

Table des matières

Préface	11
André MARIOTTI	
Introduction	15
Marie-Hélène TUSSEAU-VUILLEMIN	
Chapitre 1. Le concept de biodisponibilité en sciences de l'environnement	17
Emmanuelle UHER, Sophie AYRAULT, Isabelle LAMY, Sylvie NÉLIEU et Catherine GOURLAY-FRANCÉ	
1.1. Introduction : petite histoire de la notion de biodisponibilité.	17
1.2. Quels facteurs déterminent le devenir des substances chimiques dans l'environnement ?	20
1.2.1. Éléments en trace inorganiques : chimie, spéciation et devenir dans l'environnement	20
1.2.1.1. Le polluant « libre » dans le milieu aquatique	21
1.2.1.2. Devenir et interactions dans le milieu terrestre	23
1.2.2. Composés organiques : chimie et devenir dans l'environnement	25
1.2.2.1. Généralités sur les composés organiques	25
1.2.2.2. Les facteurs influant sur la dynamique des interactions dans le milieu aquatique : le polluant « libre ».	27
1.2.2.3. Devenir et interactions dans le milieu terrestre	28
1.3. Du devenir des substances à l'interaction avec les organismes	31
1.3.1. La structure des membranes biologiques	31
1.3.2. Le milieu aquatique.	32

1.3.2.1. Interactions éléments traces-organismes	32
1.3.2.2. Interactions composés organiques-organismes	38
1.3.3. Le milieu terrestre.	43
1.3.3.1. Distinguer présence, disponibilité et biodisponibilité	43
1.3.3.2. Interactions contaminants-organismes	44
1.3.4. Le milieu atmosphérique : interactions contaminants-organismes	48
1.3.4.1. Transfert des métaux d'origine atmosphérique vers les plantes : de la biosurveillance de la qualité de l'air à la contamination des végétaux comestibles.	48
1.3.4.2. Étudier les mécanismes de la contamination foliaire	49
1.3.4.3. Transfert des métaux d'origine atmosphérique vers l'homme : la voie respiratoire	51
1.3.4.4. Comment évaluer la biodisponibilité des métaux atmosphériques ?	51
1.3.4.5. État du formalisme dans le milieu atmosphérique	52
1.4. Conclusion	53
1.5. Bibliographie	54

Chapitre 2. Bioaccumulation : comprendre et modéliser la bioaccumulation à différentes échelles d'organisation biologique

65

Alain GEFFARD, Pierre LABADIE, Jérémie LEBRUN et Véronique LOIZEAU

2.1. Introduction.	65
2.2. Bioaccumulation des ETM, gestion et distribution subcellulaire	66
2.2.1. Formes de stockage des ETM et étude de la distribution subcellulaire	67
2.2.2. Influence des paramètres environnementaux sur la distribution subcellulaire des ETM	73
2.2.2.1. Influence de l'âge sur la distribution subcellulaire des métaux.	73
2.2.2.2. Influence de la saison sur la distribution subcellulaire des métaux.	76
2.2.2.3. Influence des conditions d'exposition sur la distribution subcellulaire des ETM.	77
2.3. Bioaccumulation et bioamplification des contaminants organiques : exemples des composés organochlorés et des composés poly et perfluoroalkylés (PFAS)	84
2.3.1. Influence des paramètres environnementaux sur la bioaccumulation, et le transfert trophique des contaminants organochlorés	86

2.3.1.1. Facteurs physicochimiques	86
2.3.1.2. Facteurs biologiques	87
2.3.2. Transfert trophique et bioamplification	96
2.3.2.1. Définir les réseaux trophiques	96
2.3.2.2. Quantifier la bioamplification	97
2.4. Modéliser la bioaccumulation	100
2.4.1. La bioaccumulation comme outil d'évaluation environnementale	100
2.4.1.1. Formaliser le lien entre bioaccumulation et contamination du milieu	102
2.4.2. Le modèle biodynamique	104
2.4.2.1. Calibration et validation du modèle biodynamique	106
2.4.2.2. Qualité prédictive des modèles calibrés au laboratoire.	109
2.4.3. Améliorer la prédiction des modèles biodynamiques	111
2.4.3.1. Formalisation des facteurs influençant la bioaccumulation	111
2.4.4. Vers les modèles à fondement biologique	117
2.5. Bibliographie	118

Chapitre 3. Les capteurs passifs au défi de la biodisponibilité 131

Emmanuelle UHER et Adeline BOURGEOULT

3.1. Introduction	131
3.2. Technique DGT et biodisponibilité	133
3.2.1. Principe de la technique DGT.	133
3.2.2. Globalement une bonne capacité de prédiction en laboratoire.	135
3.2.3. Une réalité plus complexe à appréhender dans le milieu	139
3.2.3.1. Spécificités de la DGT <i>in situ</i> : hydrodynamique et biofilm	139
3.2.3.2. Le rôle de la physico-chimie	141
3.2.3.3. Exemples de comparaisons DGT et réponses biologiques <i>in situ</i>	142
3.2.4. Technique DGT et biodisponibilité : conclusion.	145
3.3. SMPD	145
3.3.1. Principe de la SPMD	145
3.3.2. Globalement une bonne capacité de prédiction	147
3.3.2.1. Base de comparaison : C_{Biota} <i>versus</i> $C_{\text{SPMD-disponible}}$	147
3.3.2.2. La membrane en LDPE, un équivalent des membranes biologiques ?	148
3.3.2.3. Capacité prédictive des SPMD.	150
3.3.3. Considérations sur le rôle de l'hydrophobicité des composés	151

3.3.4. Des sources de variabilité à prendre en compte	153
3.3.4.1. Carbone organique dissous	153
3.3.4.2. Des sources biologiques plus difficiles à prendre en compte	154
3.3.4.3. Vers une intégration des données de SPMD aux modèles de bioaccumulation	155
3.3.5. SPMD et biodisponibilité : conclusion	156
3.4. Bibliographie	157

Chapitre 4. Rôle des micro-organismes dans la biodisponibilité des contaminants 163

Lise FECHNER, Chantal COMPÈRE, Thierry BERTHE, Fabienne PETIT
et Robert DURAN

4.1. Interactions entre micro-organismes et contaminants métalliques : réponses et mécanismes à l'échelle cellulaire	165
4.1.1. Réponse cellulaire à l'exposition à des contaminants métalliques.	165
4.1.1.1. La résistance bactérienne aux éléments traces métalliques . . .	166
4.1.1.2. La biosorption et la bioséquestration à l'intérieur de la cellule	170
4.1.1.3. L'oxydation des métaux par les micro-organismes et la biominéralisation	171
4.1.1.4. Formation de précipités métalliques insolubles, non biodisponibles par réduction dissimilatrice microbienne	172
4.2. Interactions entre contaminants chimiques et micro-organismes à l'échelle de la communauté	173
4.2.1. Composition des biofilms et éléments cohésifs	173
4.2.1.1. Les substances polymériques extracellulaires (EPS), particules d'exopolymères transparentes (PET) et les agrégats	173
4.2.1.2. Les biofilms des environnements aquatiques	174
4.2.1.3. Les différentes formes de biofilms en milieu aquatique	175
4.2.2. Capacité de piégeage de micropolluants par les biofilms.	177
4.2.2.1. Composition de la matrice	178
4.2.2.2. Capacités de piégeage	179
4.2.3. Interactions entre micro-organismes et contaminants organiques : adaptation et biodégradation	180
4.2.3.1. Dégradation des contaminants organiques	181
4.2.3.2. Résistance aux contaminants organiques	183
4.2.4. Matrice et biodisponibilité pour les communautés de micro-organismes des biofilms	184

4.3. Rôle des biofilms et autres agrégats dans la biodisponibilité des contaminants pour les autres organismes.	187
4.4. Conclusion	189
4.5. Bibliographie.	190
Chapitre 5. À chacun sa biodisponibilité.	203
Marie-Hélène TUSSEAU-VUILLEMIN	
5.1. Introduction : contexte	203
5.1.1. Des débuts expérimentaux prometteurs mais vite abusivement interprétés	203
5.1.2. La prise en compte d'autres modes d'exposition	205
5.2. Ce que nous enseignent les exceptions au modèle de l'ion libre : les métaux dissous	205
5.2.1. Transport membranaire passif	206
5.2.2. Transport membranaire actif	207
5.2.3. Contrôle thermodynamique/contrôle cinétique.	207
5.3. Modification biologique de l'exposition.	209
5.3.1. Survivre en milieu marin : omniprésence des ligands d'origine biologique	209
5.3.2. Façonner son environnement à l'échelle communautaire	211
5.3.3. Façonner son environnement à l'échelle individuelle.	212
5.4. L'exposition par l'ingestion de nourriture contaminée	213
5.4.1. Où l'on a tenté de définir une fraction trophique biodisponible	213
5.4.2. De la complexité du modèle biodynamique pour la voie trophique.	214
5.5. Le comportement exerce une influence sur l'exposition par voie trophique.	215
5.5.1. Altération du comportement de l'organisme contaminé	215
5.5.2. Modification de la nourriture en raison de la contamination induisant une modification du comportement de l'organisme.	216
5.6. Conclusion	217
5.7. Remerciements.	218
5.8. Bibliographie.	218
Liste des auteurs.	223
Index	225