

ETUDE DE L'EVOLUTION PEDOLOGIQUE ACTUELLE ET SUBASTUELLE DES MATERIAUX KAOLINITIQUES
DEVELOPPES SUR MICHATITE ET HERITES DES SURFACES ANCIENNES. LEUR
PASSAGE AUX MATERIAUX MONTMORILLONITIQUES

D. KALOGA

I - INTRODUCTION -

Cette étude a été entreprise à la suite des résultats de l'Etude Pédologique des bassins versants des Voltas Blanche et Rouge (1 500 000 ha au 1/200 000ème) et de l'Etude Pédologique du Secteur Centre-Sud de la Haute-Volta au 1/500 000ème (6 degrés carrés).

Ces travaux nous avaient conduit aux résultats suivants :

- l'altération montmorillonitique est l'altération climacique actuelle, tant pour les roches basiques que pour les roches acides, le rôle principal dans ces processus d'altération étant joué par le drainage interne.
- l'altération kaolinitique apparaît comme essentiellement paléoclimacique et héritée des surfaces anciennes.
- les sols de type ferrugineux tropical développés sur les matériaux kaolinitiques hérités des surfaces anciennes, bien qu'ayant souvent un faciès morphologique de sol ferrugineux tropical lessivé à taches et concrétions ou à cuirasse et cuirasse sont en fait des pseudo-profil de sols lessivés.

La base du profil est constituée par les matériaux ferrugineux résiduels des cuirassements anciens, tandis que la partie supérieure est constituée par des apports récents à faible évolution pédologique en place.

Les phénomènes de ferruginisation (taches, concrétions, cuirasses et cuirasses) sont principalement d'origine ancienne ou (et) parfois subactuelle. En d'autres termes, les phénomènes de cuirassement sont anciens (KALOGA 1964, 1966, 1969), c'est-à-dire paléoclimaciques.

Mais il s'agissait là de résultats de prospections à moyennes et petites échelles. Il convenait de reprendre ces études selon des procédés plus minutieux, par la méthode des toposéquences. C'est ce qui m'a été conseillé lors de la Mission Pédologique de coordination Haute-Volta - Côte d'Ivoire composée des Professeurs AUBERT, HILLIOT, LUCAS, de Y. TARDY, H. FAQUEL, R. MAICHIANI, R. FAUCI, A. LAVERGNE, et des équipes pédologiques de Haute-Volta et de Côte d'Ivoire, en 1969.

Les études sont localisées dans le bassin versant de MACTOULI, de 11 km² de superficie et déjà étudiée par les Hydrologues de l'O.R.S.T.O.M., situés à 11 km de OUGADOGOUMI sur la route de GUARIGOUYA.

II - EVOLUTION DES MATERIAUX KAOLINIFIQUES HERITES DES SURFACES ANCIENNES

Sans préjuger de leurs origines et des processus de leur mise en place, il sera distingué, pour les corniches de l'exposé, deux familles de matériaux:

- les matériaux meubles superficiels
- les matériaux ferruginiés (cuirasses, carapaces, matériaux bigarrés) et les altérations sous-jacentes à ces matériaux.

II.1. EVOLUTION DES MATERIAUX FERRUGINISES ET DES MATERIAUX D'ALTERATION QUI LEUR SONT SOUS-JACENTES.

A. OBSERVATIONS SUR LES PROCESSUS DE CUIRASSAGE

A.1. TOPOSEQUENCE DE YUMA-BESSICHIN

Elle part du sommet d'une butte cuirassée attribué au haut-glacis pour se terminer dans un collecteur secondaire.

A.1.1. EPAISSUR ET INCLINAISON DU CUIRASSAGE EN FONCTION DE LA TOPOGRAPHIE

1. Sommet de la butte du haut-glacis : cuirasse massive de 90 cm d'épaisseur, à inclinaison forte passant en profondeur à une carapace de 220 cm d'épaisseur
2. Flanc de la butte : sol gravillonneux sur carapace de 110 cm d'épaisseur
3. Plaine avant (KY 7 à KY 23 inclus)

Elle comprend une partie supérieure concave, une partie moyenne convexe et une partie inférieure rectiligne.

C'est une plaine à pente faible : 4 % au pied de la butte, tombant rapidement autour de 1 %.

La partie concave est occupée par des carapaces (70 à 90 cm d'épaisseur) ou des matériaux bigarrés durcis ou cuirasses.

La partie convexe est principalement occupée par des cuirasses (80 cm d'épaisseur dans le profil KY 13, passant en profondeur à une carapace de 110 cm d'épaisseur), ou des efflorescences de siphonites.

La partie rectiligne est occupée par des carapaces. Mais il existe dans cette plaine amont, des zones où cuirasses et carapaces sont remplacées par des horizons à nodules ferrugineux (KY 16) et ce sont en même temps des zones à affleurements de mignatite.

4. Plaine moyenne

Longue de 1 500 m, elle est rectiligne, à pente très faible, insuffisante à 1 %. Elle comporte en amont des témoins de la cuirasse ancienne sous forme de quelques blocs épais à la surface du sol.

Dans les profils de sol, le cuirassement est réduit à des horizons à nodules ferrugineux peu épais (50 à 110 cm) surmontant des matériaux légers épais.

En aval, elle comporte de nombreux affleurements de mignatite leucocrate.

5. Plaine aval

On peut la diviser en une partie supérieure caractérisée par des sols sur cuirasses et carapaces, et une partie inférieure.

Dans la partie supérieure, les cuirasses correspondent à des zones légèrement plus convexes. L'épaisseur cuirasse + carapace est de l'ordre de 60 à 80 cm. Elle n'atteint 150 cm que dans un profil, le M 3.

Dans la partie inférieure, l'épaisseur des carapaces est très variable. Les carapaces ont d'abord des épaisseurs du même ordre qu'à l'amont, puis elles disparaissent pour ne laisser subsister qu'un horizon à nodules ferrugineux, cailloux et graviers de feldspathes et de quartz.

Elles réapparaissent ensuite avec des épaisseurs du même ordre qu'à l'amont (80 cm) et atteignent 70 à 130 cm à l'extrémité aval.

6. Plaine basse

C'est une plaine à pente très faible, de l'ordre de 0,5 à 0,2 %.

Les carapaces disparaissent pour ne laisser subsister que des horizons à nodules ferrugineux d'épaisseurs variant de 30 à 60 cm.

La carapace réapparaît à l'extrémité aval avec une épaisseur de 50 cm. Mais il s'agit de carapace à induration faible, cimentant par un ciment fragile, des niveaux gravillonnaires ou (et) graveleux et caillouteux.

7. Conclusion

Sur ce long glacis à pente très faible, on ne constate pas de hiérarchisation du cuirassement selon la pente, malgré la présence à l'amont de matériaux riches en fer.

Dans une zone à mobilisation et redistribution intenses du fer, cette morphologie de long glacis à pente faible est très favorable aux phénomènes d'accumulation du fer. La topographie plane qui limite l'écoulement des eaux crée un facteur excessivement favorable au cuirassement (MAGNIEN 1990). Les zones de cuirassement maxima se situeraient dans la plaine moyenne et dans les parties inférieures et moyennes de la plaine aval.

Il y aurait notamment un piégeage optimum du fer dans les matériaux grossiers, caillouteux, graveleux et poreux de la partie inférieure de la plaine aval.

Il est donc probable que le profil longitudinal de cuirassement que l'on observe ne corresponde pas au profil longitudinal original, et ait été retouché par l'érosion (sensu lato). Le fait que les zones à cuirasse ou à sphaérite correspondent aux zones convexes de la topographie vient à l'appui de cette hypothèse.

A.1.2. VARIATIONS DU FRONT INFÉRIEUR DE CUIRASSEMENT EN FONCTION DE LA TOPOGRAPHIE

1. Plaine amont

Dans la partie supérieure de la plaine amont, on ne peut parler de véritable cuirasse. Il s'agit principalement du matériau légers durci.

Dans le reste de la plaine amont, on constate que le front inférieur de cuirassement est grosso-modo concordant avec la topographie actuelle.

2. Plaine moyenne

Le cuirassement a disparu pour ne laisser subsister que des niveaux à nodules ferrugineux. Le front inférieur de cuirassement (sensu lato et ent-à-dire incluant les horizons à nodules) recoupe la surface topographique actuelle.

La présence de blocs de cuirasse çà et là à la surface du sol montre que le cuirasse a existé, mais a été détruit.

3. Plaine aval

Dans la plaine aval où le cuirassement a subsisté presque partout, le front inférieur de cuirassement est grosso-modo concordant avec la surface topographique actuelle. Mais il suit aussi le front d'apparition du niveau de pegmatite sur lequel il s'arrête et qui lui-même suit grosso-modo la topographie actuelle sur la majeure partie de la plaine. La zone de disparition des carapaces correspond à la zone où le niveau de pegmatite remonte jusqu'à la hauteur du front supérieur actuel des carapaces.

4. Plaine basse

Le front inférieur de cuirassement est grosso-modo horizontal. Il s'abaisse cependant fortement dans le dernier profil.

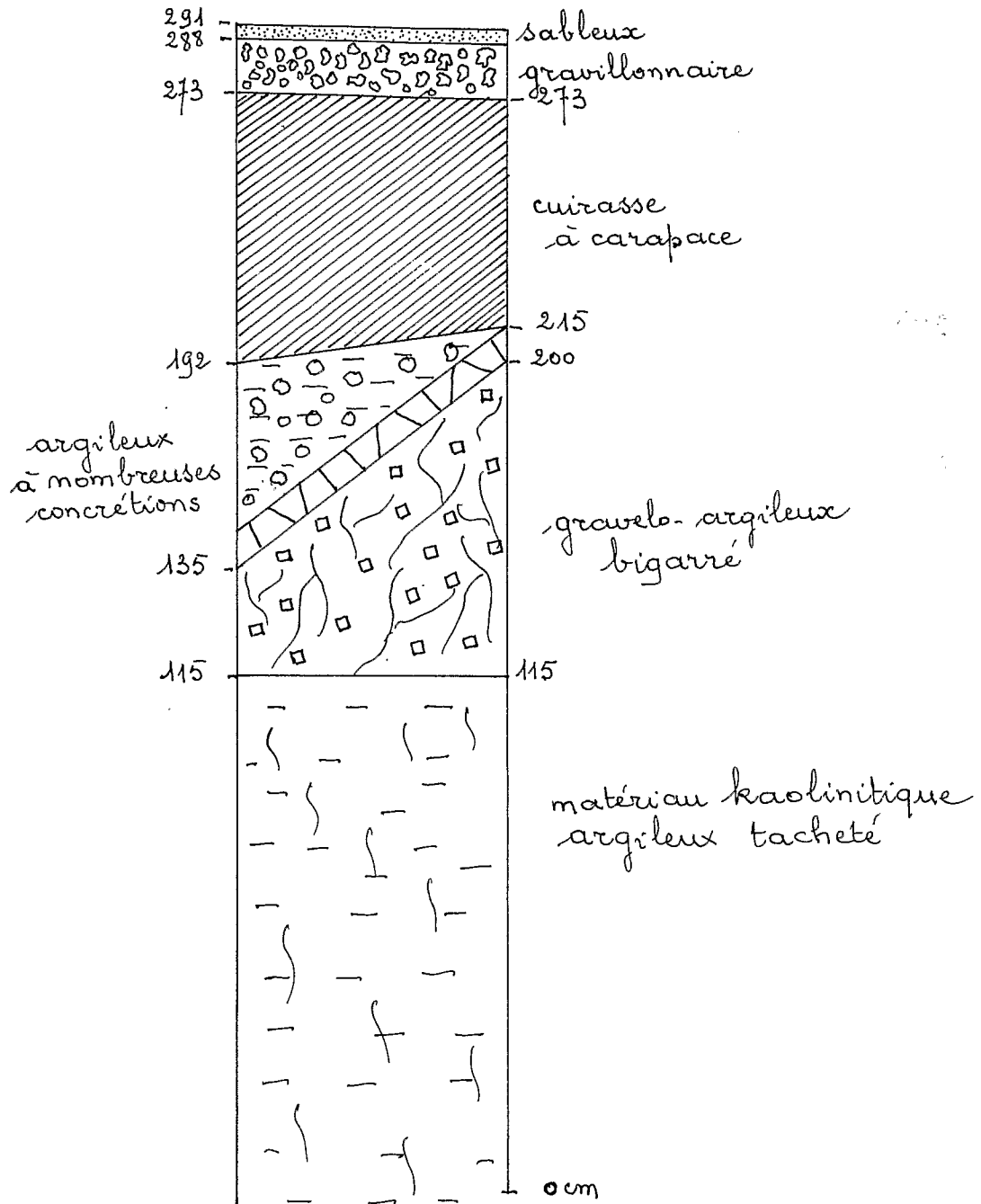
Dans les profils BK 28, 29 et 30, le niveau à nodules ferrugineux est constitué dans un niveau pegmatitique ou repose sur un niveau pegmatitique. Il faut signaler que le profil BK 27 fait exception à cette observation.

Après une disparition dans les profils BK 27 et BK 28, les carapaces réapparaissent, mais ce sont des carapaces à induration faible cimentées, par un ciment ferrugineux fragile des niveaux gravillonneux ou (et) graveleux et caillouteux.

~~Le passage de la plaine aval à la plaine basse se fait par une réapparition des carapaces feuilletées, à squelette continu, mais qui disparaissent rapidement pour faire place à des niveaux à nodules ferrugineux. Le passage de la plaine aval à la plaine basse se fait par une réapparition des carapaces feuilletées à squelette continu, mais qui disparaissent rapidement pour faire place à des niveaux à nodules ferrugineux. Le passage carapace-horizon à nodules se fait très rapidement et dans le même profil (BK25) où les faces Nord et Sud sont constituées par une carapace d'aspect scoriacé, alors que les autres faces sont constituées par des matériaux argilo-gravillonneux non cimentés.~~

Le passage d'une carapace bien typée à un horizon à nodules ferrugineux s'observe également dans le profil BK 44. On y voit une carapace feuilletée, se terminer en biseau dans un horizon à nodules, en même temps que l'épaisseur de cuirassement passe de 230 cm à 90 cm. Cette réduction d'épaisseur est due à la remontée du niveau de pegmatite à 90 cm de profondeur, alors qu'avant l'est où la carapace descend jusqu'à 230 cm, elle passe à une micrite microporeuse à leucocrate. Cet exemple montre les rapports entre épaisseur de cuirassement et zéro-mètre. Le niveau de pegmatite semble bien être un niveau d'arrêt sur lequel est venu mourir le cuirassement.

Profil KSA 6



Par ailleurs, cet exemple montre que le passage d'un type de cuirassement comme la carapace feuilletée, aux horizons à nodules ferrugineux, n'est pas le résultat d'une évolution ultérieure, mais de variations dans l'intensité du cuirassement, liées à des variations dans la nature pétrographique de la roche-mère.

Du reste, dans le profil BK 44, la terre fine est sablo-argileuse dans la carapace feuilletée et argilo-sableuse dans le niveau à nodules. Les phénomènes de lavage sont plus prononcés dans la carapace.

Si dans la toposéquence que nous étudions ici, les niveaux de peganite constituent une couche d'arrêt du cuirassement et en même temps le passage à l'altération montmorillonitique, dans le profil ISA 6, le niveau de peganite constitue une couche d'arrêt du cuirassement au sein d'un matériau kaolinique bigarré (cf. fig. ci-contre).

Le profil ISA 6 est situé sur la toposéquence de SAKOULA, à 8 km de Ouagadougou sur la route de Koungoussi. Cette toposéquence part également d'une butte cuirassée du haut glacis.

Ces considérations amènent à penser que les carapaces et niveaux à nodules ferrugineux de la plaine basse, ainsi que les niveaux à nodules ferrugineux de la plaine aval, peuvent être de la même génération que les carapaces et cuirasses amont.

Mais pour que les niveaux de peganite aient pu constituer une couche d'arrêt du cuirassement, il fallait qu'ils soient compacts c'est-à-dire très peu poreux. Leur porosité actuelle provient soit de processus de remanicement, soit de processus de lavage.

Ces variations dans l'intensité du cuirassement, ces phénomènes d'arrêt du cuirassement dans des niveaux de peganites de faibles épaisseurs, ne sont possibles que si l'on admet une évolution régressive du cuirassement, conséquence d'un abaissement de niveau de base. Le processus qu'a décrit MAIGNAN (1938) à cet égard rappelle beaucoup les conditions que j'ai rencontrées souvent en Haute-Volta au cours des prospections pédologiques : Une des conséquences de l'abaissement du niveau de base est l'approfondissement progressif du front de cuirassement. Les conditions nouvelles d'humidité ralentissent l'intensité de l'altération des roches sous-jacentes et amènent peu à peu à

l'induration du sol jusqu'au contact de la roche fraîche. On aperçoit là, le chef de passage de l'altération kaolinique à l'altération montmorillonitique, la raison de la superposition fréquente des cuirasses et cuirasse à la roche saine.

A. 2. TOPOSEQUENCE YERMA-BASSINKO (vers le collecteur principal)

Jusqu'à la fin de la plaine moyenne, il s'agit de la même toposéquence que précédemment.

A.2.1. EPAISSEUR ET INTENSITE DU CUIRASSEMENT EN FONCTION DE LA TOPOGRAPHIE

1. Plaine aval

Elle se distingue de celle de la toposéquence vers le collecteur secondaire par une pente d'ensemble plus faible, presque toujours inférieure à 1 %.

Longue d'environ 1 400 m, elle est légèrement convexe sur sa majeure partie (les 1 000 mètres avant) et concave dans sa partie aval.

1.1. Partie convexe (jusqu'à III 83 inclus)

L'épaisseur des cuirasses et cuirasses se maintient à des valeurs allant de 170 à 250 cm. Seul le profil III 78 a une épaisseur cuirasse + cuirasse de 103 cm.

Le niveau supérieur de cuirassement est constitué le plus souvent par de la cuirasse. Les cuirasses en tant que niveau supérieur de cuirassement sont plus fréquentes vers l'aval, mais on en trouve aussi à l'amont.

1.2. Partie concave (III 89 à III 99 inclus)

On n'observe plus de cuirasse, mais seulement des cuirasses dont les épaisseurs ne sont plus que de l'ordre de 60 à 100 cm.

On ne peut pas expliquer ici cette diminution de l'épaisseur du cuirassement par la présence d'un niveau d'arrêt en profondeur. L'épaisseur du cuirassement diminue malgré une forte épaisseur de matériaux kaoliniques et le fait que l'on ne trouve vers le bas de pente. Ce fait est certainement d'un changement dans la nature de cuirassement :

- dans la partie convexe, les carapaces ont un squelette rouge en grandes taches anastomosées sur un réseau de tubulures
- dans la partie concave, on passe à des carapaces à induration plus faible (on a du mal à y retirer des éclats cohérents) cimentant de nombreux nodules ferrugineux assez bien à bien individualisés par rapport au ciment ferrugineux paraissant fragile. Ces nodules sont dans certains profils des gravillons ferrugineux. Parfois, on trouve sous ces carapaces un horizon gravillonneux non cimenté, à gravillons tassés dans une terre fine argileuse.

2. Plaine Basse

A partir du profil ME 93, on est arrêté par la nappe pour l'examen des profils au delà de 1 m de profondeur environ. On n'a donc pas pu vérifier si les carapaces plongent sous les matériaux argileux.

On observe dans cette plaine basse un pseudogley actuel intense à taches sans concrétions.

3. Conclusion

On constate, sur cette portion de topographie une certaine hiérarchisation dans le cuirassement de l'amont vers l'aval, mais dans le sens d'une atténuation du cuirassement vers l'aval.

Sur un long glacis à mobilisation et redistribution intenses du fer, le cuirassement serait maximum dans la zone inférieure de la partie convexe et dans la partie concave de la plaine aval.

Les carapaces de la partie concave représentent donc soit la base des carapaces de seconde génération (carapaces de la partie convexe c'est-à-dire du moyen glacis), soit des carapaces de troisième génération (carapaces du bas glacis). En effet, si l'on admet que le moyen glacis est concordant avec la topographie actuelle, du moins en ce qui concerne les grands axes de drainage, il faut admettre que la cuirasse du moyen glacis a été plus épaisse là où on observe actuellement ces carapaces fragiles et peu épaisses. Cela suppose un démantèlement plus intense de ces niveaux cuirassés vers le bas de pente et une pente originelle plus faible.

A.2.2. VARIATIONS DU FRONT SUPERIEUR DE CUIRASSEMENT EN FONCTION DE LA TOPOGRAPHIE

Dans la partie supérieure de cette portion de toposéquence, jusqu'au profil BK 82, les variations du front supérieur du cuirassement en fonction de la topographie sont irrégulières. Ce front s'abaisse légèrement au niveau du profil BK 78 et beaucoup au niveau du profil BK 81 sans que l'on puisse en rendre responsables des variations dans l'intensité du cuirassement.

A partir de BK 82, on peut dire que le front supérieur du cuirassement s'enfonce grosso-modo progressivement en fonction de la pente, ce qui veut dire que les matériaux sur cuirasse s'épaississent vers l'avant. On a ainsi un profil longitudinal de colluvionnement le long d'une pente.

A.2.3. VARIATIONS DU FRONT INFERIEUR DE CUIRASSEMENT EN FONCTION DE LA TOPOGRAPHIE ET DE LA ROCHE-MERE

Dans la partie supérieure de cette portion de toposéquence (jusqu'à BK 80), les carapaces passent rapidement par l'intermédiaire d'un horizon à nodules peu épais, à une altération verticale de migmatite à biotite mésocrate, ou mésocrate à leucocrate.

A partir de BK 85, on ne trouve plus de matériel d'altération verticale. Les carapaces passent en profondeur à un matériel kaolinitique bigarré.

De BK 5 à BK 82, le front inférieur de cuirassement s'abaisse avec une pente nettement plus forte que celle de la surface topographique actuelle. On note cependant de nettes irrégularités dues à une remontée du front provoquée par la présence de niveaux de pegmatites (profils BK 78 et BK 82).

De BK 82 à BK 86, le front inférieur de cuirassement s'abaisse à nouveau avec sensiblement la même pente que précédemment. A partir de BK 86, sans que l'on puisse faire intervenir l'action de quelconques niveaux d'arrêt, la pente du front inférieur de cuirassement tend vers l'horizontale, avec encore cependant une pente assez sensible entre BK 89 et BK 91. On peut donc dire que de BK 86 à BK 93, la pente du front inférieur de cuirassement donne une image de la pente originelle, étant donné qu'il n'y a pas de niveau d'arrêt dans les processus de cuirassement. On constate ainsi que la zone qui va de BK 86 à BK 93 correspondait à une zone plane où le cuirassement devait être optimal.

On retrouve ici, comme dans la toposéquence de BISSIGHIN, l'influence des niveaux de pagmatites en tant que niveaux d'arrêt dans les processus de cuirassement.

B. DYNAMIQUE ACTUELLE DANS CES MATÉRIAUX

Avant de commencer ce chapitre, il convient de préciser le sens du terme "lavage" que l'on retrouvera fréquemment dans ce texte.

J'appellerai "lavage" un simple entraînement mécanique des particules de sols sans intervention de processus physico-chimiques. Dans le phénomène de lavage, il n'y a hiérarchisation de la mobilisation et de l'accumulation que selon la taille des constituants. Dans le phénomène de lessivage, il y a intervention de phénomènes physico-chimiques avec hiérarchisation de la mobilisation et de l'entraînement selon la mobilité physico-chimique des constituants.

B.1. TOPOSEQUENCE YEMMA-BISSIGHIN

1. Plaine avant

Ici nous arrêterons la plaine avant avant le profil KY 16.

Dans les carapaces, les tubulures sont vidées ou à remplissage d'origine biologique. On peut observer quelques tubulures tapissées par de beaux films argileux, mais on n'observe pas de dépôts de sables fins blancs, sur toute l'épaisseur du profil.

Dans les matériaux argileux sous-jacents, on note la présence fréquente de films argileux dans les tubulures et sur les faces naturelles d'agrégats.

Les carapaces peuvent comporter, comme dans le profil KY 13, de très nombreuses alvéoles et cavités vidées, avec cependant un mince revêtement argileux rouge pâle sur leurs parois.

Il est probable que les phénomènes de lavage qui prévalent dans la plaine aval n'aient pas eu lieu ici, et que les tubulures se soient vidées sous l'action de la faune du sol et non par lavage de leur contenu.

2. Plaine moyenne et aval

Les profils sont caractérisés par un phénomène de lavage généralisé sur tout ou partie des matériaux ferrugineux. Ce lavage se traduit par des tubulures à plafonds et parois verticales lavés proprement, avec des revêtements de sables fins ou de sables résiduels (avec alors des sables grossiers) sur les planchers des tubulures.

Sur ces revêtements sableux, on observe souvent des micro-cuvettes de décantation argileuse avec de beaux films argileux rappelant des fonds de cuvette de décantation.

Il y a donc une phase de lavage, suivi d'une phase de décantation argileuse. Cela apparaît sur de nombreux profils de la plaine aval (de BE 7 à BE 19).

Cependant, dans la plaine moyenne, la succession de ces deux phases n'apparaît pas nettement. Le phénomène de lavage y est généralisé sur tout ou partie des matériaux ferrugineux, avec des revêtements de sables fins roses sur les parois des tubulures tapissées par de beaux films argileux. Parfois, les revêtements sableux supportent ces films argileux. Il semble donc, que dans cette plaine moyenne (portions BE 21 à BE 27), il y ait lavage d'anciens horizons B, mais sans phase de décantation argileuse actuelle.

A l'extrémité inférieure de la plaine aval (profils BE 28 et BE 29), si les plafonds des tubulures sont lavés proprement, leurs planchers comportent des revêtements argileux épais, pouvant atteindre 4 cm d'épaisseur, avec de beaux films argileux à leur surface. Le problème est de savoir si ces revêtements épais sur les planchers des tubulures sont originaux ou sont le résultat d'une accentuation de la sédimentation argileuse consécutive à la phase de lavage généralisé. Dans ce dernier cas, la sédimentation argileuse apparaîtrait ainsi plus abondante à l'aval qu'à l'amont.

Mais il semble difficile d'obtenir le dépôt d'une aussi épaisse couche argileuse sur les planchers, pendant que les plafonds des fouilles de carapace sont énergiquement lavés. Il est donc probable qu'il s'agit d'une bourrage original particulièrement lavé pendant la phase de lavage généralisé, puis rappé actuellement par un film argileux.

L'existence de ces revêtements argileux originaux se retrouve également dans le profil III 5. On peut y voir dans la carapace, que le lavage l'emporte tant sur les plafonds que sur les planchers des tubulures. Mais on peut observer des lambeaux de revêtements argileux en voie de destruction sur les planchers de tubulures.

A l'appui de cette hypothèse, on peut également observer des zones où les planchers des tubulures comportent bien un revêtement argileux, mais sans film argileux superficiel brillant, et à surface hérissée de sables grossiers. Il s'agit là de boudrages originaux partiellement lavés et non encore recouverts de films argileux par la sédimentation argileuse actuelle. Lorsque ces boudrages originaux ont été plus énergiquement lavés, on aboutit au stade où il n'en reste que des sables grossiers hérissant le plancher des tubulures et rattachés d'un film argileux à leur base par la décantation argileuse actuelle.

3. Plaine basse

Les phénomènes de lavage sont prédominants. On a des carapaces perméables grignotées latéralement par des langues et poches gris blanchâtres, peu cohérentes, gravillonneuses, sous-jacentes à des niveaux gravillonneux (et parfois graveleux), lavés de leurs éléments fins. Mais ces zones gravillonneuses préalablement lavées de leurs éléments fins, sont actuellement entraînés d'eau, rattachés par des revêtements argileux.

La phase de lavage est donc suivie d'une phase actuelle de décantation argileuse. Cependant ce lavage intense n'est pas généralisé sur les sols de la plaine basse. C'est ainsi que le profil III 53, au bas de la toposéquence n° 2 (qui descend également du profil III 1 vers le collecteur secondaire), présente à faible profondeur une horizon B de boudrage typique avec des revêtements argileux sur toutes les parois des tubulures et plus épais sur les planchers.

Le phénomène de lavage intense se retrouve dans la plaine aval de la toposéquence n° 2, lorsque des niveaux gravillonneux sont sous-jacents à une argile vertique qui favorise la formation d'une nappe suspendue et la circulation oblique de l'eau. On a alors des horizons gravillonneux circulants, sans cohésion, entièrement lavés de leurs éléments fins et actuellement rattachés à nouveau par des films argileux qui se déposent uniquement sur la face supérieure des éléments grossiers (profil III 98 et III 99).

Dans la plaine aval de la toposéquence n° 3, on observe des carapaces feuilletées entièrement vidées de leurs éléments fins avec des dépôts de sables résiduels sur le plancher des feuillots. Ces carapaces ne constituent plus qu'un empilement de feuillots sans cohésion d'ensemble, croulant au moindre choc, mais à squelette ferrugineux parfaitement bien conservé. Ceci montre qu'il n'y aurait pas, au cours de ces phénomènes de lavage, digestion du squelette ferrugineux, mais simple enlèvement des éléments fins (profils BK 43, BK 56 et dans une moindre mesure BK 11 et BK 55).

Lorsqu'ils sont lavés, les horizons à nodules ferrugineux sous-jacents à ces carapaces donnent des niveaux essentiellement constitués de nodules ferrugineux empilés les uns sur les autres en assemblage très fragile et croulant, là encore le squelette ferrugineux paraît intact.

Ceci pose la problème de la digestion éventuelle du squelette ferrugineux des niveaux carapacés à fortiori des niveaux cuirassés.

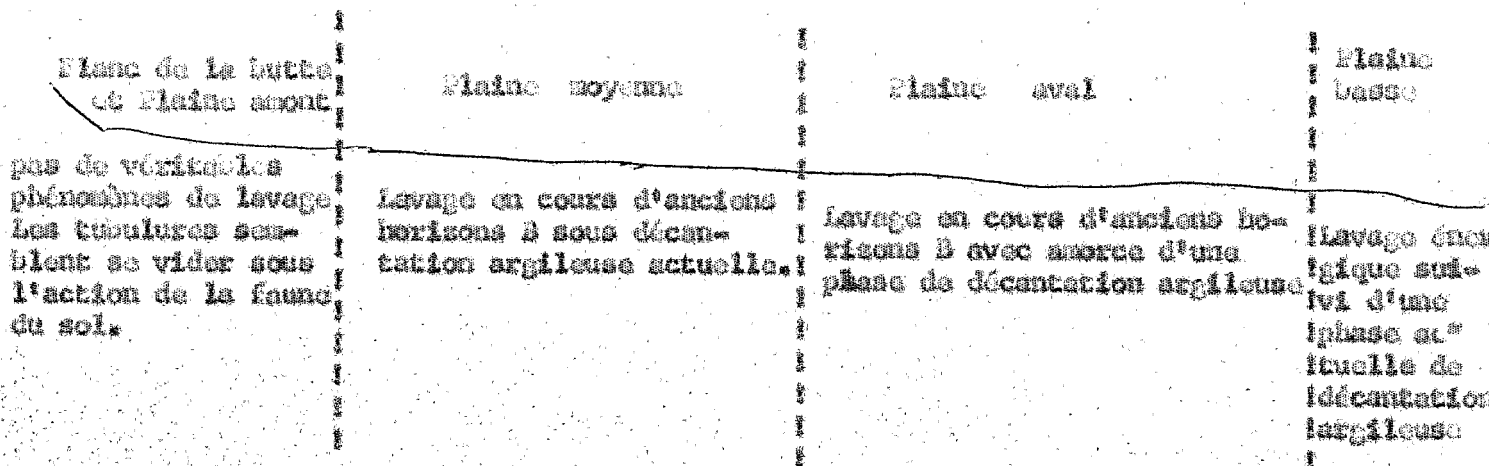
Ce phénomène de lavage, avec enlèvement des éléments fins et parfois de toute la terre fine suppose une active circulation de l'eau qui crée un milieu plutôt oxydant que réducteur, peu favorable par conséquent à la dissolution du squelette ferrugineux, sans l'aide de produits complexants.

Cependant, selon MAIGNIEN (1958), le phénomène que nous observons ici correspondrait aux premiers stades du processus de disparition des cuirasses :

Dans les premiers stades, il y a prédominance des mécanismes de décomposition physique sur les réactions chimiques. On assiste tout d'abord au délaiement par les eaux de percolation des matériaux les plus fins et meubles qui remplissent les alvéoles du squelette, puis à un ébranlement de la masse indurée qui se réduit en débris de plus en plus fins qui se retrouvent à leur tour entraînés par les eaux de ruissellement .

mais il semble qu'il s'opère là d'une phénoméne superficielle et on s'en réfère aux termes : *avant de ruissellement*.

En résumé on a le schéma suivant :



2.2. TOPOSEQUENCE YEMIA-BASSINIO

1 Plaine aval

Elle se distingue de celle de la toposéquence précédente par le fait que les phénomènes de lavage y sont limités à la partie supérieure des niveaux ferrugineux. Tandis qu'en profondeur, on observe des phénomènes de bourrage fréquents et particulièrement bien typés.

1.1. Partie supérieure

(De BK 7B à BK 87 inclus) :

Les profils de cette zone sont caractérisés :

- dans la partie supérieure des niveaux cuirassés (cuirasses ou carapaces), par des tubulures vidées sous l'action de la faune du sol avec un remplissage d'origine biologique.
- dans la partie moyenne des niveaux cuirassés (carapaces), par des tubulures lavées, à parois verticales et plafonds propres, à planchers soit tapissés de sables fins rosés, soit commençant à se tapisser d'un fil argileux brillant, finement craquelé.

Il existe parfois dans ces carapaces des zones entièrement lavées où la carapace est réduite à son squelette avec des filaments argileux sur le plancher des feuillettes et des tubulures. A côté de ces zones lavées, il existe des zones plus massives où les tubulures sont caracté-

remplies d'un matériau argileux blanchâtre (identique au remplissage tubulaire des niveaux B sous-jacents et qui semble être un remplissage original), tantôt vidées puis tapissées d'un film argileux.

- dans la partie inférieure des carapaces ou (et) dans les matériaux bigarrés, par des tubulures à remplissage argileux blanchâtre ou blanc rosé, plus ou moins épais (pouvant atteindre 1 cm d'épaisseur), parfois à stratification visible, recouvert de beaux films argileux brillants. L'examen microscopique doit pouvoir montrer si ces films argileux se sont déposés également après une phase de lavage qui aurait été très discrète. C'est ce que suggère parfois la présence de tubulures sans remplissage argileux, mais simplement tapissées d'un film argileux.

Cette partie inférieure des carapaces constitue donc des horizons B de bourrage typique qui se prolongent dans les matériaux bigarrés ou rattachés sous-jacents. Ces horizons B se distingueraient de ceux de la toposéquence vers le collecteur secondaire par :

- la maintien des remplissages tubulaires originaux, s'expliquant par l'absence ou la discrétion de la phase de lavage.
- et une décantation argileuse actuelle plus intense.

1.2. Partie moyenne : DK 88 à DK 91 (non inclus)

Les profils se distinguent de ceux de la partie supérieure par le fait qu'on ne constate pas de revêtement sableux, traces du lavage, dans les parties supérieure et moyenne des carapaces qui présentent d'emblée dès le haut, des tubulures à remplissages argileux roses recouverts de films argileux pas très beaux cependant, ou avec seulement des amorces de films argileux.

Il semble donc que les processus de lavage des éléments fins soient été discrets, mais ont existé puisque les films argileux semblent avoir été détruits dans les tubulures et non encore reconstruits par la décantation argileuse actuelle.

On arrive ainsi au fait que dans ces niveaux supérieurs des carapaces ou cuirasses, les tubulaires sont mieux tapissées de filins argileux dans les profils amont que dans ceux de la zone moyenne. Cela peut signifier que la décantation argileuse résulte du lavage et qu'il y a seulement une redistribution de l'argile sur place ou presque.

1.3. Partie inférieure (IK 91 à IK 99)

Les carapaces sont moins épaisses et on passe plus rapidement au matériau kaolinique bigarré. Ces carapaces sont soumises aux mêmes phénomènes que la partie supérieure des carapaces de la zone moyenne de la plaine.

Les profils se distinguent par le fait que sous ces carapaces relativement peu épaisses, on ne retrouve pas les horizons B typiques des zones amont. Les matériaux bigarrés ou tachetés sous-jacents paraissent avoir subi des phénomènes de lavage. Ils présentent :

- peu ou pas de remplissages argileux épais
- de petites cavités paraissant avoir été lavées de leur remplissage argileux original avec un empilement d'éléments grossiers nappés d'un revêtement argileux par la phase de décantation argileuse actuelle.
- des filins argileux pas très beaux à la surface des remplissages tubulaires.

2. Plaine Basse

Dans les matériaux argileux très hydromorphes où il y a confinement pendant une très longue période, on n'observe pas de bourrage argileux typique :

Les faces des agrégats présentent des revêtements argileux mats.

3 En conclusion on a le schéma suivant :

Plaine amont	Plaine moyenne	Plaine aval			Plaine basse
		partie supérieure	partie moyenne	partie inférieure	
		lavage +	lavage de	lavage de	
		décanta-	cret dans	cret des ca-	Pas de B de
		tion argi-	la partie	traces. Pas	bouillage ty-
		leuse II-	supérieure	de B typique	typique dans les
		unités à	lides cara-	ten profon-	matériaux argi-
		partie su-	paces B ty-	deur.	lieux.
		périeure	piques en		
		ides cara-	profondeur		
		paces ou			
		cuirasses			
		III typique			
		ten profon-			
		deur			

II.2. PROCESSUS D'ALTÉRATION ET NATURE PÉTROGRAPHIQUE DE LA ROCHE-MÈRE

A. TOPOSEQUENCE YERMA-BISSICHEN

1. FLANC DE LA BUTTE ET PLAINE AVANT

La roche-mère est une migmatite leucocrate à biotite rare.

L'altération est kaolinique de la surface du sol jusqu'à la migmatite en blocs se débitant en écailles : 100 % de kaolinite dans la fraction argileuse de haut en bas avec cependant parfois des traces nettes de montmorillonite dans les écailles et plus souvent des traces d'illites sur la presque totalité du profil (H. BAQUET).

Dans la partie concave et sur le flanc de la butte, l'altération est profonde et la migmatite massive se délitant en écailles n'apparaît que vers 13 m à 14 m de profondeur. On constate un certain surcreusement géochimique au pied de la butte. Le front d'altération, nettement plus élevé sur le flanc de la butte, s'abaisse brusquement d'environ 3 m sur une distance d'environ 50 m (de KY 1 à KY 3), puis s'abaisse progressivement de KY 3 à KY 6.

Dans la partie concave, l'épaisseur carapace + matériau bigarré varie de 120 à 440 cm.

Dans la partie convexe de la plaine avant, les affleurements de migmatite commencent dès le haut et se poursuivent de façon discontinue jusqu'à la fin de la plaine moyenne.

Dans cette partie convexe, le front d'altération subit de grosses fluctuations de profondeur, mais d'une façon générale, il est beaucoup moins profond que dans la partie concave, la différence étant de l'ordre de 5 m ou plus. L'épaisseur carapace + matériau kaolinique bigarré est de l'ordre de 140 à 200 cm.

2. PLAINE MOYENNE

La roche-mère est dans la partie supérieure une migmatite leucocrate à biotite rare, puis dans la partie intermédiaire une migmatite à biotite et muscovite. Malheureusement la roche massive n'a pu encore être atteinte dans cette partie intermédiaire.

L'altération est kaolinique de haut en bas. Le passage de la migmatite leucocrate à biotite à la migmatite à biotite et muscovite se traduit par un enfoncement très net du front inférieur de matériau kaolinique bigarré, en même temps que l'épaisseur carapace + matériau bigarré passe de 140-220 cm à plus de 400 cm.

3. PLAINE AVAL

La roche-mère est une migmatite hétérogène : migmatite à biotite mésochrète, mésochrète à leucocrate, mésochrète à mélanocrate, ou leucocrate avec des parcelles de pegmatites graphitiques plus ou moins importantes. Le grain est variable, fin à grossier.

Dans cette zone, l'influence des niveaux de pegmatite sur les phénomènes de cuirassement a été déjà signalé.

D'une façon générale, le matériau kaolinique bigarré ou tacheté sous-jacent aux carapaces disparaît. Ces dernières passent rapidement par l'intermédiaire d'un horizon à nodules ferre-manganésifères par épais à un matériau d'altération vertique plus ou moins argileux de migmatite. La roche massive ou peu altérée est relativement proche de la surface du sol : 1,50 m à 3 m de profondeur ou moins.

Ainsi, alors que les plaines avant et moyenne sont le domaine de l'altération kaolinique de la surface du sol jusqu'à la roche massive se délitant en écailles (100 % de kaolinite avec seulement des traces d'illites et parfois dans les écailles de roche massive des traces de minéraux gonflants), la plaine aval est le domaine de l'altération du type 2/1 principalement montmorillonitique. Les teneurs en minéraux 2/1 des matériaux d'altération sous-jacents aux carapaces varient évidemment en fonction de la richesse de la roche-mère en minéraux ferre-manganésifères (20 % dans les types leucocrates, 30 à 80 % dans les types plus riches en ferre-manganésifères).

Le problème qui se pose est de savoir si l'altération kaolinique observée sur le faciès leucocrate à muscovite est antérieure ou contemporaine de l'altération de type 2/1. A cet égard, l'alcalinité des eaux dans la plaine basse (pH 8), leur relative richesse en calcium et magnésium (1,6 à 1,8 mé par litre), et en alcalins (3,6 à 6,2 mé de Na par litre), montre que le milieu générateur actuel n'est pas propice à la formation de kaolinite. Il est donc très probable, comme nous l'avons déjà exprimé, que l'altération kaolinique soit ancienne et contemporaine des matériaux kaoliniques bigarrés des plaines haute et moyenne.

B. TOPOSEQUENCE YERMA-BASSINE

1 et 2 : Cf toposéquence précédente

3. PLAINE AVAL

Cette portion de la toposéquence a été révisée cette année et nous ne possédons pas encore de résultats analytiques. Il s'agit donc d'appréciations morphologiques sujettes à correction.

Dans la partie supérieure de cette portion de toposéquence (jusqu'à III 82), la roche-mère est une migmatite hétérogène à biotite ou les faciès mésocrate et mésochrates à leucocrate s'altèrent en une argile vertique, tandis que le faciès leucocrate s'avénitise ou est peu ou pas altéré. Les carapaces passent rapidement par l'intermédiaire d'un horizon à nodules ferromanganifères au matériau d'altération vertique.

Dans la partie inférieure, dès qu'apparaît la migmatite à biotite et muscovite, les matériaux vertiques disparaissent et sont remplacés par un matériau argileux kaolinique bigarré ou tacheté, qui se prolonge jusqu'à l'arène. Ces matériaux kaoliniques argileux atteignent alors des épaisseurs relativement importantes.

4. PLAINE BASSE

Les profils ne sont pas assez profonds pour que l'on puisse en tirer des conclusions valables. Les portions de profils décrites jusqu'à la nappe sont constituées de matériaux kaoliniques argileux.

C. CONCLUSIONS

Le fait que l'altération kaolinitique réapparaisse dans la plaine basse de Bissighin, dans la majeure partie de la plaine aval de Bassinké (vers le collecteur principal) et dans la plaine basse de Bassinké, montre que l'altération montmorillonitique n'apparaît pas liée à une néosynthèse par accumulation de cations à l'aval, mais à la nature pétrographique de la roche-mère. Elle est liée aux migmatites mésoocrates, mésocrate à leucocrates. D'une façon générale, les faciès d'altération les plus typiquement verticaux sont liés aux types mésoocrates ou mélanocrates.

Est-ce à dire que l'altération kaolinitique observée sur les faciès leucocrates est contemporaine de l'altération montmorillonitique observée sur les faciès plus riches en ferro-magnésiens ? On pourrait répondre par l'affirmative lorsque l'on pense que la remontée du front de roche saine sur les migmatites leucocrates de la plaine amont ne s'accompagne pas de l'apparition d'altération montmorillonitique. On n'y observe pas de synthèse appréciable de minéraux 2/1 jusque dans la roche encore massive ne se débitant en écailles qu'à la barre à mine.

Il faut signaler cependant que ces migmatites leucocrates sont très massives, très difficilement altérables à l'égard de l'altération montmorillonitique, et que les possibilités de synthèse 2/1 y sont très limitées.

D'autre part nous avons vu que l'alcalinité des eaux dans la plaine basse de Bissighin montre que l'altération kaolinitique que l'on y observe est ancienne.

Dans la plaine aval de Bissighin, on peut observer dans le profil BK 1, une synthèse 2/1 plus notable (40 % de minéraux 2/1 dont 10 % s'inconstatifiés gonflants) sur migmatite leucocrate à grains grossiers.

Par ailleurs, nous connaissons en Haute-Volta des cas de synthèse montmorillonitique notable sur migmatite leucocrate.

L'apparition de l'altération du type 2/1 est donc liée à la remontée du front de roche saine. A cet égard, on constate que l'altération kaolinitique ancienne a été d'autant plus profonde sur les migmatites (et d'une façon générale sur toutes roches) qu'elles sont acides.

La carte pédologique des bassins versants des Volcans Blancs et Rouge (1/200 000^e) et la carte pédologique du secteur Centre-Sud de la Haute-Volta (1/300 000^e) offrent une illustration parfaite de ces résultats :

- a) les migmatites à biotite et amphiboles, les différentes roches basiques, correspondent typiquement aux régions occupées par les Vertisols.
- b) les régions à migmatite à biotite portent soit des Vertisols, soit des sols halomorphes, soit des sols sabineux sur migmatite peu altérée, soit plus rarement des flages de matériaux basaltiques bigarrés anciens.
- c) les régions à migmatite à biotite et muscovite qui occupent de grandes superficies notamment sur les léculles de P₆ et de L₁₀ portent essentiellement des sols sur matériaux basaltiques anciens. C'est la zone de développement maximum du matériel basaltique ancien bigarré comme on l'observe également dans les toposéquences décrites ici.

II.3. EVOLUTION DES MATERIAUX SUPERFICIELS MEUBLES

Les matériaux meubles superficiels qui recouvrent carapaces, cuirasses ou matériaux bigarrés ont toujours, sauf dans la plaine basse, un aspect morphologique de sol ferrugineux tropical.

TOPOSEQUENCE YERMA-BISSICHIN

1. FLANC DE BUTTE

Sol peu évolué gravillonnaire.

2. PLAINE AIGRE

a) Partie concave

Sols gravillonnaires de 30 cm d'épaisseur environ sur carapace. Excepté le profil KY 7 (où les matériaux gravillonnaires ont 18 cm d'épaisseur), l'épaisseur des matériaux meubles gravillonnaires est étonnamment constante (28 à 35 cm). Ils comportent très souvent en surface un petit lit sableux, compact, lité.

Dans la partie supérieure les éléments ferrugineux sont de formes irrégulières ou émoussées et alors parfois du type "dragées" de haut glacis, à la base, ce sont souvent des éléments de la carapace sous-jacente, à peine remaniés. Dans ce dernier cas on a bien l'impression que les niveaux gravillonnaires dérivent de la carapace sous-jacente par un ameublissement sur place, surtout lorsque le passage à la carapace n'est pas brutal, parce que celle-ci est démantelée par endroits dans sa partie supérieure (KY2 - KY3, KY6, KY8)

Mais parfois le passage à la carapace est tranchée au couteau bien que la base des niveaux gravillonnaires soit constituée de gros éléments de la carapace sous-jacente.

Ce sont des sols souvent peu différenciés où les horizons ne se distinguent que par la pénétration de la matière organique, la forme et la nature des gravillons, la terre fine reste sableuse de haut en bas.

Parfois on note une certaine différenciation dans la terre fine : sableuse en surface, elle devient sablo-argileuse ou argilo-sableuse en profondeur.

Cette faible évolution sur des matériaux originels anciens fortement évolués, peut être interprétée comme due au fait que l'on se trouve sur une surface d'érosion qui fonctionne d'où approfondissement et destruction de la carapace. On aurait alors un glaciaire fossilisé. C'est l'avis d'une partie des pédologues qui ont participé à la mission Haute-Volta - Togo en 1971 (RUELLAN.....)

Cependant je pense que si l'approfondissement des matériaux meubles est un fait indéniable (nous avons signalé que la base des niveaux gravillonnaires est constituée par des éléments de démantèlement des carapaces sous-jacentes), il ne semble pas que ce soit un phénomène dont la progression soit significativement rapide. De même l'ablation superficielle qui serait concomitante de cet approfondissement n'est pas un fait prouvé. Lorsqu'on examine la surface du sol, on s'aperçoit qu'à partir de KY3 elle n'est pas gravillonnaire mais constituée d'une sorte de dalle damée sableuse à épandage ^{superficielle} de sables grossiers et fins gravillons concentrés par le ruissellement diffus. En de nombreux endroits, la dalle superficielle s'enfolie en écailles. Ceci montre que la surface du sol n'est pas soumise actuellement à l'ablation. Celle-ci aboutirait dans de tels matériaux à la constitution de niveaux superficiels essentiellement gravillonnaires à exclusivement gravillonnaires.

La constitution de cette dalle superficielle est plutôt le signe d'un colluvionnement à l'aide de matériaux plus fins déposés par le ruissellement diffus.

Cette dalle imperméabilise la surface du sol et augmente le déficit hydrique du profil.

Nous avons bien un glaciaire fossilisé, mais à tous les égards.

Le simple fait que l'épaisseur des matériaux meubles soit quasi constante montre qu'il s'agit de glaciaire n'évoluant plus que très lentement tant au point de vue géomorphologique que pédologique probablement sous l'action de la faune du sol et de la flore.

b) Partie convexe

b.1. Les sols sur matériaux gravillonnaires

Ils sont :

- toujours sableux en surface sur 6 à 35 cm. Les niveaux de sables les plus épais coïncident avec la zone de rupture de pente avec adoucissement de la pente (KY 17 et KY 18 : 30 et 35 cm de niveau sableux).

- puis sablo-gravillonnaires

Dans les matériaux squelettiques sur cuirasse (25 à 40 cm d'épaisseur totale), le passage des niveaux sablo-gravillonnaires aux cuirasses est brutal, mais ces derniers pénètrent par peches le niveau cuirassé, et, comme dans la partie amont, on retrouve à la base des niveaux meubles des cailloux et pierres de cuirasse.

Il semble donc, comme dans la partie amont que les niveaux gravillonnaires grignotent les niveaux cuirassés, mais le raisonnement que nous avons fait alors pour la partie amont reste valable ici : nous avons un glacier fossilisé tant au point de vue pédologique que géomorphologique.

A la base des niveaux gravillonnaires, on ne constate aucun phénomène de ségrégation ferrugineuse. A cet égard, le passage est brusque des niveaux gravillonnaires aux cuirasses sous-jacentes et la transition entre les deux niveaux est purement mécanique.

Dans la terre fine des niveaux gravillonnaires, on n'observe pas de variation texturale significative.

Dans les matériaux plus profonds sur carapace (60 à 85 cm), le passage des niveaux sablo-gravillonnaires à la carapace est progressif et se fait par l'intermédiaire d'un horizon de transition où l'on retrouve :

- par plages, les caractéristiques des niveaux sablo-gravillonnaires sus-jacents : pas de ségrégation ferrugineuse ;
- par plages, les caractéristiques des carapaces sous-jacentes : nombreuses taches rouges cimentent ces plages en une sorte de carapace à induration faible se délitant au piochon par éclats friables qui s'effritent en laissant subsister des noyaux durcis.

L'existence de ces niveaux de transition peut s'expliquer de trois manières :

- ces niveaux de transition sont une digestion plus ou moins avancée des carapaces sous-jacentes qui seraient ainsi grignotées par les niveaux gravillonnaires (hypothèse LEPRIN) ;

Nous avons des sols en voie d'évolution régressive.

- ils représentent une transition dans les phénomènes de cuirassement qui ont mis en place les carapaces sous-jacentes et c'est leur faible induration qui donne une impression de fonte par processus chimique là où il n'y aurait en fait que processus mécanique ; nous avons des sols ferrugineux tropicaux lessivés indurés.
- ils représentant un phénomène de néocuirassement au-dessus de niveaux cuirassés anciens ; nous avons des sols ferrugineux tropicaux lessivés à taches.

La texture peut varier dans le sens d'un enrichissement en argile en profondeur (sableuse en surface, sableuse à sablo-argileuse en profondeur), mais elle peut rester invariable (sableuse à sablo-argileuse) sur toute l'épaisseur des matériaux meubles.

Il faut signaler, dans les niveaux supérieurs sableux, l'irrégularité des variations texturales : niveaux sableux devenant sablo-gravillonnaires par plages.

B.2. Les sols sur matériaux argilo-gravillonnaires

Ils comportent :

- en surface, un horizon sableux (0-12 cm environ)
- puis un ou deux horizons, sableux à sablo-argileux gravillonnaires, parfois franchement sablo-argileux gravillonnaires ou sablo-argileux à quelques gravillons ferrugineux ; de 10 à 30 cm environ d'épaisseur.

-. un horizon de transition argilo-gravillonnaire, comportant soit quelques taches rouges, soit des plages sans taches et des plages à nombreuses taches rouges, soit déjà de nombreuses taches rouges, mais moins nombreuses que dans les horizons sous-jacents. On peut y trouver quelques cailloux de cuirasse bien individualisés.

-. des horizons argilo-gravillonnaires à nombreuses et grandes taches rouges anastomosées et plus ou moins durcies sur un fond jaune. Vers la base apparaissent des taches blanchâtres et un fond rosé.

Dans ce terme argilo-gravillonnaires, gravillonnaires se rapportent ici à des nodules ferrugineux de formes irrégulières, très bien individualisés, parfois écaillés, avec parfois quelques gravillons types dragées de haut glacis.

Ces sols ont une différenciation texturale dans le sens d'un enrichissement en argile en profondeur.

Les niveaux argilo-gravillonnaires peuvent être plaqués sur la nigracite luccerane. Exceptionnellement, dans le profil KY 10, ils sont plaqués sur une cuirasse feuilletée ; ils n'ont pas alors un faciès de matériaux bigarré et ne comportent que quelques taches rouges par plages, de même qu'ils sont gravillonnaires que par plages.

On constate ici, comme dans les sols précédents, une transition dans les phénomènes de ferruginisation lorsqu'on passe des niveaux sable-gravillonnaires aux niveaux argilo-gravillonnaires. Ces horizons de transition peuvent être interprétés de la même manière que dans les sols précédents.

Du point de vue géomorphologique, l'apparition des matériaux argilo-gravillonnaires bigarrés correspond toujours à une disparition des cuirasses et cuirassées. D'autre part, elle correspond aussi à des zones d'affleurement de nigracite. Le problème qui se pose est celui de la relation génétique ou chronologique entre ces matériaux argilo-gravillonnaires et les niveaux cuirassés.

Deux hypothèses sont possibles :

- ces niveaux argilo-gravillonnaires représentent la base de niveaux cuirassés sus-jacents disparus et qui auraient été moins épais en ces endroits d'affluements de migmatite

On peut souligner, à l'appui de cette hypothèse qu'ils ont le faciès tacheté des matériaux bigarrés sous cuirasse ou carapace, et que l'on retrouve sous la carapace dans certains profils (KY 17) des matériaux similaires : niveau constitué de nodules ferrugineux et ferro-manganifères de grosse taille, mal individualisés parce que soudés par de très nombreuses taches rouges ; passant en profondeur à un niveau argileux à assez nombreuses taches rouges et à nombreux nodules ferrugineux de formes irrégulières.

Pour vérifier cette hypothèse, j'essaierai de voir le passage sur le terrain de KY 16 au KY 17.

- ces niveaux argilo-gravillonnaires représentent un cycle de cuirassement plus récent où les sols développés sur ces matériaux sont des sols ferrugineux tropicaux lessivés à taches et concrétions.

5. PLAINES BOHEMIENNES

On y observe deux types de sols différents l'un de l'autre par leur épaisseur et leur position géomorphologique :

- les sols sur matériaux sableux puis gravillonnaires sur carapace ou matériaux bigarrés lorsque le front supérieur de cuirassement se rapproche de la surface topographique actuelle.
- les sols sur matériaux sableux, argilo-sableux puis gravillonnaires sur carapace ou matériaux bigarrés correspondent aux zones où le front supérieur de cuirassement s'éloigne le plus de la surface topographique actuelle.

3.1. Les sols à texture sableuse en surface et gravillonnaire^(*) en profondeur.

Les profils comportent :

- un horizon superficiel Sableux (15 cm d'épaisseur parfois déjà gravillonnaire à partir de 5 cm
- un horizon / à sableux / sablo-argileux / ou sablo-gravillonnaire (15 à 20 cm d'épaisseur)

- un horizon gravillonnaire à terre fine argileuse ou argilo-gravillonnaire, à très nombreuses à assez nombreuses taches rouges, les taches rouges marquent souvent le point de contact entre les nodules ferrugineux. Parfois les taches rouges tendent à s'anastomoser et il subsiste dans le débit de l'horizon quelques noyaux plus durcis émettant plus énergiquement les nodules ferrugineux.

Ces horizons peuvent rappeler une carapace démantelée par digestion des taches ferrugineuses.

- carapace ou matériau bi. arré.

3.2. Les sols à texture sableuse en surface, puis argilo-sableuse, et gravillonnaire en profondeur

La texture sableuse en surface, passe progressivement à argilo-sableuse vers 30 à 40 cm de profondeur.

Le niveau argilo-sableux peut se présenter que quelques taches rouges. Il peut être différencié en 2 ou 3 horizons dont les deux premiers ne comportent que quelques taches rouges ou pas de taches, et le dernier d'assez nombreuses taches rouges.

Le niveau argileux passe en profondeur à un niveau à nodules ferrugineux : rose à très nombreuses taches rouges à nombreux nodules ferrugineux très bien individualisés, du même type que le niveau argilo-gravillonnaire des sols précédents.

Sous le niveau à nodules ferrugineux, c'est la carapace ferrugineuse ou le matériau digéré.

* Les gravillons sont ici de nodules ferrugineux de formes irrégulières.

Dans ces deux types de sols on observe :

- une variation texturale dans le sens d'un net enrichissement en argile en profondeur.
- une transition dans les phénomènes de ferruginisation représentée par les horizons gravillonneux de profondeur qui peuvent être interprétés :
 - soit comme d'anciens niveaux carepacs dont le ciment ferrugineux serait en voie de digestion (théorie LESPIN)
 - soit comme un néocarapacement dans des niveaux à nodules ferrugineux
 - soit comme des niveaux résiduels simplement remaniés par la faune du sol ou la flore.

Dans la deuxième hypothèse, nous aurions des sols ferrugineux tropicaux lessivés à taches.

Le problème ne pourra être tranché qu'à l'aide d'analyses microtopologiques et d'analyses chimiques totales et de l'étude sur le terrain des relations entre ces niveaux gravillonneux et les niveaux cuirassés (passage EY 22 à EY 23). Déjà, l'examen macroscopique montre que ces horizons gravillonneux comportent des tubulures lavées avec parfois des lambeaux résiduels de films argileux.

Ce sont donc d'anciens horizons B en voie de lavage. Cela signifie que s'il s'agit dans ces horizons d'un néocarapacement, il n'est plus actuel.

Nous avons vu à propos de la première partie de cette étude que les phénomènes de lavage des éléments fins dans les tubulures ne signifient nullement une quelconque digestion du squelette ferrugineux.

4. PLAINES AVALES

On peut la subdiviser en une partie supérieure et une partie inférieure.

4.1. Partie supérieure (EY 7 à EY 14)

C'est une plaine à pente de 1 à 1,1 % dont la régularité est rompue par des convexités soit d'origine anthropique : EY 11 à EY 13, soit d'origine lithologique (cuirasse) : EY 2 à EY 9, et EY 7.

On peut la subdiviser en trois zones :

4.1.1. Zone amont (EY 7 à EY 9)

Dans cette zone, les sols développés dans les matériaux meubles ont un faciès morphologique de sol ferrugineux tropical peu lessivé. Ils sont de couleur rouge à 2,5 m du sol à 1 m. Ils sont sableux en surface, argilo-sableux, sable-argileux ou argileux à sable-argileux en profondeur.

Le passage à la cuirasse ou à la carapace se fait :

- soit brutalement avec cependant au moins la présence de quelques pierres et cailloux de cuirasse bien individualisés, immédiatement au-dessus de la cuirasse ou de la carapace
- soit par l'intermédiaire d'un horizon d'épaisseur variable (quelques centimètres à 30 cm), à texture argilo-sableuse gravillonnaire ou sable-argileuse gravillonnaire, ou gravillonnaire, à nodules ferrugineux de formes irrégulières, tassés dans une terre fine argilo-sableuse ou sable-argileuse où leur emplacement est le plus souvent liessé et dans taches ferrugineuses. Lorsqu'on note une ségrégation ferrugineuse à l'emplacement des gravillons, elle est rare ou limitée à la partie inférieure du niveau à nodules ferrugineux.

On trouve dans les niveaux gravillonnaires des cailloux, pierres et même blocs de cuirasse. Leurs limites supérieures et inférieures sont parfois très ondulées et présentent parfois des pentes très fortes atteignant 40 % dans le profil BK 5.

On y trouve quelques concrétions noires soudant parfois des nodules ferrugineux dont la surface externe est noircie tandis que l'intérieur est rouge.

Les matériaux argilo-sablonneux sus-jacents à ces niveaux à nodules ferrugineux sont parfois riches en graviers de quartz ou en nodules ferrugineux à leur base.

Ces profils de sols (y compris les niveaux cuirassés et leurs matériaux sous-jacents) peuvent être interprétés de trois manières différentes :

a) ils sont évolués *in situ* et les niveaux à nodules ferrugineux seraient des niveaux de transition dans les phénomènes de cuirassement.

Ce serait alors des sols ferrugineux tropicaux lessivés indurés.

b) ils sont évolués *in situ*, mais les niveaux à nodules ferrugineux seraient des niveaux de digestion sur place des niveaux cuirassés selon la théorie avancée par LEPRUN.

Ce serait alors des sols ferrugineux tropicaux indurés en voie d'évolution régressive.

c) ils ne sont pas évolués *in situ* mais sont remaniés. Les niveaux cuirassés auraient été démantelés en surface, (démantèlement qui aurait donné naissance aux niveaux gravillo-maire) puis recouverts par les matériaux sablo-argileux et argilo-sableux. La partie supérieure remaniée a peu évolué depuis.

Je penche personnellement jusqu'à meilleure connaissance de ces sols pour cette dernière hypothèse.

Ce serait alors des sols ferrugineux tropicaux remaniés.

A l'appui des deux premières hypothèses, on pourrait noter qu'en ce qui concerne la minéralogie de la fraction argileuse, Hélène FAQUET observe très souvent une continuité et une identité entre les matériaux superficiels meubles et les niveaux cuirassés sous-jacents, et entre ces niveaux cuirassés et les arènes graveleuses ou gravelo-argileuses sous-jacentes, même lorsque ces dernières sont soumises à d'énergiques phénomènes de lavage.

On observe ce phénomène dans l'ensemble de la plaine aval.

Cela peut signifier que ces différents matériaux ont une origine similaire, mais cela ne signifie ^{pas} qu'il n'y ait pas pu y avoir de remaniement.

A l'appui de la troisième hypothèse, on peut noter :

- * la forte irrégularité des limites supérieures des niveaux gravillo-maires et parfois leur forte déclivité
- * la présence parfois de niveaux graveleux non ferruginisés à la base des matériaux argilo-sableux
- * et surtout l'absence constante dans toute la séquence de cailloux et graviers de quartz dans les niveaux sableux et argilo-sableux ^{que} quelle soit leur épaisseur alors que les carapaces et leurs niveaux sous-jacents contiennent toujours des cailloux et graviers de quartz.

Pour tenter de résoudre ces problèmes, des analyses chimiques totales, minéralogiques et micromorphologiques seront effectuées.

4.1.2. Zone intermédiaire (DE 11 à DE 12)

Les sols développés dans les matériaux superficiels meubles ont un faciès morphologique de sols peu évolués.

Ils sont moins rubéfiés que les sols précédents, de couleur brun rouge clair. Ils sont sableux jusqu'au niveau gravillonneux et l'épaisseur de ces matériaux sableux varie de 20 à 40 cm environ.

Ces derniers sont différenciés en un ou trois horizons suivant leur épaisseur, d'après la pénétration de la matière organique : de 5 YR 5/3 en surface, ils passent à 5 YR 5,5/4 en profondeur.

Le passage à la carapace se fait par l'intermédiaire d'un niveau de 20 cm d'épaisseur environ, essentiellement constitué de nodules ferrugineux de formes irrégulières paraissant être des débris de la carapace sous-jacente, à terre fine sableuse, à cohésion d'ensemble faible. C'est un horizon de démantèlement de la carapace sous-jacente par l'un des trois processus suivants :

- fonte sur place (idéologie MERRILL)
- action mécanique de la faune du sol et de la flore
- érosion superficielle.

4.1.3. Zone inférieure (DE 13 à DE 14)

Les sols développés dans les matériaux superficiels meubles ont un aspect morphologique de sol ferrugineux tropical, épais de 40 cm environ, avec limite inférieure pouvant être très inclinée dans le même profil (40 à 90 cm), sableux à sable-argileux en surface, argile-sableux en profondeur ou restant sable-argileux jusqu'à 90 cm en 1^{ère} occurrence.

Il peut être moins épais (27 cm) et moins argileux : sableux en surface, sableux à sable-argileux en profondeur.

Le passage à la carapace se fait par l'intermédiaire d'un horizon essentiellement gravillonneux, à terre fine sableuse, soit sans taches, soit à nombreuses taches rouille et gris blanchâtre avec alors quelques poches peu cohérentes. C'est un horizon soumis actuellement à des phénomènes de lavage des éléments fins : tubulures lavées avec revêtements de sables très fins blanchâtres (10 YR 7,5/5) sur la planche.

Les taches rouille marquent les emplacements des éléments grossiers. Ainsi, la ségrégation ferrugineuse n'est pas liée aux processus actuels de lavage.

Ces profils de sols peuvent être interprétés de la même manière que les sols de la zone amont de cette partie supérieure (cf. 4.1.1.)

4.2. Partie inférieure

On peut la subdiviser en 3 zones

4.2.1. Zone amont :

a) De BK 14. 3 à BK 17 :

Elle porte des sols ferrugineux tropicaux de type mal drainé, gris brun rouge en surface, brun rouge clair en profondeur ; à texture passant progressivement de sableuse (ou sablaute à sablo-argileuse) en surface à sablo-argileuse ou argilo-sableuse en profondeur, ou restant invariablement sablo-argileuse et même sableuse ; épaisseur de l'ordre de 40 à 65 cm variant fréquemment dans le même profil et dans de fortes proportions (de 22 à 50 cm dans le profil BK 14.3 ; 43 à 70 cm dans le BK 16, 40 à 90 cm dans le BK 15)

On note très souvent dans l'horizon superficiel, de fines taches et canalicules rouille ou simplement des nuances adre^{ga}ctives rouille pâle.

Les vases ont disparu et les matériaux ci-dessus passent en profondeur à un horizon constitué de nodules ferreux-organiques et de cailloux de feldspathes plus ou moins jaunis ou rouille. Ces derniers constituent parfois un niveau pépéritique qui remplace partiellement ou presque complètement le niveau à nodules ferreux-organiques ; nombreux cailloux de quartz ; assez nombreuses tubulures tendant à s'étirer horizontalement et à donner un aspect lité ; parfois ségrégation ferrugineuse sous forme de taches rouille ou de taches rouille dans la partie supérieure, rouille et noires dans la partie inférieure.

Ces profils de sols (y compris les niveaux à nodules ferrugineux) peuvent être interprétés de la même manière que les sols de la zone amont de la partie supérieure (cf. 4.1.1.). Rappelons les trois hypothèses principales de formation de ces sols :

a) ils sont évolués en place sans remaniement et les niveaux à nodules ferrugineux et ferro-manganifères représentent un cuirassement plus récent ou contemporain de celui de la partie supérieure de la plaine aval. Ce sont des sols ferrugineux tropicaux lessivés à taches et concrétions.

b) ils sont évolués en place et les niveaux à nodules ferrugineux et ferro-manganifères sont le résultat de la digestion sur place de niveaux cuirassés jadis plus importants.

Ce sont des sols ferrugineux tropicaux indurés à évolution régressive.

c) ils ne sont pas évolués en place, mais sont remaniés. Les niveaux cuirassés, moins développés ici, ont été plus ou moins démantelés puis recouverts de matériaux sableux à argilo-sableux.

A propos de la première hypothèse, il a été signalé, lors de l'étude du cuirassement que ces niveaux à nodules sont l'équivalent des cuirasses et carapaces amont et aval et que leur différenciation est imputable à la nature pétrographique de la roche-mère.

Si l'on imaginait pour ces niveaux à nodules, un cuirassement plus récent et actuel, on expliquerait très mal comment, dans certains profils, les solutions ferrugineuses s'accumulent et donnent des niveaux à nodules ferrugineux au-dessus de matériaux caillouteux et très poreux qui constituent des pièges par excellence.

Si l'on considère l'ensemble de la plaine aval, on constate que la partie étudiée ici correspond à une zone de ralentissement du drainage (cf. aux caractères hydromorphes des horizons superficiels). Elle devrait donc correspondre dans une toposéquence génétique de type ferrugineux tropical lessivé à la zone d'accumulation optimale du fer, et cela d'autant plus que les matériaux sont des niveaux pièges par excellence pour le fer.

Un fait se dégage de cette constatation : si le fer est mobilisé actuellement, il n'a pas tendance à se déposer et serait alors plutôt expurgé de la toposéquence.

Cependant, même en admettant que les niveaux à nodules ferrugineux appartiennent au même cycle de cuirassement que les cuirasses et carapaces amont et aval, on doit admettre également que les niveaux pegmatitiques étaient compactes et peu perméables aux solutions ferrugineuses lors de ces processus de cuirassement.

À l'appui de la troisième hypothèse de formation de ces sols, on peut noter la très grande irrégularité des niveaux supérieurs des horizons à nodules. On ne peut pas expliquer dans le cas de sols évolués en place de telles déclivités du niveau supérieur de cuirassement ou de concrétionnement.

b) De BK 18 à BK 22

Les matériaux superficiels meubles sont évolués en sol ferrugineux tropical à faciès morphologique lessivé, mal drainé sur l'ensemble du profil, sableux à sable-argileux en surface (0-15 cm environ) devenant rapidement argilo-sableux dès le deuxième horizon et si les matériaux sont suffisamment épais, argileux en profondeur.

Le passage du matériau argilo-sableux ou argileux à la carapace est toujours brutal. Il peut être marqué par un lit finement graveleux (3 à 6 cm d'épaisseur) ou argilo-graveleux (10 cm d'épaisseur environ).

La ségrégation ferrugineuse dans le matériau argilo-sableux est sous la dépendance de l'épaisseur de celui-ci et n'est pas en relation avec le cuirassement sous-jacent. Ce fait est important à noter car il traduit une discontinuité entre les phénomènes de ferruginisation dans les carapaces et dans les matériaux sus-jacents aux carapaces. Il vient à l'encontre de l'hypothèse d'une évolution en place.

4.2.2. Zone moyenne :
Village.

4.2.3. Zone aval Kk 23 à Kk 26

Les sols développés sur les matériaux superficiels meubles appartiennent à deux types :

a) Les sols peu évolués de même type que ceux de la zone intermédiaire de la partie supérieure de cette plaine aval (cf. 4.1.2.)

L'épaisseur de l'horizon superficiel sableux est de l'ordre de 15 cm. Le passage à la carapace se fait par l'intermédiaire d'un horizon essentiellement constitué de nodules ferrugineux de formes irrégulières dont certains sont des débris de la carapace sous-jacente; à terre fine sable-argileuse ; d'épaisseur variable dans le même profil et d'un profil à l'autre (8 à 35 cm). Lorsque cet horizon à nodules est épais, la terre fine est argilo-sableuse dans la partie inférieure qui présente en même temps de petites taches rouille.

b) Les sols de type ferrugineux tropical à aspect morphologique lessivé, à horizon superficiel sableux, d'épaisseur très faible (5 cm environ) avec de fines taches et canalicules rouille dès la surface à l'extrémité aval.

Le matériau argilo-sableux passe soit à la carapace par l'intermédiaire d'un lit gravillonnaire de 5 cm d'épaisseur, ou au matériau argilo-gravillonnaire qui remplace la carapace. Dans ce dernier cas l'ensemble du profil a un aspect morphologique de sol ferrugineux tropical lessivé à concrétions.

Ces profils peuvent être interprétés de la même façon que les sols de la zone amont de cette partie inférieure.

5. PLAINE BASSE

Elle est constituée de sols hydromorphes à pseudogley d'ensemble. Ils sont :

- en surface (0-20 cm environ) : gris clair bleuté gris blanchâtre bleuté, à nombreux canalicules rouillés, à texture sableuse sur 10 à 15 cm puis sablo-argileuse et parfois argilo-sableuse.
- puis argilo-sableux ou argileux, brun-rouge clair, rose ou gris blanchâtre à assez nombreuses ou nombreuses taches rouille apparaissant comme des cassures de petits agrégats polyédriques, à quelques concrétions ferrugineuses ou ferromanganifères noires bien individualisées ; à structure polyédrique grossière à moyenne (et parfois petite) moyennement à assez bien développée ; cette structure est parfois limitée à la partie inférieure.
- épais de 70 à 90 cm avec parfois de fortes variations d'épaisseur dans le même profil (50 à 80 cm dans le profil BK 30).

Le passage à la carapace ou à l'horizon gravillonnaire sous-jacent est brutal.

Ces sols sont ainsi caractérisés en profondeur par un pseudogley à taches et structuration. Les sols à pseudogley structurés ne sont pas encore admis dans la classification française. Pour leurs conditions de genèse on se reportera à B. KALOGA (1961 c, 1961 d, 1961e, 1964, 1965, 1966, 1969, 1971).

Ils se rencontrent sur les alluvions argileuses récentes, correspondent à une hydromorphie intense mais très temporaire et relativement jeune.

B. TOPOSEQUENCE YERMA-DASSINKO

Pour la portion située en amont de la plaine aval, se reporter à la toposéquence précédente.

1. PLAINE AVAL

1.1. Partie supérieure (DK 5 à DK 81)

Les sols développés sur les matériaux superficiels meubles appartiennent à deux types :

a) Sols ferrugineux tropicaux à faciès morphologique peu lessivé identiques à ceux de l'extrémité amont de la plaine aval de la toposéquence Yerma Bissighin.

Ils sont :

- de couleur rouge 5 YR 5/3 en surface passant à 5 YR 6,5/6 à 6/6 en profondeur.
- sableux en surface, passant progressivement à argilo-sableux ou sablo-argileux en profondeur, avec parfois quelques concrétions noires.
- d'épaisseur variable d'un profil à l'autre : 40 à 60 cm, et pouvant varier fortement dans le même profil (50 à 126 cm dans le profil DK 5).

Le passage à la cuirasse se fait par l'intermédiaire d'un horizon :

- d'épaisseur faible (10 à 14 cm)
- essentiellement constitué de nodules ferrugineux de formes irrégulières, avec une terre fine argilo-sableuse. Dans le même profil on y observe tantôt pas de taches ferrugineuses, tantôt des taches rouille au contact des nodules entre eux. La ségrégation ferrugineuse sous forme de taches peut être plus abondante : assez nombreuses taches rouille. La terre fine peut être plus abondante : horizon argilo-gravillonnaire.

Cet horizon peut être constitué, dans sa moitié inférieure, de nodules ferrugineux mal individualisés faisant alors une certaine transition avec la cuirasse sous-jacente. Mais le plus souvent, le passage à la cuirasse est très brutal (dans le cas de DK 5, il s'agit d'une carapace).

Ces profils peuvent être interprétés de la même façon que les sols identiques de la toposéquence Verma-Bissighin (Cf. 4.1.1.)

b) Sols squelettiques peu évolués sur cuirasse comportant :

- un horizon sableux de 15 cm d'épaisseur, plaqué brutalement sur la cuirasse ou par l'intermédiaire d'un niveau sablo-gravillonnaire à nodules ferrugineux de formes irrégulières avec de nombreux cailloux de quartz.

1.2. Partie moyenne BK 86 à BK 92

Les sols développés sur les matériaux superficiels meubles sont caractérisés par un pseudogley de profondeur à taches ou le plus souvent à taches et structuration. Ils sont :

- de couleur brun clair 10 YR 5,5/3 à 6/2 en surface passant à rose clair 5 YR 7/4 ou brun pâle 10 YR 7/3 en profondeur ; à moyenne profondeur (à partir de 30 à 40 cm environ) apparaissent quelques taches rouges, puis on passe le plus souvent à un horizon qui tranche brutalement sur le sus-jacent par une ségrégation ferrugineuse intense par taches rouges, en même temps que la structure passe de massive à polyédrique grossière ou (et) prismatique petite à tendance polyédrique moyennement à assez bien développée. Cet horizon à pseudogley peut cependant avoir parfois une structure massive ou prismatique grossière.
- à texture sableuse en surface passant progressivement à argilo-sableuse ou le plus souvent argilo-sableuse puis argileuse en profondeur. Vers l'extrémité aval, la texture devient plus rapidement argileuse en fonction de la profondeur.
- d'épaisseur variable : 70 à 122 cm selon les profils.

Le passage à la carapace se fait par l'intermédiaire d'un horizon :

- essentiellement constitué de gravillons ferrugineux paraissant parfois bien calibrés, de formes écaillées plus ou moins arrondies à cassure brun-rouge foncé ou rouge foncé.

- à terre fine argileuse, parfois à nombreux graviers et cailloux de quartz.
- à nombreuses taches rouges et parfois à quelques taches noires, mais pas de cimentation en carapace.

Le passage à la carapace sous-jacente est donc brutal.

Cet horizon gravillonnaire peut être remplacé par un horizon :

- graveleux constitué de graviers de quartz et de nodules ferrugineux, ou argilo-graveleux riche en graviers de quartz et gravillons ferrugineux.
- parfois soumis à des phénomènes de lavage (empilement par plages de graviers sans terre fine).
- à quelques taches rouges ou à nombreuses taches rouges.

Là encore, le passage à la carapace est brutal et ces niveaux gravillonnaires ou graveleux sont à rattacher, du point de vue de la ferruginisation, aux horizons à pseudogley structurés sus-jacents.

Il a été signalé, à propos des sols de la plaine basse de la toposéquence Yerna-Bissighin, que les sols à pseudogley structurés correspondent à une hydromorphie intense, très temporaire et relativement jeune.

La discontinuité dans les processus de ferruginisation entre les matériaux meubles argileux et les carapaces sous-jacentes apparaît ainsi nettement : ils correspondent à deux phases évolutives distinctes.

1.3. Partie inférieure

Elle porte des sols à pseudogley quasi d'ensemble puis d'ensemble à taches et structuration.

A l'extrémité amont, ces sols sont sablo-argileux en surface et deviennent rapidement argileux en profondeur. Dans le reste de la plaine, ils sont sableux à sablo-limoneux en surface et deviennent rapidement argileux en profondeur.

Le matériau argileux est le plus souvent gris blanchâtre à nombreuses taches rouille, avec une structure prismatique petite à tendance polyédrique moyennement à assez bien développée. A la base, lorsque l'hydromorphie devient persistante, la structure est peu développée, la ségrégation ferrugineuse plus intense.

1.4. Conclusion

Dans cette plaine aval de la toposéquence Verme-Bossinié, on passe de sols de type ferrugineux tropical d'aspect morphologique peu lessivés à l'amont à des sols à pseudogley de profondeur à taches et structuration dans la partie moyenne, puis à des sols à pseudogley d'ensemble à taches et structuration dans la plaine basse, tandis que, comme nous l'avons déjà signalé, l'intensité du cuirassement diminue de l'amont vers l'aval.

Nous n'avons pas une séquence évolutive du type ferrugineux tropical lessivé.

A cet égard les interprétations ne seront pas poussées trop loin avant l'obtention de renseignements précis sur la nature pétrographique des roches-mères au moyen de lames minces.

La plaine aval ne se distingue pas des plaines amont et moyenne uniquement par le type d'altération sous-jacente aux cuirasses. Les matériaux constitutifs des niveaux cuirassés eux-mêmes montrent une richesse en minéraux 2/1 significativement plus élevée (20 % et parfois 30 à 40 %). De cette constatation on peut tirer deux hypothèses :

- a) Le front de cuirassement s'est abaissé progressivement dans un matériau plus ou moins vertique. Dans ce cas l'altération de type 2/1 ne serait pas postérieure, mais antérieure ou concomitante du cuirassement du moyen glacis.
- b) Le matériau maigre des niveaux cuirassés est allochtone et a été mis en place par la faune du sol. Pour vérifier cela, il suffirait de faire des analyses séparées du squelette ferrugineux et de la terre fine.

4. PLAINE BASSE

La roche-mère est variée :

Tantôt c'est une migmatite leucocrate à biotite et muscovite, tantôt c'est une migmatite mésocrate à biotite, tantôt une migmatite très hétérogène, leucocrate avec des passées mélanocrates surmicées.

Dans le premier cas, l'altération est kaolinique 100 % de kaolinite avec seulement des traces d'illites et de montmorillonite (H. PAQUET)

Nous n'avons pas de résultats analytiques concernant le deuxième cas, mais il semble que l'on ait une altération montmorillonitique (argile lourde à fentes de retrait, riche en nodules calcaires).

Dans le troisième cas on a encore une altération montmorillonitique (40 % de montmorillonite, 10 % d'illites et 50 % de kaolinite). Mais il convient de vérifier dans ce cas si celle-ci n'est pas le fait d'un faciès mésocrate étant donné l'hétérogénéité de la roche-mère. En effet les plages argilieuses semblent correspondre dans l'ordre à l'altération des plages riches en ferro-magnésiens.