

Jean-Louis Rivière

Évaluation du risque écologique des sols pollués



ASSOCIATION RE.CO.R.D.



34054

lavoisier
TEC
&
DOC

ECL75/3

34054
③



Évaluation du risque écologique des sols pollués

Étude réalisée sous la direction et pour le compte
de l'association RE.CO.R.D.

par
Jean-Louis RIVIÈRE

Unité de Phytopharmacie et Médiateurs Chimiques,
Institut National de la Recherche Agronomique, Versailles.



34054

LONDRES



NEW YORK

PARIS

11, rue Lavoisier
F 75384 Paris cedex 08

Table des matières

AVANT PROPOS	IX
INTRODUCTION : Pollution des sols et risque écotoxique	1
CHAPITRE 1 : Définitions, concepts et modèles généraux de l'évaluation du risque	
1. Définitions	5
1.1. Danger, risque et évaluation du risque	5
1.2. Écotoxicologie et évaluation du risque	8
1.3. Développement des stratégies d'évaluation du risque	9
1.4. Du risque humain au risque écologique	10
1.5. L'évaluation du risque et les domaines disciplinaires voisins	13
1.5.1. <i>Évaluation de l'impact environnemental</i>	13
1.5.2. <i>Gestion de ressources</i>	13
1.5.3. <i>Évaluation du danger</i>	14
1.5.4. <i>Développement de systèmes de score</i>	14
2. Concepts généraux	15
2.1. Deux exemples simples	15
2.2. Le processus écotoxique, le scénario et les modèles	16
2.3. Les différents outils opérationnels : approches et méthodes	19
2.3.1. <i>Les modèles expérimentaux</i>	20
2.3.2. <i>Les indicateurs in situ</i>	21
2.3.3. <i>Les modèles mathématiques</i>	21
2.4. Choix du modèle	23
3. Les modèles conceptuels généraux	26
3.1. Le modèle de la <i>National Academy of Sciences</i>	26
3.2. Le modèle écotologique de l'EPA	29
3.2.1. <i>Caractéristiques générales</i>	29

3.2.2. Formulation du problème	30
3.2.3. Analyse	32
3.2.4. Caractérisation du risque	33
3.3. Les modèles écologiques de Suter	33
3.3.1. Le modèle prospectif	33
3.3.2. Le modèle rétrospectif	37
3.4. Autres modèles écologiques	38
3.4.1. Le modèle de Barnhouse	38
3.4.2. Le modèle de Lipton	39
3.5. Les modèles de type PEC/PNEC	41
3.5.1. Les principes européens d'évaluation du risque	41
3.5.2. Exemples	42
3.6. Les modèles applicables aux sites contaminés	43
3.6.1. Le modèle de l'EPA	43
3.6.2. Le modèle canadien	44

CHAPITRE 2 : Caractérisation de l'exposition

1. Introduction	47
1.1. Qu'est-ce que l'exposition ?	47
1.2. Où commence et où finit l'exposition ?	47
1.3. Le cas particulier du risque écologique	48
1.4. Le scénario d'exposition	48
1.5. Sites pollués : l'approche canadienne	49
2. Caractérisation de l'environnement et des sources	51
3. Caractérisation du devenir et du comportement dans les milieux	52
3.1. Caractéristiques physico-chimiques des sols	53
3.2. Les échanges sol-eau	54
3.2.1. Phénomènes mis en jeu	54
3.2.2. Méthodes d'évaluation de la mobilité en phase aqueuse	56
3.3. Les échanges sol-air	58
3.4. Réactions de transformation	59
3.5. Devenir et comportement à l'échelle des écosystèmes	59
3.6. Interprétation des données de terrain	59
4. Caractérisation de l'exposition des systèmes biologiques	60
4.1. Exposition de l'écosystème sol	60
4.2. Transfert dans les plantes	60
4.3. Exposition de la faune terrestre et aquatique : estimations prédictives	63
4.3.1. Les réseaux trophiques	63
4.3.2. Voies et modèles d'exposition	66
4.3.3. La bioconcentration et la bio-accumulation dans les chaînes alimentaires	69
4.3.4. Attraction et répulsion	74
4.3.5. Évolution spatio-temporelle des individus	74
4.3.6. Les modèles toxicocinétiques	75

4.4. Les modèles mathématiques	76
4.4.1. L'avènement des modèles. Avantages et limites	76
4.4.2. Classification des différents types de modèles	78
4.4.3. Le choix : modèle simple ou complexe ?	80
4.5. Les indicateurs d'exposition <i>in situ</i>	82
4.5.1. Les systèmes d'organismes sentinelles	83
4.5.2. Quelles espèces collecter et dans quelles conditions ?	84
4.5.3. Dispositifs d'exposition aux polluants	84
4.5.4. Que mesurer (ou observer) sur les organismes collectés ?	85

CHAPITRE 3 : Caractérisation des effets

1. Différences entre évaluation du risque sanitaire et évaluation du risque écologique	87
2. Les essais d'écotoxicité de laboratoire (tests monospécifiques) et les bio-essais	88
2.1. Organismes aquatiques	91
2.1.1. Essais bactériens	91
2.1.2. Essais sur algues et plantes vasculaires	92
2.1.3. Essais sur invertébrés aquatiques	92
2.1.4. Essais sur vertébrés	92
2.2. Organismes terrestres	93
2.2.1. Bactéries et microflore du sol	93
2.2.2. Micro- et macrofaune du sol	94
2.2.3. Plantes terrestres	94
2.2.4. Vertébrés : oiseaux et mammifères	94
2.3. Les tests <i>in vitro</i>	94
2.4. Les modèles toxicodynamiques	95
3. Les modèles de résultats	95
3.1. Les relations dose-effet	95
3.2. Les différents points finaux de mesure	96
4. Les modèles d'extrapolation	97
4.1. Pourquoi extrapoler ?	97
4.2. Différentes méthodes d'extrapolation	97
4.3. Principales extrapolations à partir des essais monospécifiques	99
4.3.1. Dose	99
4.3.2. Durée de l'exposition	99
4.3.3. Toxicité aiguë et chronique	100
4.3.4. Nature du produit. Mélanges de produits	101
4.3.5. Espèce : extrapolations génériques et spécifiques	103
4.3.6. Stade de développement, taille et âge	106
4.3.7. Tolérance, adaptation et résistance	106
4.3.8. Mode d'exposition	106
4.3.9. Nature de l'environnement	107
4.4. Extrapolation aux populations et aux communautés à partir des essais monospécifiques	107
4.4.1. Critères de sélection de tests et de batteries de tests	109

4.4.2. Méthodes d'extrapolation générique : les distributions de sensibilité	113
4.4.3. Critique des méthodes d'extrapolation générique	114
4.4.4. Autres approches	117
5. Les essais intégrés	118
6. Les indicateurs d'effets <i>in situ</i>	120
6.1. Principes généraux	121
6.2. Les biomarqueurs	122
6.2.1. Définitions	122
6.2.2. Quelques exemples de biomarqueurs	122
6.2.3. Intérêt des biomarqueurs	123
6.3. Les données écologiques	124
6.3.1. Rappels d'écologie	124
6.3.2. Méthodes de mesure de la structure et du fonctionnement des populations et des communautés	126
6.3.3. Le cas des sites pollués	129
6.4. Les indicateurs écosystémiques	132

CHAPITRE 4 : Caractérisation du risque

1. Méthodes générales	135
2. Utilisation des données éco-épidémiologiques	136

CHAPITRE 5 : Formulation et gestion du risque

1. Effets négatifs et effets acceptables	139
2. La santé de l'écosystème	141
3. Aspects juridiques et économiques	142
4. Perception et communication du risque	142
5. Intérêt de développer une stratégie d'évaluation du risque écologique	143
6. L'évaluation des risques controversée	145

ANNEXE 1 : Les principaux modèles mathématiques	149
ANNEXE 2 : Les bio-essais : l'approche canadienne	167
ANNEXE 3 : Le modèle de van Straalen et Denneman	179
ANNEXE 4 : Un exemple de cas concret	185
ANNEXE 5 : Recherche et gestion des données	195

BIBLIOGRAPHIE	201
---------------------	-----

INDEX	225
-------------	-----

L'évaluation du risque écologique est née du besoin de prévoir les effets de la pollution et d'assurer une base scientifique aux décisions en matière de gestion environnementale. Cette recherche s'avère particulièrement complexe, tant par son caractère interdisciplinaire que par la relative méconnaissance des écosystèmes naturels et de leur fonctionnement.

Cet ouvrage est le premier à présenter une vue d'ensemble des principes fondamentaux et des méthodes utilisables dans le cas particulier des sols pollués. Véritablement didactique, il propose un ensemble de définitions avant de développer les différents aspects de l'évolution des polluants dans le sol et de leur toxicité. Le lecteur aboutit ensuite à la formulation du risque, élément essentiel pour établir une démarche incluant par ailleurs des données économiques, sociales et politiques.

Évaluation du risque écologique des sols pollués constitue ainsi une introduction indispensable à tout décideur, praticien ou étudiant confronté aux risques de pollution.

Jean-Louis Rivière est ingénieur agronome, docteur ès sciences, directeur de recherche à l'Inra.

sous l'égide de l'association RE.CO.R.D

Regroupant des industriels et les pouvoirs publics, l'association RE.CO.R.D (Réseau coopératif de recherches sur les déchets) a pour objectif de développer des programmes de recherche et d'étude sur les déchets industriels. Depuis 1990, plus de 25 programmes ont ainsi été engagés avec le concours de laboratoires français et étrangers, couvrant différents domaines : analyse, combustion, biologie, génie des procédés, écotoxicologie, chimie, physicochimie...

2-7430-0220-4



9782743002206