

Gobat • Aragno • Matthey

Le sol vivant

Bases de pédologie – Biologie des sols

3^e édition revue et augmentée



PRESSES POLYTECHNIQUES ET UNIVERSITAIRES ROMANDES

SCIENCES
DE LA TERRE

BL 248

SCIENCE & INGÉNIERIE DE L'ENVIRONNEMENT

Jean-Michel Gobat
Michel Aragno
Willy Matthey

Le sol vivant

Bases de pédologie – Biologie des sols

3^e édition revue et augmentée

056390



SCIENCES
DE LA TERRE

PRESSES POLYTECHNIQUES ET UNIVERSITAIRES ROMANDES

TABLE DES MATIÈRES

PRÉFACE	VII
AVANT-PROPOS	XVII

Première partie: Bases de pédologie générale

CHAPITRE 1	LE SOL, UN SYSTÈME ÉCOLOGIQUE	
	1.1 Autant de sols que d'intéressés au sol	2
	1.2 Et le sol du scientifique?	4
	1.3 Des définitions qui évoluent	10
CHAPITRE 2	LES BRIQUES DU SYSTÈME SOL: CONSTITUANTS INERTES ET ÊTRES VIVANTS	
	2.1 Constituants minéraux	12
	2.2 Constituants organiques	22
	2.3 La solution du sol	33
	2.4 L'atmosphère du sol	35
	2.5 Les êtres vivants: la microflore	37
	2.6 Les êtres vivants: la faune	46
CHAPITRE 3	LES PROPRIÉTÉS DU SOL	
	3.1 La texture, à la base de (presque) tout	51
	3.2 La structure, propriété changeante	54
	3.3 La porosité, ou les «vides» du sol	59
	3.4 Le régime hydrique, l'eau du sol	61
	3.5 La température et le pédoclimat	68
	3.6 Le complexe argilo-humique, propriété exclusive du sol	74
	3.7 Les échanges ioniques dans le sol	76

3.8	La capacité d'échange cationique et le taux de saturation	79
3.9	Le pH des sols, à deux visages	81
3.10	Le potentiel d'oxydoréduction	83
3.11	De la fertilité à la qualité du sol	84
X CHAPITRE 4 LA VIE EN ACTION		
4.1	La plante et le sol: une relation intime et «totale»	87
4.2	La nutrition des plantes	97
4.3	Au carrefour du sol, des plantes et des microorganismes: les bioéléments	109
4.4	Les microorganismes, «prolétariat» du sol	117
4.5	Méthodes modernes d'étude de la microflore du sol	134
4.6	Le rôle essentiel de la faune	152
4.7	Conclusion	161
CHAPITRE 5 FORMATION, ÉVOLUTION ET CLASSIFICATION DES SOLS		
5.1	Principe de base et phases de la pédogenèse	163
5.2	Intégration des matières organiques	168
5.3	Transferts de matières	177
5.4	L'horizon: produit de l'évolution du sol	184
5.5	Facteurs influençant la pédogenèse	187
5.6	Un peu d'ordre par la classification et la nomenclature	209
CHAPITRE 6 ENTRE LA VIE ET LE SOL: LES FORMES D'HUMUS		
6.1	Portrait général des formes d'humus	219
6.2	Classification des formes d'humus	223
6.3	Des fonctionnements bien différenciés: quelques exemples ...	231
6.4	L'épisolum humifère, révélateur de l'évolution de l'écosystème	239
Deuxième partie: Sols et organismes, des relations très diverses		
CHAPITRE 7 SOL ET VÉGÉTATION: DES RELATIONS À PLUSIEURS NIVEAUX		
7.1	Une théorie, des questions, des exemples... parfois des réponses!	247
7.2	Écosphère, biomes et processus pédogénétiques: de grands ensembles paysagers	259
7.3	Les sols d'un écosystème: bien typés ou plus nuancés	263
7.4	Phytocénoses, synusies et types de sols: homogénéité ou hétérogénéité	266
7.5	La pessière à blechnum: quelques espèces font la différence ..	268
7.6	Population et facteur édaphique: les prairies humides du lac de Neuchâtel	270
X 7.7	Conclusion: des relations à géométrie variable entre le sol et la végétation	273

12.2	Des outils pour le zoologue	418
12.3	Après la capture, on détermine	422
12.4	En savoir un peu plus sur les animaux du sol	422
12.5	Conclusion	444

Troisième partie: Processus et mécanismes biologiques du fonctionnement des sols

CHAPITRE 13 POURQUOI TANT D'ESPÈCES DANS LES SOLS?

NICHES, STRATÉGIES, BIODIVERSITÉ ET BIOINDICATION

13.1	La notion de niche écologique	446
13.2	Les stratégies démographiques adaptatives	470
13.3	La biodiversité, une et divisible	475
13.4	La mesure de la biodiversité	489
13.5	La biodiversité dans les sols: un domaine en pleine exploration	491
13.6	La bioindication	499
13.7	Conclusion	515

CHAPITRE 14 CHAÎNES ET RÉSEAUX ALIMENTAIRES: LE CHEMIN DE L'ÉNERGIE ET DES BIOÉLÉMENTS DANS LE SOL

14.1	Le principe trophique-dynamique de l'écosystème	519
14.2	Comment étudier les régimes alimentaires?	525
14.3	Les chaînes et les réseaux alimentaires	529
14.4	Le sol, compartiment recyclage de l'écosystème	534
14.5	Au cœur des chaînes de détritits, la crotte	537
14.6	Comment fonctionnent les chaînes de détritits	544
14.7	Expression modulaire de la chaîne de détritits	552
14.8	Conclusion	562

CHAPITRE 15 LES GRANDS CYCLES BIOGÉOCHIMIQUES PASSENT PAR LE SOL

15.1	Le carbone, «brique» fondamentale du vivant	565
15.2	L'oxygène, «pôle positif» de la vie	570
15.3	L'azote, élément caractéristique des molécules actives du vivant	580
15.4	Le soufre, «cousin chimique» et précurseur de l'oxygène	590
15.5	Le fer, premier sur Terre, septième dans la matière vivante	598
15.6	Le phosphore, rare sur Terre, essentiel au vivant	609
15.7	L'intégration des cycles biologiques d'oxydoréduction: une machinerie complexe mais efficace!	613

CHAPITRE 16 LES ENZYMES DU SOL

16.1	Qu'est-ce qu'une enzyme?	621
16.2	Le casse-tête des enzymes du sol	624
16.3	Types principaux d'enzymes du sol	631
16.4	Biochimie de l'humification	639
16.5	Conclusion	644

CHAPITRE 17	LA RHIZOSPHERE: UNE INTERFACE (MICRO)BIOLOGIQUEMENT ACTIVE ENTRE LA PLANTE ET LE SOL	
17.1	Rappel des définitions, généralités	645
17.2	Effets de la racine sur son environnement	646
17.3	Réponses de la microflore à l'activité racinaire	650
17.4	Effet des bactéries sur le milieu rhizosphérique	654
17.5	L'environnement racinaire des plantes de marais: une rhizosphère «à l'envers»	659
17.6	Méthodes d'étude de la microflore rhizosphérique	662
17.7	La rhizosphère: de la recherche fondamentale aux applications	664
17.8	Conclusion	668
CHAPITRE 18	LES SYMBIOSES MUTUALISTES DU SOL	
18.1	Que sont les symbioses mutualistes?	671
18.2	Les symbioses mycorhiziennes	672
18.3	Les symbioses fixatrices d'azote	693
18.4	Conclusion	708
CHAPITRE 19	À L'AVENIR... LA BIOLOGIE DES SOLS!	
19.1	La systématique, base de toute biologie du sol	710
19.2	Biologie du sol et échelle d'approche	715
19.3	Biologie des sols et pédologie appliquée	718
19.4	Biologie des sols et société humaine	721
19.5	En guise de conclusion générale	728
	BIBLIOGRAPHIE	729
	LISTE DES UNITÉS	783
	INDEX	785
	NOTICES BIOGRAPHIQUES	819

La science des sols intègre de plus en plus l'action des organismes vivants à son champ d'activité. Les rôles irremplaçables de la racine, des bactéries, des champignons et des animaux dans la formation et le fonctionnement des sols sont de mieux en mieux connus.

L'ouvrage est conçu en trois parties: la première fournit les connaissances essentielles de pédologie générale, avec un accent particulier sur les aspects biologiques du sol. Elle présente successivement les constituants et les propriétés du sol, puis leurs effets sur les processus de formation et d'évolution. La deuxième traite des divers types de relations qui s'établissent entre les organismes et le sol. Elle s'intéresse par exemple à la décomposition du bois mort, à la formation de la tourbe, au compostage ou à la bioremédiation. Une large place est faite également à la systématique et à l'écologie des animaux du sol ou à celles de la végétation. Enfin, la troisième partie met l'accent sur les mécanismes biologiques du fonctionnement des sols, comme le rôle des enzymes, les réseaux trophiques, les symbioses bactériennes et mycorhiziennes, ou encore l'activité de la rhizosphère.

Cette troisième édition est largement remaniée par rapport aux précédentes. Deux nouveaux chapitres ont été rédigés: l'un rassemble, de manière plus cohérente, tous les aspects liés à la biodiversité, aux niches écologiques, aux stratégies adaptatives et à la bioindication; l'autre traite de la place du sol au cœur des cycles biogéochimiques. D'autres thèmes ont été fortement revus et développés, comme l'application des méthodes moléculaires à la biologie du sol, la biominéralisation, le rôle de la crotte dans les chaînes de décomposition, la micromorphologie des sols, l'échantillonnage de la faune ou encore la classification des formes d'humus et des sols; avec une présentation plus approfondie de la WRB (*World Reference Base for Soil Resources*). Comprenant près de 1500 définitions de termes scientifiques et plus de 1200 renvois bibliographiques, illustré de nombreux cas concrets souvent inédits, ce livre constitue l'ouvrage de référence adapté à un large public d'étudiants, d'enseignants, de chercheurs et de praticiens.

Depuis 1987, **Jean-Michel Gobat** est professeur d'écologie générale et de pédologie à l'Université de Neuchâtel (Suisse), où il dirige le laboratoire « Sol & Végétation ».

De 1978 à 2008, **Michel Aragno** a été professeur de microbiologie générale et de mycologie à l'Université de Neuchâtel, où il a dirigé le laboratoire de microbiologie. Il y poursuit une activité de consultant dans les domaines de l'écologie microbienne.

Willy Matthey a été professeur à l'Université de Neuchâtel, chargé d'enseigner l'écologie, l'entomologie et la zoologie du sol. Il y a dirigé le laboratoire d'écologie animale.

ISBN 978-2-89074-718-3



9 782880 747183 >

PRESSES POLYTECHNIQUES ET UNIVERSITAIRES ROMANDES

SCIENCES
DE LA TERRE