

La Pédogenèse en Bretagne occidentale *

par M. COPPENET

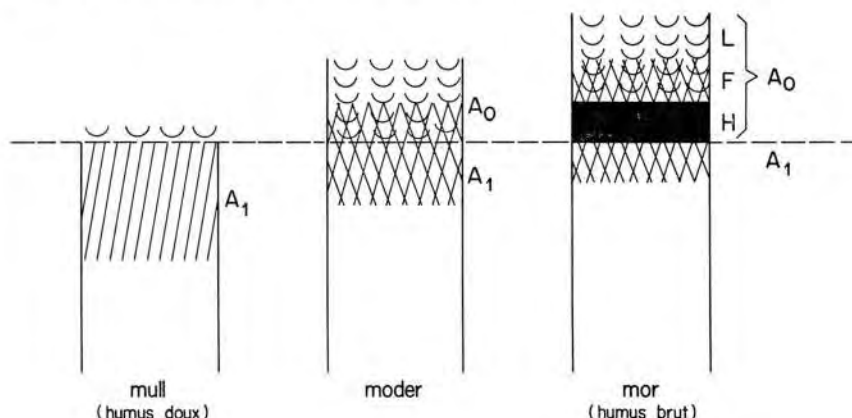
Station d'Agronomie I.N.R.A. - Quimper

Parmi les facteurs de formation et de différenciation des sols, il y a lieu d'en distinguer trois principaux : *le climat*, la *nature de la roche-mère* et la *nature de la végétation*, mais il convient d'ajouter la topographie d'où découlent d'autres facteurs secondaires mais très importants aussi, tels que la pente, l'hydromorphie, l'exposition, le microclimat.

En Bretagne, nous allons voir que les conditions de la pédogenèse sont favorables à l'accumulation d'une quantité importante de matière organique ; c'est pourquoi, il est nécessaire d'étudier spécialement la nature de cet « humus » et son influence éventuelle sur le substratum minéral (podzolisation).

Nous tenterons, enfin, de placer les divers sols rencontrés dans les Classes et les Groupes de la Classification française (1), (2).

Le pédologue examinant surtout des coupes de terrains non cultivés, nous mentionnerons tout de suite les caractères des grands types d'humus naturels non hydromorphes qui sont au nombre de trois : le Mull ou humus doux, le Moder et le Mor ou humus brut. En réalité, la nature nous proposera souvent des types intermédiaires mais il est indispensable d'avoir bien présent à l'esprit les trois schémas ci-dessous :



(*) Communication présentée au 89^e Congrès de l'Association Française pour l'Avancement des Sciences à Brest, le 8 juillet 1970.

Caractéristiques	Mull	Moder	Mor
pH (H ₂ O)	5,0	4,0	< 4,0
rapport C/N	15	15 à 20	30 à 50
minéralisation	rapide	moyenne	lente
humification	synthèse de complexes humiques	synthèse de complexes humiques	formation de composés solubles qui migrent et se polymérisent en B.
incorporation	liés à l'argile	non liés à l'argile	nulle
structure	totale	incomplète	particulaire
faune-flore	agrégats lombrics champignons	particulaire arthropodes champignons acidiphiles	acariens-collemboles champignons acidiphiles

Ce sont des « Moder » et des « Mor » que nous rencontrons le plus souvent en Bretagne du fait des roches acides. Les horizons A1 sont constitués par le mélange de la matière organique et du support minéral, les horizons A0 sont des horizons organiques constitués par l'accumulation des résidus de la végétation plus ou moins décomposés. Dans le cas des « humus bruts », on distingue une couche L (litière), une couche F (de fermentation) et une couche H (d'humidification). On remarquera les pH très bas ; ils peuvent descendre jusqu'à 3,7.

LE CLIMAT.

Le climat de caractère atlantique accusé à la pointe de Bretagne le devient beaucoup moins dans les régions de l'intérieur. Les hivers sont doux et pluvieux alors que les étés sont modérément chauds. Les précipitations annuelles sont comprises entre 800 mm. près des côtes, et 1 500 mm sur le relief ; des superficies importantes reçoivent ainsi plus d'un mètre d'eau par an. L'évapotranspiration potentielle étant comprise entre 600 et 700 mm, on voit qu'une partie importante des précipitations s'infiltrera à travers les sols. Pour Quimper, le drainage annuel est estimé à environ 500 mm pour une hauteur d'eau comprise entre 1 050 et 1 100 mm.

Dans le département du Finistère, la température moyenne annuelle oscille entre 10 et 12° avec une différence entre la température moyenne de juillet et celle de janvier de 10 à 11°5. Pour l'est du Massif armoricain (région de Laval-Mayenne), cette différence est déjà de 13 à 14°.

INFLUENCE DE LA VÉGÉTATION.

La nature des résidus de végétation tombant sur le sol, feuilles, aiguilles, brindilles, modifie, dans une certaine mesure, les phénomènes de décomposition, minéralisation et humification. En Bretagne, l'humidité permanente et l'absence de températures estivales élevées font que les actions microbiennes de minéralisation sont ralenties d'où une accumulation des résidus végétaux mal décomposés (Moder et Mor).

Les humus de type « Mull acide » ne se rencontrent que sur les roches les moins acides telles que les amphibolites (exemple ; région de Peumerit 29 S et forêt de Beffou 22) (3).

Les litières de forêts de feuillus ainsi que les peuplements mixtes sont favorables à la formation de « Moder », les landes d'éricacées et les peuplements de résineux sont favorables à la formation de « Mor ». Nous trouvons, dans nos régions, les

teneurs en CaO suivantes pour divers résidus de végétation :

feuilles de chênes et de hêtres	: 0,5 à 1	% CaO/M.S.
aiguilles de pins	: 0,2 à 0,4	% » »
feuilles de fougères	: 0,2 à 0,9	% » »
feuilles de bruyères	: 0,6 à 0,7	% » »

Les feuilles de bruyères sont relativement bien pourvues en calcium et pourtant, nous savons que leur litière se décompose mal, mais il est fort possible que des substances particulières viennent entraver les actions microbiennes.

INFLUENCE DE LA ROCHE-MERE.

Les roches calcaires n'existant pratiquement pas, nous aurons tout de même des différences de teneurs en bases en passant d'une amphibolite à un schiste puis à une granulite et à un grès ou un quartzite.

Le pH des horizons minéraux des sols granitiques varie de 4,5 à 5,5 pour un taux de saturation en bases du complexe absorbant de 3 à 7 %. Les sols sur schistes ont les mêmes pH mais un taux de saturation en bases allant de 10 à 20 %. Les roches cristallines les plus basiques sont favorables à la formation de « Mull acide », les schistes primaires à la formation de « Mull-Moder », les granites à la formation de « Moder-Mor », les grès et quartzites à la formation de « Mor ». Cela, bien entendu, est très schématique et il est difficile de séparer l'influence de la roche-mère de l'influence de la végétation.

LA PODZOLISATION.

Au sein de ces matières organiques, très acides, qui se décomposent mal (de types « Moder » et « Mor »), prennent naissance des composés organiques solubles dont l'ensemble est qualifié d'acides fulviques. Ces composés libérés en grande quantité altèrent profondément les silicates allant même jusqu'à la destruction des argiles, puis complexent le fer et l'aluminium ainsi libérés. Ces deux processus sont caractéristiques de la « podzolisation ».

Les eaux de percolation entraînent, à une certaine profondeur, l'excès de ces acides fulviques qui s'y polymérisent ainsi que les complexes ferriques et aluminiques qui s'y accumulent formant les horizons B des sols podzolisés. Morphologiquement, les sols podzolisés sont caractérisés par un horizon A2 (sous l'horizon A1), éluvial, très blanchi et fortement appauvri en argile, fer et cations, ainsi que par un horizon B, illuvial, enrichi en matières organiques et en sesquioxydes avec présence d'enrobements de fer et matière organique autour des sables et présence de granules d'oxyde de fer et de matière organique de la taille des limons.

Voyons à présent la succession des divers horizons d'un « Podzol humo-ferrugineux » typique, telle que nous pouvons l'observer sur les grès du Mont Saint-Michel de Brasparts, les grès du Ménez-Hom et des sommets de la Montagne Noire, la granulite près de Quimper, etc...

A0 - 10 à 20 cm	: horizon organique (voir schéma 1 : Mor)
A1 - 2 à 5 cm	: horizon minéral noir, très riche en humus

- A2 ou Ae - 10 à 20 cm : horizon blanc, cendrex, qui a donné le nom au « Podzol ». Zola = cendre en russe
- B1 ou Bh - 5 cm : horizon très noir par suite de l'accumulation des acides fulviques sous forme polymérisée et colloïdale
- B2 ou BFe - 5 cm : horizon rouille par suite de l'accumulation d'oxyde ferrique
- C : roche-mère, sable gréseux, cailloutis, arène

Les podzols aussi bien développés se rencontrent essentiellement sur les grès, ils sont rares sur les granites.

Par contre, une caractéristique essentielle de la pédogénèse en Bretagne occidentale réside en la présence, d'une façon générale, de ce phénomène chimique de podzolisation de faible amplitude et n'aboutissant qu'à la formation de micro-podzols où tous les horizons sont condensés sur une dizaine de centimètres. Il est possible de voir de tels sols sous forêts de feuillus ou sous un taillis de chênes. Le plus souvent, la podzolisation ne se reconnaît qu'aux grains de sables isolés, propres, et comme décapés, à de petites traînées cendreuses et aux traînées d'oxyde de fer et de matières organiques qui amorcent leur migration à la base de l'horizon A1 (1).

INFLUENCE DE LA TOPOGRAPHIE ET DE L'HYDROMORPHIE.

Sur les sommets où la roche est dure, les sols formés auront le simple profil : horizon A (organique) - horizon C (roche-mère). La classification française possède ainsi une classe des sols peu évolués, humifères, groupe des *Rankers* à profil A-C, correspondant à ce type.

Sur les pentes où les limons de colluvionnement ont une certaine épaisseur, les profils deviennent plus profonds et donnent de bons sols de culture. Voir le schéma 2 avec ses positions P2 et P3, par exemple.

Dans les bas-fonds, près des ruisseaux, un niveau d'eau permanent à partir d'une certaine profondeur provoque des phénomènes de réduction et de gleyfication. Les oxydes ferriques réduits en oxydes ferreux donnent une couleur blanc-bleuâtre à ces horizons hydromorphes.

Lorsque l'hydromorphie est extrême, on assiste alors à la formation de tourbes à *Sphagnum* (position H1 du schéma 2). La classification française fait considérer à part, les sols hydromorphes, nous le verrons plus loin.

Il y a lieu de souligner en Bretagne l'importance des superficies influencées par l'eau. En raison du substratum géologique imperméable et en raison de l'abondance des précipitations, dès que l'écoulement tangentiel des eaux d'infiltration devient insuffisant, l'hydromorphie apparaît avec des horizons blanchis et des tourbes. La cartographie de la commune de Loguivy-Plougras 22 a révélé qu'environ un sixième de la superficie avait des sols influencés par l'eau (3).

LA CLASSIFICATION FRANÇAISE DES SOLS.

Comme dans beaucoup d'autres domaines, les classifications proposées de par le monde sont en perpétuel remaniement. Cer-

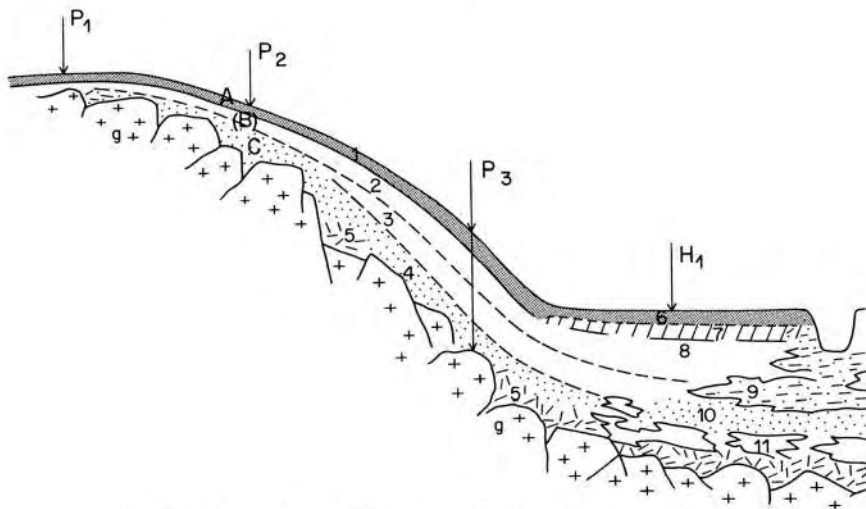


Fig. 2. — Coupe d'un versant de région granitique.

1. Humifère brun-noir — A.
2. Limono-argileux brunâtre — (B).
3. Limono-argileux ocre-roux — (B).
4. Limono-argilo-graveleux (arène argileuse) — C.
5. Graveleux (arène peu argileuse) — C.
6. Tourbe rousse.
7. Tourbe noire.
8. Argilo-limoneux compact, gris-bleu.
9. Gravelo-argileux à granulométrie hétérogène.
10. Zone de transition avec la roche-mère.
11. Arène kaolinisée.

taines prennent pour base le climat, d'autres le chimisme des divers horizons, d'autres encore ces deux facteurs à la fois (classifications mixtes).

La proposition française a été mise au point dès 1938 en vue de l'élaboration de la carte de France au millionième, sous la direction de A. OUDIN. Elle a ensuite été remaniée, à plusieurs reprises, pour tenir compte des plus récents progrès de la science pédologique d'une part, et des tendances nouvelles qui se manifestent dans certaines classifications étrangères d'autre part (4). Nous citerons comme étapes importantes la classification présentée par G. AUBERT et Ph. DUCHAUFOR au VI^e Congrès international de la Science du Sol à Paris en 1956, puis à Gand en 1962.

Aujourd'hui, nous nous basons sur la dernière proposition de la Commission de Pédologie et de Cartographie des Sols (C.P.C.S.) datant de 1967. Cette commission comprend un groupe de personnalités réunies à l'initiative de M. l'Inspecteur général de l'I.N.R.A., G. DROUINEAU. Le document est diffusé par le Laboratoire de Géologie-Pédologie de l'E.N.S.A. de Grignon (Professeur J. BOULAIN), il est le résultat d'un travail de mise au point collectif (5).

Les principes de base de cette classification sont, essentiellement, les suivants : 1) le degré d'évolution du profil marqué par l'apparition d'un horizon B d'altération enrichi en fer et argile, 2) l'altération des minéraux se traduisant par une individualisation croissante des sesquioxydes, 3) le type d'humus qui, nous l'avons vu, conditionne en grande partie l'altération et les migrations.

TABLEAU DES CLASSES

CLASSE	I —	<i>SOLS MINERAUX BRUTS</i> Traces de matière organique dans les 20 cm supérieurs. Désagrégation mécanique seulement.
CLASSE	II —	<i>SOLS PEU EVOLUES - Rankers</i> Sols à profil A C
CLASSE	III —	<i>VERTISOLS</i> Sols très argileux à argiles gonflantes.
CLASSE	IV —	<i>ANDOSOLS</i> Sols volcaniques riches en produits amorphes, les allophanes.
CLASSE	V —	<i>SOLS CALCIMAGNESIQUES - Rendzines</i> Sur roches carbonatées ou très basiques ou gypseuses.
CLASSE	VI —	<i>SOLS ISOHUMIQUES-CHERNOZEMS</i> Sols de steppes, riches en humus, de type très polymérisé et dont la teneur décroît progressivement avec la profondeur. Complexe absorbant saturé en Ca.
CLASSE	VII —	<i>SOLS BRUNIFIES - Sols bruns</i> Humus de type Mull. Le fer libéré par l'altération des minéraux est lié au complexe argilo-humique.
CLASSE	VIII —	<i>SOLS PODZOLISES</i> Humus de type Mor ou Moder. Nous avons vu plus haut les caractéristiques de ces sols.
CLASSE	IX —	<i>SOLS A SESQUIOXYDES - Rouges méditerranéens</i> Individualisation des sesquioxydes de fer ou de manganèse qui confèrent une couleur très accusée : rouge, ocre, rouille ou noire.
CLASSE	X —	<i>SOLS FERRALLIQUES</i> Se développent dans les parties humides de la zone intertropicale. Altération complète des minéraux primaires avec possibilité de minéraux hérités.
CLASSE	XI —	<i>SOLS HYDROMORPHES</i> Accumulation de matières organiques ou présence d'horizons de gley ou de pseudo-gley.
CLASSE	XII —	<i>SOLS SODIQUES</i> Présence de sels solubles de sodium ou de sodium échangeable modifiant la végétation.

Les sols rencontrés en Bretagne entreront ainsi dans quatre Classes : II — Sols peu évolués A C, VII — Sols brunifiés, VIII — Sols podzolisés, IX — Sols hydromorphes auxquelles il conviendrait d'ajouter quelques petites zones de sols calcimagnésiques et de sols sodiques.

CLASSE II

Sous-classe des sols peu évolués humifères.

Groupe des rankers — Sous-groupe des rankers à Moder.

CLASSE VII

Sous-classe des sols brunifiés des climats tempérés humides.

Groupe des sols bruns.

Sous-groupe des sols bruns acides (oligotrophes), pH < 5,5
en B et sous-groupe des sols bruns faiblement lessivés.

CLASSE VIII

Sous-classe des sols podzolisés de climat tempéré.

Groupe des sols ocre-podzoliques à A2 très discontinu et
groupe des sols podzoliques à A2 pas complètement cendreaux et
groupe des podzols.

Sous-groupe des podzols humo-ferrugineux et sous-groupe
des sols humo-cendreaux.

CLASSE XI

1. Sous-classe des sols hydromorphes moyennement organiques.

Groupe des sols humiques à gley (profil A G).

Sous-groupe à humus de type « anmoor acide ».

2. Sous-classe des sols hydromorphes organiques.

Groupe des sols à tourbe.

Sous-groupe des sols à tourbes, oligotrophes, milieu pauvre en bases, pH < 5,5.

CONCLUSIONS

Le climat océanique accusé, la présence de roches très pauvres en bases et la végétation de forêts ou de landes à éricacées se conjuguent pour aboutir à la formation d'une importante quantité de matières organiques acides. Ces matières organiques très acides, de pH voisin de 4,0 altèrent les silicates du substrat minéral en libérant le fer et l'aluminium : c'est le phénomène de la podzolisation. Ce phénomène n'intéresse, le plus souvent, que les couches les plus superficielles des sols mais, sur les roches les plus acides et les plus filtrantes, tels les grès, cette podzolisation évolue jusqu'à la formation d'un horizon cendreaux, appauvri, de plus de 20 cm d'épaisseur. Il s'agit alors d'un « podzol ».

Après la mise en culture des sols podzolisés superficiellement, c'est-à-dire après mélange des matières organiques sur toute la profondeur du labour et après chaulage, ces terres prennent les caractéristiques de « Sols bruns acides ». La matière organique et l'argile décroissent progressivement depuis la base de la couche labourée jusqu'à la rencontre de la roche-mère. En zone schisteuse, il arrive que l'horizon 25-50 cm soit légèrement plus riche en argile que la couche arable par suite du lessivage mais l'indice d'entraînement maximum ne dépasse pas 1,3.

Sur les sols cristallins et schisteux de Bretagne, le phénomène pédogénétique le plus général consiste en une légère podzolisation, le lessivage de l'argile est très faible pour les raisons suivantes : faible taux d'argile, forte acidité qui maintient les colloïdes floculés, chutes de pluie régulières sans précipitations brutales. Les eaux de drainage sont, cependant, importantes et les bases sont entraînées vers les profondeurs en quantités beaucoup plus fortes que dans les régions où les précipitations annuelles restent inférieures à 700 mm. C'est ainsi que l'entretien de la richesse chimique pose des problèmes particuliers en ce qui

concerne la compensation des pertes de potassium, de magnésium et de calcium.

Par ailleurs, les roches-mères font que les sols de la Bretagne occidentale sont bien pourvus en cailloux, graviers et sables grossiers au détriment des éléments fins tels qu'argile et limon. Tout ceci, joint à la richesse en humus, nous donne des terres à très bonne structure grumeleuse favorables aux travaux aratoires en toutes saisons.

BIBLIOGRAPHIE

- (1) COPPENET M. et RAMPON A. (1967) - Contribution à l'étude des sols schisteux et granitiques de Bretagne. Le Bassin versant du Blavet.
Annales Agronomiques, 18, 5, 455-484.
- (2) COPPENET M. (1969) - Les sols de la Galice comparés aux sols de la Bretagne occidentale.
Science du Sol, 2^e semestre, 43-56.
- (3) ROBELIN M., COPPENET M. et M^{me} HÉLIAS M. (1957) - Etude et cartographie des sols d'une commune des Côtes-du-Nord : Loguivy-Plougras.
Annales Agronomiques, 3, 433-463.
- (4) DUCHAUFOUR Ph. (1965) - Précis de pédologie.
Vol. 1, 481 p., 2^e édition, Masson et C^{ie} éd., Paris.
- (5) CLASSIFICATION DES SOLS (1967) - Travaux de la Commission de Pédologie et de Cartographie des Sols (C.P.C.S.), 1963-1967. Diffusé par le Laboratoire de Géologie-Pédologie de l'E.N.S.A. de Grignon - Professeur J. BOULAIN.