

# LES SOLS SABLEUX PODZOLISES DES LANDES DE GASCOGNE (FRANCE) : REPARTITION ET CARACTERES PRINCIPAUX

D. RIGHI<sup>1</sup> et J. WILBERT<sup>2</sup>

---

## RESUME

Deux séquences caractéristiques des terroirs dits de « Lande humide » et de « Lande sèche » de la forêt landaise ont été étudiées. L'humus des podzols de « Lande sèche » formé de produits résiduels peu biodégradables s'oppose à l'humus biologiquement plus actif des sols de « Lande humide ». Des différences sont également observées dans l'évolution de la fraction minérale : smectites de transformation en « Lande sèche » et vermiculites intergrades hydroxyalumineuses en « Lande humide ».

## INTRODUCTION

La forêt des Landes de Gascogne se développe essentiellement sur des sols sableux podzolisés et/ou hydromorphes. La répartition des différents types de sols dans le paysage n'est pas aléatoire. On peut montrer en effet que leur distribution s'organise en fonction du microrelief et de la présence d'une nappe phréatique apparaissant à profondeur variable et affectant plus ou moins le solum.

Une étude approfondie de deux toposéquences représentatives des Landes du Médoc (Righi, 1977) a permis de donner les caractéristiques analytiques essentielles des sols et de préciser leur fonctionnement pédogénétique. Ces deux séquences caractérisent un terroir particulier dit de « Lande humide » à cause de la position très superficielle de la nappe phréatique. Par la suite, des travaux de cartographie ont révélé dans les Landes de Gascogne la présence d'autres terroirs dit de « Lande sèche », ainsi que des zones intermédiaires. Afin de vérifier la possibilité de généraliser à l'ensemble des Landes de Gascogne les résultats acquis pour les « Landes humides » du Médoc, deux séquences caractérisant les nouveaux terroirs ont été étudiées.

La première séquence est située dans une zone intermédiaire ; elle comprend une microdune continentale passant latéralement à une dépression marécageuse. La seconde séquence est située en « Lande sèche » sur la bordure orientale du massif forestier.

## I. SEQUENCE DE TRANSITION « LANDE SECHE » « LANDE HUMIDE »

### A) Présentation

La différenciation morphologique de la séquence et des sols est déterminée par la position de la nappe phréatique, elle-même en relation avec l'épaisseur d'une

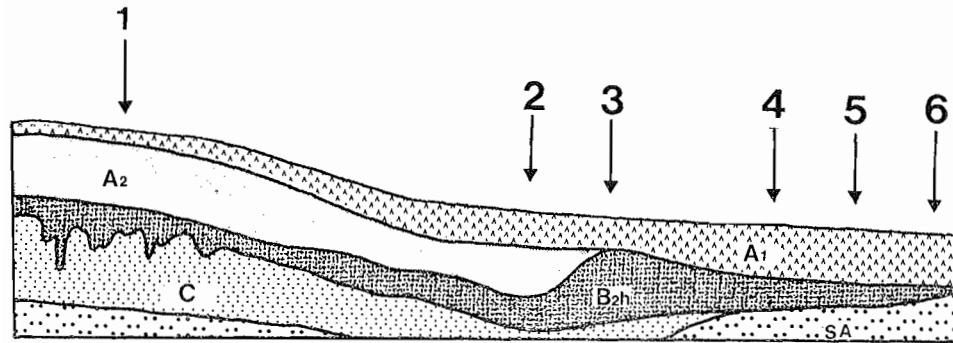
---

1. Laboratoire de Pédologie, E.R.A. n° 220 du CNRS : « Pédologie, Pétrologie et Métallogénie de la Surface ». Faculté des Sciences, Université de Poitiers, 86022 Poitiers Cédex.

2. S.E.S.C.P.F. Inst. Nat. Recherche Agronomique. Station d'Agronomie, 33140 Pont-la-Mayé.

couche de sables éoliens recouvrant un substrat argileux. En effet, les sols de la séquence se développent dans deux matériaux superposés : sables éolisés et alluvions anciennes graveleuses ou argileuses. La répartition des graviers ou argiles des alluvions anciennes est tout à fait imprévisible. Elle résulterait d'apports par un réseau de chenaux anastomosés avec buttes caillouteuses ou gravillonnaires et dépressions d'argiles de décantation. Ces dépôts ont été réincisés par un réseau hydrographique plus récent (probablement Würm) souvent dense, en particulier dans les zones planes des interfluves. Ce mode de mise en place des matériaux explique les variations d'épaisseur de la couverture sableuse éolisée reposant sur un substrat de granulométrie très variable : argile, sables ou graviers. Ces matériaux peuvent être localement affectés par des traces de cryoturbation périglaciaire.

La nappe phréatique affleure dans la zone déprimée mais par contre n'influence pas ou presque, en quelques saisons que ce soit, l'évolution des sols sur le sommet de la dune continentale (fig. 1).



**Figure 1 : Toposequence SYM de transition « Lande sèche » - « Lande humide ».**  
1, 2, 3... emplacement des profils prélevés.

**S.A. Sable argileux.**

*SYM toposequence from « Lande sèche » to « Lande humide ».*

*1, 2, 3... Location of studied soils.*

*S.A. Argillic sand.*

Les termes de la séquence étudiée sont les suivants :

- SYM 1 :** Podzol humique à A2 et Bh induré à hydromorphie de profondeur. Il est situé au sommet d'une petite dune continentale et se développe sur sable éolien profond. Il n'est pratiquement pas affecté par la nappe phréatique.
- SYM 2 :** Podzol humique à A2 et Bh meuble à hydromorphie de profondeur. L'horizon Bh est épais et induré seulement par places. Il se situe dans la zone de battement de la nappe. Le substrat argileux n'apparaît pas.
- SYM 3 :** Podzol humique hydromorphe sans A2 et à Bh peu induré. Les horizons A1 reposent directement sur l'horizon Bh peu induré. Les alluvions anciennes n'affectent pas directement le profil.
- SYM 4 et SYM 5 :** Podzols humiques très hydromorphes à Bh meubles. Ces sols se développent dans deux matériaux superposés : une couche de 40 cm de sables éoliens repose par l'intermédiaire d'un mince cailloutis quartzeux sur un sable argileux bariolé, structuré en prismes grossiers. Les horizons A1 et Bh se développent dans la couche sableuse. La nappe circule au-dessus du toit de l'argile, donc dans les horizons des podzols.
- SYM 6 :** Sol hydromorphe sableux humifère. Il diffère des précédents par l'absence d'horizon Bh.

Ces sols se développent sous une végétation de lande hygrophile à mésophile et plantations de pins maritimes.

## B) Résultats analytiques

### 1. Granulométrie

Le matériel éolisé de surface est constitué de sables grossiers. Les alluvions anciennes sont plus argileuses, mais la teneur en argile reste relativement faible : 5 à 22 %. Les sols de la partie basse de la séquence sont un peu plus riches en argiles sur l'ensemble des horizons, même en surface.

### 2. pH

Ils sont acides et compris entre 4 et 5.

### 3. Complexe absorbant

La capacité d'échange cationique est toujours très faible, inférieure à 10 méq/100 g sauf dans les horizons A<sub>o</sub> organiques. Elle est maximum en A1 et Bh (5 à 10 méq/100 g), donc liée essentiellement à la matière organique. Le taux de saturation est faible (10 à 15 %), même en faisant intervenir Al<sup>3+</sup> qui est le cation le plus abondant.

### 4. Matières organiques

Pour les horizons A1 et Bh, les teneurs en M.O. sont variables et n'apparaissent pas en relation avec la position du profil dans la séquence (tableau 1). Seul SYM 3 montre un taux de M.O. plus élevé en Bh qu'en A1. Le rapport C/N des horizons A1 par contre diminue du haut vers le bas de la séquence (58 en SYM 1, 24 en SYM 6). En Bh, le C/N est également plus faible pour les podzols très hydromorphes 5 et 4 SYM que pour les sols mieux drainés 1 SYM et 2 SYM.

### 5. Fonctionnement de la matière organique

#### a) METHODES D'ETUDES

Les composés humiques sont extraits par une solution 0,1 M de pyrophosphate de Na à pH 9,8 jusqu'à épuisement de l'échantillon. Les acides humiques sont précipités à pH 1,5 par addition de HCl concentré (Jambu et Righi, 1973).

La matière organique non humifiée est estimée par dissolution dans le bromure d'acétyle effectuée sur le culot de l'extraction au pyrophosphate (Methodenbuch, 1941).

Les lipides sont extraits au soxhlet par un mélange éthanol benzène (Risi et al, 1953).

#### b) RESULTATS

##### *Horizons éluviaux A1 et A2*

Les taux d'extraction de la matière organique séparent nettement les parties plus sèche et plus humide de la séquence (tableau 1). En effet, ils sont compris entre 30 et 45 % du carbone total (CT) pour les sols les plus hydromorphes 6, 5 et 4 SYM, alors qu'ils décroissent entre 10 et 20 % du CT pour les plus secs 1, 2 et 3 SYM. Ces données confirment les résultats obtenus pour les séquences du Médoc (Jambu et Righi, 1973) en les accentuant, notamment pour les sols les mieux drainés.

Cette fraction extractible est constituée essentiellement d'acides humiques (AH) : 25-30 % du CT pour les sols de la zone humide ; 8-16 % du CT pour les podzols les plus secs. Les teneurs en acides fulviques (AF) suivent la même évolution latérale : 7,9-16 % du CT pour la partie humide, 2-5 % du CT pour la partie mieux drainée. Cependant les AF décroissent plus rapidement que les AH, ce que traduit la baisse du rapport AF/AH qui passe de 0,3-0,6 à 0,1.

La fraction non extractible a été divisée en matière organique non humifiée soluble dans le bromure d'acétyle et en une fraction d'humine insoluble. La fraction non transformée représente 25 à 40 % du CT pour les sols humides, elle augmente et atteint 45 à 60 % pour les plus secs. Le taux d'humine suit la même variation : 25-30 % du CT en zone humide, 30-40 % du CT en zone mieux drainée.

**Tableau 1 : Fractionnement de la matière organique des sols de la séquence SYM.**

(1) p. cent du sol sec à 105° C

(2) p. cent du carbone total (CT)

MOF : matière organique non transformée

n.d. : non déterminé.

*Fractionation of organic matter of the soils of the SYM sequence.**(1) p. cent of 105°C dry soil**(2) p. cent of total carbon (CT)**MOF : non-transformed plant remains.*

Profils	Horizons	C.T. (1)	C ext. (2)	A.H. (2)	A.F. (2)	AF/AH	MOF (2)	Humine (2)	C/N
1 SYM	A <sub>1</sub>	2,1	17,9	15,9	2,0	0,1	53,5	28,6	58
	B <sub>2</sub> h	1,3	87,7	66,3	21,4	0,3	n.d.	n.d.	29
2 SYM	A <sub>1</sub>	3,6	10,2	8,9	1,3	0,1	57,8	32,0	49
	B <sub>2</sub> h	0,5	80,9	52,7	28,2	0,5	n.d.	n.d.	29
3 SYM	A <sub>1</sub>	0,8	16,7	11,8	4,9	0,4	46,2	37,5	30
	Bh <sub>1</sub>	2,9	76,9	64,3	12,6	0,2	n.d.	n.d.	26
	Bh <sub>2</sub>	1,9	83,0	62,0	21,0	0,3	n.d.	n.d.	26
	Bh/C	0,7	73,9	37,9	36,0	0,9	n.d.	n.d.	30
4 SYM	A <sub>1</sub>	1,8	35,9	27,7	8,2	0,3	39,7	24,4	30
	Bh	1,5	79,5	43,7	35,8	0,8	n.d.	n.d.	24
	II Bh/C	0,8	68,8	22,7	46,1	2,0	n.d.	n.d.	22
5 SYM	A <sub>1</sub>	1,3	44,0	27,8	16,2	0,6	24,8	31,2	34
	A <sub>1</sub> /A <sub>2</sub>	0,4	48,2	34,0	14,2	0,4	n.d.	n.d.	22
	II Bh	0,6	46,7	27,5	19,2	0,7	25,0	27,4	16
	II Bh/C	0,3	25,3	5,1	20,2	4,0	n.d.	n.d.	17
6 SYM	A <sub>11</sub>	2,4	33,3	25,4	7,9	0,3	40,4	26,3	24
	A <sub>12</sub>	1,4	40,3	25,6	14,7	0,6	n.d.	n.d.	26
	A/Cg	1,0	59,1	29,9	29,2	1,0	21,4	19,5	23
	II Cg	0,7	52,8	13,6	39,2	2,9	n.d.	n.d.	22

*Horizons Bh*

On retrouve ici les différences de composition de la matière organique qui opposent les horizons Bh meubles (structure à microagrégats biologiques incorporant des fragments végétaux plus ou moins transformés) et les horizons Bh indurés essentiellement à matière organique illuviale (Righi, 1975). Le carbone extractible représente en effet 50 % environ du CT pour le profil 5 SYM alors qu'il atteint 80-90 % pour les autres sols mieux drainés.

Les taux de matière organique non transformée des horizons 5 SYM II Bh et 6 SYM II A/Cg sont à relier à la colonisation racinaire. L'humine de ces mêmes horizons peut provenir de la transformation directe de la matière organique racinaire ou bien d'une liaison de produits humiques avec les minéraux argileux qui sont ici plus abondants.

Le fait le plus marquant est la présence largement dominante des AH dans ces derniers horizons Bh (AH : 50 à 65 % du CT, AF 12 à 30 % du CT). Des horizons Bh de ce type ont été signalés par Robin (1979) dans des podzols sableux secs du bassin parisien. L'extrême pauvreté des matériaux (en fer libre et en argiles notamment) favoriserait la migration très profonde, voire l'élimination hors du solum des composés organiques de bas poids moléculaire type acides fulviques. Seuls les AH, ayant un encombrement moléculaire plus grand, seraient susceptibles de précipiter et de s'accumuler préférentiellement en Bh.

Lorsque les conditions deviennent plus hydromorphes, les migrations sont moins marquées et les AF se maintiennent en Bh (rapport AF/AH = 0,7 et 0,8 pour 4 SYM et 5 SYM).

## 6. Taux de lipides des horizons A1

Les lipides sont une fraction d'importante signification pédogénétique. Ils s'accumulent préférentiellement dans les horizons humifères des sols acides et/ou très hydromorphes. Ils indiquent un ralentissement de l'activité biologique et ont de plus un effet dépressif sur la microflore pouvant provoquer une auto intoxication du sol (Jambu *et al.*, 1978).

**Tableau 2 : Teneur en lipides des horizons A<sub>1</sub> des différents sols de la séquence SYM.**

*Lipids contents in A<sub>1</sub> horizons of the soils of the SYM sequence.*

Echantillons	C des lipides mg/Kg de sol	C lipides % C total
1 SYM A <sub>1</sub>	7090	34
2 SYM A <sub>1</sub>	7500	21
3 SYM A <sub>1</sub>	2240	27
4 SYM A <sub>1</sub>	3280	19
5 SYM A <sub>1</sub>	2450	19
6 SYM A <sub>11</sub>	4200	18

L'étude de la distribution des lipides dans les séquences des Landes du Médoc a montré des taux de lipides toujours plus élevés dans les horizons A<sub>1</sub> des podzols moins hydromorphes (Fustec-Mathon *et al.*, 1975) : 6 à 8 000 mg/Kg de sol et 12 à 18 % du CT au pôle sec ; 1 500 à 2 250 mg/Kg de sol et 7 à 10 % du CT au pôle humide.

Les teneurs absolues (mg/Kg de sol) obtenues pour la séquence étudiée ici sont tout à fait comparables et suivent la même variation en fonction du degré d'hydromorphie. Exprimées en % du CT, ces teneurs sont plus élevées que dans le Médoc pour l'ensemble de la séquence, les teneurs les plus fortes étant observées dans la partie la plus sèche (tableau 2).

## 7. Formes et répartition du fer et de l'aluminium

### a) METHODES

Fer et aluminium totaux ont été déterminés par attaque triacide.

Le fer complexé par la matière organique plus le fer à l'état d'oxydes amorphe ou cristallisé sont extraits par le réactif citrate-bicarbonate-dithionite [C.B.D.]. Le fer complexé est estimé par extraction au pyrophosphate de Na 0,1 M (Jeanroy, 1983). Pour l'aluminium on distingue uniquement le compartiment aluminium amorphe extractible par le C.B.D., l'extraction pyrophosphate étant peu significative dans le cas de cet élément (Jeanroy, 1983).

Les dosages sont effectués par absorption atomique.

### b) RESULTATS

Les teneurs en fer (fig. 2) sont extrêmement faibles puisque l'on note une teneur maximale de 5 ‰ de sol exprimé en  $Fe_2O_3$ . Néanmoins quelques tendances se dégagent des résultats obtenus :

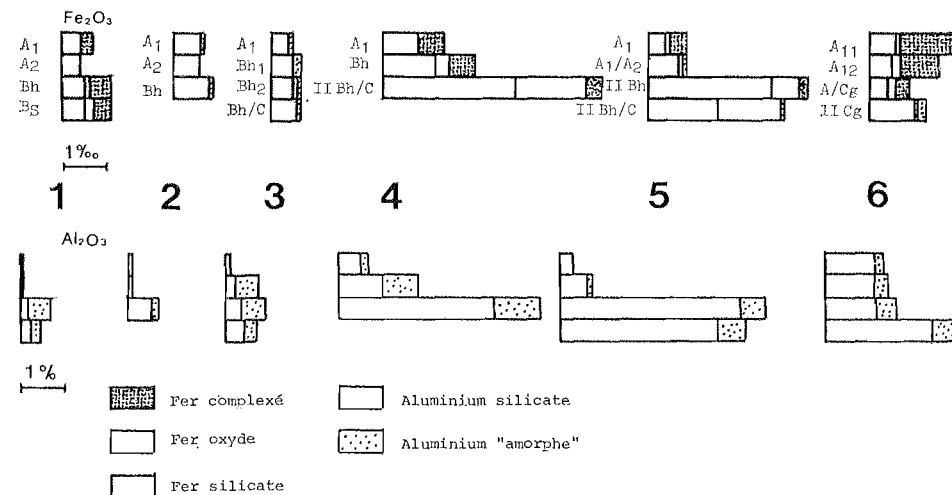


Figure 2 : Répartition et formes du fer et de l'aluminium dans la séquence SYM (transition « Lande sèche » - « Lande humide »).

*Distribution and forms of iron and aluminium in the SYM sequence.*

- les sols les plus appauvris sont les podzols de la partie plus sèche de la séquence ;
- dans ces derniers, le fer résiduel est soit du fer silicate soit du fer à l'état de complexe organique ;
- pour les podzols hydromorphes de la partie basse de la séquence, l'élimination du fer des horizons de surface est moins prononcé. En dehors du fer silicate il s'agit également essentiellement de fer complexé. La distribution du fer dans ces sols est à relier à la migration moins accentuée des AF (tableau 2).

Il faut souligner la présence de fer oxyde dans les horizons profonds des sols hydromorphes développés dans les alluvions anciennes sablo-argileuses.

Des remarques analogues peuvent être faites pour l'aluminium « amorphe » (fig. 2).

## 8. Transformations minéralogiques

Les lentilles argileuses d'alluvions anciennes sont caractérisées par une proportion importante de Kaolinite. Ce minéral est présent dans le recouvrement sableux superficiel, mais en quantité plus faible. Il est associé à du quartz, des illites et des intergrades hydroxyalumineux. Les vermiculites Al (vermiculites ne se fermant pas après saturation au potassium et chauffage à 110° C) sont présentes dans tous les horizons du solum pour tous les sols de la zone hydromorphe. Dans les horizons éluviaux on voit apparaître en plus des minéraux à comportement de smectites. Ces smectites (smectites de transformation) sont les plus abondantes dans l'horizon A2 du podzol 1 SYM, le plus sec de la séquence.

Ces résultats confirment les observations faites dans le Médoc (Righi et De Coninck, 1977) : les smectites de transformation se forment d'autant mieux que l'horizon éluvial a un drainage interne plus rapide, assurant le renouvellement des solutions organiques agressives et l'évacuation des produits d'altération, en particulier l'aluminium. Lorsque le drainage interne se ralentit — dans les zones plus engorgées — le soutirage de l'aluminium est moins accentué et celui-ci reste bloqué dans les espaces interfoliaires des phyllosilicates.

## II. SEQUENCE DE « LANDE SECHE »

### A) Présentation

Sur les bordures méridionales et occidentales du massif forestier landais, l'enfoncement rapide des axes de drainage vers leur niveau de base provoque un rabattement important de la nappe phréatique. Il se développe alors des étendues, souvent grandes, de « lande sèche ».

Sur la bordure nord-orientale, les alluvions anciennes, généralement à matrice argileuse donc peu perméables, ont été entaillées par les affluents de la Garonne. Le talus occidental de ces vallées, fortement marqué, est masqué par des dépôts de sables éoliens qui forment des glacis de raccordement entre les plateaux et le cours inférieur des rivières. La nappe qui circule au toit du substratum imperméable n'affecte pas le dépôt sableux supérieur.

Ce sont quatre sols caractéristiques de ces zones qui ont été étudiés. Ils ne forment pas une toposéquence unique, mais sont situés dans différentes localisations topographiques le long des glacis de raccordement. La végétation est soit une lande à *Calluna vulgaris* sous pins maritimes, soit des bois de chênes ou des plantations de robiniers faux acacias. Les quatre sols sont donc les suivants :

- 1 LAN : Podzol à horizons A2 et B2h fortement induré (alios) sous pins maritimes et callune ;
- 2 LAN : Sol podzolique à A2 discontinu et horizon Bh peu exprimé sous pins et callune ;
- 3 LAN : Sol ocre podzolique sous plantation d'acacias ;
- 4 LAN : Sol ocre podzolique sous chênes.

### B) Résultats analytiques

Les techniques utilisées sont identiques à celles adoptées pour la séquence précédente.

#### 1. Analyses de caractérisation

Ce sont tous des sols sableux (90 à 98 % de sables grossiers) acides (pH eau compris entre 4 et 5). La C.E.C. est très faible ( $\approx$  2 méq/100 g) avec un taux de saturation inférieur à 10 %. Le cation dominant est l'aluminium échangeable.

## 2. Matières organiques

Dans les horizons de surface, horizons A1 et A1A2, les teneurs en C total sont faibles et très voisines dans tous les sols (environ 1 %). Le rapport C/N par contre sépare nettement le profil 1 LAN, podzol bien développé, avec un C/N de 42. Les autres sols ont un C/N plus bas en relation avec le changement de végétation (C/N = 17 pour le profil 3 LAN sous robiniers faux acacias).

Pour ces mêmes horizons de surface, le taux de carbone extractible varie de 18,4 % (3 LAN) à 33 % (2 LAN) du carbone total. Il est plus élevé que celui observé pour les podzols de la partie la mieux drainée de la séquence précédente (10 à 20 % du CT). Ce carbone extractible est formé essentiellement d'AH pour le podzol 1 LAN (AF/AH = 0,3), alors que AH et AF sont dans des proportions voisines pour les sols podzoliques et ocre podzoliques 2, 3 et 4 LAN (AF/AH = 0,8). Matière organique non transformée et humine ne montrent pas non plus de variations très importantes. Comparées aux résultats obtenus pour l'autre séquence, on note ici une diminution de la matière organique non transformée (25-30 % contre 45-60 % du CT) et une augmentation de l'humine (35-50 % contre 30-40 % du CT). Il semblerait que la transformation directe de la lignine en humine résiduelle (Dupuis *et al.*, 1975) s'accroît avec le caractère xérique du milieu.

**Tableau 3 : FRACTIONNEMENT DE LA MATIERE ORGANIQUE DES SOLS DE « LANDE SECHE ».**

(1) p. cent sol sec à 105° C

(2) p. cent du carbone total (CT)

MOF : matière organique non transformée

*Fractionation of organic matter of the « Lande Sèche » soils.*

(1) p. cent of 105° C dry soil

(2) p. cent of total organic carbon (CT)

MOF : non transformed plant remains.

PROFILS	HORIZONS	C total (1)	C ext. (2)	A.H. (2)	A.F. (2)	AF/AH	MOF (2)	Humine (2)	C/N
1 LAN	A1	0,8	27,4	21,5	6,0	0,3	25,9	46,7	42
	A2/B	0,3	72,3	36,5	35,8	0,9	n.d.	n.d.	37
	B2h1	0,8	93,2	29,9	63,3	2,1	n.d.	n.d.	37
	B2h2	0,3	100,0	10,2	89,8	8,8	n.d.	n.d.	-
2 LAN	A1A2	1,0	33,0	17,8	15,2	0,8	27,8	39,2	28
3 LAN	A1A2	1,4	18,4	10,4	8,0	0,8	31,9	49,7	17
	A2/B	0,3	46,3	14,6	31,7	2,2	n.d.	n.d.	20
	(B)	0,2	63,3	12,1	51,2	4,2	n.d.	n.d.	17
4 LAN	A1A2	0,9	32,0	17,2	14,7	0,8	30,9	37,1	22
	(B)1	0,2	60,9	13,7	47,2	3,4	n.d.	n.d.	39
	(B)2	0,2	58,3	11,5	46,9	4,1	n.d.	n.d.	17

La matière organique des horizons B2h et (B) est formée d'AF pour la plus grande part. Les migrations différentielles des composés organiques en fonction de leur taille et de leurs charges en éléments complexés ne sont pas perturbées par la présence d'une nappe. La redistribution des AF très prononcée dans le podzol 1 LAN est plus modérée dans les sols ocre podzoliques.



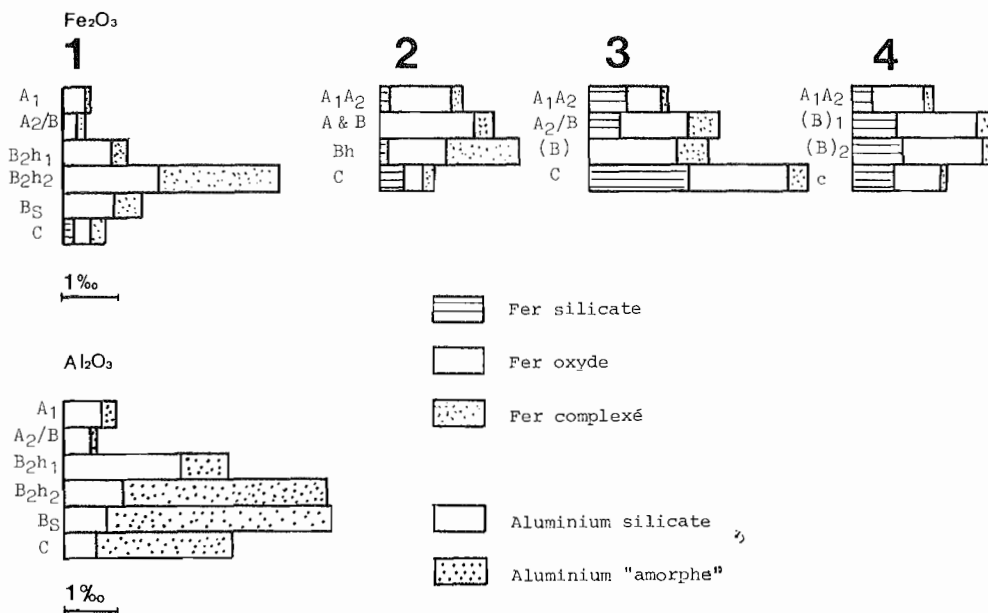
### 3. Teneur en lipides

Les quantités globales de lipides sont inférieures (1 000 à 2 000 mg/Kg de sol) à celles observées précédemment (2 500 à 7 500 mg/Kg), le podzol 1 LAN étant nettement à part avec une teneur double de celle des autres sols.

En valeur relative (p. cent du C total), le podzol rejoint ses homologues de la séquence SYM avec un taux de 26 %. Les sols podzoliques ont là aussi un taux inférieur, 7 à 14 % seulement. Ceci indique un meilleur niveau d'activité biologique dû à un matériau moins appauvri et/ou un héritage végétal moins riche en lipides (végétation de feuillus pour les sols 3 et 4 LAN).

**Tableau 4 : Teneur en lipides des horizons A<sub>1</sub> et A<sub>1</sub> A<sub>2</sub> des sols de « Lande sèche ».**  
*Lipids contents in A<sub>1</sub> and A<sub>1</sub> A<sub>2</sub> of the « Lande sèche » soils.*

Echantillons	C des lipides en mg/Kg de sols	C des lipides p.cent du C total
1 LAN A <sub>1</sub>	2000	26
2 LAN A <sub>1</sub> A <sub>2</sub>	980	9
3 LAN A <sub>1</sub> A <sub>2</sub>	1020	7
4 LAN A <sub>1</sub> A <sub>2</sub>	1230	14



**Figure 3 : Répartition et formes du fer et de l'aluminium pour les sols 1, 2, 3, 4 LAN (« Lande sèche »).**

*Distribution and forms of iron and aluminium in the 1, 2, 3, 4 « Lande sèche » LAN soils.*

#### 4. Formes et répartition du fer et de l'aluminium

Dans le podzol 1 LAN on observe la distribution caractéristique du fer et de l'aluminium amorphes des podzols sableux non affectés par une nappe phréatique (fig. 3). L'Al, plus mobile dans ces conditions (Pedro *et al.*, 1978) montre un maximum d'accumulation dans l'horizon inférieur B<sub>2h2</sub> alors que celui du fer se situe dans l'horizon supérieur B<sub>2h1</sub>.

Pour les sols podzoliques, la redistribution des 2 éléments est nettement moins accentuée et peut être mise en relation avec celle des AF. La proportion de fer complexé par la matière organique est relativement faible mais maximum pour les horizons (B) traduisant le processus de podzolisation. Là aussi la migration de l'aluminium se fait plus profondément de celle du fer.

Les horizons C des sols ocre podzoliques 3 LAN et 4 LAN ont des teneurs en aluminium et fer totaux supérieures à celles des deux autres sols (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> : 7,3 et 12,3 ‰ contre 3,2 et 2,6 ‰ ; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> : 1,8 et 4,2 ‰ contre 0,8 et 1,0 ‰). Ceci pourrait indiquer la présence de quantités légèrement plus élevée d'argiles et d'hydroxydes de fer dans la roche-mère de ces sols et expliquer — en partie — le moindre développement du processus de podzolisation.

#### 5. Transformations minéralogiques

L'association de minéraux argileux présente dans ces sols est de même nature que celle observée pour la séquence SYM précédente : quartz, kaolinite, illite, intergrades hydroxyalumineux. Dans les sols podzoliques et ocre podzoliques, on observe le développement des vermiculites intergrades dans les horizons du solum alors que l'horizon A<sub>2</sub> du podzol 1 LAN montre la présence quasi-exclusive des smectites de transformation en tant que phyllosilicates 2/1.

### DISCUSSION - CONCLUSIONS

Lors des descriptions et des études antérieures sur les sols landais, l'attention s'est portée surtout sur les horizons Bh en raison de leur consistance quelquefois extrêmement indurée (Alios). Cependant des variations importantes et rapides affectent également les propriétés des horizons humifères de surface. Propriétés qui peuvent intervenir dans l'exploitation et la gestion de ces sols.

Mise en évidence à la suite de l'étude de deux microtoposéquences des Landes du Médoc, les variations des caractéristiques des horizons de surface, en fonction du degré d'hydromorphie et du développement de la podzolisation se retrouvent ici dans les sols des Landes de Gascogne et semblent pouvoir être généralisées à l'ensemble de la couverture pédologique du massif forestier landais.

Cette couverture pédologique est formée par la juxtaposition de deux terroirs principaux dits de « Landes sèches » et de « Landes humides » pouvant se présenter en unités de vaste superficie, mais le plus souvent très morcelés avec des passages rapides d'un terroir à l'autre au travers de nombreux types intermédiaires.

La nature des constituants organiques et minéraux des horizons de surface séparent nettement les deux terroirs. En « Landes sèches », à l'exception des zones où la podzolisation ne se manifeste que de façon modérée, la matière organique a un rapport C/N élevé. Elle est constituée essentiellement de fragments végétaux plus ou moins transformés en humine résiduelle dont la structure est voisine de celle des charbons (Dupuis *et al.*, 1975). Cette humine est accompagnée d'une fraction importante de lipides. Ces substances sont toxiques pour la microflore, elles vont entretenir et accentuer le processus de podzolisation en provoquant une stérilisation partielle du sol (Berthelin, 1976). C'est donc au total une matière organique très peu favorable à l'activité de la microflore et vraisemblablement très stable dans le temps. La faune du sol organise cette matière organique en microagrégats de particules noires de quelques µm, juxtaposés aux grains de sables (fig. 4) et pouvant

être vannés par le vent ou lavés par les pluies en terrain nu et cultivé (Wilbert, 1978). Sur le plan minéral, ces horizons sont caractérisés par un appauvrissement extrême. Fer et aluminium ont été presque totalement évacués. La transformation et la destruction des minéraux argileux conduit à l'individualisation de phyllites particulières : les smectites de transformation proches des beidellites (Robert et Barshad, 1972).

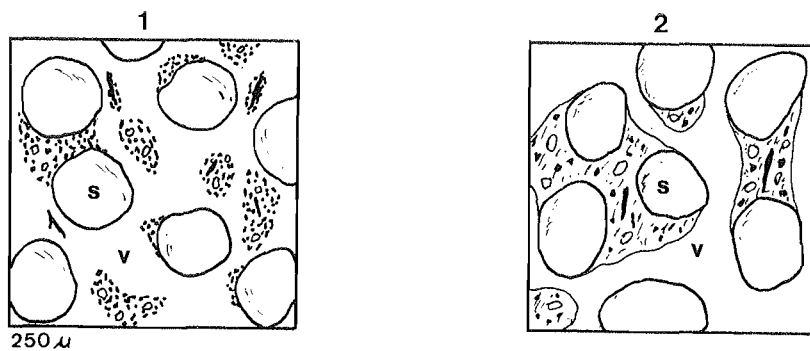


Figure 4 : Schéma de la microstructure des horizons A1.

- 1 : podzols de « Lande sèche »  
 2 : sols hydromorphes de « Lande humide »  
 s : sable ; v : vide.

*Schematic microstructure of A1 horizons.*

- 1 : podzols from « Lande sèche »  
 2 : hydromorphic soils from « Lande humide »  
 s : sand ; v : void.

En « Lande humide » la matière organique des horizons de surface diffère de celle des « Landes sèches » par un rapport C/N plus bas et la diminution des teneurs en matière organique non transformée, humine et lipides. Corrélativement, les acides humiques et surtout sont plus abondants. Les indices d'une meilleure activité biologique et d'un renouvellement plus rapide de la matière organique sont nets.

L'organisation des constituants de l'horizon est également différente. La matière organique n'est plus juxtaposée au squelette minéral mais forme un plasma pouvant lier ensemble quelques grains de sables (fig. 4).

Le développement moins marqué de la podzolisation se traduit par un moindre soutirage de l'aluminium : le minéral caractéristique est la vermiculite intergrade hydroxyalumineuse.

Les sols de « Landes sèches » pour lesquels la podzolisation est limitée en raison d'une végétation moins acidifiante (feuillus) et/ou des matériaux très légèrement plus argileux ou ferrifères, s'apparentent à ceux des « Landes humides ».

Lorsque les sols évoluent dans un sable homogène, l'opposition observée entre les horizons de surface des deux types de terroir coïncide avec des horizons spodiques également différents : horizons B<sub>2h</sub> bien développés et indurés pour les « Landes sèches », moins exprimés et meubles pour les « Landes humides ». Cette concordance entre les propriétés des horizons A et B<sub>h</sub> peut disparaître lorsque des discontinuités, niveaux plus graveleux ou plus argileux, viennent perturber la position ou le développement de l'horizon spodique.

SANDY PODZOLIZED SOILS FROM « LANDES DE GASCOGNE, FRANCE » :  
REPARTITION AND MAIN CHARACTERISTICS

A sequence from podzol to hydromorphic soil (fig. 1) and a sequence from podzol to brown podzolic soil of the Landes de Gascogne (France) were studied. Results were compared with those of a previous study performed in an identical medium (Righi, 1977).

Two different medium were distinguished :

- 1) the « Lande humide » (moor) where the soils are affected by a ground water table always close to the top soil;
- 2) the « Lande sèche » (heath) not affected by any water table.

Characteristics of soil surface horizons are different from the first medium to the other. For the « Lande sèche » organic matter has a high C/N ratio (Table 1, Table 3) and is mainly constituted by non-transformed plant remains and humin. Accumulation of lipids is also observed (Table 2, Table 4) Al and Fe have been leached out these horizons (Fig. 2, Fig. 3). For the soil surface horizons of the « Lande humide » C/N ratio is lower. Pyrophosphate extractable organic matter is more abundant and lipids ratio are lower. Leaching out of Fe and Al is less pronounced.

### BIBLIOGRAPHIE

- BERTHELIN J., 1976. — Etude expérimentale des mécanismes d'altération des minéraux par des microorganismes hétérotrophes. Thèse Doctorat ès Sciences Nat., Nancy, 198 p.
- DUPLUS T., JAMBU P. et RIGHI D., 1975. — Structure and origin of humins in podzols from de « Landes du Médoc », France. In Studies about humus. Transaction of the Intern. Symp. Humus et Planta VI, Prague, 441-445.
- FUSTEC-MATHON E., RIGHI D. et JAMBU P., 1975. — Influence des bitumes extraits de podzols humiques hydromorphes des Landes du Médoc sur la microflore tellurique. Rev. Ecol. Biol. Sol, 12, (1), 393-404.
- JAMBU P. et RIGHI D., 1973 — Contribution à l'étude de l'humus des podzols et des sols hydromorphes des Landes du Médoc. Science du Sol, 3, 207-219.
- JAMBU P., FUSTEC E. et JACQUESY R., 1978 — Les lipides des sols : nature, origine, évolution, propriétés. Science du Sol, 4, 229-240.
- JEANROY E., 1983 — Diagnostic des formes du fer dans les pédogénèses tempérées. Evaluation par les réactifs chimiques d'extraction et apports de la spectrométrie Mössbauer. Thèse Université, Nancy, 168 p.
- Methodenbuch untersuchung von boden 1941. Neumann. Neudamm and Berlin, 158 p.
- PEDRO G., JAMAGNE M. and BEGON J.C., 1978 — Two routes in genesis of strongly differentiated acid soils under humid cool temperate conditions. Geoderma, 20, 173-189.
- RIGHI D., 1975 — Etude au microscope électronique à balayage et au microanalyseur à sonde électronique des revêtements et des agrégats organiques d'horizons B spodiques. Science du sol, 4, 315-321.
- RIGHI D., 1977 — Genèse et évolution des podzols et des sols hydromorphes des Landes du Médoc. Thèse Doctorat ès Sciences Nat., Poitiers, 144 p.
- RIGHI D. and DE CONINCK F., 1977 — Mineralogic evolution in hydromorphic sandy soils and podzols in « Landes du Médoc », France. Geoderma, 19, 339-359.
- RISI J., BRUNETTE C.E., SPENCE D., GIRARD H., 1953 — Etude chimique des tourbes du Québec. II. Tourbières du Lac de La Tortue. III, IV, V. Tourbières de Lanoraie, de Farnham, de La Rivière du Loup, Ministère des Mines, Services des Laboratoires, Québec R.P., 281 (29 p.), R.P. 282 (41 p.).
- ROBIN A.M., 1979 — Genèse et évolution des sols podzolisés sur affleurements sableux du Bassin Parisien. Thèse Doctorat ès Sciences Nat., Nancy, 173 p.
- ROBERT M. et BARSHAD I., 1972 — Transformation expérimentale des micas en vermiculites ou smectites. Propriétés des smectites de transformation. Bull. Groupe Français des Argiles, XXIV, 2, 137-145.
- WILBERT J., 1978 — Carte pédologique de France à moyenne échelle. LESPARRÉ G-17. Notice explicative. C.N.R.A. Versailles, 229 p.