

A PROPOS DE LA VALEUR DIAGNOSTIQUE DE SEGRÉ-  
GATIONS PLASMIQUES ET FERRIQUES DANS DES  
SOLS HYDROMORPHES DEVELOPPES SUR DES  
MATERIAUX LIMONEUX

J. C. Begon (1)

Les ségrégations ferriques sont les traits pédologi -  
ques les plus couramment utilisés dans le diagnostique de  
l'hydromorphie. On les décrit en termes de nature, for -  
mes et dimensions, abondance et répartition, afin d'esti -  
mer comment et dans quelle partie du solum se manifestent  
des phénomènes d'engorgement par l'eau.

Dans certains sols hydromorphes, les ségrégations fer -  
riques peuvent prendre une importance telle, dans une  
partie du solum, qu'elles permettent de définir des hori -  
zons caractéristiques. En cherchant à établir des homolo -  
gies entre ces divers horizons caractéristiques, on devrait  
arriver à sélectionner des critères qui soient spécifiques  
des processus responsables de leur formation. Il serait  
alors possible de définir de véritables horizons diagnosti -  
ques.

Dans une telle démarche, il faut tenir compte non seule -  
ment de l'histoire des sols, mais aussi de l'effet que peu -  
vent avoir sur la migration et la précipitation des argiles  
et des sesquioxides tel mécanisme physique ou chimique,  
telle structure particulière du matériau originel, ou telle  
situation topographique dans un contexte pédologique donné.

La micromorphologie apporte déjà un élément de répon -  
se. Des critères de valeur générale permettent notamment  
de distinguer les traits pédologiques formés in situ de  
ceux qui sont hérités, en précisant si ces derniers ré -  
sultent d'un transport sur une longue distance ou provien -  
nent seulement d'un autre horizon du solum. D'autres  
critères permettent, par ailleurs, de reconnaître des for -  
mes liées à des phénomènes de soustraction ou d'accumu -  
lation.

(1) Service d'étude des sols et de la carte pédologique de France  
C. N. R. A. VERSAILLES - FRANCE

## SEGREGATIONS PLASMIQUES ET FERRIQUES

Il existe cependant de nombreuses convergences de faciès qui doivent inciter à la plus grande prudence. Dans l'exemple que nous traitons ici - de sols hydromorphes du sud-ouest de la France, nous avons tenté de dresser un inventaire exhaustif des ségrégations ferriques (et des concentrations plasmiques qui leur sont associées), en essayant d'expliquer leur genèse et d'établir des liens de filiation entre certaines d'entre elles.

Une interprétation est proposée par ailleurs pour expliquer la différenciation d'horizons ferrugineux dans les sols étudiés.

### I - LES SOLS

Ils couvrent le vaste complexe de terrasses anciennes des grandes vallées d'Aquitaine, en particulier de la Garonne et ses affluents principaux.

Bien que ces sols n'aient pas tous la même ancienneté (les plus jeunes datant du Würm, les plus vieux des glaciaires Mindel-Günz), ils présentent des caractéristiques constantes. Le matériau originel est constitué par un limon d'épaisseur variable, reposant sur une alluvion grossière où dominent les éléments cristallins et cristallophylliens issus des Pyrénées (cf. la description de ces sols, BEGON, 1. 972).

Au terme de leur évolution, les sols présentent la même succession d'horizons pédologiques. Cependant, ils peuvent avoir des morphologies suffisamment différentes pour qu'on puisse les classer en trois grands types: des sols lessivés glossiques hydromorphes, des sols lessivés planosoliques (hydromorphes par définition), et des sols hydromorphes vrais à accumulation de fer en carapace.

Il semble bien qu'un même sol ait pu ressortir successivement, au cours de son histoire, à chacun de ces trois types morphologiques. Mais il est encore plus probable que son évolution vers l'un ou l'autre type ait été com -

mandée par les caractéristiques qu'avait au départ le matériau originel: limons épais dans le cas de sols lessivés glossiques, présence d'un substrat argileux ou différenciation d'un fragipan dans le cas de sols planosoliques, limons peu épais dans le cas de sols à accumulation de fer en carapace.

D'un type à l'autre, on note les différences suivantes:

- l'horizon éluvial  $A_2$  est de plus en plus clair, tandis que les nodules ferriques se font plus petits, moins nombreux et plus indurés.
- Le sommet de l'horizon argillique Btg se situe de plus en plus bas dans le solum: au sein du manteau limoneux pour les deux premiers types, au sein même de l'alluviation grossière sous-jacente pour le troisième.
- En même temps, l'horizon Beg s'enrichit en sesquioxydes, dans sa masse et singulièrement à son sommet pour les deuxième et troisième types. Dans ce dernier, l'en-croûtement ferrugineux se forme donc au sein même de l'alluvion grossière (le "grep" du pays toulousain).
- Corrélativement, le contact entre horizons  $A_2$  et Btg est de plus en plus abrupt et rectiligne.

## II - ORGANISATION GENERALE DES TRAITS PEDOLOGIQUES.

Nous nous intéressons ici essentiellement aux horizons d'accumulation argilo-ferrique (horizons Btg et carapace ferrugineuse) et aux horizons de transition, de type  $A_{3g}$  et  $B_{1g}$ .

- a) - A l'oeil nu, on distingue une mosaïque de zones claires et de zones d'un rouille plus ou moins intense. Entre les horizons éluviés, entièrement blanchis, et les greps cuirassés uniformément brun-rougeâtre, les proportions relatives entre zones claires et rouille

## SEGREGATIONS PLASMIQUES ET FERRIQUES

sont évidemment variables suivant qu'on se situe près de l'un ou l'autre de ces deux sortes d'horizons.

- b) - A faible grossissement, les types d'organisation observés permettent de penser que les alternances de des séchement-humectation, et surtout les activités de la faune du sol (des lombriciens notamment) jouent un rôle déterminant.

Aux premières, il faut attribuer les fentes jointives et les nombreuses fentes déviées qui recoupent indifféremment zones claires et zones rouille.

Les figures pédologiques attribuables à la faune du sol sont essentiellement de trois types:

- des striotubules, très nombreux, qui s'emboîtent ou se recoupent; les uns très évasés, d'autres, au contraire, étroits et tout en longueur.
- des granotubules et des isotubules, peu nombreux.
- des zones glébulaires, assez nombreuses et de forme parfaitement sphérique, qui ne se distinguent guère du fond matriciel que par l'arrangement concentrique des vides à leur périphérie. En fait, on peut observer, çà et là, que ces zones glébulaires sont parfois prolongées à leur partie supérieure par des chenaux verticaux aux parois revêtues de cutanes. Aussi y voyons-nous des terriers d'estivation de lombriciens, comblés par du matériau grossier emprunté au squelette. Ces figures s'apparentent donc à des tubules, mais elles ont par ailleurs une conformation de nodule, c'est pourquoi nous les appellerons ici "pseudo-nodules".

L'ensemble de ces figures s'observe dans toute la masse des horizons, mais dans des proportions qui sont variables. Les zones glébulaires sphériques dominent dans les horizons de transition, surtout dans les sols planosoliques où les lombriciens ont sans doute du mal

à pénétrer les horizons d'accumulation trop compacts. Les isotubules, et singulièrement les striotubules, dominent dans les horizons Bt. Enfin, toutes ces figures se font plus rares dans les horizons ferrugineux indurés.

D'une façon générale, toutes ces formes sont (ou étaient) renouvelées périodiquement, chaque génération nouvelle venant se surimposer aux plus anciennes en les détruisant partiellement.

Nous pensons que ces renouvellements constants sont dus au fait que les terriars et chenaux construits par la faune du sol sont aussitôt comblés par un matériau très instable, et sans doute au fait que les lombriciens sont obligés à une activité plus intense dans des sols où les alternances de sécheresse et d'excès d'eau sont peu tamponnées.

C'est en fait le rythme de ces renouvellements liés à la faune du sol qui commande la répartition, la forme et le devenir des autres traits pédologiques: les concentrations et séparations argileuses, d'une part, les ségrégations ferriques, d'autre part.

### III - LES CONCENTRATIONS ET SEPARATIONS ARGILEUSES

(et les ségrégations ferriques qui leur sont associées).

#### 1°) Les horizons argiliques:

a) - Dans les zones appauvries en fer.

Ce sont les horizons intermédiaires, et surtout les plages claires qui "zèbrent" les horizons Bt. Le renouvellement rapide des striotubules y est responsable d'une organisation particulière.

Aussitôt que formés sur des chenaux ou des fentes, les cutanes sont laminés et se résolvent en gros papules allongés; eux-mêmes pouvant se fragmenter trans -

## SEGREGATIONS PLASMIQUES ET FERRIQUES

versalement en petits papules aciculaires de la taille du limon fin. Parallèlement, le plasma se concentre dans la matrice en formant des domaines également de forme allongée.

C'est ainsi que dans l'ensemble de la matrice l'arrangement plasmique est de type skel-lattiseptique. Cependant, de nombreux papules et séparations plasmiques se concentrent au voisinage des fentes et des fronts de striotubules, en formant des néocutanes, voire des cutanes de contrainte qu'il est difficile de distinguer des cutanes vrais.

b) - Dans les zones de la matrice imprégnées de fer (les plages rouille).

On y retrouve le même ordonnancement des papules et domaines plasmiques, mais les contraintes mécaniques étant moindres ceux-ci sont de plus grande taille et moins nombreux (arrangement biorthomaseptique à lattiseptique). En même temps, les cutanes sur chenaux peuvent atteindre une certaine épaisseur avant d'être intégrés à la matrice sous forme de gros papules ou de plages rubanées à formes convolutées (photo 1). Quand ils sont encore en place, ce sont des ferriagilanes, fortement orientés et de structure litée, localement interstratifiés avec des squeletanes et des sesquanes. Certaines coupes suggèrent que ces deux derniers types de cutanes ne correspondent pas à des épisodes particuliers qui auraient alterné avec les phases de dépôt de l'argile. Ils nous semblent provenir davantage d'une intrusion dans les vides qui apparaissent entre les lits d'argile au moment où ils se séparent les uns des autres sous l'effet de contraintes mécaniques ou d'un dessèchement du sol. Le dépôt de sesquanes, en particulier, pourrait être le fait de solutions circulant le long du chenal mais à l'intérieur même des vides décrits ci-dessus (écoulement de type hypodermique). Au demeu-

rant, la lumière même des chenaux est la plupart du temps partiellement comblée de papules aciculaires, et surtout de petits agrégats arrondis qui vont pouvoir migrer ainsi en profondeur. A la limite, ces chenaux deviennent des isotubules.

2o) Les horizons d'accumulation préférentielle en sesquioxides (fer et manganèse).

Il s'agit : du sommet concrétionné de l'horizon argilique des sols planosoliques (Bcn) et des niveaux en croûtes des sols hydromorphes proprement dits (II m).

Les sesquanes prennent une plus grande importance. Le dispositif précédemment décrit se retrouve ici, avec, en plus, des sesquanes vrais qui ont été déposés postérieurement aux argilanes.

De tels sesquanes tapissent également des chenaux assez fins qui recourent à la fois des plages d'argile déjà intégrée dans le fond matriciel et des ferriargilanes en voie de dissociation. Il semble bien, alors, que les sesquanes qui sont interstratifiés à ces derniers puissent provenir également d'une alimentation latérale en fer et manganèse (photo 2). Lors de la désagrégation complète des cutanes et de leur intégration à la matrice, ces sesquanes interstratifiés conservent plus longtemps leur forme originelle en raison de leur rigidité mécanique. Ils dessinent ainsi un treillis de longues aiguilles noires, superposé au fond matriciel (photo 3). Ils vont cependant se fragmenter progressivement en même temps que leurs limites deviennent plus diffuses, et il n'en restera finalement que des taches noires qu'une analyse trop rapide ferait classer en accrétiens ou cristallites.

Quant aux ferriargilanes, ils deviennent grisâtres, prennent un aspect fluidal et deviennent moins réfringents, avec une extinction par plages et non plus striée.

## SEGREGATIONS PLASMIQUES ET FERRIQUES

Le phénomène peut affecter d'emblée la totalité du cutane (photo 4), ou n'intéresser d'abord que des portions de celui-ci.

C'est peut-être la raison pour laquelle on aboutit finalement à un fond matriciel s'éteignant irrégulièrement par plages au contour tantôt angulaire, tantôt hémicirculaire.

En fait, on constate à plus fort grossissement une extinction striée qui se fait perpendiculairement aux limites de plages. Elle correspond à une structure particulière de ces plages, en cristallites aciculaires.

En même temps, il semble que des éléments plasmiques puissent se détacher de ce fond matriciel d'un type particulier et tomber dans la lumière des chenaux. Ce sont des glomérules de forme ovoïde (photo 5). Ils présentent à leur périphérie un film plasmique, très fin et bien orienté, dont la couleur jaune clair contraste avec la couleur grisâtre du glomérule (on ne sait dire s'il s'agit d'un film cutanique ou d'une biréfringence plus forte due à une meilleure orientation du plasma, peut-être sous l'effet de forces de tension superficielle). Au demeurant, il semble que ces glomérules puissent être réintégrés par la suite dans le fond matriciel après une courte migration dans la lumière du chenal.

L'origine de cette perte de biréfringence et cet éclaircissement de la matrice doivent-ils être interprétés comme le résultat d'une simple réorganisation ou d'une ségrégation très poussée des éléments constitutifs de l'argile ? Seule une analyse à la microsonde de Castaing et au microscope à balayage permettra de lever l'indétermination. Signalons seulement qu'un phénomène comparable a été signalé dans des sols lessivés hydromorphes du bassin parisien, développés sur limon loessique (Jammagne, 1.973).

En outre, on observe dans les vides des horizons encroûtés ( et peut-être dans les chenaux du Btg) des re-

vêtements épais presque entièrement constitués de microdomaines plasmiques aciculaires (photo 6). Ces revêtements peuvent d'ailleurs se voir "imprégnés" de solutions ferriques provenant, semble-t-il, autant du fond matriciel que de la lumière des vides. A la limite, ceux-ci peuvent être totalement occlus.

L'origine de ces domaines aciculaires peut-être triple :

- soit des micropapules argileux provenant des horizons supérieurs du solum,
- soit des fibrilles provenant de la dissociation des plaques matricielles que nous venons de décrire,
- soit des inclusions libérées par l'altération de minéraux.

Nous penchons pour la première hypothèse dans la mesure où des papules argileux sont déjà effectivement présents dans les vides des horizons supérieurs.

#### IV - LES GLEBULES SESQUIOXYDIQUES.

Les catégories que nous distinguerons ci-après n'ont pas valeur de classement. Nous ne les introduisons ici que pour la commodité de l'exposé.

##### 1°) Nodules associés à des tubules.

Dans tous les cas observés on retrouve le même phénomène : tout ou seulement une partie du tubule est imprégné de sesquioxides. La zone ainsi imprégnée acquiert une rigidité mécanique plus grande que celle de la matrice, en sorte que les forces de cisaillement qui affectent le sol en permanence provoquent des phénomènes de rupture à la périphérie ou à l'intérieur même de cette zone. Des éléments arrondis s'individualisent qui peuvent ensuite migrer dans la masse du sol.

- a) - Les formes associées aux pseudo-nodules.

## SEGREGATIONS PLASMIQUES ET FERRIQUES

Ceux-ci ont été interprétés précédemment comme des chambres d'estivation de lombriciens. Nous avons vu en effet que certains d'entre eux sont manifestement raccordés à des chenaux dans lesquels peuvent circuler des solutions chargées en argile et en sesquioxydes. Ils sont ordinairement sphériques, parfois réniformes quand ils sont partiellement "digérés" par la formation d'une nouvelle chambre. Le mode d'arrangement de leur squelette est soit de type indifférencié, soit de type concentrique. Ils sont le plus souvent cernés à leur périphérie par des vitres concentriques et des cutanes complexes très peu biréfringents.

D'une façon générale, leur fond matriciel semble imprégné uniformément par les sesquioxydes, et leur squelette est analogue à celui du fond matriciel environnant. Cependant, de nombreuses coupes font penser que l'imprégnation sesquioxydique commence par la périphérie des glébules avant d'envahir progressivement le centre (photo 7). En effet, le nodule comporte le plus souvent un cerne plus sombre à son pourtour. Ceci devrait en principe le faire considérer comme une concrétion dans la terminologie de R. Brewer, mais le phénomène est ici suffisamment discret pour que nous parlions encore de nodule ou de "pseudo-concrétion", ce qui ne sera pas toujours le cas (cf. § concrétions).

### b) - Les formes associées à des tubules .

- Un premier cas est celui des striotubules.

Quand le striotubule est étroit, en forme de doigt de gant, les sesquioxydes s'accumulent surtout à son extrémité. Celle-ci va se détacher en constituant un nouveau glébulé, plus petit mais individualisé (photo 8). Il ne diffère du type précédent que par sa forme, vaguement triangulaire ou quadrangulaire avec des angles très arrondis.

dis, et une plus grande opacité de la matrice allant de pair avec une densité apparemment moindre du squelette.

Quand le striotubule est large, la partie imprégnée est beaucoup plus importante. Elle dessine une forme plus ou moins large et refermée (figure du type "Botryofdal"), se résolvant en glébules arrondis, présentant les mêmes caractéristiques que précédemment (photo 9).

Ce dispositif particulier tient au fait qu'un nouveau striotubule ou une nouvelle chambre d'estivation vient fatalement s'emboîter dans le striotubule déjà en place, ne laissant subsister que sa périphérie imprégnée de sesquioxides.

- Un deuxième cas est celui où la matrice est imprégnée de sesquioxides au contact d'un isotubule. La frange ainsi imprégnée se résout également en glébules arrondis (photo 10).

## 2°) Nodules accrétionnaires dans la matrice.

Nous désignons par là des glébules encore reliés, à l'évidence, au fond matriciel dans lequel ils se sont formés.

Nous en distinguons deux sortes :

### a) - Des nodules sans traits pédologiques importants.

Ils sont généralement soit de petite taille et de forme arrondie, avec une limite nette (type amygdaloïde), soit de grande taille avec des formes irrégulières et des limites légèrement diffuses.

Dans les premiers, les quartz anguleux se détachent nettement sur un fond totalement opaque (photo 11). Quant aux seconds, on observe clairement, sur certains d'entre eux, que leur squelette a bien la même densité que celui de la matrice environnante, mais qu'il est en voie d'être totalement opacifié, d'abord à la périphérie du glébule, puis au centre.

(Le dispositif grossièrement concentrique que présentent ainsi ces glébules ne justifient pas à nos yeux l'appella -

## SEGREGATIONS PLASMIQUES ET FERRIQUES

tion de concrétions, mais seulement de pseudo-concrétions.

Il est très fréquent que le glébulé, au cours de sa croissance, rencontre un gros quartz fendillé. Les sesquioxides exploitent alors les fissures du quartz et contribuent grandement à "l'éclatement" de ce dernier (photo 12).

De même, il arrive que des chenaux soient entièrement intégrés avec leurs revêtements argileux. Ceux-ci sont entièrement imprégnés de sesquioxides et prennent une couleur rougeâtre (photo 12).

Certaines zones glébulaires ont la forme d'un triangle allongé, dont la base la plus courte s'appuie sur la face inférieure de gros quartz (photo 13). Ce sont les reliques de zones primitivement plus étendues qui ont été "rabotées" par les descentes de squelette dans les tubes.

Ces figures sont souvent fréquentes dans les horizons intermédiaires.

### b) - Des nodules comportant des domaines argileux importants.

Dans un fond matriciel riche en vestiges d'anciens cutanes (papules argileux) et légèrement induré, des portions de matrice s'individualisent en prenant une forme sphérique. Le vide qui apparaît à la périphérie est envahi par des sesquioxides qui vont ainsi accélérer l'individualisation de ce nouveau nodule (photo 14). A l'intérieur, les papules argileux ont un aspect rubanné et leur disposition n'est pas référée au contour du nodule. Ici encore, nous préférons parler de "pseudo-concrétions".

### 3°) Nodules associés à des chenaux.

Quelques chenaux sont bordés de néosesquanes

particulièrement larges et très opaques. Le dispositif peut être complété par l'occlusion complète de la lumière du chenal par des gels sesquioxydiques, l'opacité de ce type particulier de sesquane (probablement un manganèse) pouvant alors être totale (photo 15). Ici encore, il n'est pas interdit de penser que ces ségrégations sesquioxydiques soient également susceptibles de "libérer" des éléments glébulaires de forme arrondie.

#### 4<sup>o</sup>) Glébulles reliques.

Nous désignons par là des glébulles qui ne sont plus associées actuellement aux ensembles dont ils faisaient partie. Ce sont:

- des quartz ferruginisés qui étaient sans doute associés à des zones glébulaires sesquioxydiques.
- des papules argileux, imprégnés de sesquioxydes vestiges d'anciens ferriargilanes associés à des chenaux.
- des nodules de forme ovoïde à lamellaire, qui présentent encore une structure typique de racine. (Dans les horizons encroûtés, ces reliques sont localement disposées en chapelet. Il s'agit donc bien de racines épigénisées in situ et non pas de reliques transportées).
- des nodules sphériques et parfaitement opaques, contenant encore quelques quartz (photo 16). Ils peuvent fort bien provenir de toutes les formes précédemment décrites, que leur rotundité et l'opacité de leur fond matriciel soient d'origine ou acquises postérieurement. Notons seulement que les cas où il nous semble de façon probante que la rotundité des glébulles est acquise postérieurement s'observent plus couramment dans

## SEGREGATIONS PLASMIQUES ET FERRIQUES

les horizons Bt, là où s'exercent les mouvements de brassage les plus intenses.

Les deux derniers types décrits sont le plus souvent dernés de séparations plasmiques importantes et très biréfringentes, cet enrobage étant probablement dû à un mouvement de rotation des glébules au sein même du fond matriciel.

### 5e) Concrétions.

On les trouve essentiellement dans les horizons encroûtés.

Elles sont de trois types:

- a) - Des concrétions où l'on reconnaît des domaines plasmiques orientés, disposés de façon grossièrement concentrique.

Ils semblent avoir une triple provenance:

- dans le cas le plus fréquent, il s'agit de ferrugineuses qui sont intégrés progressivement dans une zone glébulaire s'accroissant par accréation à partir de la lumière des chenaux.
- un cas voisin serait celui où des séparations plasmiques disposées à la périphérie de glébules sphériques se trouveraient englobés au cours de la croissance (paraccréation) de ces glébules. On peut alors imaginer que si les mouvements de rotation du glébulé dans le fond matriciel favorisent à nouveau l'accumulation à leur périphérie de séparations plasmiques, on puisse à la limite arriver à une structure en anneaux concentriques correspondant à plusieurs phases d'accumulation - accréation.
- une autre origine, assez probable, est l'intégration par accréation des cutanes complexes qui cernent le front des striotubules étroits. Les

nodules qui s'en détachent (cf. plus haut) "de-  
viennent" ainsi des concrétions (photo 17). (cf.  
ci-après).

Les domaines plasmiques intégrés conservent une  
couleur relativement claire dans les horizons d'accumula-  
tion argilo-ferrugineux. En revanche, ils prennent une cou-  
leur rougeâtre quand il s'agit de concrétions appartenant  
à un encroûtement ferrugineux. Ce sont ces mêmes do-  
maines rougeâtres que l'on retrouve dans les encroûte-  
ment à cimentation continue, mais on ne peut plus distin-  
guer les contours des concrétions.

b) - Des concrétions comportant à leur périphérie  
un cerne sesquioxydique plus sombre et bien  
délimité.

- La forme grossièrement triangulaire de certai-  
nes de ces concrétions et la disposition plutôt  
concentrique de leur squelette nous font penser  
qu'il s'agit là encore d'anciennes extrémités de  
striotubules (photo 17).
- d'autres, en revanche, sont d'anciens pseudo-  
nodules ou chambres d'estivation de lombriciens  
(cf. plus haut). Ils sont parfaitement sphériques  
et comportent souvent un noyau silteux blanchâ-  
tre. On les trouve essentiellement au sommet  
d'horizons compacts de type fragipan, dans des  
situations topographiques où la circulation laté-  
rale d'eaux chargées en sesquioxydes a favori-  
sé un "piégeage" de ces éléments à leur péri-  
phérie. Dans le cas extrême où ces nodules  
sont pratiquement coalescents, on peut alors  
avoir un horizon encroûté d'un type particulier,  
homologue des horizons encroûtés qui se for-  
ment ordinairement au sommet de l'alluvion gro-  
ssière sous-jacente (le grep du pays toulousain).

## SEGREGATIONS PLASMIQUES ET FERRIQUES

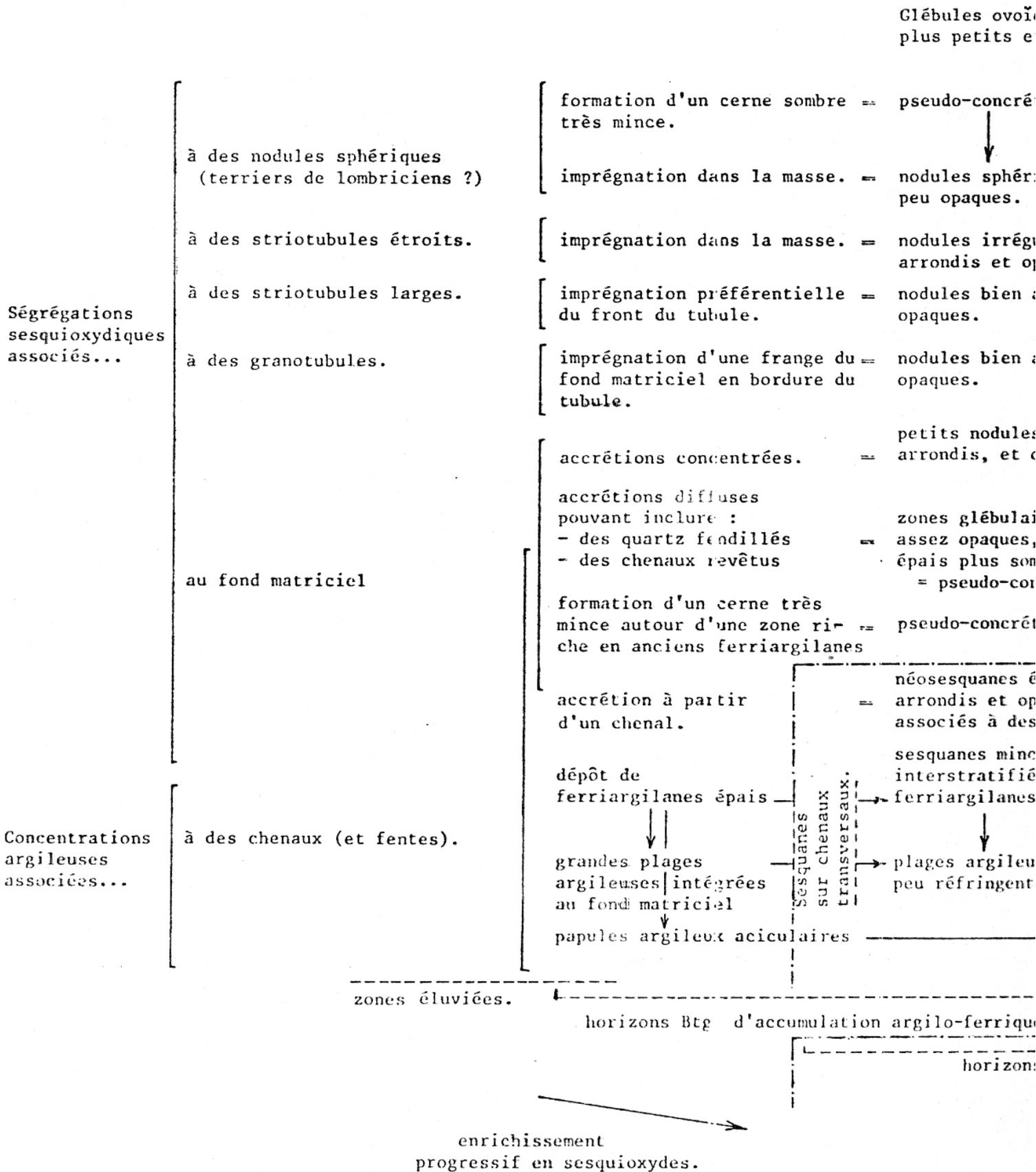
- c) - Des concrétions, plus rares, comportant à leur périphérie un cerne plus clair, limoneux, mais adhésif.

Les observations faites sur le terrain nous conduisent à penser qu'il s'agit d'anciens nodules ou concrétions en voie de déferrisation, en particulier au niveau des horizons encroûtés.

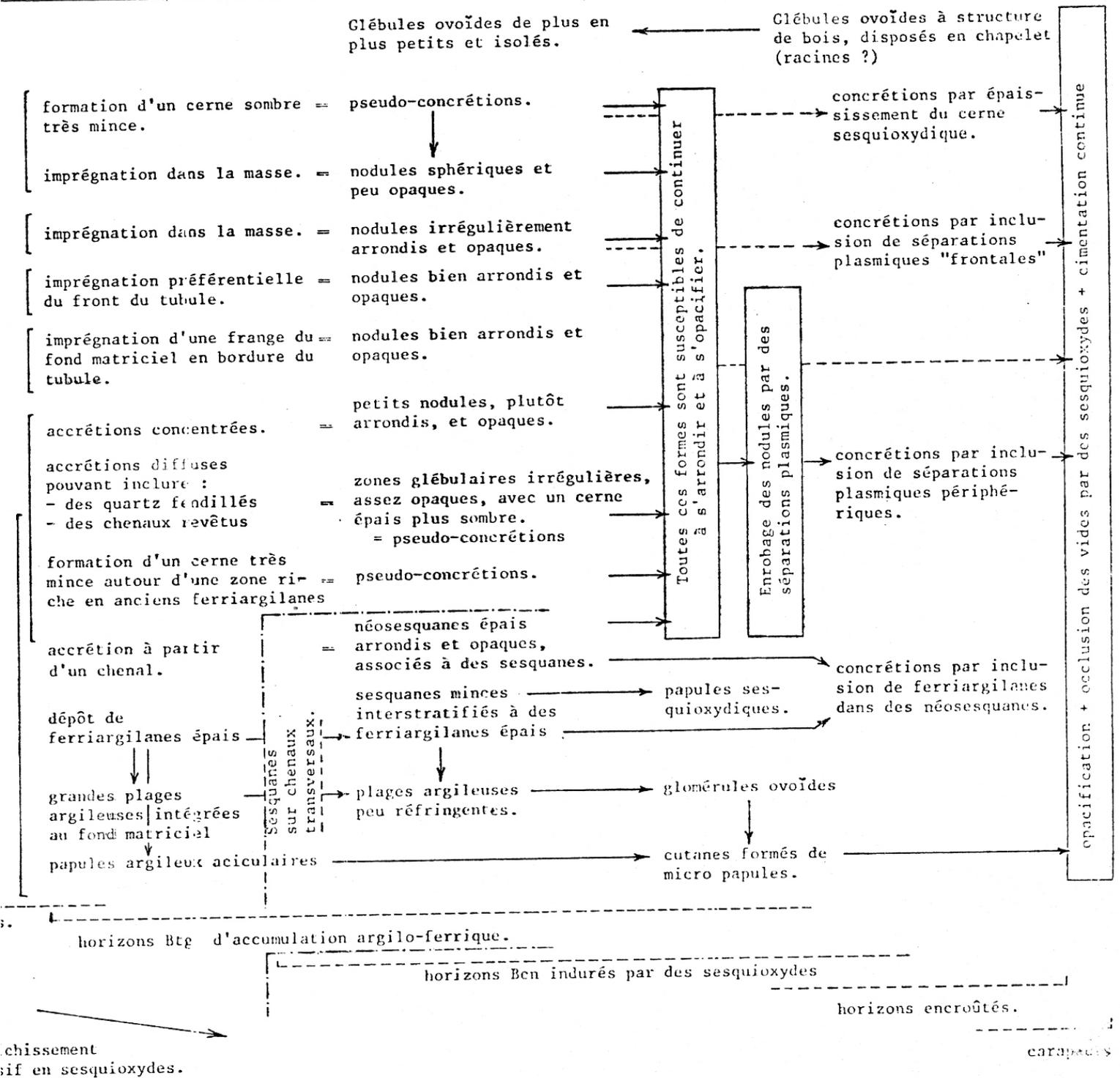
- d) - Encroûtements ferrugineux en carapace.

Toutes les structures précédemment décrites sont totalement imprégnées de sesquioxides. Dans un fond matriciel opaque, undulique à isotique, on remarque ici et là quelques plages rougeâtres, correspondant à d'anciens ferriargilanes, et des plages de grains de squelette dont la disposition plus ou moins concentrique évoque d'anciens tubules ( photo 18).

LES MODES LES PLUS PROBABLES DE FORMATION ET D'ÉVOLUTION DES SÉGRÉGATIONS



# S DE FORMATION ET D'ÉVOLUTION DES SÉGRÉGATIONS ARGILEUSES ET SESQUIOXYDIQUES



## INTERPRETATIONS ET CONCLUSIONS.

Il ressort de ce qui précède que l'organisation générale des sols étudiés est sous l'étroite dépendance de deux types de facteurs:

- Des facteurs que l'on pourrait qualifier d'actifs. Ce sont : d'une part, des mouvements de brassage provoqués par l'activité d'animaux fousseurs et, vraisemblablement, par des alternances de retrait-gonflement ; d'autre part, les déplacements de l'argile et des sesquioxydes, dont la dynamique dépend étroitement du degré de décomplexation et de ségrégation qui interviennent entre ces éléments dans un contexte d'hydromorphie.

- Des facteurs que nous appelons passifs. Ce sont: d'une part, la plus ou moins grande résistance que des organisations déjà en place opposent aux mouvements de brassage, suivant leur structure interne et leur degré d'induration par les sesquioxydes; d'autre part, le rôle que ces mêmes organisations peuvent jouer vis à vis de solutions circulantes chargées en argile, fer et manganèse : un rôle de canal de transit dans le cas de chenaux et de fentes; un rôle de piège, soit chimique (les zones déjà indurées sont des points de fixation préférentielle pour le fer et le manganèse de la solution du sol), soit physique (cas des tubules dont le dessin en "cul-de-sac" favorise les accumulations de sesquioxydes et peut-être de l'argile).

L'importance relative que ces facteurs prennent les uns par rapport aux autres n'est pas la même dans les différents horizons du sol, ni entre sols d'une même séquence.

Il en résulte que telles structures pédologiques n'auront pas toujours la même configuration, si bien qu'on les décrira comme des traits micromorphologiques différents suivant l'endroit où on les observe. Ainsi les nodu

## SEGREGATIONS PLASMIQUES ET FERRIQUES

les arrondis, que nous interprétons comme des chambres d'estivation de lombriciens, sont-ils désignés comme des "nodules normaux" dans les horizons  $A_2$  et comme des concrétions quand ils sont pris dans un horizon encroûté par des sesquioxydes. De même les striotubules étroits, décrits comme tels dans les horizons éluviés, mais qui se résolvent en nodules sesquioxydiques dans l'horizon Bt et en concrétions dans les horizons encroûtés.

Le corollaire en est qu'il peut se produire des convergences de faciès. Ainsi les nodules arrondis riches en sesquioxydes peuvent-ils provenir d'origines très diverses, ce qui leur enlève beaucoup de leur valeur diagnostique.

Il est déjà possible de caractériser les divers horizons d'un sol en décrivant les traits micromorphologiques en termes de forme, abondance, présence/absence. Mais cela ne suffit pas en raison des phénomènes évoqués plus haut. Il convient donc de préciser également le mode de formation ou de disparition des traits micromorphologiques que l'on décrit et de dire s'ils sont "reliques" ou "fonctionnels".

C'est cet ensemble d'observations que nous avons réunies dans un tableau synoptique. Nos n'en repreneons ci-dessous que les points essentiels:

- Les horizons éluviés sont caractérisés par la très nette dominance de nodules sphériques dont l'organisation interne ne diffère en rien de celle du fond matriciel ("normal nodules"). On peut penser que ce sont d'anciennes chambres d'estivation de lombriciens.

- Les horizons Bt sont caractérisés à la fois: par la formation de nodules sesquioxydiques provenant d'une désagrégation des striotubules, par l'importance des ferrirégilanes associés aux chenaux, et enfin par un arrangement plasmique de type vo-skel-lattiseptique.

- Les horizons Bcn proprement dits sont caractérisés:

par l'abondance de sesquanes associés à des ferriargilanes, par la transformation que subissent ces ferriargilanes en des domaines plasmiques peu réfringents ( qui se résoudreont partiellement en glomérules arrondis susceptibles de tomber dans la lumière des chenaux), enfin par des accrétions importantes dans le fond matriciel.

- Les horizons encroûtés sont caractérisés : par l'importance des accrétions qui affectent simultanément la matrice et le squelette, par l'abondance des produits sesquioxydiques qui occluent la lumière des chenaux, par la formation de concrétions par intégration de concentrations et séparations plasmiques, par la formation de cutanes constitués de débris très fins (papules argileux et grains de squelette).

Nous plaçant à un niveau de synthèse plus élevé, on voit que chaque horizon est simultanément le siège de phénomènes de départ et accumulation, de phénomènes d'agradation et dégradation. Le but ultérieur de nos travaux sera à la fois de préciser le sens de l'évolution dominant pour chacun de ces horizons et d'analyser la nature des liaisons entre argiles et sesquioxydes.

## SEGREGATIONS PLASMIQUES ET FERRIQUES

### LEGENDES DES PHOTOGRAPHIES

- Photo 1. - lumière polarisée. Horizon de type Bcn.  
Anciens ferriargilanes (a) intégrés dans le fond matriciel. Noter les petits chenaux revêtus de sesquanes (s) et le glébulé sesquioxydique (g). Ce dernier comporte une protubérance qui pourrait correspondre à un tronçon d'ancien chenal.
- Photo 2. - lumière analysée. Horizon de type Bcn.  
Ancien ferriargilane à structure litée, recoupé par un chenal. Des sesquanes (s) tapissent les parois du chenal et les vides qui apparaissent entre les lits argileux (sesquanes d'interstratification). Remarquer (en v) un vide non encore revêtu.
- Photo 3. - lumière analysée. Horizon de type Bcn.  
D'anciens sesquanes d'interstratification (s) se trouvent libérés par suite d'une dissociation des cutanes argileux (a) qui les renfermaient.
- Photo 4. - lumière analysée. Horizon de type Bcn.  
Ferriargilanes (a) en voie d'intégration dans le fond matriciel. Ils perdent progressivement leur extinction striée et leur biréfringence (deux stades : b, puis c).
- Photo 5. - lumière polarisée. Horizon de type Bcn.  
Ferriargilanes (a) associés à un chenal, se résolvant en des glomérules arrondis et peu birefringents (g). Remarquer à leur périphérie le film plasmique bien orienté.
- Photo 6. - lumière polarisée. Horizon encroûté.  
Superposition d'un squeletane (s) et d'un cutane complexe (c) contenant en mélange des grains très fins de squelette et des micropapules argileux. En bordure de la lumière du vide, les papules sont disposés parallèlement (p), d'où une extinction striée.

- Photo 7. - lumière polarisée. Horizon de type A3g.  
Nodules arrondis (chambres de lombriciens ?) pré  
sentant à leur périphérie un cerne sesquioxydique  
(s).
- Photo 8. - lumière polarisée. Horizon B2tg.  
L'extrémité d'un striotubule va s'individualiser et  
devenir un nouveau glébulé sesquioxydique (g). Re  
marquer sa forme grossièrement quadrangulaire  
et la concentration de plasma (p) à sa périphérie.
- Photo 9. - lumière polarisée. Horizon B2tg.  
Une nouvelle arrivée de matériau plasmique(p) ne  
laisse subsister de l'ancienstriotubule large que  
sa bordure (s) sans doute plus riche en sesquioxy  
des. Celle-ci se fragmente en glébulés arrondis  
(g).
- Photo 10. - lumière polarisée. Horizon B2tg.  
En bordure des tubules, une frange étroite du fond  
matriciel hôte se voit davantage imprégnée par les  
sesquioxides. Elle finit par se fragmenter (f) et  
donne des glébulés sesquioxydiques (g) d'opacité  
variable.
- Photo 11 .- lumière polarisée. Horizon B2tg.  
Deux glébulés sesquioxydiques issus d'une accré  
tion dans le fond matriciel. On remarquera l'arron  
di de l'un d'entre eux (g) qu'il faut sans doute  
attribuer aux mouvements de brassage du fond ma  
triciel.
- Photo 12 .- lumière polarisée. Horizon de type Bcn.  
Zone glébulaire sesquioxydique adossée à un gros  
quartz fracturé. On remarquera : les inclusions  
des sesquioxides (s) dans les fractures du quartz,  
les chenaux revêtus de ferriargilanes (a) intégrés  
dans le glébulé, les grains du squelette (q) plus  
gros dans le glébulé que dans le fond matriciel en  
vironnant. La limite du glébulé est rectiligne, en

## SEGREGATIONS PLASMIQUES ET FERRIQUES

raison d'un effet de rabotage, et de nombreuses séparations plasmiques (p) lui sont associées.

Photo 13. - lumière polarisée. Horizon B2tg.

Relique d'une ancienne zone glébulaire protégée vers le haut par un gros quartz (q). Ses côtés sont rabotés par des mouvements de descente de matériaux et sont bordés de séparations plasmiques (p).

Photo 14. - lumière polarisée. Horizon B2tg.

Un glébulite arrondi se différencie dans le fond matriciel. Il comporte d'importantes inclusions argileuses (a) et un cerne sesquioxydique (s).

Photo 15. - lumière polarisée. Horizon encroûté.

Glébulite sesquioxydique (g) référé à un chenal. La lumière du chenal est elle-même occlue entièrement (s).

Photo 16. - lumière analysée. Horizon B2tg.

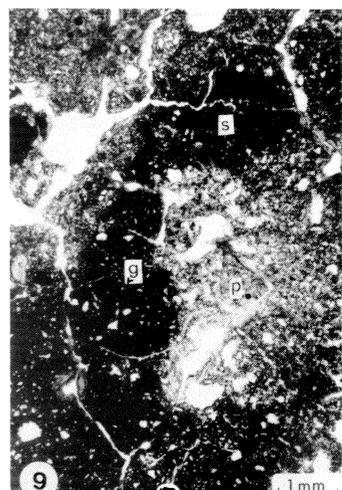
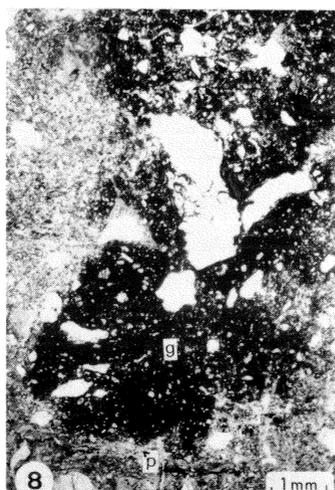
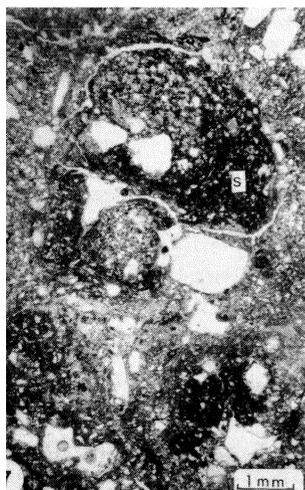
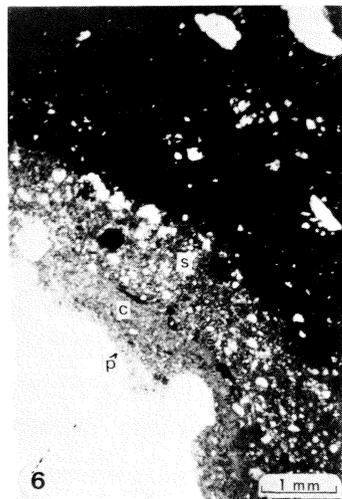
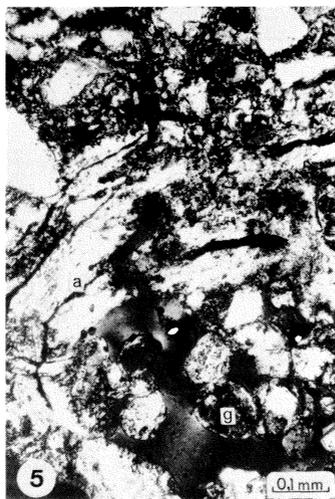
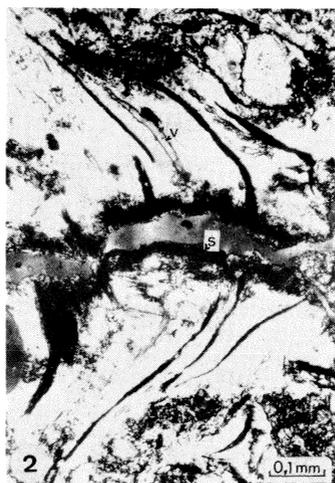
Glébulite arrondi à faible densité de quartz. Noter à sa périphérie, la très forte concentration en plasma (p) et les vides à disposition concentrique (v).

Photo 17. - lumière polarisée. Horizon encroûté.

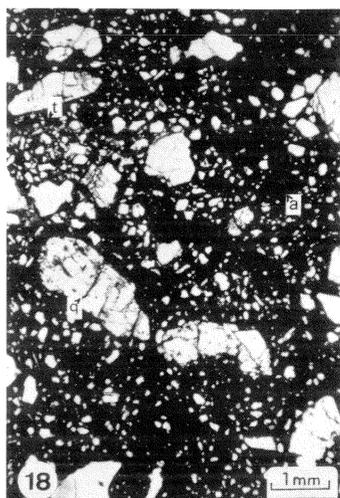
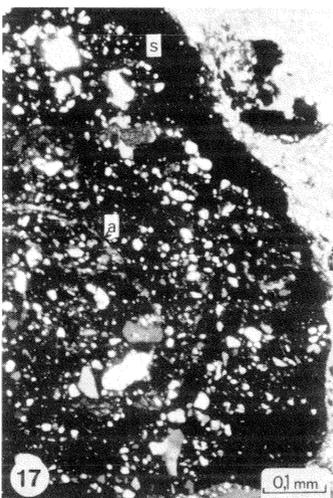
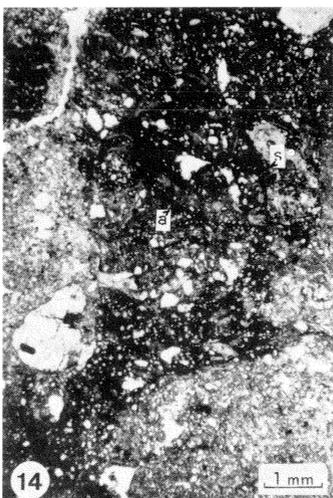
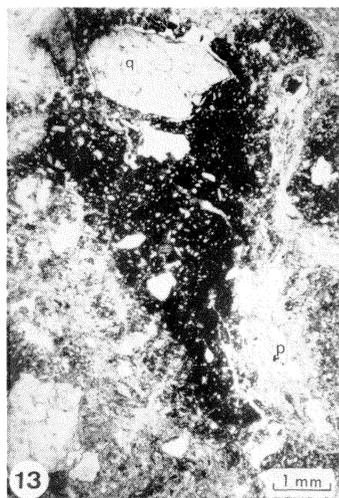
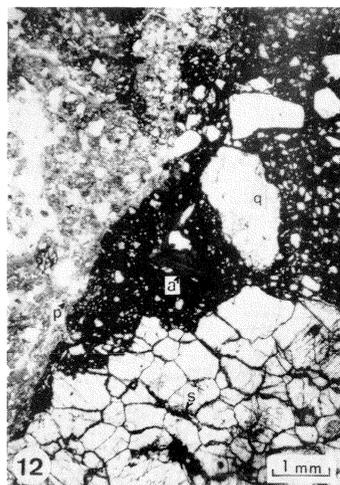
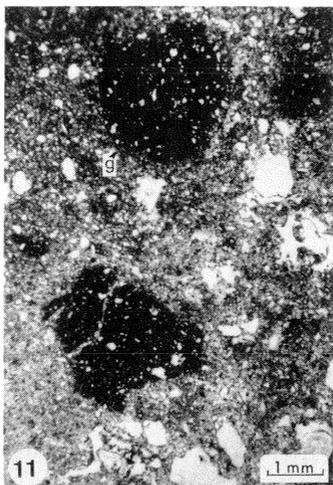
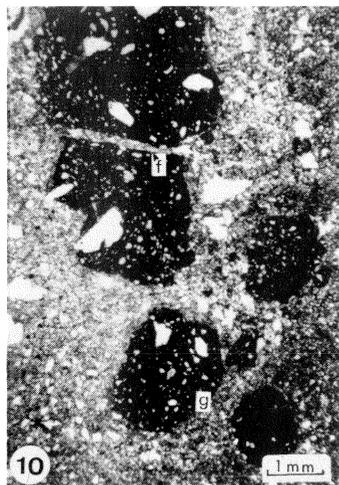
Concrétion sesquioxydique pouvant correspondre à l'extrémité d'un ancien striotubule. Noter le cerne plus sombre (s) et les domaines argileux à disposition concentrique (a) intégrés dans le glébulite.

Photo 18. - lumière analysée. Horizon en carapace.

La cimentation continue par des sesquioxydes ne laisse plus voir la structure du fond matriciel, sinon quelques ferriargilanes intégrés (a) et la disposition localement concentrique des grains du squelette qui évoque d'anciens tubules (t). Remarquer les gros quartz fendillés (q) envahis par les sesquioxydes.









RESUME

Les ségrégations ferriques, et les concentrations-plasmiques qui leur sont associées prennent parfois une telle importance, dans une partie du solum, qu'elles permettent de définir des horizons caractéristiques.

C'est le cas de sols hydromorphes limoneux des grandes vallées d'Aquitaine (sud-ouest de la France) où l'auteur reconnaît trois grands types d'horizons d'accumulation argilo-ferrique.

La mise en évidence d'homologies entre ces divers horizons peut donc contribuer à la définition de véritables horizons diagnostiques.

En s'appuyant au départ sur l'analyse de terrain, l'examen microscopique permet d'aller plus loin en décrivant les traits pédologiques -et singulièrement les ségrégations ferriques - en termes d'agradation-dégradation et départ-accumulation. On s'aperçoit alors que certaines figures microscopiques, dont la genèse est différente au départ, peuvent évoluer par la suite et revêtir finalement le même aspect.

L'auteur décrit les traits pédologiques essentiels liés à la dynamique du fer en proposant une explication à leur genèse et en essayant d'établir entre eux des liens de filiation.

## SEGREGATIONS PLASMIQUES ET FERRIQUES

### BIBLIOGRAPHIE SOMMAIRE.

- BEGON, J. C. (1.972) - Aspects micromorphologiques de la genèse des sols de bouldière. Bull. A.F.E.S. n° 1-2, pp. 33-48.
- BEGON, J. C. et JAMAGNE, M. (1.971) - Sur la genèse des sols limoneux hydromorphes de France- Comptes rendus des commissions V et VI du Congrès - S.I.S.S. de Stuttgart, pp. 307-318.
- BREWER, R. (1.964) - Fabric and mineral analysis of soils- John Wiley and Sons. London.
- JAMAGNE, M. (1.973) - Contribution à l'étude pédogénétique des formations loessiques du Nord de la France - Thèse Doctorat - Fac. Sc. Agro. de Gembloux, 445 p.