

Table des matières

Préface	V
Avant-propos et remerciements	VII

Chapitre 1

Introduction	1
1. Les bases scientifiques	3
1.1. Le cycle hydrogéologique	3
1.2. L'eau dans les aquifères	4
1.3. L'écoulement des eaux souterraines	4
1.4. Les différents types d'aquifères	5
1.4.1. Les grands systèmes aquifères	6
1.4.2. Les aquifères karstiques	7
1.4.3. Les aquifères alluviaux	7
1.4.4. Les aquifères de socle	8
1.4.5. Les aquifères volcaniques	8
2. Les risques de détérioration des eaux souterraines	8
2.1. Aspects quantitatifs	8
2.1.1. Calcul des flux d'eau souterraine	8
2.1.2. Ressources en eau et (sur)exploitation	9
2.1.3. Baisse et élévation des niveaux de nappes	11
2.1.4. Intrusion saline	12
2.1.5. Effets de l'aridité	12
2.1.6. Effets du changement climatique	13
2.2. Liens avec les systèmes aquatiques et terrestres associés	13
2.2.1. Introduction	13
2.2.2. Liens avec les systèmes aquatiques associés	14
2.2.3. Liens avec les systèmes terrestres dépendants	14
2.2.4. Écosystèmes aquatiques souterrains	15

2.3. Pollutions des eaux souterraines	15
2.3.1. Introduction – Qualité des eaux souterraines	15
2.3.2. Urbanisation et rejets urbains	18
2.3.3. Industrie	19
2.3.4. Agriculture	20
3. Évaluation des risques et implications en matière de législation	20
3.1. Besoins de protection des eaux souterraines	20
3.2. Évaluation, prévention et contrôle	21
3.3. Surveillance	24
4. Conclusions	26

Chapitre 2

Les eaux souterraines et les principes de gestion intégrée des bassins hydrographiques

1. Les principes de gestion des bassins hydrographiques	31
1.1. L'eau et son environnement	31
1.2. Objectif et survol des principes de gestion des bassins hydrographiques	32
2. Gestion opérationnelle	33
2.1. Contrôle de la pollution	34
2.2. Contrôle des exploitations	36
2.3. Agréments volontaires et autres instruments de communication	37
2.4. Récupération des coûts	38
2.5. Structure institutionnelle	38
2.6. Infrastructure et réglementation, financement et pouvoir de décision	39
2.7. Décentralisation	40
2.8. Privatisation	40
3. Planification	41
3.1. Fonctions des plans et des politiques	41
3.2. Le procédé de planification	41
3.3. Les systèmes de planification	42
4. Soutien analytique	43
4.1. Soutien analytique à la gestion opérationnelle : principaux défis	44
4.2. Soutien analytique et niveau stratégique : nouvelles orientations	45
5. Bassins hydrographiques internationaux	46
5.1. Les défis	46
5.2. Les bassins internationaux à l'échelle du globe	47
5.3. Les aquifères transfrontaliers	47
5.4. Les organisations de bassins internationaux	48
5.5. Coopération entre bassins	49
6. Participation du public	50
6.1. Au niveau européen	50
6.2. Au niveau international	51
6.3. Besoins d'information	52
7. Comment mettre la gestion des bassins en pratique ?	52

Chapitre 3

Législation européenne sur la protection des eaux souterraines	55
1. Le cadre législatif de la directive de 1980	56
2. Évaluations préliminaires (1982)	59
3. Proposition de programme d'action (1996)	59
4. Le cadre réglementaire établi par la DCE	61
5. La directive « fille » sur les eaux souterraines	68
5.1. Le contexte politique et législatif	68
5.1.1. La proposition de la Commission	68
5.1.2. Évaluation de l'impact	68
5.1.3. Le Groupe de stratégie commune de mise en œuvre (CIS) pour les eaux souterraines	69
5.1.4. La négociation politique	70
5.2. Les éléments principaux de la directive	70
5.2.1. Bon état chimique	73
5.2.2. Identification et inversion des tendances	74
5.2.3. Mesures de prévention ou de limitation des introductions de polluants	75
6. Intégration des autres législations environnementales	75
6.1. La directive nitrates	76
6.2. La directive sur le traitement des eaux résiduaires urbaines	77
6.3. La directive sur les produits phytosanitaires	78
6.4. La directive sur les produits biocides	79
6.5. La directive IPPC	80
6.6. La directive sur la mise en décharge des déchets	81
6.7. La directive sur l'utilisation des boues d'épuration en agriculture	82
6.8. Autres directives	83
7. Vers une mise en œuvre efficace	84
7.1. Étapes critiques de la DCE	84
7.2. Étapes spécifiques de la DES	85
7.3. Documents d'orientations – coopération sur la mise en œuvre	85
7.4. Soutien apporté par la recherche	86
7.5. Liens avec des associations et des programmes internationaux	87
8. Conclusions – Avancées sur le plan international	88

Chapitre 4

Le cadre scientifique	91
1. Introduction	91
2. Intégration des avancées scientifiques dans le contexte de la gestion des eaux souterraines	96
3. Financement de la recherche à l'échelle de l'UE	97
3.1. Projets de recherche du 5 ^e PCRD	98
3.2. Projets ciblés et intégrés du 6 ^e PCRD	98
3.3. Projets ERA-NET du 6 ^e PCRD	99
3.4. Projets issus de la priorité SSP	100
3.5. Orientations du 7 ^e PCRD	100
3.6. Projets de démonstration – Programme LIFE	101

4.	Quelques exemples de projets de recherche en soutien à la législation sur les eaux souterraines	101
4.1.	Évaluation des risques.	102
4.2.	Restauration de la qualité des eaux souterraines	102
4.3.	Pollution diffuse	102
4.4.	Outils de gestion et d'information	103
4.5.	Exemples de réseaux.	103
5.	Un projet taillé sur mesure en soutien à la directive sur les eaux souterraines – BRIDGE.	104
6.	Quelques besoins de recherche	105
7.	Besoins de renforcement des liens entre la science et la législation	106
7.1.	Besoins généraux	107
7.2.	Différents niveaux d'interactions.	107
8.	Vers une interface opérationnelle	109
8.1.	L'initiative HarmoniCA	109
8.2.	Le système « WISE »	110
8.3.	Le portail WISE-RTD	112
8.4.	Besoins d'un cadre général d'intégration des avancées scientifiques dans le processus législatif	112
8.5.	Initiative pilote dans le cadre de la stratégie commune de mise en œuvre de la DCE.	114
8.5.1.	Introduction	114
8.5.2.	Activités transversales	115
8.5.3.	Activités thématiques.	115
8.6.	Conclusions	115

Chapitre 5

4.	Délimitation et caractérisation des masses d'eau souterraine.	119
1.	Délimitation des masses d'eau souterraine	120
1.1.	Introduction.	120
1.2.	Prélèvement de quantité significative.	121
1.3.	Écoulement significatif	122
1.4.	Délimitation des masses d'eau	123
1.5.	Limites supérieures et inférieures des masses d'eau souterraine.	126
1.6.	Agrégation des masses d'eau.	127
1.7.	Conclusions – Processus suggéré pour une application pratique du terme de masse d'eau souterraine	128
2.	Caractérisation.	129
2.1.	Rappel du cadre législatif.	129
2.2.	Planification et amélioration de l'identification des masses d'eau	133
2.3.	Dispositions supplémentaires de la DCE	133
2.3.1.	Masses d'eaux souterraines transfrontalières.	133
2.3.2.	Masses d'eaux souterraines à objectifs moins ambitieux	134
2.3.3.	Interactions avec des écosystèmes aquatiques ou terrestres dépendants.	134
2.3.4.	Zones protégées	134
3.	Conclusions.	135

Annexe

Considérations sur la délimitation des zones protégées	137
---	-----

Chapitre 6

Évaluation des risques et modèles conceptuels	141
1. Évaluation des risques	141
1.1. Compréhension du système/Modèles conceptuels	141
1.2. L'approche DPSIR	143
1.3. Risques de pollutions des eaux souterraines	144
1.4. Identification des pressions significatives	147
1.4.1. Approche sélective	148
1.4.2. Variations dans les pressions et les incidences	149
1.5. Évaluation des incidences issues des pressions	150
1.6. Caractérisation plus détaillée des masses d'eau souterraine	151
1.7. Outils de soutien	152
1.8. Les aspects d'échelle	153
1.9. Évaluation des risques de non-atteinte des objectifs et prise en compte des incertitudes	154
1.10. Résumé des tâches principales – Première évaluation	155
1.11. Cas particulier : les zones protégées de captage d'eau pour la consommation humaine	156
1.12. Recommandations pour le rapport des analyses des pressions et des incidences	158
2. Exemples de recherche en soutien à la caractérisation des risques et la modélisation	160
2.1. Caractérisation de risques de pollution industrielle	160
2.2. Recherche sur les modèles conceptuels	160

Annexe 1

Outils d'aide à l'évaluation des impacts	162
---	-----

Annexe 2

Besoins en informations et sources de données	171
--	-----

Chapitre 7

Évaluation du fond géochimique et de l'âge d'une eau souterraine	177
1. Fond géochimique	177
1.1. Généralités sur l'établissement du bruit de fond géochimique	179
1.2. Méthodes pour établir le fond géochimique	180
1.2.1. Étude de la chimie des composantes inorganiques majeures et traces	182
1.2.2. Étude de la chimie des composantes organiques	185

1.2.3.	Modélisation hydrogéochimique	186
1.2.4.	Traceurs et échelles temporelles	187
1.3.	Études des tendances naturelles du fond géochimique	189
2.	Âge et qualité des eaux souterraines	190
2.1.	Estimation de l'âge des eaux souterraines	191
2.1.1.	Définition de l'âge des eaux souterraines	192
2.1.2.	Traceurs environnementaux pour l'estimation de l'âge des eaux souterraines	192
2.1.3.	Géo-indicateurs – estimation des changements environnementaux et des âges relatifs des eaux souterraines	193
2.2.	Modélisation numérique de l'âge des eaux souterraines	194
2.3.	Âge des eaux souterraines, qualité et quantité	195
2.3.1.	Qualité des eaux souterraines en fonction de l'âge	195
2.3.2.	Âge des eaux souterraines et surveillance	195
2.3.3.	Âge des eaux souterraines et surexploitation	196
2.4.	Âge des eaux souterraines et directives européennes	196
2.4.1.	Âge des eaux souterraines et dérivation des niveaux naturels (fond géochimique) et de valeurs seuils	196
2.4.2.	Interactions des eaux souterraines avec les écosystèmes dépendants	196
2.5.	Études de cas	197
2.6.	Conclusions	197

Chapitre 8

Objectifs environnementaux pour les eaux souterraines et conformité au « bon état »		199
1.	Principes généraux	200
1.1.	Modèles conceptuels (rappels)	200
1.1.1.	Modèles conceptuels et valeurs seuils	201
1.1.2.	Modèles conceptuels et évaluation de l'état	201
1.1.3.	Modèles conceptuels et évaluation de tendances	202
1.2.	Écosystèmes terrestres dépendants pertinents vis-à-vis de l'évaluation de l'état et de tendances	202
1.3.	Concentrations naturelles de substances présentes dans le milieu – Fond géochimique	202
1.4.	Concentrations inférieures aux limites de quantification	203
1.4.1.	Évaluation de l'état chimique	203
1.4.2.	Évaluation des tendances	204
1.5.	Rapportage	204
1.5.1.	Valeurs seuils pour les eaux souterraines	205
1.5.2.	Évaluation de l'état des masses d'eau souterraine	205
1.5.3.	Évaluation des tendances	205
2.	Évaluation de l'état des masses d'eau	206
2.1.	Tests de classification	206
2.2.	Évaluation du risque vis-à-vis de l'évaluation de l'état	207
3.	Évaluation de l'état chimique	208
3.1.	Rappel des définitions	208

3.2.	Éléments de classification du bon état	210
3.2.1.	Agrégation des données	210
3.2.2.	Étendue des dépassements	211
3.2.3.	Localisation des dépassements	211
3.3.	Normes de qualité (européennes) et valeurs seuils pour les eaux souterraines	212
3.3.1.	Rappel des exigences	212
3.3.2.	Liens entre les valeurs seuils et l'objectif de « prévention/ limitation » (article 6 de la DES)	215
3.3.3.	Méthodologie générale pour l'établissement de valeurs seuils	217
3.4.	Procédure pour l'évaluation de l'état chimique des eaux souterraines	220
3.4.1.	Application de la procédure en pratique	222
3.4.2.	Test : évaluation générale de l'état chimique de la masse d'eau dans son ensemble	222
3.4.3.	Test : intrusion saline ou autres intrusions	225
3.4.4.	Test : diminution de la qualité chimique ou écologique d'eaux de surface associées due au transfert de polluants provenant de la masse d'eau souterraine	227
3.4.5.	Test : détérioration significative aux écosystèmes terrestres dépendants des eaux souterraines due au transfert de polluants provenant de la masse d'eau souterraine	229
3.4.6.	Test : conformité avec les exigences de la DCE en matière de protection des zones de captage pour les eaux destinées à la consommation humaine	229
4.	Évaluation de l'état quantitatif	234
4.1.	Rappel des définitions	234
4.2.	Éléments de classification de l'état quantitatif	235
4.3.	Procédure pour l'évaluation de l'état quantitatif	235
4.3.1.	Test : équilibre du niveau de la nappe (à l'échelle de la masse d'eau)	236
4.3.2.	Test : écoulement des eaux de surface	238
4.3.3.	Test : écosystèmes terrestres dépendants des eaux souterraines	240
4.3.4.	Test : intrusions salines et autres	242
5.	Évaluation des tendances et des points de départ d'inversion	243
5.1.	Rappel des définitions	243
5.2.	Éléments d'évaluation des tendances et inversion de tendances	243
5.2.1.	Paramètres faisant l'objet d'évaluations de tendances	244
5.2.2.	Élaboration des réseaux de surveillance	245
5.2.3.	Données de surveillance faisant l'objet d'évaluation de tendances	246
5.2.4.	Considération du fond géochimique et des points de départ d'identification de tendances	246
5.2.5.	Longueur des séries temporelles	246
5.2.6.	Méthodologie d'évaluation de tendances	247
5.2.7.	Degré de confiance de l'évaluation	248
5.2.8.	Point de départ d'inversion de tendance	248

5.2.9. Méthodologie pour l'évaluation des inversions de tendances.	249
5.2.10. Échéancier pour l'évaluation des tendances et inversions de tendances.	249
5.3. Tests pour l'évaluation des tendances et leur inversion.	249
5.3.1. Identification de tendances significatives sur le plan environnemental et échelle considérée pour cette évaluation.	250
5.3.2. Test : risque de détérioration des utilisations actuelles ou potentielles de l'environnement aquatique (articles 5(1) et 5(2) de la DES).	251
5.3.3. Test : risque de détérioration des écosystèmes aquatiques et terrestres (articles 5(1) et 5(2) de la DES)	252
5.3.4. Évaluation de tendances en soutien à l'évaluation de l'état chimique	253
5.3.5. Évaluation de tendances en soutien à la caractérisation de panaches de pollution	253
6. Conclusion	254

Annexe 1

Principes d'application de facteurs de dilution et d'atténuation	257
---	------------

Annexe 2

Utilisation de la surveillance des niveaux des eaux souterraines pour l'évaluation de l'état.	260
--	------------

Annexe 3

Fixation de valeurs seuils pour les eaux souterraines (situation au 30 mars 2009).	262
---	------------

Chapitre 9

Surveillance des masses d'eau souterraine.	271
1. Rappels des exigences de la directive cadre sur l'eau	272
2. Principes généraux.	276
2.1. Introduction.	276
2.2. Liens entre la caractérisation des masses d'eau, l'évaluation des risques et les exigences en matière de surveillance	276
2.3. Risque, niveaux de précision et de confiance	278
2.4. Programmes de surveillance de l'eau souterraine	280
2.4.1. Surveillance des niveaux de l'eau souterraine (état quantitatif)	280
2.4.2. Contrôle de surveillance de l'eau souterraine (état chimique).	280
2.4.3. Contrôles opérationnels de l'eau souterraine (état chimique).	281

2.4.4.	Dépendance des besoins de surveillance vis-à-vis des algorithmes appliqués aux caractérisations des états et des tendances	282
2.4.5.	Zones protégées	282
2.5.	Rapportage	282
3.	Recommandations pratiques sur la conception des programmes de surveillance de l'eau souterraine	283
3.1.	Identification des objets pour lesquels une information de surveillance est nécessaire	284
3.2.	Conception des programmes de surveillance à partir de la compréhension du système de l'eau souterraine	285
3.3.	Considérations des types d'aquifères	287
3.4.	Groupement des masses d'eau souterraines en vue de leur surveillance	288
3.5.	Surveillance intégrée	289
3.6.	Développement économique des réseaux de surveillance de l'eau souterraine	290
3.7.	Assurance de qualité de la conception de la surveillance et du traitement des données	290
3.8.	Révision des réseaux et actualisation	290
4.	Surveillance de l'état quantitatif	291
4.1.	But de la surveillance	291
4.2.	Paramètres à surveiller	292
4.3.	Densité des sites de surveillance	293
4.4.	Fréquence de surveillance	294
5.	Surveillance de l'état chimique et des tendances à la pollution	294
5.1.	But de la surveillance	294
5.2.	Contrôle de surveillance	295
5.2.1.	Conception du programme de contrôle de surveillance	295
5.2.2.	Sélection des paramètres de surveillance	296
5.2.3.	Sélection des sites de surveillance représentatifs	298
5.2.4.	Fréquence du contrôle de surveillance	301
5.2.5.	Intrusions	302
5.3.	Contrôles opérationnels	302
5.3.1.	Conception du programme de contrôles opérationnels	302
5.3.2.	Sélection des paramètres de contrôles opérationnels	305
5.3.3.	Sélection des sites représentatifs des contrôles opérationnels	305
5.3.4.	Fréquence de surveillance	306
6.	Contrôle des zones protégées	310
7.	Surveillance de l'objectif de prévention/limitation	311
8.	Bonnes pratiques et outils d'assistance	311
8.1.	Besoins de surveillance dépendant des outils appliqués pour la caractérisation de l'état et des tendances	311
8.2.	Exemples de modèles conceptuels	312
9.	Assurance de qualité des données de surveillance	316
9.1.	Exigences de qualité	316
9.2.	Assurance et contrôle de qualité	318
10.	Méthodes d'échantillonnage et d'analyses	320
10.1.	Introduction	320

10.2. Sites de surveillance	321
10.3. Méthodes d'échantillonnage	321
10.4. Stockage, conditionnement et transport de l'échantillon	322
10.5. Identification et enregistrement des échantillons	322
10.6. Expression des résultats	322
10.7. Sources d'information sur les protocoles et assurance qualité de l'échantillonnage	322
11. Rapportage	323

Chapitre 10

Programmes de mesures pour la protection des eaux souterraines contre les pollutions	329
1. Le régime de prévention/limitation	330
1.1. Liens entre les objectifs de prévention/limitation et les valeurs seuils	330
1.2. Liens avec les autres législations européennes pertinentes	331
1.3. Échéanciers liés aux objectifs de la DCE	333
1.4. Législations nationales	333
2. Principes généraux	334
2.1. Rappel sur les pollutions	334
2.2. Rappel sur les introductions de polluants	335
2.3. Introductions directes et indirectes	336
2.4. Prévention ou limitation ?	336
2.5. Approche basée sur les récepteurs et compartiments	339
2.6. Modèle conceptuel hydrogéologique	339
3. Comment évaluer les introductions	340
3.1. Points de conformité	340
3.2. Guide pour la sélection de récepteurs et de points de conformité ..	343
3.2.1. Nouvelles activités planifiées	343
3.2.2. Rejets de sites historiquement pollués	344
3.2.3. Contraintes physiques pour l'établissement de points de conformité	344
3.3. Évaluation de nouvelles activités	345
3.4. Évaluation des sources existantes de pollution	347
3.5. Surveillance des introductions de polluants	347
4. Mesures et dérogations	348
4.1. Mesures de base de la DCE	349
4.2. Interdiction des rejets directs dans les eaux souterraines	352
4.3. Dérogations	352
4.4. Exemples de dérogations	352
4.5. Conditions d'application des dérogations	355
4.6. Comment développer les mesures	357
4.7. Conclusions – Exemples de mesures liées à des projets de recherche	357
4.7.1. Atténuation naturelle	357
4.7.2. Mesures agricoles	358
4.7.3. Mesures de protection dans les « mégasites »	359
4.7.4. Restauration	360

Chapitre 11

Approche participative et aspects économiques de la gestion des eaux souterraines	363
1. Approche participative dans la gestion des eaux souterraines	364
1.1. Objectifs de l'approche participative	364
1.2. Dispositions de la DCE concernant la participation du public	366
1.3. Le Groupe de la stratégie commune de mise en œuvre (CIS) pour les eaux souterraines	366
1.4. Implications des associations (ONG) et programmes internationaux	369
2. Aspects économiques de la gestion des eaux souterraines	370
2.1. Introduction	370
2.2. Méthodologies et outils économiques en soutien à la gestion des eaux souterraines	371
2.3. Méthodes économiques pour l'évaluation des impacts sur les eaux souterraines et la mise en œuvre de la législation	372
2.4. Conception d'instruments économiques pour la gestion des eaux souterraines	373
2.5. Conclusions	375

Chapitre 12

Conclusions, perspectives	377
1. Besoins de développements liés aux étapes techniques	377
2. Accès aux données et visualisation	378
3. Besoins de recherches	381
4. Renforcement des réseaux multidisciplinaires/sectoriels	382
5. Anticipation des révisions à venir	382
Bibliographie	385

Annexe I

Rappels des dispositions principales de la directive 2000/60/CE « établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau » avec focus sur les eaux souterraines	395
--	-----

Annexe II

Rappels des dispositions principales de la directive 2006/118/CE « sur la protection des eaux souterraines contre la pollution et la détérioration »	404
---	-----

Annexe III

Groupe de travail européen sur les eaux souterraines (WG C)	409
--	-----

Groupe de travail européen sur la surveillance chimique (CMA)413

Glossaire419

Index427

Contenu protégé par copyright