

DELLAL Abdelkader BOUCHENAFI Nadia BENAHMED Mohamed

BIOGÉOCHIMIE ET PHYSIQUE DES SOLS

TOME 1



OFFICE DES PUBLICATIONS UNIVERSITAIRES

TABLE DES MATIERES

AVANT – PROPOS

CHAPITRE I: LA PHYSICO - CHIMIE DU SOL

I.1. L'échange ionique.....	5
I.1.1. La double couche électrique.....	5
I.1.1.1. Description.....	5
I.1.1.2. Formalisme mathématique.....	10
I.1.1.3. Déductions physico – chimiques.....	15
I.1.2. La thermodynamique.....	19
I.1.2.1. Vitesse d'échange, réversibilité, stoechiométrie.....	19
I.1.2.2. Isotherme d'échange ionique.....	20
I.1.2.3. Coefficients de sélectivité.....	23
I.1.2.4. L'énergie libre d'échange – la constante d'équilibre.....	28
I.1.2.5. L'effet de dilution.....	34
I.1.3. La sélectivité spécifique.....	37
I.1.3.1. L'hydratation du cation.....	38
I.1.3.2. Le potassium et les argiles micacées.....	40
I.1.3.3. La sélectivité Ca – Mg.....	45
I.1.3.4. La sélectivité des constituants organiques.....	46
I.1.4. Garniture cationique – mesure, exemples.....	47
I.2. L'acidité du sol.....	48
I.2.1. Les processus d'acidification.....	48
I.2.2. L'aluminisation.....	50
I.2.3. La mesure du pH du sol.....	53
I.2.3.1. L'électrode de verre combinée.....	54
I.2.3.2. Le pH «au».....	56
I.2.3.3. Le pH «CaCl ₂ ».....	59

I.2.3.4. Le pH «KCl».....	60
I.2.3.5. En pratique.....	61
I.2.4. pH et taux de saturation en bases.....	61
I.2.5. Le pH d'un sol calcaire.....	62
I.2.6. Le pouvoir tampon du sol.....	67
I.2.6.1. Définition, variabilité.....	67
I.2.6.2. Mécanisme de régulation du pH.....	68
I.2.7. Les besoins en chaux.....	73
I.3. La salinité du sol.....	76
I.3.1. Le problème, les causes, les conséquences.....	76
I.3.2. Prévention de la salure «Leaching requirement».....	79
I.3.3. Qualité des eaux d'irrigation.....	83
I.3.3.1. Salinité.....	83
I.3.3.2. Sodicité.....	84
I.3.3.3. Le contenu en carbonates.....	89

CHAPITRE II: BIOLOGIE DU SOL

II.1. La microflore du sol.....	91
II.1.1. Méthodes d'études.....	91
II.1.1.1. Méthodes de numération : 3 types.....	91
II.1.1.2. Méthodes métaboliques.....	95
II.1.2. Les bactéries.....	98
II.1.2.1. Nombre-activité.....	98
II.1.2.2. Ecologie.....	99
II.1.2.3. Systématique des bactéries du sol.....	106
II.1.3. Les actinomycètes.....	107
II.1.3.1. Position systématique, morphologie, nombre.....	107
II.1.3.2. Physiologie, écologie.....	108
II.1.4. Les champignons.....	109

II.1.4.1. Numération, taxonomie.....	109
II.1.4.2. Physiologie, écologie.....	110
II.1.4.3. Les mycorhizes.....	111
II.1.5. Les algues.....	114
II.1.5.1. Caractéristiques, taxonomie.....	114
II.1.5.2. Physiologie, écologie.....	115
II.2. La faune du sol.....	116
II.2.1. Classification.....	116
II.2.2. Quelques représentants importants.....	117
II.2.2.1. Les protozoaires.....	117
II.2.2.2. Les vers de terre.....	118
II.2.2.3. Les termites.....	119
II.2.2.4. Les nématodes.....	119
II.2.3. Actions de la pédofaune.....	120

CHAPITRE III: LES CYCLES BIOPEDOLOGIQUES

III.1. Le cycle de l'azote.....	121
III.1.1. Schéma du cycle de l'azote.....	122
III.1.2. La minéralisation.....	122
III.1.3. La nitrification.....	123
III.1.3.1. Agents et réactions.....	123
III.1.3.2.1 Physiologie, écologie des nitrifiants.....	124
III.1.3.3. Importance agronomique.....	125
III.1.4. Les pertes d'azote.....	127
III.1.4.1. Les pertes par voie gazeuse.....	127
III.1.4.2. Les pertes par lessivage.....	129
III.1.5. Les gains d'azote.....	131
III.1.5.1. Les apports d'azote minéral.....	131

III.1.5.2. Les apports d'azote organique.....	132
III.1.5.3. Fixation de l'azote atmosphérique.....	132
III.1.5.3.1. Mécanisme de la fixation – types.....	132
III.1.5.3.2. La symbiose légumineuse-Rhizobium.....	133
III.1.5.3.3. la symbiose non légumineuse – actinomycète.....	136
III.1.5.3.4. Les symbioses associatives ou rhizosphériques.....	136
III.1.5.3.5. La fixation d'azote non symbiotique.....	137
III.2. Dynamique de la matière organique – le cycle du carbone.....	138
III.2.1. Description générale.....	138
III.2.2. Biodégradation de la matière organique fraîche.....	139
III.2.2.1. Nature des constituants organiques.....	139
III.2.2.2. Dégradation des sucres et de l'amidon.....	140
III.2.2.3. Dégradation de la cellulose et polysaccharide associés.....	140
III.2.2.3. Dégradation de lignine.....	141
III.2.3. Humification.....	145
III.2.3.2. Mécanismes.....	145
III.2.3.2. Types d'humus.....	147
III.2.4. Cinétique de synthèse et de minéralisation de l'humus.....	150
III.2.4.1. Vitesse de synthèse ou d'humification.....	150
III.2.4.2. Vitesse de minéralisation.....	151
III.2.4.3. Stock d'humus.....	151
III.2.4.4. Effet de la température.....	155
III.2.5. Bilan d'azote minéral.....	158

CHAPITRE IV: ORGANISATION DES PARTICULES DU SOL

«LA STRUCTURE»

IV.1. La structure du sol: définitions et morphologie.....	161
IV.1.1. Définitions – Echelles.....	161
IV.1.2. Types de structures (macroscopiques).....	163
IV.1.2.1. Structure particulaire.....	163
IV.1.2.2. Structures massives.....	163
IV.1.2.3. Structures fragmentaires.....	163
IV.1.3. La micromorphologie.....	166
IV.2. Structure et porosité.....	166
IV.3. La stabilité structurale.....	170
IV.3.1. Mesure de la stabilité structurale.....	170
IV.3.1.1. Principe.....	171
IV.3.1.2. Méthode HENIN.....	171
IV.3.1.3. Méthode de DE LEENHEER.....	172
IV.3.2. Facteurs et processus de stabilisation structurale.....	174
IV.3.2.1. Rôle de la texture.....	174
IV.3.2.2. Composition chimique du sol.....	176
IV.3.2.3. Action des matières organiques.....	176
IV.3.2.4. Rôle des racines.....	179
IV.3.2.5. Facteurs physiques.....	179
IV.3.3. Facteurs et processus d'altération de la structure.....	179
IV.3.3.1. Gonflement et dispersion.....	179
IV.3.3.2. Eclatement aérodynamique.....	180
IV.3.3.3. Effet de battance (splash).....	180
IV.3.3.4. Compaction, cisaillement.....	182
IV.3.3.5. Action du gel.....	183

CHAPITRE V: MORPHOLOGIE DES SOLS

V.1. Définitions.....	185
V.1.1. «Le» sol.....	185
V.1.2 6 «Un» sol – l'individu sol.....	185
V.1.3. Pédon – Polypédon.....	186
V.1.4. Profil pédologique – Horizons.....	186
V.2. Nomenclature des horizons.....	187
V.2.1. Principes, limitations.....	187
V.2.2. Symboles, descriptions.....	188
V.2.3. Nomenclatures particulières.....	190
V.3. Le profil cultural (HENIN).....	190
V.4. Description de profil.....	191
V.4.1. Données générales.....	191
V.4.2. Description des horizons (pour chaque horizon).....	192
CHAPITRE VI: PEDOGENESE	
VI.1. Les facteurs pédogénétiques.....	195
VI.1.1. Le matériau parental (p).....	195
VI.1.2. Le climat (c).....	196
VI.1.3. Le relief - la topographie (r).....	197
VI.1.4. Les facteurs biologiques (b).....	197
VI.1.4. Le temps (t).....	198
VI.1.6. Relations entre ces facteurs.....	198
VI.2.1. Additions-pertes.....	199
VI.2.2. Transformations.....	199
VI.2.2.1. Désagrégation physique.....	199
VI.2.2.2. Altération chimique.....	200
VI.2.3. Transferts dans le profil et le paysage.....	204
VI.2.3.1. La silice.....	204

VI.2.3.2. L'aluminium.....	206
VI.2.3.3. Le fer.....	207
VI.2.3.4. La matière organique.....	208
VI.2.3.5. Les argiles.....	209
VI.2.3.6. Les sels solubles.....	210
CHAPITRE VII: SYSTEMATIQUES DES SOLS	
VII.1. Introduction.....	213
VII.2. Critères des classifications génétiques.....	214
VII.2.1. Degré de développement du profil.....	214
VII.2.2. Altération climatique.....	215
VII.2.3. Mouvement de matière.....	215
VII.2.4. Pédoclimat.....	215
VII.2.5. Autres critères.....	215
VII.3. Classification américaine (Soil taxonomy).....	216
VII.3.1. Principes.....	216
VII.3.2. Horizons diagnostiques fondamentaux.....	217
VII.3.2.1. Horizons diagnostiques de surface (épipédons).....	217
VII.3.2.2. Horizons diagnostiques de profondeur.....	220
VII.3.3. Horizons diagnostiques secondaires.....	223
VII.3.4. Nomenclature des Ordres.....	223
VII.3.5. Nomenclature des sous-ordres.....	224
VII.3.6. Nomenclature des grands groupes et des sous sous-groupes.....	224
VII.3.7. Clé de détermination des ordres (R. Franckart).....	225
VII.4. Classification française.....	228
VII.4.1. Principes et critères.....	228
VII.4.2. Nomenclature des classes.....	229
VII.5. Classifications américaine et française : correspondances.....	235
VII.6. Répartition des sols dans le monde.....	237

CHAPITRE VIII: CARTOGRAPHIE DES SOLS

VIII.1. Objet.....	239
VIII.2. Unités cartographiques.....	239
VIII.2.1. Unités simples.....	239
VIII.2.2. Combinaisons d'unités.....	241
VIII.3. Types de cartes pédologiques.....	242
VIII.3.1. Cartes détaillées.....	242
VIII.3.2. Cartes de reconnaissance.....	242
VIII.3.3. Cartes semi-détaillées.....	243
VIII.3.4. Cartes généralisées.....	243
VIII.3.5. Cartes schématiques.....	243
VIII.4. Méthode de cartographie des sols.....	244
VIII.4.1. Collecte des documents de base.....	244
VIII.4.2. Enquêtes de terrain.....	245
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	247

Achevé d'imprimer sur les presses de

**L'OFFICE DES PUBLICATIONS
UNIVERSITAIRES**

1, Place centrale- Ben Aknoun - ALGER

P^r DELLAL Abdelkader, Professeur à l'université Ibn Khaldoun de Tiaret, titulaire d'une double thèse de Doctorat en sciences agronomiques avec mention «la plus grande distinction», UCL-Belgique 1984 et en es sciences de l'environnement «mention très honorable», nouvelle Thèse E.N.S.A-RENNES-France 1994. Directeur de laboratoire de recherche d'Agro-Biotechnologie et de Nutrition en Zones Semi-Arides.

Mme BOUCHENAF A Nadia, Maître de conférences à l'université Ibn Khaldoun de Tiaret, titulaire d'un diplôme de Doctorat en biologie.

Mr BENAHMED Mohamed, Maître assistant «A» à l'université Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem, titulaire d'un diplôme de Magister en sciences agronomiques spécialité pédologie. Doctorant en sciences de l'environnement option sciences du sol.

Cet ouvrage est destiné aux étudiants de science du sol afin de leur expliquer l'intérêt de l'étude des propriétés physico-chimiques du sol. Ce dernier peut être considéré comme un système poreux tri-phasique, certaines des caractéristiques de ce système sont permanentes; c'est le cas de la constitution physique du matériau: granulométrie, morphologie et espèce minéralogique des particules élémentaires.

Il est nécessaire d'étudier les cycles biopédologiques, surtout l'azote et le carbone qui sont des éléments constitutifs importants des êtres vivants. C'est-à-dire les états sous lesquels on les rencontre dans le sol et les processus biochimiques qui les font passer d'un état à l'autre.

Edition : n° 5553

Prix : **620 DA**

www.opu-dz.com



9 789961 018002