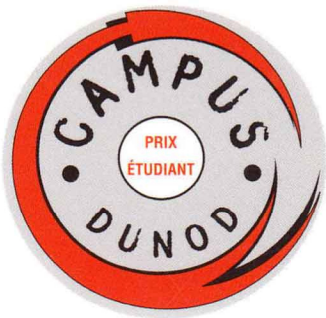


SCIENCES SUP

Cours, exercices et études de cas

Master • Écoles d'ingénieurs • Professionnels

SOLS et ENVIRONNEMENT



Sous la direction de
Michel-Claude Girard
Christian Walter
Jean-Claude Rémy
Jacques Berthelin
Jean-Louis Morel

DUNOD

Table des matières

Des compléments (figures, photographies couleurs, glossaire et solutions des exercices) sont disponibles sur le site www.dunod.com.

AVANT-PROPOS	XI
CHAPITRE 1 • DIVERSITÉ ET ORGANISATION DE LA COUVERTURE PÉDOLOGIQUE	1
1.1 Introduction : qui a besoin des sols ?	1
1.2 La problématique des sols : l'objet, l'espace, le temps	3
1.3 Typologie des sols : le Référentiel Pédologique	21
1.4 Les systèmes pédologiques	26
1.5 Conclusion	31
CHAPITRE 2 • CONSTITUANTS ORIGINAUX DU SOL : RÉACTIVITÉ ET INTERACTIONS	34
2.1 Introduction	34
2.2 Les constituants minéraux	36
2.3 Les constituants organiques	41
2.4 x Les micro-organismes du sol	44
2.5 x Interactions micro-organismes - Minéraux - Matières organiques dans les sols : quelques exemples	47
2.6 / Conclusion	52
CHAPITRE 3 • LES SOLS EN MILIEU URBAIN	56
3.1 Introduction	56
3.2 Le sol urbain : cet inconnu	57
3.3 Les types de sols en milieu urbain reliés à leur usage	65
3.4 Traitement des sols urbains pollués	75
3.5 Conclusions	79

CHAPITRE 4 • LE FONCTIONNEMENT DES SOLS FORESTIERS	82
4.1 Introduction	82
4.2 Les sols forestiers et leurs contraintes	82
4.3 Approche systémique du fonctionnement des sols	83
4.4 Les principaux flux nécessaires au calcul d'un bilan	86
4.5 Durabilité des sols forestiers	89
4.6 Conclusions	101
CHAPITRE 5 • TERROIRS VITICOLES ET SOLS	105
5.1 Introduction	105
5.2 Spécificités pédologiques des terroirs viticoles	106
5.3 L'étude des sols pour la caractérisation des terroirs	113
5.4 Exemples de sols viticoles français	117
5.5 Conclusion	124
CHAPITRE 6 • ÉLÉMENTS D'HISTOIRE DE LA SCIENCE DES SOLS EN FRANCE	127
6.1 Introduction	127
6.2 Aux sources de la science des sols	128
6.3 Cartographie, classification, pédogenèse	133
6.4 Constituants des sols	140
6.5 Du sol à la plante et à l'homme	145
6.6 Pollution, dégradation et protection	146
6.7 Conclusion	147
CHAPITRE 7 • PALÉOSOLS ET SOLS ARCHÉOLOGIQUES : MÉMOIRES DES CLIMATS ET DES HOMMES	151
7.1 Introduction	151
7.2 Contribution de la pédologie et de la paléopédologie à la paléoclimatologie et à la prévision des conséquences de l'effet de serre	153
7.3 Quatre cas concrets	166
7.4 La compréhension du sol en tant que théâtre de l'histoire de l'humanité	177
7.5 Conclusions	184

CHAPITRE 8 • L'ANALYSE SPATIALE DES SOLS : DESCRIPTION, MODÉLISATION ET REPRÉSENTATION DE LA VARIABILITÉ SPATIALE DES SOLS	187
8.1 Introduction	187
8.2 Les bases de l'analyse spatiale des sols	188
8.3 Les étapes d'une analyse spatiale	191
8.4 Analyse spatiale des sols	207
8.5 Conclusion	211
CHAPITRE 9 • LA TÉLÉDÉTECTION : MÉTHODE D'INVENTAIRE ET DE SURVEILLANCE GLOBALE	216
9.1 Introduction	216
9.2 Les bases de la télédétection	217
9.3 La répétitivité	217
9.4 La résolution spatiale	217
9.5 Bases physiques	218
9.6 Les comportements spectraux	219
9.7 Traitement des données	223
9.8 Interprétation de la couverture pédologique par télédétection	224
9.9 Surveillance des sols des régions arides par satellite	230
CHAPITRE 10 • STOCKAGE ET RECYCLAGE DU CARBONE	238
10.1 Introduction : problématique du stockage de carbone dans les sols	238
10.2 Bases théoriques	241
10.3 Applications	254
10.4 Conclusion	259
CHAPITRE 11 • RECYCLAGE DE DÉCHETS SUR LES SOLS : VALEUR AGRONOMIQUE ET IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX	262
11.1 Introduction	262
11.2 Déchets ou produits d'origine résiduaire recyclés en agriculture	263
11.3 La réglementation en cours	267
11.4 Valeur agronomique des produits résiduels	269
11.5 Impacts environnementaux	275
11.6 Conclusion	281

CHAPITRE 12 • LE SOL : RESSOURCE EN NUTRIMENTS ET BIODISPONIBILITÉ	285
12.1 Introduction	285
12.2 Les déterminants de la biodisponibilité des nutriments du sol	286
12.3 Application au cas du potassium (K)	296
12.4 Conclusion	302
CHAPITRE 13 • LA RHIZOSPHERE, INTERFACE ENTRE LE SOL ET LA PLANTE	306
13.1 Introduction	306
X 13.2 Structure et fonctions de la rhizosphère	307
13.3 Démarches et méthodes d'étude	316
13.4 Exemples d'application	321
13.5 Conclusion et perspectives	323
CHAPITRE 14 • LES ÉMISSIONS PAR LES SOLS DES GAZ À EFFET DE SERRE CH₄ ET N₂O	326
14.1 Introduction	326
14.2 Connaissances de base relatives aux émissions de CH ₄ et N ₂ O par les sols	327
14.3 Applications agronomiques et environnementales	337
14.4 Conclusion	342
CHAPITRE 15 • LES SOLS ET LE CYCLE DE L'EAU	345
15.1 Introduction	345
15.2 Les bases théoriques	346
15.3 Les applications	352
15.4 Conclusion	360
CHAPITRE 16 • LES ZONES HUMIDES ET LEURS SOLS	364
16.1 Introduction	364
16.2 Problèmes de définition et de délimitation	365
16.3 Méthodes de localisation et de délimitation	366
16.4 Spécificités fonctionnelles des zones humides	368
16.5 Fonctions environnementales des zones humides, et processus associés	374
16.6 Conclusion	384

CHAPITRE 17 • FAUNE DU SOL ET LOMBRICIENS DANS LES SOLS TEMPÉRÉS AGRICOLES	386
17.1 Diversités et rôles de la faune invertébrée du sol	386
17.2 Les lombriciens : biologie, diversité écologique et rôles	391
17.3 Gestion des sols agricoles et lombriciens	401
17.4 Conclusion	405
CHAPITRE 18 • POLLUTIONS DIFFUSES : MOBILITÉ ET PERSISTANCE DES POLLUANTS ORGANIQUES DANS LES SOLS	408
18.1 Introduction	408
18.2 Rétention et mobilité des polluants organiques dans les sols	412
18.3 Persistance des polluants organiques dans les sols	416
18.4 Évaluation et prévision des risques de pollution	422
18.5 Conclusions	425
CHAPITRE 19 • POLLUTIONS ORGANIQUES AGRICOLES, URBAINES OU INDUSTRIELLES : CAS DES HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES	429
19.1 Introduction	429
19.2 Les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)	430
19.3 Éléments de diagnostic des sites pollués	433
19.4 Traitement des sites contaminés	436
19.5 Conclusion	442
CHAPITRE 20 • MICROFLORE DES SOLS : INTÉRÊTS ET DANGERS POUR LES PLANTES, LES ANIMAUX ET L'HOMME	446
20.1 Introduction	446
20.2 Influence de la microflore tellurique sur les plantes	447
20.3 Influence du sol sur les micro-organismes pathogènes des animaux et de l'homme	461
20.4 Conclusions	466
CHAPITRE 21 • PRÉSENCE ET IMPACT DES ÉLÉMENTS EN TRACES DANS LES SOLS	469
21.1 Introduction	469
21.2 Définition et origine dans les sols	469
21.3 Interactions des éléments traces avec les constituants du sol	472
21.4 Flux et cycle d'un élément trace dans le sol	478
21.5 Impacts des éléments traces sur le fonctionnement des sols	484
21.6 Réhabilitation des sols pollués	486
21.7 Conclusion	487

CHAPITRE 22 • LE SOL ET SON RÔLE DANS L'IMPACT DE LA RADIOACTIVITÉ SUR L'ENVIRONNEMENT	491
22.1 Introduction	491
22.2 Problématique de la radioactivité naturelle et artificielle dans le milieu terrestre	492
22.3 Bases théoriques du rayonnement radioactif	496
22.4 La biodisponibilité des radio-éléments dans le sol	497
22.5 Études détaillées de quelques radio-isotopes	500
22.6 Conclusion	514
CHAPITRE 23 • L'ACIDIFICATION DES SOLS	516
23.1 Les mécanismes à l'origine de l'acidification	516
23.2 Exemples d'acidification et conséquences sur les sols	524
23.3 Conclusion	535
CHAPITRE 24 • DÉGRADATION ET RÉGÉNÉRATION DE LA STRUCTURE DES SOLS CULTIVÉS	538
24.1 Introduction	538
24.2 Principaux mécanismes d'évolution de la structure des sols cultivés	540
24.3 Caractérisation de la structure du sol	548
24.4 Maîtrise de la structure du sol : travail et non travail du sol	553
CHAPITRE 25 • L'ÉROSION DES SOLS	563
25.1 Introduction	563
25.2 Les facteurs et processus de l'érosion des sols	564
25.3 Les autres formes d'érosion	570
25.4 Les conséquences de l'érosion sur l'environnement	572
25.5 Les unités fonctionnelles et décisionnelles	574
25.6 La mesure et la modélisation de l'érosion	578
25.7 Conclusion	580
CHAPITRE 26 • LES DÉFIS DU MAINTIEN DE LA FERTILITÉ DES SOLS TROPICAUX : CAS DE L'AFRIQUE DE L'OUEST	583
26.1 Introduction	583
26.2 Les bases théoriques	585
26.3 Les grands défis à relever	587
26.4 Exemples	597

CHAPITRE 27 • SOLS SALÉS ET ENVIRONNEMENT	608
27.1 Introduction	608
27.2 Les bases sur les sols salés	609
27.3 L'étude des sols salés	616
27.4 Exemple des SULFATOSOLS fluvio-marins salés et acides	621
27.5 Exemple des sols continentaux alcalins et irrigués	623
27.6 Conclusion	625
CHAPITRE 28 • BILAN ENVIRONNEMENTAL DU PHOSPHORE	628
28.1 Introduction	628
28.2 Phosphore et eutrophisation	629
28.3 Mécanismes de transfert de P du sol vers les eaux	639
28.4 Conclusion	644
CHAPITRE 29 • POLITIQUE D'UTILISATION DES SOLS	650
29.1 Introduction	650
29.2 Les programmes d'inventaire cartographique des sols	651
29.3 Les programmes de surveillance de la qualité des sols	661
29.4 Politique, information et législation sur les sols	666
29.5 Conclusion	669
CHAPITRE 30 • SOLS, FERTILISATION ET ENVIRONNEMENT	671
30.1 Introduction	671
30.2 Le cadre général	672
30.3 Le raisonnement de la fertilisation azotée	675
30.4 Le raisonnement de la fertilisation phospho-potassique	683
30.5 La gestion des amendements	689
30.6 Conclusion	691
CHAPITRE 31 • MÉTHODOLOGIE POUR L'ÉVALUATION DES TERRES : CONTRAINTES PÉDOLOGIQUES ET FACTEURS LIMITANT L'UTILISATION DES SOLS	694
31.1 Introduction	694
31.2 Principes de base de l'évaluation des terres	695
31.3 Les systèmes de combinaison des informations	701
31.4 CONCLUSION : vers une démarche automatisée et interactive	712

CHAPITRE 32 • LA PRISE EN COMPTE DE LA DIVERSITÉ DES SOLS DANS LE CADRE DE LA GESTION ENVIRONNEMENTALE DE L'EXPLOITATION AGRICOLE	715
32.1 Introduction	715
32.2 Fonctionnement de l'exploitation et fonctions environnementales de l'espace agricole	717
32.3 La gestion environnementale de l'exploitation : outils et méthodes	722
32.4 Conclusion	732
CHAPITRE 33 • ÉTUDE D'IMPACT	736
33.1 Introduction : pourquoi des études d'impact, dans quel contexte ?	736
33.2 Caractéristiques de l'étude d'impact	737
33.3 La prise en compte des sols dans les études d'impact	741
33.4 CONCLUSION	753
CHAPITRE 34 • AMÉNAGEMENT RURAL ET GESTION DES EXCÈS D'EAU	756
34.1 Introduction	756
34.2 Bases scientifiques/définitions	757
34.3 Le fonctionnement d'une zone humide de fond de vallée	761
34.4 Les impacts du drainage et de l'assainissement agricoles sur l'hydrologie	763
34.5 Le rôle des fossés et autres discontinuités d'origine anthropique	766
34.6 Les réseaux anthropiques et la qualité de l'eau	771
34.7 Conclusion	775
CHAPITRE 35 • LA RESSOURCE EN SOLS : MENACES, NOUVEAUX ENJEUX ET MESURES DE PROTECTION	779
35.1 Introduction	779
35.2 La ressource en sols : limitations et dégradations	779
35.3 Les fonctions exercées par les sols	784
35.4 Les nouvelles menaces et nouveaux enjeux	787
35.5 Vers une politique de protection des sols	794
35.6 CONCLUSION	797
BIBLIOGRAPHIE	800
INDEX	804