche sélectionnés : <ul style="list-style-type: none"> sensibilité paramétrique des modèles banque de données, réseau d'expertise indicateur de risque lié à la mobilité des polluants domaine d'application des logiciels
<p align="center">ANALYSE DU CONTENU DE L'ETUDE Points forts / Points faibles</p>	<p>Points forts : étude exhaustive, analyse intéressante des problèmes en suspens. Propositions concrètes de voies de recherche.</p>

<p>CONCLUSIONS GENERALES</p> <p>APPLICATION PRATIQUE ET DOMAINE D'UTILISATION</p>	<p>Ce document permet de disposer de propositions concrètes de recherche à mettre en oeuvre pour rendre plus efficace l'utilisation de la modélisation dans le cadre de la mobilité des polluants dans les milieux solides (sols et déchets solidifiés).</p> <p>Ce domaine scientifique apparaît comme un secteur clé dans l'objectif plus général et très important de la précision des effets d'un polluants émis par une source donnée sur une cible éloignée.</p>
<p>MOTS CLEF</p>	<p>Sols pollués - polluants - migration - modélisation - simulation - logiciels</p>

ETAT DE L'ART DE LA SIMULATION DES TRANSFERTS DE POLLUANTS DANS LES SOLS

I. PRESENTATION DE LA MISSION	3
I.1. Introduction	3
I.2. Objet de la mission	3
I.3. Contenu de la mission	4
I.3.1. Analyse de la demande	4
I.3.2. Analyse de l'offre	4
I.3.3. Elaboration de propositions	4
II. UN PEU DE GEOLOGIE	5
II.1. Les roches	5
II.2. L'eau dans les roches	6
II.2.1. Comportement des roches vis-à-vis de l'infiltration	6
II.2.2. Les aquifères	6
II.2.3. Écoulement et alimentation des eaux souterraines	7
II.3. Etude d'un site hydrogéologique	8
II.3.1. La connaissance de l'aquifère sur le terrain	8
II.3.2. Où trouver les données hydrogéologiques ?	9
II.4. Les sols et les sites industriels français	9
II.4.1. Les grands types de sols	9
II.4.2. Situation géographique des grandes zones industrielles françaises	10
III. GENERALITES SUR LES POLLUANTS DANS LES SOLS	11
III.1. Le sol : un milieu poreux composé de trois phases	11
III.2. Les relations entre le sol et l'eau	11
III.3. Les polluants	12
III.4. L'eau potable : gestion et normes.	14
IV. TRANSFERT DE L'EAU ET DES POLLUANTS DANS LES SOLS	15
IV.1. Fonctionnement général	15
IV.2. Transport de l'eau en milieu poreux	16
IV.2.1. La zone saturée	16
IV.2.2. La zone non saturée	18
IV.3. Transport des solutés dans les milieux poreux	19
IV.3.1. La convection	20
IV.3.2. La diffusion	20
IV.3.3. L'équation générale de transport	21
IV.4. Les interactions entre le sol et le soluté	22
IV.4.1. Les mécanismes physico chimiques	22
IV.4.2. Les réactions microbiologiques	24
IV.5. La notion de coefficient de répartition	25
IV.6. Etablir l'équation de transport	26
V. MODELISER POUR SIMULER	28
V.1. Qu'est-ce qu'un modèle ?	28
V.2. Les problèmes d'échelle de travail	28
V.3. Les différentes approches de la modélisation	29
V.3.1. L'approche déterministe	29
V.3.2. L'approche stochastique	31

V.3.3. Les fonctions de transfert	32
V.3.4. Les modèles type «boîte noire»	33
V.4. Les modèles en hydrologie	33
V.5. Les modèles géochimiques	34
V.6. Les différentes approches rencontrées au cours de la modélisation	35
V.7. Conclusions	37
VI. SYNTHÈSE DE LA DEMANDE	38
VI.1. Motivations de la demande	38
VI.2. La demande générale	39
VI.2.1. Les principaux besoins	39
VI.2.2. Comptes-rendus d'entretiens concernant la demande	40
VII. ANALYSE DE L'OFFRE	43
VII.1. Les modèles les plus utilisés et leur champ d'application	43
VII.1.1. Quelques modèles	43
VII.2. Autres modèles existants sur le marché	47
VII.3. Les programmes en cours, groupes de travail, organismes de recherche et bureaux d'études ...	49
VII.3.1. Quelques programmes en cours	49
VII.3.2. Groupe de réflexion	51
VII.3.3. Laboratoires de recherches et écoles	51
VII.3.4. Organismes de recherche, grands groupes et sociétés	57
VIII. CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES	62
BIBLIOGRAPHIE	64
LISTE DES ANNEXES	66
LISTE DES FIGURES	67
LEXIQUE	68
ANNEXES	