

THIOSOLS ET SULFATOSOLS

C. Marius et A. Aubrun

Les THIOSOLS et SULFATOSOLS correspondent aux « *acid sulphate soils* » des auteurs anglo-saxons. Ils caractérisent principalement les estuaires et deltas des régions tropicales soumis à l'action de la marée, et généralement couverts d'une formation végétale spécifique : la mangrove à palétuviers. On les trouve parfois aussi dans les zones deltaïques ou marécageuses des régions tempérées (Pays-Bas, Finlande, Suède, Canada, France) et même en zones continentales (sols sur schistes pyriteux du Québec).

La pédogenèse est dominée par le soufre présent en leur sein sous forme de sulfure de fer (pyrite). C'est l'oxydation de la pyrite qui est à l'origine de l'acidification de ces sols, le principal produit de l'oxydation étant la jarosite, sulfate basique de fer et de potassium, de formule $KFe_3(SO_4)_2(OH)_6$. La jarosite se présente sous forme de taches de couleur jaune-pâle, généralement associées aux gaines racinaires des palétuviers.

La caractérisation de ces sols doit faire appel à des méthodes spécifiques, tant sur le terrain qu'au laboratoire.

Sur le terrain, il est nécessaire d'utiliser une « pelle à vase » (demi cylindre de 6 à 8 cm de diamètre et de 1 à 1,2 m de longueur) qui permet de prélever une carotte complète, sur laquelle on mesure immédiatement le pH et le Eh à différentes profondeurs, à l'aide d'un pHmètre de terrain. L'eau de la nappe est prélevée à l'aide d'un petit flacon et sa conductivité mesurée à l'aide d'un conductimètre de terrain.

Au laboratoire les principales déterminations à effectuer sur l'échantillon séché à l'air sont : le pH, le soufre total, le carbone organique total et les sels solubles sur un extrait aqueux au 1/10.

Principales caractéristiques

Les trois principaux caractères spécifiques des THIOSOLS et SULFATOSOLS sont la présence de taches de jarosite, la consistance et le pH.

- Les taches de jarosite sont de couleur jaune pâle 2,5 Y 8/6. Ces taches sont souvent localisées dans un horizon de couleur « purée de marron », 10 YR 4/2.

- La consistance est une donnée physique essentielle. Elle a été définie par un indice n (Pons et Zonneveld, 1965), lié à la teneur en eau, à la granulométrie et à la matière organique selon la formule :

$$n = \frac{A - (0,2 \times R)}{L + 3 H}$$

dans laquelle :

A = % d' eau dans le sol en place (calculé sur la base du sol sec)

L = % d' argile

H = % de matière organique (= carbone organique \times 1,72)

R = 100 - L - H = limons + sables

Plus n est élevé, moins le sol est « mûré ». L'appréciation de la consistance permet de déterminer sur le terrain le degré de maturation physique d'un solum et 5 degrés de maturation correspondant à 5 classes de consistances ont ainsi été définis :

Indice n et Classes de Consistance

Indice n	Classe de consistance	Degré de maturation	Description de la consistance
> 2	1	non mûré	fluide, mou, ne peut être contenu dans la main.
1,4 - 2	2	peu mûré	sans consistance, très plastique, passe entre les doigts
1 - 1,4	3	semi-mûré	très malléable, plastique, colle à la main, mais s'échappe entre les doigts.
0,7 - 1	4	presque mûré	malléable, un peu plastique, colle à la main ; nécessite de forcer pour passer entre les doigts.
< 0,7	5	mûré	très consistant, résiste à la pression de la main.

- Le pH est le principal caractère chimique qui sert à définir ces sols. En effet, mesuré sur place (pH *in situ*) il est généralement voisin de la neutralité ou très légèrement acide entre 6 et 7. Mesuré sur échantillon séché à l'air, il peut s'abaisser à des valeurs inférieures à 4, voire 3,5. L'acidité qui se développe au cours du séchage des échantillons est appelée « acidité potentielle » ; elle correspond à la différence pH *in situ* moins pH sec.

Les horizons de référence

Le matériau sulfidique ou thionique TH

C'est un matériau minéral ou organo-minéral, gorgé d'eau, qui contient au moins 0,75 % de soufre total (en poids sec), surtout sous forme de sulfures.

Le matériau sulfidique s'accumule dans des sols qui sont continuellement saturés en eau généralement salée ou saumâtre. Les sulfates présents dans l'eau sont réduits par voie biologique en sulfures.

Par assèchement naturel ou par drainage artificiel, les sulfures s'oxydent et produisent de l'acide sulfurique. Le pH normalement voisin de la neutralité peut s'abaisser en dessous de 2. L'acide réagit avec le sol pour former des sulfates de fer et d'aluminium (jarosite, natrojarosite, tamarugite, alun...). La transformation d'un matériau sulfidique en un horizon sulfaté peut être assez rapide (quelques années). Pour une identification rapide sur le terrain, on peut oxyder un échantillon dans l'eau oxygénée concentrée et mesurer la chute du pH.

L'horizon sulfaté U

C'est un horizon minéral ou organo-minéral qui a toujours un pH inférieur à 3,5 (1 : 1 dans l'eau) et, le plus souvent, des taches de jarosite (couleur 2,5 Y ou plus jaune et *chroma* égal ou supérieur à 6). Des sulfates sont présents, sous forme de jarosite ou de sulfate d'alumine, avec une teneur en soufre total > 0,75 %.

2 Références

THIOSOLS

Les THIOSOLS sont définis par la présence d'un matériau thionique situé à moins de 50 cm de la surface. Les caractères diagnostiques sont les suivants :

- présence de soufre élémentaire et de sulfates de fer, avec une teneur en soufre total supérieure à 0,75 % ;
- pH s'abaissant à des valeurs inférieures à 3,5 au séchage ;
- consistance fluide (« de beurre ») à très plastique : $n > 1,4$;
- sans structure, parce que toujours inondés ;
- souvent intercalations d'horizons H (fibriques, mésiques ou sapriques).

Qualificatifs utiles pour les THIOSOLS

hémi-organique	présence en surface d'un horizon contenant plus de 8 g/100g de carbone organique.
humifère	présence en surface d'un horizon contenant de 5 à 8 g/100g de carbone organique.
salique	conductivité de l'extrait de pâte saturée supérieure à 8 mS, sur les 50 premiers cm, toute l'année.
jarositique	présence de taches de jarosite dans les 50 premiers cm, mais consistance $n > 1,4$.
histique	présence d'un horizon histique en surface (épaisseur inférieure à 50 cm).
bathy-histique	présence d'un horizon histique en profondeur.

SULFATOSOLS

Ils sont caractérisés par la présence d'un horizon sulfaté situé à moins de 50 cm de la surface. Consistance : $n < 1,4$. Un matériau sulfidique existe en profondeur.

Qualificatifs utiles pour les SULFATOSOLS

hémi-organique	un matériau sulfidique hémi-organique apparaît à plus de 50 cm.
humifère	un matériau sulfidique contenant de 5 à 8 % de carbone organique apparaît à plus de 50 cm.
salique	l'horizon sulfaté présente une conductivité (extrait de pâte saturée) supérieure à 8 mS toute l'année.
rubique	l'horizon sulfaté est surmonté d'un horizon à taches rouges d'oxydes de fer (hématite) résultant de l'hydrolyse de la jarosite ; le pH de cet horizon est généralement supérieur à 3,5 (anciens « sols para-sulfatés acides »).
alunique	présence de sulfates d'alumine soit dans les 20 premiers centimètres, soit sous forme d'efflorescences superficielles (tamarugite, alun) ; le pH <i>in situ</i> est hyper-acide, voisin de ou inférieur à 2.
gypseux	présence de gypse, sous forme d'efflorescences superficielles. Le pH de l'horizon sulfaté peut être supérieur à 3,5.
histique	présence d'un horizon histique en surface (épaisseur inférieure à 50 cm).
bathy-histique	présence d'un horizon histique en profondeur.

Qualificatif utile pour d'autres Références

bathy-sulfaté	présence d'un horizon sulfaté U à plus de 50 cm de profondeur.
----------------------	--

Remarque

Les sols qui se rapprochent le plus des SULFATOSOLS sont les « sols salso-diques » (dans les zones semi-arides), les RÉDOXISOLS et les FLUVIOSOLS. Dans tous les cas, la présence de soufre, sous forme de sulfures ou de sulfates, et la valeur du pH du sol sec $< 3,5$ doit conduire à rattacher prioritairement un solum aux THIOSOLS ou aux SULFATOSOLS.

Utilisation agricole

L'aptitude des SULFATOSOLS pour une utilisation agricole dépend principalement de 4 contraintes.

Contraintes liées à l'excès d'eau

Les SULFATOSOLS sont, le plus souvent, de texture fine et peu perméables. Lorsqu'ils viennent d'être récemment aménagés, selon le degré d'alluvionnement et de drainage, ils peuvent soit être complètement réduits soit présenter un mince horizon oxydé au-dessus d'horizons réduits et, même dans ce dernier cas, ils sont généralement inondés pendant la saison des pluies, donc en conditions réductiques. Pour l'utilisation agricole, deux possibilités s'offrent aux aménageurs :

- on ne peut pas investir dans le drainage et alors seules les cultures adaptées aux conditions réductiques sont possibles, ce qui limite les spéculations agricoles au riz ;

- on dispose de capitaux pour réaliser un drainage et s'assurer une parfaite maîtrise de l'eau et alors la gamme de cultures possibles est large, notamment celle de cultures industrielles pouvant permettre d'amortir les frais investis (cocotier, palmier à huile, canne à sucre, légumes, agrumes...).

Contraintes liées à la salinité

Les SULFATOSOLS récemment aménagés sont plus ou moins salés et donc adaptés uniquement à des cultures tolérantes aux sels. S'il y a suffisamment d'eau douce provenant soit des pluies soit des cours d'eau, la salinité peut être éliminée, soit temporairement pendant la saison des pluies, soit de manière permanente par une poldérisation et un drainage judicieux.

De ce point de vue, il faut distinguer la zone tropicale humide où la salinité ne pose plus de problèmes quelques années après l'aménagement et la zone tropicale à longue saison sèche où la salinité peut constituer une contrainte permanente même dans les zones poldérisées. En effet, la resalinitisation en saison sèche par évaporation et remontée capillaire est un phénomène courant et saisonnier. Les cultures ne peuvent être faites qu'en saison des pluies, à condition de disposer de suffisamment d'eau douce fournie par les cours d'eau.

Contraintes liées à l'acidité

A des pH inférieurs à 3,5, se développent toutes sortes de toxicités chimiques parmi lesquelles on citera les toxicités aluminiques, ferriques, manganiques et celles liées aux acides organiques solubles (sols hémi-organiques). En outre, on note des carences en éléments nutritifs, notamment en phosphore, azote et éléments traces.

Toutes ces contraintes chimiques liées à l'acidité peuvent être surmontées par un aménagement approprié. Une première méthode utilisable dans le cas de la riziculture est de limiter le drainage au minimum (ne pas abaisser la nappe en dessous de 30 à 50 cm de profondeur). On évite ainsi l'acidification du sol en profondeur et donc la remontée capillaire de substances acides toxiques. Quand cela n'est pas d'un coût prohibitif et si le sol n'est pas trop acide, on peut le chauler pour neutraliser l'acidité, au moins en surface.

Contraintes physiques

Ce sont les plus sévères. Le défrichage est très difficile à cause de la mauvaise accessibilité. Les terrains non maturés ou seulement en surface, ont une portance faible ce qui exclut la mécanisation du défrichage et de la préparation initiale du sol. Particulièrement difficile est aussi l'aménagement des sols à horizons hémi-organiques superficiels car leur portance est faible ou nulle.

référentiel pédologique



1995

TECHNIQUES ET PRATIQUES

 **INRA**
EDITIONS



référentiel pédologique

1995

TECHNIQUES ET PRATIQUES

Ouvrages parus dans la même collection :

**Guide des analyses courantes
en pédologie**

D. BAIZE
1988, 172 p. (épuisé)

Techniques for the brucellosis laboratory

G.G. ALTON, L.M. JONES, R.D. ANGUS,
J.M. VERGER
1988, 192 p.

Maladies de la tomate

Observer, identifier, lutter

D. BLANCARD
1988, 232 p.

**Espèces exotiques utilisables pour la
reconstitution du couvert végétal en
région méditerranéenne**

Bilan des arboretums forestiers
d'élimination
P. ALLEMAND
1989, 150 p.

Le cerf et son élevage

Alimentation, techniques et pathologie

Co-édition INRA-Le Point Vétérinaire
A. BRELURUT, A. PINGARD, M. THERIEZ
1990, 144 p.

Le contrôle anti-dopage chez le cheval

D. COURTOT, PH. JAUSSAUD
1990, 156 p.

L'alimentation des chevaux

W. MARTIN-ROSSET
1990, 232 p.

Maladies des Cucurbitacées

Observer, identifier, lutter

D. BLANCARD, H. LECOQ, M. PITRAT
1991, 320 p.

Weeds of the Lesser Antilles

Mauvaises Herbes des Petites Antilles

J. FOURNET, J.L. HAMMERTON
1991, 214 p.

**Illustrated key to West-Palaearctic
genera of Pteromalidae**

Z. BOUČEK, J.Y. RASPLUS
1991, 140 p.

**Maladies de conservation des fruits
à pépins : pommes et poires**

P. BONDOUX
Co-édition INRA-PHM Revue horticole
1992, 228 p.

Techniques de cytogénétique végétale

J. JAHIER
1992, 196 p.

**Pratique des statistiques non
paramétriques**

P. SPRENT
Traduction française : J.P. LEY
1992, 302 p.

Référentiel Pédologique

Principaux sols d'Europe - 1992
1992, 222 p.

**Immuno-analyses pour l'agriculture
et l'alimentation**

A. PARAF, G. PELTRE. Traduction
française : E. RERAT et A. BOUROCHE
1992, 356 p.

Graines des feuillus forestiers

De la récolte au semis

B. SUSZKA, C. MULLER,
M. BONNET-MASIMBERT
1994, 318 p.

Guide pour la description des sols

D. BAIZE et B. JABIOL
1995, 388 p.

Flore des champs cultivés

P. JAUZEIN
1995, 898 p.

© INRA, Paris, 1995

ISBN : 2-7380-0633-7

ISSN : 1150-3912

Le code de la propriété intellectuelle du 1^{er} juillet 1992 interdit la photocopie à usage collectif sans autorisation des ayants droit. Le non respect de cette disposition met en danger l'édition, notamment scientifique. Toute reproduction, partielle ou totale, du présent ouvrage est interdite sans autorisation de l'éditeur ou du Centre français d'exploitation du droit de copie (CFC), 3, rue Hautefeuille, Paris 6^e.