

## SOLS ROUGES ET BEIGES

### Étude d'une séquence sur quartzite en pays ferrallitique forestier (R.C.A.)

Alain G. BEAUDOU\*

#### RÉSUMÉ

*Dans la région de Bangui, sous une pluviométrie de 1 600 mm, s'observent des séquences de couleurs rouge-beige. Les sols rouges se développent sur des interfluves à versants convexes, les sols beiges dans les vallées à fonds plats. Dans les sols rouges, le fer s'accumule au niveau des horizons durcis. Dans les sols beiges, la lixiviation des bases et du fer est très intense grâce à l'engorgement des horizons profonds. Le milieu hydromorphe de ces régions n'induit pas la néogénèse de minéraux argileux à 14 Å et conserve les minéraux hérités tels que l'illite. Cette région a été affectée par une période de morphogénèse mécanique intense, dont un lit de galets de quartzite représente un témoin, cicatrisé par une importante couverture meuble. Par la suite, le paysage semble s'être figé. Par certains caractères, cette séquence se rapproche de celles décrites dans les régions plus sèches par de nombreux auteurs.*

#### SUMMARY

*Around Bangui, with a rainfall of 1 600 mm, red-yellowish brown coloured sequences are observed. Red soils are spreading on interfluves with convex valley-sides, yellowish-brown soils in flat bottom valleys. In the red soils, iron accumulates on iron crust. In the yellowish-brown soils, the lixiviation of basis and iron is very intense on account of the waterlogging of the deep horizons. The hydromorphic environment of these areas does not induce the neogenesis of 14 Å clay minerals and preserves inherited minerals such as illite. This area has been affected by a period of intense mechanical morphogenesis which has left a bed of quartzitic pebbles as a proof scarred by an important cover of light soil. Later, the landscape seems to have set. By some of its characters, this sequence can be compared to the sequences that many writers have described in drier areas.*

---

\* Elève 2<sup>e</sup> année - Centre ORSTOM de Bangui.

## ZUSAMMENFASSUNG

*Nahe bei Bangui, mit einem Jahresniederschlag ca. 1 600 mm, bemerkt man eine rote-beige Farbenfolge. Die roten Boden entwickeln sich auf den Riedeln der konvexen Talhänge und die beigen Boden in den flachen Talsohlen. In den roten Boden, anhäuft sich das Eisen die Eisenkruste. In den beigen Boden, ist die Basen- und die Eisenauslaugung sehr intensiv, dank der Vernässung der tiefen Horizonte. Die hydromorphe Umwelt dieser Gegenden führt nicht die Neogenese der Tonminerale mit einem Basisabstand von 14 Å und bewahrt die geerbten Minerale wie Illite auf. Diese Gegend wurde durch eine intensive mechanische Morphogenesezeit angegriffen, dessen Beweis mit einem Quarzitkieselbett, durch eine herbliche lockere Deckung genarbt, dargestellt ist. Später, scheint die Landschaft geronnen zu sein. Durch bestimmte Züge, nähert sich diese Farbenfolge von diesen die viele Autoren in die trockener Gegenden beschrieben haben.*

## PLAN

### INTRODUCTION

#### I. GÉNÉRALITÉS

- 1.1. Facteurs de la pédogenèse
- 1.2. Méthodes d'études

#### II. ETUDE DES PROFILS

- 2.1. Profil SKB 9
- 2.2. Profil SKB 4
- 2.3. Profil SKB 3
- 2.4. Profil SKB 2
- 2.5. Profil SKB 0

#### III. DISCUSSION

- 3.1. Le paysage morphologique
- 3.2. Le paysage géochimique
- 3.3. La séquence pédologique

#### IV. CONCLUSIONS

#### V. ANNEXES

## INTRODUCTION

Le but de cette étude est une analyse de la différenciation des sols rouges et beiges, en milieu ferrallitique forestier. Leur comparaison avec des sols de mêmes couleurs des régions tropicales à longue saison sèche sera esquissée.

Dans ces dernières régions, nombre d'auteurs ont travaillé sur ce type de séquence. Citons en particulier MAIGNIEN (1960-1961), FAUCK (1963-1964), BOCQUIER et CLAISSE (1963), TOBIAS (1965), SEGALEN (1967), LEROUX (1967), BOULVERT (1968) et CHATELIN (1969).

Les sols rouges, distribués dans les parties hautes du paysage, sont définis comme *ferrallitiques*. Les sols beiges, localisés sur des glacis ou des versants en pente faible et aboutissant au niveau du réseau hydrographique ou à des zones d'inondation, correspondent à des sols *ferrugineux tropicaux*.

En zone équatoriale, les sols jaunes dominent, d'où la rareté des séquences différenciées. Les sols rouges que l'on peut y rencontrer se développent, en général, sur roches basiques, ce qui limite leur extension.

Cependant, dans la région de Bangui, à la limite de la forêt et sous une pluviométrie annuelle de 1 600 mm, des sols rouges se sont formés sur *quartzite* ou *grès arkosiques* d'âge précambrien. Plus au nord, avec l'apparition de la savane, les sols rouges sont toujours largement dominants. Dans la région forestière étudiée, les sols rouges sommitaux passent à des sols beiges en bas de pente. Contrairement à ce qui existe dans les régions plus sèches, les sols beiges ne sont pas localisés sur des longs glacis en pente douce, mais sur des *versants convexes courts*, en demi-orange (TRICART, 1965), dont la base passe brutalement à des bas-fonds plats hydromorphes.

Le climat n'est donc pas la seule variable qui induit la différenciation de ces séquences de couleur. D'autres facteurs sont déterminants, la position dans le modelé actuel, l'interférence éventuelle avec des pédogenèses anciennes et le remaniement des sols. Pour CHATELIN (1969), il existe une pédogenèse originale de chaque site topographique actuel et on peut retrouver des séquences rouge-beige en dehors des zones tropicales. Effectivement, SYS (1954), QUANTIN (1962) et MARTIN (1966) ont décrit ce type de séquence en pays ferrallitique très humide.

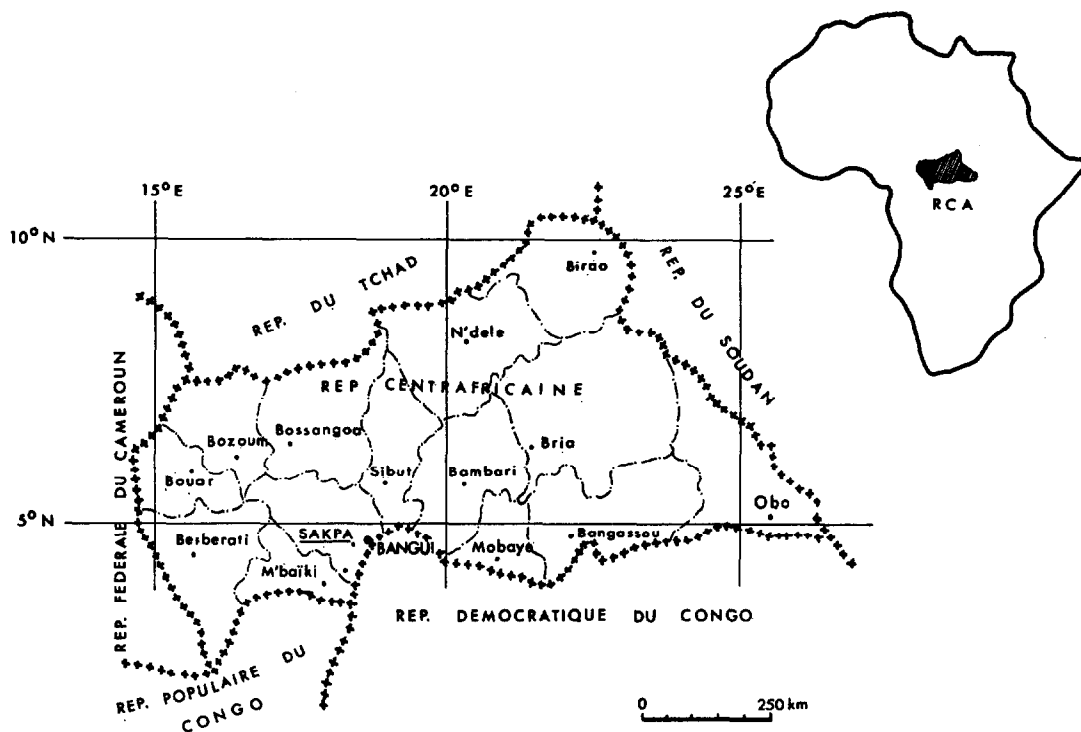


FIG. 1. — Carte de localisation.

## 1. GÉNÉRALITÉS

La séquence choisie est située à 20 km au sud-ouest de Bangui, dans la réserve forestière de Botambi (4°17' N et 18°23' E), (fig. 1). L'altitude varie entre 400 m pour les sols rouges et 360 m pour les sols beiges.

### 1.1. FACTEURS DE LA PÉDOGENÈSE

#### 1.1.1. Ecologie

La région est dominée par le sous-climat oubanguien du type guinéen forestier défini par AUBREVILLE (1949). Ce climat est caractérisé par une saison des pluies de 8 à 9 mois, avec un maximum très net en août. La saison sèche, pendant laquelle la température est maximum, occupe le reste de l'année. La pluviométrie et la température annuelles moyennes sont, respectivement, de 1 550 mm et 26 °C.

L'humidité de l'air est élevée toute l'année, sa valeur moyenne atteint 78 %. L'indice de drainage calculé (HENIN et AUBERT) est de 863 mm, ce qui correspond à une quantité d'eau théorique qui s'infiltrerait dans le sol de 55 % de l'eau tombée annuellement.

L'évapotranspiration annuelle mesurée à Bangui est de 1 236 mm avec un maximum au mois d'avril.

La dégradation spécifique calculée (FOURNIER 1960) est forte et correspond à une valeur théorique annuelle de 1 361 tonnes/km<sup>2</sup>.

La végétation forestière se compose d'essences variées : *Terminalia superba*, *Albizia zygia*, *Antho- cleista vogelii*, *Chlorophora excelsa*, *Entandrophragma cylindricum* (Sapelli), *E. utile* (Sipo), *Cola lateritia*, *Triplochytton scleroxylon* (Ayous), *Ceiba pentandra* (Fromager), *Azelia africana* (Doussié), *Croton mayumbensis*, *Psychanthus angolensis*.

Cette forêt, bien qu'elle soit érigée en réserve dans la zone où sont localisées les séquences, présente une certaine dégradation anthropique. Celle-ci se manifeste par l'existence de quelques petites taches épar- ses de savane et la croissance, sur sa lisière, de parasoliers (*Musanga smithii*) ainsi que par la présence de restes de palmeraies (*Elaeis guineensis*).

#### 1.1.2. Roche-mère

La région est couverte par la série des grès-quartzites de M'Baïki (WACRENIER 1960). On y rencontre plusieurs niveaux traversés par des filons de dolérites :

- grès grossiers arkosiques, sub-conglomératiques,
- grès fins, un peu sériciteux,
- argillites parfois un peu gréseuses, très fines et souvent bariolées. Les grès-quartzites grossiers (base de la série), possèdent une structure grossière, avec des grains arrondis de quartz noir. Microscopi-

quement, il s'agit d'une association de grains de quartz et de microcline détritiques dans un ciment quartzique, avec un peu de séricite. On peut y trouver également du plagioclase détritique.

Les grès-quartzites plus fins ne se différencient que par leur granulométrie et l'absence de feldspaths détritiques. Dans la Pama, affluent principal de la M'Poko qui se jette dans l'Oubangui à 15 km au sud de Bangui, on observe, associés aux grès-quartzites, des schistes gréseux passant à des schistes fins ou même des argillites.

Le métamorphisme de toutes ces roches reste faible. Il est caractérisé par la présence de quelques phyllites sériciteuses et, exceptionnellement, de la muscovite et de la chlorite. Les minéraux accessoires les plus fréquents sont l'oligiste, la tourmaline et la pyrite.

Les dolérites sont caractérisées par une saussuritisation et une ouralitisations intenses, avec formation d'ouralite, de chlorite, d'épidote et de leucoxène.

### 1.1.3. Géomorphologie

Le nord-est de Bangui constitue une zone de collines d'une altitude de 600 à 700 m. Ces collines, très nombreuses, sont entaillées profondément par un réseau très dense de marigots, avec de nombreuses et courtes digitations.

S'opposant à cette région de façon assez brutale, le sud-ouest de Bangui, où se situe notre étude, offre une morphologie très différente. L'altitude des collines varie entre 400 et 450 m et leur densité devient beaucoup plus faible ; on passe, très progressivement, vers le sud, au bassin du Congo. De ce fait, l'altitude décroît peu à peu et les collines disparaissent pour laisser la place à un relief de cuvette, incliné légèrement vers le sud.

Les collines possèdent des versants courts, arrondis et convexes, du type en « *demi-orange* » (TRICART et CAILLEUX, 1965), (fig. 2). Les hauteurs de commandement varient entre 30 et 40 m. Les versants se raccordent brutalement ou par une très faible concavité au fond plat des thalwegs. Cette brusque rupture de pente est l'indice de la faiblesse du colluvionnement actuel. La morphologie originale de la région est caractéristique des zones équatoriales.

Sur ces bas-fonds plats, en général assez étendus, se développent des marécages importants où se perdent les marigots.

Le réseau hydrographique, plus lâche qu'au nord-est de Bangui, se personnalise par des marigots aux cours sinueux, qui ne sont jamais asséchés, même au plus fort de la saison sèche. Leur écoulement, très lent, a perdu tout pouvoir érosif et le façonnement actuel des versants peut se faire selon les processus décrits par ROUGERIE (1960) pour les pays forestiers, par lessivage oblique, « *creeping* » et faible ruissellement.

## 1.2. MÉTHODES D'ÉTUDE

### 1.2.1. Description et situation des profils (fig. 2)

La séquence comporte quatre profils et un sondage effectué en bordure du marigot. Les profils de bas de pente sont très rapprochés pour suivre de façon assez précise le passage des sols rouges aux sols beiges, celui-ci se faisant très rapidement.

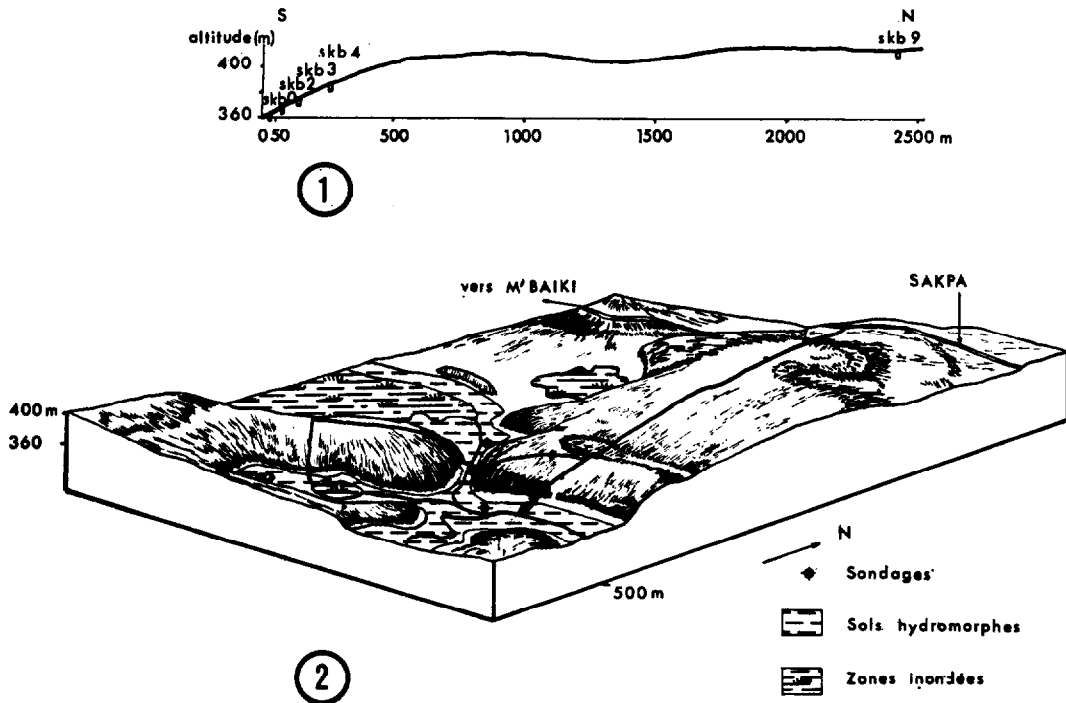


FIG. 2. — 1. Profil topographique — 2. Esquisse morphologique.

### 1.2.2. Analyses et exploitation des résultats

Les analyses classiques (matière organique, granulométrie, bases) ont été effectuées sur la terre fine (0-2 mm) de tous les profils. Les résultats, trop dispersés, des bases échangeables, capacité d'échange et taux de saturation ne sont pas donnés. Les variations seront suivies, d'une part dans chaque profil, d'autre part dans chacun des horizons tout au long de la pente. Les résultats des bases échangeables sont cités pour chaque profil mais ne sont pas groupés en tableau car leurs valeurs présentent trop de variations.

Les analyses triacides, effectuées sur la fraction 0-2  $\mu$  et sur la terre fine (0-2 mm), permettent de préciser la composition minéralogique et de calculer les pourcentages respectifs des différents minéraux des fractions granulométriques (argiles, limons et sables), dont la présence a été révélée par les diagrammes de diffraction de rayons X. Les tableaux des résultats sont reportés en annexes. L'analyse microscopique des minéraux lourds complète ces résultats. Le comptage des différentes espèces cristallines donne, pour les minéraux ferrugineux, le titane et les silicates complexes autres que les argiles, une image plus exacte de la composition minéralogique des cuirasses et des gravillons que celle obtenue par calcul géochimique.

Le calcul du coefficient de corrélation met en évidence les relations étroites du magnésium et du potassium.

Les rapports moléculaires de la silice combinée, à l'alumine et à la somme des bases, permettent de préciser la mobilité relative de ces éléments.

Le rapport fer/silice est établi d'après les résultats pondéraux de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  et  $\text{SiO}_2$ . D'HOORE et al. (1954) ont établi que les surfaces de la kaolinite sont saturées avec 12 % de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (par rapport au poids

de kaolinite), ce qui correspond à un rapport fer/silice de 0,258. Cette valeur théorique ne sert que de repère ; lorsqu'elle est dépassée, il y a accumulation du fer ou départ préférentiel de la silice par rapport au fer.

Il a été impossible de dresser un bilan géochimique étant donnée l'absence d'analyses de la roche-mère.

## 2. ÉTUDE DES PROFILS

Les descriptions complètes des profils sont reportées en annexe. Dans le texte, elles se résument à la texture et à la couleur Munsell en humide relevée sur le terrain. Les prélèvements sont notés SKB suivi d'un numéro. Les échantillons grossiers et broyés portent l'indice gr ; les indices f et T correspondent, respectivement, à la terre fine (0-2 mm) et aux argiles traitées par HCl 8 N et NaOH 0,5 N.

### 2.1. PROFIL SKB 9

#### 2.1.1. Morphologie et caractères analytiques généraux

##### 2.1.1.1. DESCRIPTION

Ce profil est situé sur le sommet du plateau, à une altitude de 400 m. Les horizons B, rouges et meubles, sont très épais. A partir de 7 m de profondeur, on rencontre des horizons gravillonnaires. La zone d'altération n'a pu être atteinte.

0-5 cm A <sub>11</sub>	Sablo-argileux, humifère, 2,5 YR-2,5/2, quartz déliés, SKB 91.
5-23 cm A <sub>12</sub>	Sablo-argileux, moyennement humifère, 2,5 YR-2,5/3, quartz déliés, SKB 92.
23-58 cm A <sub>3</sub>	Argilo-sableux, légèrement humifère, 2,5 YR-2,5/5, SKB 93.
58-146 cm B <sub>1</sub>	Argilo-sableux à argile sableuse, 2,5 YR-3,5/6. SKB 94.
146-415 cm B <sub>21</sub>	Argile sableuse, 10 R-4/6, SKB 95.
415-700 cm B <sub>22</sub>	Argile sableuse légèrement limoneuse, 2,5 YR-3/7, SKB 96.
700-783 cm B <sub>3, gr</sub>	Sablo-argileux, quelques gravillons ferrugineux (7,5 YR-5/8), 2,5 YR-5/6, SKB 97.
783-1 000 cm B <sub>gr</sub>	Blocs de carapace et gravillons ferrugineux, 10 R-4/7, SKB 98 f et 98 gr.

La teinte fondamentale du profil, y compris celles des horizons A, est le rouge. La couleur en sec est un peu plus claire qu'en humide.

## 2.1.1.2. CARACTÈRES ANALYTIQUES GÉNÉRAUX

Le profil est relativement riche en argile. Sa teneur augmente progressivement depuis l'horizon A<sub>11</sub> jusqu'à l'horizon B<sub>21</sub> pour décroître ensuite au bénéfice des pseudo-limons et pseudo-sables, (tableau 1).

TABLEAU 1

PROFIL SKB 9 : TEXTURE  
(granulométrie compensée %)

Echantillon .....	SKB 91	SKB 92	SKB 93	SKB 94	SKB 95	SKB 96	SKB 97	SKB 98 f
Horizon .....	A <sub>11</sub>	A <sub>12</sub>	A <sub>3</sub>	B <sub>1</sub>	B <sub>21</sub>	B <sub>22</sub>	B <sub>3, gr</sub>	B <sub>gr</sub>
Argile .....	14,2	18,8	24,0	30,8	35,4	32,8	13,1	23,8
Limon fin .....	2,1	2,0	1,0	2,0	2,0	7,6	7,6	7,1
Limon grossier .....	2,1	1,5	2,0	1,5	1,5	5,5	8,6	6,6
Sable fin .....	28,8	22,8	28,0	15,8	22,8	19,7	32,5	25,3
Sable grossier .....	52,7	54,9	44,9	49,9	38,3	34,3	38,1	37,1

La matière organique est bien évoluée, le rapport C/N variant de 10 à 12. Sa teneur, assez élevée dans l'horizon A<sub>11</sub>, décroît sensiblement dès A<sub>12</sub>. A partir de cet horizon, la prépondérance des acides fulviques sur les acides humiques devient très nette (tableau 2).

Excepté dans l'horizon A<sub>11</sub>, la teneur en bases échangeables est très faible. Le calcium est, de loin, le cation le plus abondant.

La capacité d'échange (3,6 à 2,4 mé) et le taux de saturation (3 à 9 %) atteignent respectivement, en surface, 13 mé et 31 %, grâce à la matière organique. Les valeurs du pH sont cantonnées entre 5,1 et 5,4. La différence élevée entre le pH H<sub>2</sub>O et le pH HCl (0,7 à 0,9 unités pH) confirme la forte désaturation. Cette différence est généralement attribuée à la présence d'aluminium échangeable.

TABLEAU 2

PROFIL SKB 9 : MATIÈRE ORGANIQUE (‰)

Echantillon .....	SKB 91	SKB 92	SKB 93
Horizon .....	A <sub>11</sub>	A <sub>12</sub>	A <sub>3</sub>
Carbone .....	23,8	5,5	3,3
Azote .....	2,27	0,55	0,28
C/N .....	10,5	10,0	11,8
M.O. totale .....	41,0	9,0	6,0
C. humique .....	1,20	0,27	0,28
C. fulvique .....	2,30	1,27	0,93
C. fulvique/C. humique .....	1,9	4,7	3,3
Taux hum. (%) .....	14	28	32



Le fer s'accumule fortement dans les horizons gravillonnaires et indurés. Il existe principalement sous la forme fer « libre », qui traduit les teneurs en goéthite ou en hémate. La méthode SEGALIN indique seulement 1 à 2 % de fer amorphe dans les horizons les plus riches. En profondeur la prépondérance du fer libre s'atténue.

## 2.1.2. Chimie et minéralogie selon la granulométrie

### 2.1.2.1. FRACTION INFÉRIEURE A $2\mu$

*Cristallographie des argiles* (fig. 3)

Tous les diagrammes indiquent la présence de kaolinite bien cristallisée (pics aigus à 7,15 et 3,56 Å).

Les horizons A<sub>12</sub> et B<sub>1</sub> sont caractérisés par la présence, en faible quantité, de gibbsite — pic à 4,38 Å — qui manque dans les autres horizons.

L'illite, à l'état de traces dans les échantillons SKB 97 f (horizon B<sub>3,gr</sub>) et SKB 98 f (horizon B), présente un pic à 10,06 Å plus net dans les échantillons traités à l'acide chlorhydrique 8 N, puis lavés à la soude 0,5 N, cette opération ayant été répétée deux fois (échantillons SKB 98 f T).

Les horizons A<sub>12</sub>, B<sub>1</sub> et B<sub>21</sub> semblent montrer des traces de minéraux interstratifiés 10-14 Å ; quelques pics très faibles apparaissent sur les diagrammes d'échantillons traités et orientés.

Le fer est sous forme d'hématite — pic à 2,67 Å — dans tous les échantillons.

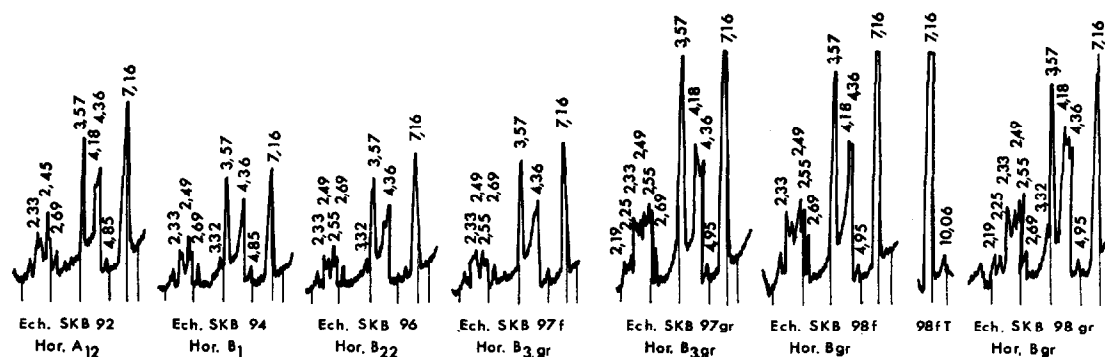


FIG. 3. — Diagrammes de diffraction de rayons X du profil SKB 9.

*Chimie des argiles* (tabl. 11, en annexes)

Le pourcentage d'illite est calculé le premier en utilisant tout le potassium existant. Les formules choisies sont celles d'illites dioctaédriques, comportant un maximum de substitutions tétraédriques afin que l'excès d'alumine soit le plus petit possible, la majorité des échantillons ne révélant pas de gibbsite aux rayons X.

Le coefficient de corrélation ( $r = 0,96$ ) indique pour le potassium et le magnésium un sort commun. De ce fait, il doit exister une certaine quantité de magnésium dans les illites dioctaédriques.

Par hypothèse, on considère que tout le titane des argiles est sous forme de rutilé ( $\text{TiO}_2$ ), car l'étude des minéraux lourds des fractions sableuses met en évidence une très forte dominance du rutilé sur tous les autres minéraux titanés, ilménite ( $\text{Fe, Mg, Mn}$ )  $\text{TiO}_3$  en particulier. L'existence d'une faible quantité de ce minéral n'est cependant pas exclue.

L'analyse aux rayons X de la fraction argileuse n'ayant révélé que l'existence d'hématite, on considère que celle-ci utilise la totalité du fer en négligeant les très faibles quantités nécessaires à l'ilménite et aux substitutions dans les illites.

Dans ces conditions, la composition des différents échantillons sera la suivante :

- SKB 94 : 82 % de kaolinite, 4 % de gibbsite, 10 % d'hématite et 2,5 % de rutilé,
- SKB 95 : 81 % de kaolinite, 5 % de gibbsite, 10 % d'hématite et 2,5 % de rutilé,
- SKB 96 b : 83,5 % de kaolinite, 10 % d'hématite, 2,5 % de rutilé et 2 % de  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,
- SKB 97 f : 85 % de kaolinite, 1,5 % d'illite, 9 % d'hématite, 2,5 % de rutilé et 1 % de  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,
- SKB 98 f : 77 % de kaolinite, 2,5 % d'illite, 13,5 % d'hématite, 2 % de rutilé et 2 % de  $\text{Al}_2\text{O}_3$ .

En même temps qu'une forte teneur en kaolinite, il faut retenir de cette analyse la constance du taux d'hématite avec, cependant, une légère augmentation dans l'échantillon SKB 98 f, l'apparition d'illite en profondeur et la présence d'alumine sous forme de gibbsite en surface. En profondeur, celle-ci peut être, soit sous forme amorphe, soit sous forme cristallisée. Dans cette dernière hypothèse, sa teneur de 1 à 2 % serait trop faible et la taille des cristaux trop petite pour que le pic à 4,83 Å de la gibbsite apparaisse sur les diagrammes de rayons X.

#### 2.1.2.2. FRACTION SUPÉRIEURE A 2 $\mu$ - MINÉRAUX LOURDS

— Les sables et les limons des horizons  $B_1$  et  $B_{21}$  livrent un très important résidu quartzeux. A l'aide des résultats du tableau 11, on peut cependant préciser la composition de cette fraction.

- SKB 94 : 67 % de quartz + 2,4 % de silicates et sesquioxydes.
- SKB 95 b : 63 % de quartz + 1,6 % de silicates et sesquioxydes.
- SKB 96 b : 53 % de quartz + 14,5 % de silicates et sesquioxydes.
- SKB 97 f : 37 % de quartz + 49,0 % de silicates et sesquioxydes.
- SKB 98 f : 40 % de quartz + 37,5 % de silicates et sesquioxydes.

Si l'on ne tient pas compte du quartz, la composition minéralogique des sables et limons semble approximativement identique à celle de la fraction inférieure à 2  $\mu$ , avec peut-être un peu plus d'alumine libre (rapport silice-alumine nettement inférieur à 2).

Le rapport silice/somme des bases très bas des échantillons SKB 94 et 95, correspond à la grande quantité de muscovite observée dans la fraction sableuse (fig. 5).

L'étude du cortège de minéraux lourds apporte un bon complément pour l'analyse plus détaillée de la composition minéralogique (fig. 5).

Les minéraux opaques — magnétite, hématite et goethite — représentent plus de 50 % des minéraux lourds. La magnétite et l'hématite prédominent. La goethite prend, en profondeur, une relative importance, au détriment de la magnétite. L'ilménite garde toujours un faible pourcentage. L'analyse morphoscopique révèle des caractères constants dans tous les horizons. La magnétite, souvent cristallisée en octaèdres, a été manifestement roulée lors d'un transport fluvial qui a estompé arêtes et sommets en donnant au cristal un certain poli. L'hématite et la goethite, microcristallines, ne semblent pas avoir subi

ce transport, étant donné le contour capricieux des grains et se seraient formées sur place. Quelques hématites apparaissent, dans les sables grossiers, sous forme d'oolithes creuses dont le cortex, induré, à l'éclat métallique, entoure une hématite pulvérulente, rouge cerise.

Les minéraux transparents, abondants en surface (plus de 50 %), voient leur quantité diminuer à partir de l'horizon B<sub>22</sub>, pour devenir très faible en profondeur : la tourmaline diversement teintée et le zircon toujours incolore, présentent de fréquentes inclusions de rutile en fines aiguilles et de magnétite souvent cristallisée en octaèdres.

Le rutile ne présente pas les macles habituelles.

L'étude morphoscopique de la tourmaline montre deux types d'individus : des grains bien roulés et des fragments de prismes émoussés. Les zircons sont en grains roulés mais non cassés, de même que le rutile dont les individus maclés ont pu être séparés pendant le transport. La surface des grains, souvent dépolie, porte les stigmates de chocs répétés (cupules de percussion avec éclatement) et présente, en surimposition, un picotis bien individualisé, dû à un début de dissolution. Signalons y enfin de fréquents placages de goethite ; les cupules dues aux chocs ayant servi, en quelque sorte, de piège.

La staurotite, se présente sous un faciès vermiculé typique. Elle montre une usure modérée qui n'altère pas toujours le fil des cassures. D'importants placages de goethite peuvent masquer quasi totalement le minéral.

Le disthène en tablettes plus ou moins allongées et aux contours généralement émoussés, se distingue par la taille des individus qui peut atteindre 1 à 2 mm. Il est toujours incolore et sa limpidité n'est troublée que par des infiltrations de goethite le long des clivages. Les inclusions, remarquables par leur aspect et leur abondance, sont des prismes quadratiques de zircon, des aiguilles de rutile et des octaèdres de magnétite.

Remarquons que ce minéral, pas plus que la staurotite, ne présente de *traces de chocs, ni de corrosion*.

La sillimanite, en quantité médiocre, se présente sous un faciès fibreux, en baguettes courbes, ouvertes en éventail aux extrémités.

Signalons enfin, dans ce profil SKB 9, une forte proportion de muscovite dans l'horizon A<sub>12</sub>. Celle-ci est surchargée de goethite et d'hématite, l'hématite dominant largement.

La tourmaline, le rutile et le disthène accusent les teneurs les plus importantes de tous les minéraux lourds transparents.

La fraction grossière des horizons B<sub>23, gr</sub> et B<sub>gr</sub> est riche en gravillons ferrugineux (11 à 39 %). Seul, l'horizon B<sub>gr</sub> a été étudié en détail.

Les résultats du tableau 3 permettent l'évaluation de la composition minéralogique des gravillons.

SKB 98 gr : 45 % de kaolinite, 2,5 % d'illite, 32 % de Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 1,5 % de rutile et 1 % de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

D'après le diagramme de rayons X (fig. 3), tout le fer doit être sous forme de goethite. Mais, l'étude microscopique des minéraux lourds permet de distinguer deux variétés minéralogiques du fer : goethite et hématite. La composition de l'échantillon SKB 98 gr devient alors : 39 % d'hématite, 14 % de goethite et 47 % de résidu comprenant le quartz et les minéraux argileux et micacés.

L'échantillon SKB 97 gr, étudié de la même façon, montre la composition suivante :

— SKB 97 gr : 11 % d'hématite, 25 % de goethite, 0,8 % de minéraux transparents et 64 % de résidu (quartz et minéraux argileux et micacés).

Notons la dominance de la goethite dans l'échantillon 97 gr et de l'hématite dans l'échantillon 98 gr. D'autre part, la teneur en fer est beaucoup plus élevée dans SKB 98 gr que dans SKB 97 gr.

Il faut remarquer que, dans ces échantillons, goethite et hématite coexistent, alors que, dans la fraction inférieure à 2  $\mu$ , l'hématite seule est présente dans tous les horizons.

## 2.2. PROFIL SKB 4

### 2.2.1. Morphologie et caractères analytiques généraux

#### 2.2.1.1. DESCRIPTION

C'est un profil intermédiaire, situé sur une pente faible de 5 à 6 %, à une altitude de 380 m. Les horizons meubles ne sont pas nombreux ; des gravillons ferrugineux et plusieurs niveaux cuirassés se manifestent dès 73 cm. La nappe phréatique apparaît à 570 cm et l'altération n'est pas atteinte.

0-6 cm A <sub>11</sub>	Sablo-argileux, humifère, 5 YR-2,5/1, quartz déliés, SKB 41.
6-19 cm A <sub>12</sub>	Sableux à sable, appauvri, moyennement humifère, 5 YR-2,5/3, quartz déliés, SKB 42.
19-42 cm A <sub>3, u</sub>	Sableux à sablo-argileux, appauvri, légèrement humifère, 5 YR-4,5/6, SKB 43.
42-73 cm B <sub>1</sub>	Argile sableuse à argilo-sableux, 5 YR-5/6, SKB 44.
73-104 cm B <sub>2, gr</sub>	Argile sableuse, 5 YR-5/6, nombreux gravillons de 1 à 2 cm de diamètre (10 R-3/6), SKB 45.
104-236 cm B <sub>cr, 1</sub>	Cuirasse vacuolaire, 2,5 YR-5,5/6, 10 YR-4/4, SKB 46.
236-293 cm B <sub>cr, 2</sub>	Cuirasse conglomératique, graviers de quartz et de quartzite roulés et soudés, 2,5 YR-2/1 et 2,5 YR-2/3, SKB 47.
293-380 cm B <sub>n, gr, u</sub>	Argilo-sableux, 7,5 YR-7/4, très nombreux blocs de cuirasse 7,5 YR-5/6, nombreux graviers de quartz roulés à la base de l'horizon, SKB 48 gr.
380-750 cm BG <sub>gr</sub>	Argile sableuse, hydromorphe, 10 YR-7/1, blocs de cuirasse nombreux, SKB 49 f et 49 gr.

Les couleurs se situent dans la dominante jaune rougeâtre (5 YR) et les différences entre sol humide et sol sec sont faibles. Les horizons profonds révèlent une décoloration progressive du jaune rougeâtre (B<sub>n, gr, u</sub>) au blanc (BG<sub>gr</sub>).

#### 2.2.1.2. CARACTÈRES ANALYTIQUES GÉNÉRAUX

Par rapport au profil précédent, celui-ci se caractérise par un appauvrissement notable en argile des horizons superficiels (tableau 3).

La matière organique importante en surface est toujours très évoluée (C/N variant de 10,6 à 7) (tableau 4).

TABLEAU 3  
 PROFIL SKB 4 : TEXTURE  
 (granulométrie compensée %)

Echantillon .....	SKB 41	SKB 42	SKB 43	SKB 44	SKB 45	SKB 49 f
Horizon .....	A <sub>11</sub>	A <sub>12</sub>	A <sub>3, u</sub>	B <sub>1, u, gr</sub>	B <sub>2, gr</sub>	BG <sub>gr</sub>
Argile .....	18,3	5,0	12,1	33,4	37,5	37,0
Limon fin .....	4,6	3,0	3,0	3,0	8,6	5,5
Limon grossier .....	2,3	2,0	2,0	2,0	4,0	4,5
Sable fin .....	41,3	18,1	22,0	12,1	15,8	12,6
Sable grossier .....	33,4	71,8	60,9	49,4	34,1	40,4

TABLEAU 4  
 PROFIL SKB 4. MATIÈRE ORGANIQUE (‰)

Echantillon .....	SKB 41	SKB 42	SKB 43
Horizon .....	A <sub>11</sub>	A <sub>12</sub>	A <sub>3, u</sub>
Carbone .....	57,4	3,4	1,9
Azote .....	5,44	0,41	0,27
C/N .....	10,6	8,3	7,0
M.O. totale .....	99,0	6,0	3,0
C. humique .....	1,83	0,29	0,24
C. fulvique .....	3,17	0,30	0,05
C. fulv./C. hum. ....	1,73	1,03	0,21
Taux hum. % .....	8,7	17	15

Le taux de bases échangeables est plus élevé que dans le profil rouge (SKB 9) et le magnésium devient prépondérant. Le taux de saturation, anormalement élevé dans les horizons A et B, atteint 5 % en profondeur.

Parallèlement à cette saturation anormale, le pH présente des valeurs voisines de la neutralité, excepté en profondeur.

Il existe une forte accumulation du fer dans les horizons cuirassés. La teneur en fer des horizons meubles est plus faible que dans le profil précédent et le fer « libre » devient moins important.

## 2.2.2. Chimie et minéralogie selon la granulométrie

### 2.2.2.1. FRACTION INFÉRIEURE A 2 $\mu$

#### *Cristallographie des argiles (fig. 4)*

La kaolinite bien cristallisée demeure le minéral prépondérant dans tout le profil.

L'illite n'apparaît que dans les horizons profonds (échantillons SKB 48 f et 49 f).

Dans les horizons A<sub>1,2</sub>, B<sub>1</sub> et B<sub>2, gr</sub>, les diagrammes des échantillons traités par HCl montrent tous un pic assez net entre 10 et 14 Å. Celui-ci pourrait caractériser des minéraux interstratifiés du type 10-14 Å.

L'hématite apparaît en très faible quantité dans les horizons A<sub>1,2</sub>, B<sub>1</sub> et B<sub>2, gr</sub> et en traces dans l'horizon B<sub>n, gr, u</sub>. La goéthite, un peu plus importante, est localisée dans les horizons B<sub>cr, 2</sub>, B<sub>n, gr, u</sub> et B<sub>G, gr</sub> et, à l'état de traces, dans les horizons A<sub>1,2</sub> et B<sub>2, gr</sub>.

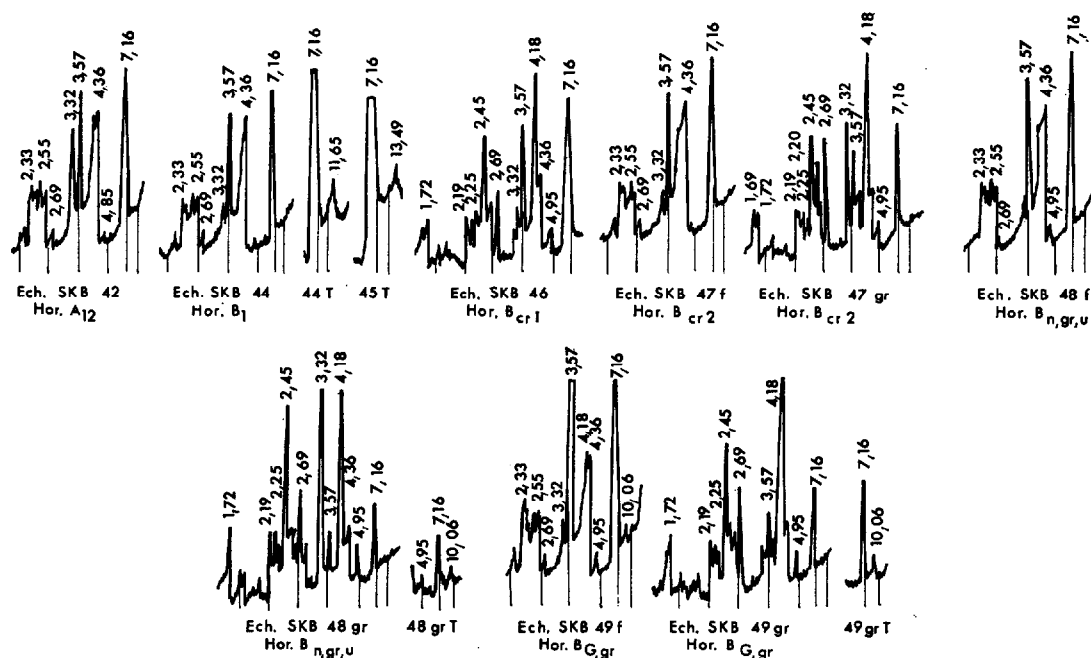


FIG. 4. — Diagrammes de diffraction de rayons X du profil SKB 4.

#### Chimie des argiles (tableau 12 en Annexes)

Des hypothèses de calcul identiques à celles du profil précédent conduisent à la composition suivante pour la fraction 0-2  $\mu$  :

- SKB 44 : 92 % de kaolinite, 2 % d'hématite, 2 % de rutile et 0,6 % de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.
- SKB 45 : 89 % de kaolinite, 5 % d'hématite, des traces de goéthite, 1,5 % de rutile et 1,3 % de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.
- SKB 47 f : 87 % de kaolinite, 6 % de goéthite, 2 % de rutile et 1,8 % de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.
- SKB 48 f : 86 % de kaolinite, 3 % d'illite, des traces d'hématite, 6,5 % de goéthite et 2 % de rutile.
- SKB 49 f : 84 % de kaolinite, 4 % d'illite, 7 % de goéthite et 2 % de rutile.

L'illite apparaît en profondeur et le fer devient plus abondant lorsque l'on atteint les horizons tout à fait inférieurs.

2.2.2.2. FRACTION SUPÉRIEURE A  $2 \mu$  - MINÉRAUX LOURDS

La composition chimique des limons et sables, obtenue par différence (tableau 12), permet l'estimation de ses constituants :

- SKB 44 : 63 % de quartz + 3,6 % de silicates et sesquioxydes.
- SKB 45 : 57 % de quartz + 4 % de silicates et sesquioxydes.
- SKB 49 f : 26 % de quartz + 32 % de silicates et sesquioxydes.

Les rapports silice/alumine, identiques à ceux de la fraction argileuse, paraissent indiquer une similitude de la nature des silicates des deux fractions avec cependant, la présence éventuelle de minéraux altérables dans la fraction sablo-limoneuse qui montre un rapport silice/somme des bases très faible.

L'étude des minéraux lourds des sables (fig. 5) révèle un enrichissement progressif en minéraux opaques ferrugineux avec la profondeur. L'hématite domine en surface (horizons  $A_{1,2}$ ,  $B_1$  et  $B_{2,gr}$ ), suivie par la magnétite. La goéthite prévaut sur les autres minéraux opaques dès l'horizon  $B_{cr, 2}$ , pour devenir prépondérante dans les horizons les plus profonds.

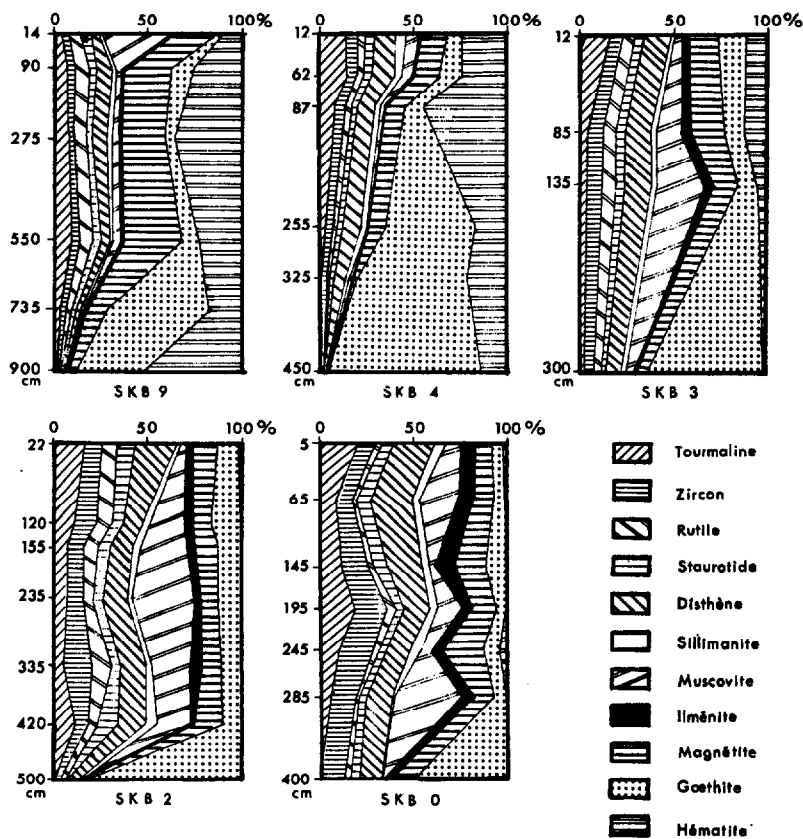


FIG. 5. — Les minéraux lourds (horizons meubles).

Comme dans le profil SKB 9, la magnétite, cristallisée en octaèdres a été roulée lors d'un transport fluviatile, puis recouverte, dans le sol, de placages de goethite ; la goethite et l'hématite ne portent aucune trace d'usure et semblent avoir une origine purement pédologique.

Les minéraux lourds transparents représentent plus de 50 % de l'ensemble des minéraux dans l'horizon A<sub>1,2</sub>, puis le stock diminue régulièrement, pour devenir inférieur à 5 % dans l'horizon le plus profond. Leurs caractères opaques et morphoscopiques sont identiques à ceux du profil SKB 9.

La tourmaline et le disthène dominant.

Les diagrammes de rayons X de la fraction grossière broyée (fig. 4) sont caractérisés par les pics très intenses de la goethite à 4,18 Å. La distinction entre hématite et goethite est souvent malaisée. Les échantillons SKB 47 gr et SKB 49 gr montrent, cependant, le pic de l'hématite à 3,67 Å qui, par contre, n'apparaît pas dans SKB 46 gr ni dans SKB 48 gr.

La kaolinite est présente partout. L'illite apparaît à l'état de traces ou en très faible quantité.

L'analyse chimique donne la composition suivante :

— SKB 46 gr : 31 % de kaolinite, 46 % de goethite, 1 % de rutile, 6 % de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> et 16 % de quartz.

— SKB 47 gr : 9,5 % de kaolinite, des traces d'illite, 54,5 % de Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 0,5 % de rutile, 0,8 % de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> et 33 % de quartz.

— SKB 48 gr : 13 % de kaolinite, des traces d'illite, 47 % de Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 0,5 % de rutile, 1 % de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> et 34 % de quartz.

— SKB 49 gr : 33,5 % de kaolinite, 2,6 % d'illite, 51 % de Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 0,7 % de rutile et 9 % de quartz.

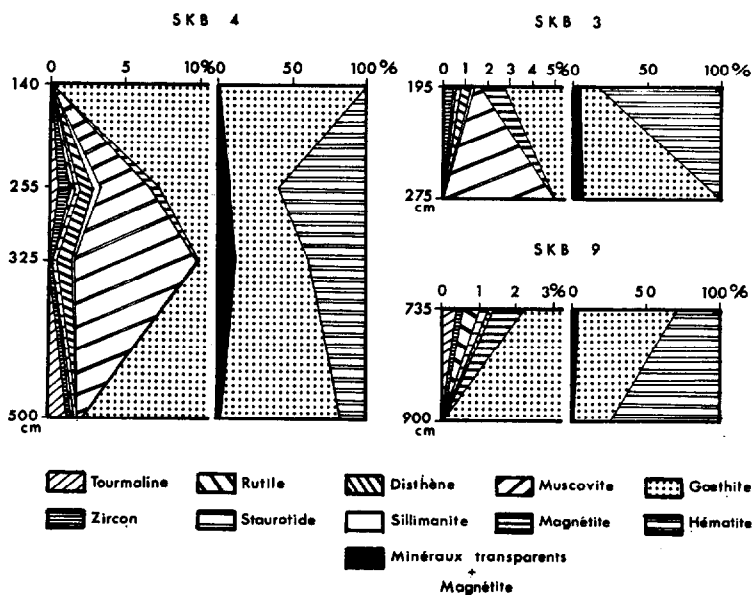


FIG. 6. — Les minéraux lourds des cuirasses.



Les silicates, identiques à ceux de la fraction argileuse, se composent essentiellement de kaolinite. L'illite y est en quantité très faible. Par contre, dans les cuirasses supérieures, apparaît de l'alumine libre.

L'étude des minéraux sur les cuirasses broyées (fig. 6) permet de préciser leur composition et, en particulier, leurs teneurs en goethite et en hématite. Dans SKB 46 gr, il n'y a que de la goethite (52,5 %). Dans SKB 47 gr, 48 gr et 49 gr, on trouve respectivement 18,2 %, 23,4 % et 71,3 % de goethite pour 32 %, 18,2 % et 13,4 % d'hématite.

Après séparation des minéraux lourds, le résidu est constitué par le quartz et la majorité des minéraux argileux. Ces résultats correspondent assez étroitement à ceux des analyses chimiques, excepté pour l'échantillon SKB 49 gr où l'étude des minéraux lourds donne un pourcentage de minéraux ferrugineux beaucoup plus élevé que l'analyse chimique. Cette différence est due au fait que de nombreux minéraux argileux, vraisemblablement liés en pseudo-sables ou pseudo-limons, sont comptés avec la goethite ou l'hématite.

Les minéraux lourds transparents sont nettement moins abondants dans les cuirasses que dans la terre fine. Cependant, le pourcentage peut être faussé par la présence des placages étendus de goethite. Il faut remarquer, malgré ces différences de teneur, que, d'une façon générale, les cuirasses et la terre fine renferment les mêmes minéraux. Ceci tend à prouver que la cuirasse s'est formée sur place, à partir d'un matériau identique à celui qui constitue la fraction 0-2 mm.

## 2.3. PROFIL SKB 3

### 2.3.1. Morphologie et caractères analytiques généraux

#### 2.3.1.1. DESCRIPTION

Ce profil, topographiquement plus bas que le précédent, se situe sur une pente de 4 à 5 %, à une altitude de 370 m. La teinte dominante est ocre jaune (7,5 YR). Les horizons meubles sont plus développés que précédemment et un niveau cuirassé apparaît à 168 cm. On atteint la nappe phréatique à 443 cm, mais l'altération n'est pas visible.

0-7 cm A <sub>11</sub>	Limono-argilo-sableux, humifère, 10 YR-3/1, quartz déliés, SKB 31.
7-18 cm A <sub>12</sub>	Sableux, appauvri, humifère, 10 YR-5,5/3, quartz déliés, SKB 32.
18-64 cm A <sub>3</sub>	Sablo-argileux à sableux, appauvri, faiblement humifère, 10 YR-6,5/3, SKB 33.
64-105 cm B <sub>1</sub>	Argilo-sableux, 7,5 YR-5,5/4, quelques poches argileuses, SKB 34.
105-168 cm B <sub>2, gr</sub>	Argile sableuse, 7,5 YR-4,5/5, quelques blocs de cuirasse en bas d'horizon, SKB 35.
168-223 cm B <sub>cr</sub>	Cuirasse conglomératique, 10 R-4/6 et 7,5 YR-6/6, SKB 36.

223-443 cm Argilo-sableux, pseudo-gley, 7,5 YR-6/7 et 10 YR-8/2, nombreux blocs de cuirasse  
 B<sub>g, cr</sub> 7,5 YR-5/6 et 7,5 YR-6/8, graviers de quartzite. A 400 cm, gley 10 YR-8/1, SKB 37 f  
 et SKB 37 gr.

Les couleurs, qui se groupent sous la dominante ocre jaune rougeâtre (7,5 YR), sont, en général, peu différentes en sec et en humide. En profondeur, la teinte passe au blanc.

### 2.3.1.2. CARACTÈRES ANALYTIQUES GÉNÉRAUX

L'appauvrissement en argile des horizons supérieurs s'accroît avec la pente. Il faut cependant noter la valeur anormalement élevée du taux de limons fins de l'horizon A<sub>11</sub> (tableau 5).

TABLEAU 5  
 PROFIL SKB 3. TEXTURE  
 (granulométrie compensée %)

Echantillon .....	SKB 31	SKB 32	SKB 33	SKB 34	SKB 35	SKB 37f
Horizon .....	A <sub>11</sub>	A <sub>12</sub>	A <sub>3</sub>	B <sub>1</sub>	B <sub>2,gr</sub>	B <sub>g,gr</sub>
Argile .....	20,5	3,0	13,1	23,2	33,9	30,3
Limon fin .....	44,2	2,0	3,5	3,5	3,0	5,1
Limon grossier .....	8,2	2,0	2,0	2,5	2,0	3,0
Sable fin .....	5,9	24,1	20,3	15,1	16,9	10,4
Sable grossier .....	21,2	68,8	61,0	55,7	44,1	51,2

TABLEAU 6  
 PROFIL SKB 3 : MATIÈRE ORGANIQUE (‰)

Echantillon.....	SCK 31	SKB 32	SKB 33
Horizon .....	A <sub>11</sub>	A <sub>12</sub>	A <sub>3</sub>
Carbone .....	42,2	2,1	1,9
Azote .....	5,04	0,25	0,27
C/N.....	8,4	8,3	7,0
M.O. totale .....	73,0	4,0	3,0
C. humique .....	1,23	0,10	0,09
C. fulvique .....	2,25	0,26	0,54
C. fulv./C. hum. ....	1,86	2,6	6,0
Taux hum. % .....	8,2	17	33

Le taux de matière organique est très fort dans les sept premiers cm (tableau 6).

La teneur en bases échangeables est moins importante que dans le profil précédent.

Le calcium prédomine toujours sur les autres cations qui sont en quantité infime.

Le pH, voisin de 7 en surface, décroît ensuite pour atteindre 4,7 en profondeur, accompagné par le taux de saturation qui est cependant plus faible que dans le profil précédent.

Les teneurs en fer des horizons meubles continuent à décroître et la prépondérance du fer « libre » suit la même évolution. Il faut remarquer le taux assez peu élevé de fer dans la cuirasse SKB 36 où pratiquement tout ce fer est sous forme « libre ». La nature de la cuirasse peut expliquer ce résultat : l'hématite dont elle est surtout constituée serait plus soluble que la goéthite dans l'hydrosulfite de sodium, ce qui est en accord avec MEHRA et JACKSON (1958).

### 2.3.2. Chimie et minéralogie selon la granulométrie

#### 2.3.2.1. FRACTION INFÉRIEURE A $2 \mu$

##### *Cristallographie des argiles*

La kaolinite bien cristallisée domine dans tous les horizons (fig. 7).

Les diagrammes d'échantillons traités révèlent, dans les horizons A<sub>12</sub>, B<sub>1</sub> et B<sub>2, gr</sub>, l'existence de minéraux interstratifiés 10-14 Å et, dans l'horizon B<sub>1</sub>, celle de l'illite (pic peu net et peu intense).

Le fer n'apparaît pas dans ces diagrammes, bien qu'il y ait certainement un peu de goéthite. Sa teneur est trop faible pour que les pics soient visibles.

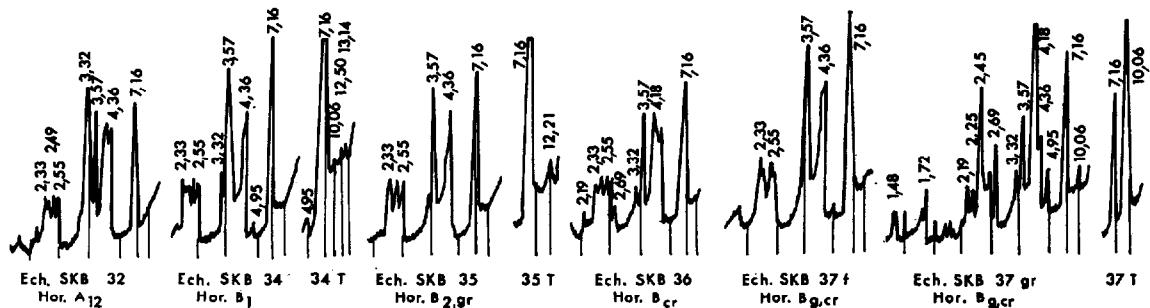


FIG. 7. — Diagrammes de diffraction de rayons X du profil SKB 3.

##### *Chimie des argiles (tableau 13 en Annexes)*

Les résultats permettent d'estimer la composition de la fraction argileuse.

- SKB 34 : 86 % de kaolinite, 5 % d'illite, 3,6 % de goéthite et 2,5 % de rutile.
- SKB 35 : 90 % de kaolinite, 2,5 % d'illite, 3,8 % de goéthite et 2 % de rutile.
- SKB 37 f : 87 % de kaolinite, 5 % d'illite, 2,5 % de goéthite et 2 % de rutile.

Dans tous les échantillons, la présence de goéthite n'est pas indiquée par les diagrammes de rayons X ; mais l'étude des minéraux lourds de la fraction sableuse conduit à considérer le fer de la fraction argileuse, sous forme de goéthite. L'illite est plus abondante ici que dans les profils précédents.

### 2.3.2.2. FRACTION SUPÉRIEURE A 2 $\mu$ - MINÉRAUX LOURDS

Avec l'aide des résultats du tableau 13, nous pouvons estimer la composition minéralogique de la fraction sablo-limoneuse.

- SKB 34 : 74,5 % de quartz + 2,2 % de silicates et sesquioxydes.
- SKB 35 : 63 % de quartz + 2,7 % de silicates et sesquioxydes.
- SKB 37 f : 65 % de quartz + 4,9 % de silicates et sesquioxydes.

Dans cette fraction, les minéraux silicatés de l'échantillon 35 sont vraisemblablement identiques à ceux de la fraction argileuse, puisque les rapports silice/alumine sont identiques. Par contre, dans SKB 34, la silice a pratiquement disparu.

La faible valeur du rapport silice/somme des bases de la fraction sablo-limoneuse permet d'envisager la présence de quelques minéraux altérables. Ce pourraient être des feldspaths ; on en observe en effet quelques-uns avec le quartz séparé des minéraux lourds.

L'étude des minéraux lourds des sables (fig. 5) signale un enrichissement net en goethite dans les horizons profonds. Magnétite et hématite dominent en surface et diminuent en profondeur. L'ilménite atteint ici une proportion notable. L'ensemble des minéraux opaques présente un pourcentage minimum au niveau de l'horizon B<sub>2,gr</sub>.

La magnétite imitée, par l'ilménite, présente les caractères d'usure déjà décrits. La goethite et l'hématite, microcristallines, sont en grains irréguliers. La goethite se fixe sur les grains d'hématite à la faveur de ses multiples cavités, ce qui crée parfois une incertitude quant à la détermination du minéral.

Les minéraux transparents sont plus abondants que dans les profils précédents. Leur teneur passe par un maximum, dû à un rapport important de muscovite, dans l'horizon B<sub>2,gr</sub>. Les autres minéraux présentent des taux constants, excepté la tourmaline, dominante en surface dans les sables grossiers. La disthène et le zircon sont partout les plus importants, suivis par la staurotide. Le rutile est concentré dans les sables fins. Les caractères morphoscopiques sont inchangés. La goethite, toujours en placages, s'infiltré également dans les craquelures. Notons, en surface et dans l'horizon B<sub>1</sub>, la présence d'une seconde génération de zircons, modeste, mais nettement différenciée par sa morphoscopie. Ils se présentent, en effet, sous forme de minuscules cristaux prismatiques, allongés et parfaitement cristallisés.

La muscovite, en petites paillettes, est surchargée de goethite ou altérée en kaolinite.

La fraction grossière est représentée par les cuirasses des horizons B<sub>cr</sub> et B<sub>g,cr</sub>.

Les diagrammes de rayons X montrent l'existence de kaolinite, illite, goethite et hématite.

Les pics de la kaolinite sont très nets. L'illite présente les pics à 10,06 Å, 4,95 et 3,32 Å bien développés dans l'échantillon SKB 37 gr. Après un traitement acide (HCl 8 N), suivi d'un lavage à la soude 0,5 N, le pic à 10,06 Å est très visible (fig. 7).

La goethite est en quantité importante dans l'échantillon SKB 37 gr (pics très intenses à 4,18 et 2,69 Å). Dans l'échantillon SKB 36, goethite et hématite sont mélangées et difficiles à différencier, car le pic à 3,67 Å de l'hématite ne sort pas.

Nous obtenons, à partir des résultats du tableau 13, la composition minéralogique suivante :

- SKB 36 : 54,6 % de kaolinite, 2 % d'illite, 18 % de Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 1,3 % de rutile et 5,5 % de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.
- SKB 37 gr : 24 % de kaolinite, 5,7 % d'illite, 62 % de Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 0,5 % de rutile et 7 % de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

L'illite apparaît en quantité plus importante dans les cuirasses que dans la fraction fine du sol (échantillon SKB 37 gr).

Les pourcentages d'hématite et de goethite sont respectivement de 20 % et 3 % dans SKB 36 et de 0,3 % et 63,7 % dans SKB 37 gr. Ils n'avaient pu être calculés dans l'échantillon SKB 36 et ont été précisés par l'étude des minéraux lourds.

Le résidu contient le quartz, quelques minéraux altérables et des minéraux silicatés. Ces résultats sont comparables à ceux obtenus par calcul à partir des résultats de l'analyse triacide.

Il est intéressant de remarquer la différence de nature des deux cuirasses : l'une est constituée essentiellement d'hématite, l'autre de goethite. De plus, la cuirasse SKB 36, conglomératique, à galets de quartzite, est très riche en quartz.

Dans la cuirasse la plus profonde, SKB 37 gr, les minéraux lourds transparents se réduisent à la muscovite surchargée de goethite. Dans l'échantillon SKB 36, moins profond, on retrouve les minéraux des horizons meubles, mais en quantité beaucoup plus faible (fig. 6).

## 2.4. PROFIL SKB 2

### 2.4.1. Morphologie et caractères analytiques généraux

#### 2.4.1.1. DESCRIPTION

Ce profil est situé en bas de pente (3 à 4 %), à la limite de la zone hydromorphe et à une altitude de 360 m.

La couleur dominante est le beige (10 YR). C'est un sol extrêmement sableux. On y rencontre la nappe phréatique à 161 cm et un sondage, effectué dans la nappe jusqu'à plus de 470 cm, n'a pas atteint l'altération.

0-10 cm	Sableux à sables, humifère, 10 YR-3/1, SKB 21.
A <sub>11</sub>	
10-35 cm	Sable, appauvri, humifère, 10 YR-6/1,5, SKB 22.
A <sub>12</sub>	
35-86 cm	Sable, appauvri, légèrement humifère, 10 YR-6,5/2, SKB 23.
A <sub>3</sub>	
86-143 cm	Sablo-argileux, 10 YR-6/3, taches 10 YR-5/6 et 10 YR-8/1, SKB 24.
B <sub>g</sub>	
143-161 cm	Sablo-argileux, 10 YR-8/2, SKB 25.
BG	
Sondages	
161-313 cm	Argilo-sableux, 10 YR-8/2, SKB 26.
313-373 cm	Argilo-sableux, 10 YR-8/2, graviers de quartzite, SKB 27.
373-470 cm	Argileux à argile, 10 YR-7/8 et passées 10 YR-8/2, SKB 28.
+ de 470 cm	Sablo-argileux, mêmes couleurs que ci-dessus, SKB 29.

Ce profil est caractérisé par sa couleur beige (10 YR-6/3).

Les différences de teinte entre les échantillons humides et secs sont très faibles. Sous la nappe de graviers de quartzite roulés, la couleur devient nettement jaune (10 YR-7/8).

#### 2.4.1.2. CARACTÈRES ANALYTIQUES GÉNÉRAUX

L'appauvrissement en argile atteint son maximum (tabl. 7). Les sondages révèlent un taux de limons relativement important.

TABLEAU 7  
PROFIL SKB 2. TEXTURE  
(granulométrie compensée %)

Echantillon .....	SKB 21	SKB 22	SKB 23	SKB 24	SKB 25	SKB 26	SKB 27	SKB 28	SKB 29
Horizon .....	A <sub>11</sub>	A <sub>12</sub>	A <sub>3</sub>	B <sub>g</sub>	BG	Sondages			
Argile.....	6,22	3,0	2,5	11,0	15,0	23,8	26,0	55,8	17,6
Limon fin .....	3,1	1,5	2,5	1,5	2,5	5,0	7,0	20,4	8,0
Limon grossier ....	2,1	1,0	2,0	1,0	1,5	2,0	3,0	4,6	4,0
Sable fin .....	21,3	19,5	24,4	18,9	22,0	9,5	11,0	4,1	35,6
Sable grossier .....	67,2	75,0	68,5	67,5	59,0	59,7	53,0	15,1	34,7

TABLEAU 8  
PROFIL SKB 2. MATIÈRE ORGANIQUE (‰)

Echantillon.....	SKB 21	SKB 22	SKB 23
Horizon .....	A <sub>11</sub>	A <sub>12</sub>	A <sub>3</sub>
Carbone .....	14,4	2,1	0,7
Azote .....	0,13	0,02	0,01
C/N .....	10,7	9,4	6,2
M.O. totale .....	25,0	4,0	1,0
C. humique .....	0,74	0,24	0,22
C. fulvique .....	1,31	0,18	0,07
C. fulv./C. hum. ....	1,77	0,75	0,32
Taux hum. %.....	14	20	41

Par rapport aux profils précédents, le taux de matière organique est bas — 2,5 % — dans les 10 cm supérieurs (tabl. 8). Comme dans le profil SKB 4, les acides humiques sont prépondérants en profondeur.

Les bases échangeables ont pratiquement disparu et la capacité d'échange est très faible. Le taux de saturation est bas entre les horizons A<sub>11</sub> et BG. Dans les sondages, sa valeur augmente sensiblement.

Le pH reste bas et ses valeurs extrêmes sont 5,5 et 4,5.

L'élimination du fer est presque complète excepté dans les sondages (3,2 à 6 %). Le fer sous forme « libre » ne présente plus qu'un très faible pourcentage du fer total.

## 2.4.2. Chimie et minéralogie selon la granulométrie

### 2.4.2.1. FRACTION INFÉRIEURE A $2 \mu$

#### *Cristallographie des argiles* (fig. 8)

Dans tous les échantillons, la kaolinite bien cristallisée est très importante.

L'illite existe dans tout le profil. Ses pics à 10,06 Å, 4,95 et 3,32 Å sont peu nets dans les horizons A<sub>12</sub>, B<sub>g</sub> et BG, mais bien individualisés dans les sondages. Le pic à 3,32 Å est en général renforcé par le quartz.

L'horizon A<sub>12</sub> (échantillon SKB 22) semble montrer des traces de minéraux interstratifiés 10-14 Å (pics à 13,86 Å très peu nets),

Le fer n'apparaît pas sur les diagrammes, excepté dans l'échantillon SKB 29, où la goethite forme un pic net à 4,18 Å.

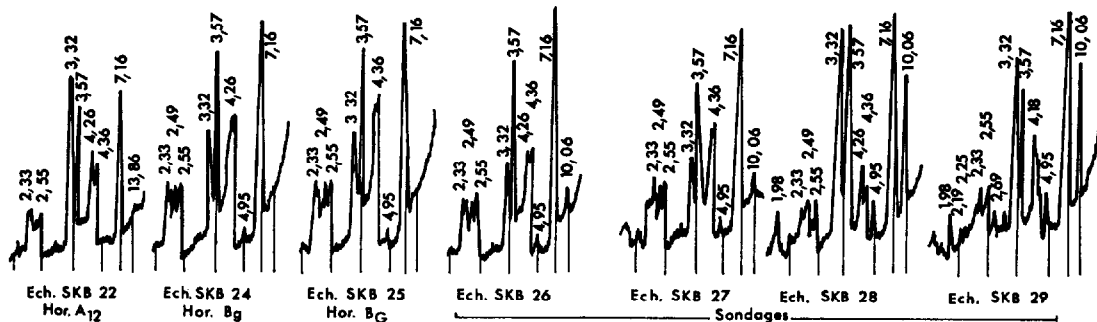


FIG. 8. — Diagrammes de diffraction de rayons X du profil SKB 2.

#### *Chimie des argiles* (tabl. 14, en annexes)

Les oxydes et hydroxydes de fer ont pratiquement disparu du profil, sauf dans les sondages. Le fer est utilisé par l'ilménite qui existe en quantité plus importante que le rutile dans les minéraux lourds des sables.

Les résultats, groupés dans le tableau 1, donnent les compositions suivantes :

- SKB 24 : 77 % de kaolinite, 9 % d'illite, 2 % d'ilménite, 3 % de rutile et 2 % de quartz,
- SKB 25 : 83 % de kaolinite, 7 % d'illite, 1,8 % d'ilménite et 2,6 % de rutile,
- SKB 26 : 77 % de kaolinite, 15 % d'illite, 1,8 % d'ilménite et 2,1 % de rutile,
- SKB 27 : 77 % de kaolinite, 13 % d'illite, 2 % d'ilménite et 2 % de rutile,
- SKB 29 : 27 % de kaolinite, 46 % d'illite, 15 % de goethite, 1 % de rutile et 1 % de quartz.

Ce profil est particulièrement riche en illite : elle forme pratiquement la moitié de la fraction inférieure à  $2 \mu$  dans l'échantillon SKB 29 qui contient aussi un taux non négligeable de goethite.

#### 2.4.2.2. FRACTION SUPÉRIEURE A $2 \mu$ - Minéraux lourds

Les sables et les limons sont caractérisés par la forte teneur en quartz des horizons supérieurs. Celle-ci diminue sensiblement dans les horizons les plus profonds.

D'après les résultats du tableau 14, nous pouvons établir la composition minéralogique de cette fraction :

- SKB 24 : 86 % de quartz + 3 % de silicates et sesquioxydes,
- SKB 25 : 84 % de quartz + 1,5 % de silicates et sesquioxydes,
- SKB 26 : 74 % de quartz + 2,5 % de silicates et sesquioxydes,
- SKB 27 : 62 % de quartz + 13 % de silicates et sesquioxydes,
- SKB 29 : 53 % de quartz + 29 % de silicates et sesquioxydes.

Les échantillons SKB 27 et 29 contiennent une assez forte proportion de sesquioxydes et de silicates. Ces derniers sont vraisemblablement de la kaolinite et de l'illite.

Dans la majorité des horizons, le rapport silice/alumine, supérieur à 2, et le rapport silice/somme des bases, très faible, semblent indiquer la présence de minéraux altérables.

Le profil SKB 2 se distingue par l'abondance de minéraux lourds transparents depuis la surface jusqu'à 420 cm de profondeur (fig. 5).

L'accumulation du fer ne se produit que tout à fait en profondeur, avec une forte prédominance de la goethite. La magnétite, aussi abondante que la goethite jusqu'à 420 cm, s'efface presque totalement devant celle-ci en profondeur. L'ilménite, bien qu'en quantité moindre, suit la même variation que la magnétite. Quant à l'hématite, sa teneur, infime, s'annule dès 335 cm de profondeur.

La magnétite, souvent altérée en surface paraît beaucoup plus usée que l'ilménite. La goethite et l'hématite sont en grains plus arrondis que dans les profils précédents.

Signalons également quelques rares amas de leucoxène.

Les minéraux transparents sont très abondants dans la majeure partie du profil (70 à 75 %). En surface, dominent le disthène et la tourmaline, La muscovite ne prend de l'importance que dans les niveaux 155, 235 et 335 cm, au détriment des autres minéraux transparents.

Zircon, rutile et staurotide présentent des taux assez constants tout au long du profil. Tous ces minéraux montrent toujours les mêmes caractères. Signalons, dans les sables fins du niveau 120 cm, une réminiscence de la génération de zircons en minuscules prismes allongés précédemment observée.

La muscovite, toujours surchargée de goethite, est beaucoup plus rarement altérée en kaolinite assez diffuse, notamment dans la fraction grossière de l'échantillon SKB 24 (120 cm).

## 2.5. PROFIL SKB 0

### 2.5.1. Morphologie et caractères analytiques généraux

#### 2.5.1.1. MORPHOLOGIE

Ce profil a été obtenu par un sondage effectué en bordure de marigot, l'eau se trouvant à 5 cm de la surface. Aucune description n'a été faite. Les textures et les couleurs, identiques à celles du profil SKB 2, se succèdent de la même façon.



## 2.5.1.2. CARACTÈRES ANALYTIQUES GÉNÉRAUX

Les teneurs en argile sont sensiblement plus élevées que celles du profil SKB 2 (tableau 9). Le taux important de limons est une caractéristique du profil.

TABLEAU 9  
PROFIL SKB 0. TEXTURE  
(granulométrie compensée %)

Echantillon .....	SKB 01	SKB 02	SKB 03	SKB 04	SKB 05	SKB 06	SKB 07
Profondeur.....	0-10	10-120	120-170	170-220	220-270	270-300	300-330
Argile .....	5,68	18,2	31,28	31,80	50,50	41,41	25,15
Limon fin .....	2,58	2,52	6,60	8,57	20,20	35,85	47,78
Limon grossier .....	53,14	52,12	2,01	2,11	4,2	9,49	10,86
Sable fin .....	21,47	14,14	9,08	9,58	5,35	3,73	5,63
Sable grossier .....	17,13	13,03	51,06	47,94	19,75	9,52	10,58

TABLEAU 10  
PROFIL SKB 0. MATIÈRE ORGANIQUE (‰)

Echantillon.....	SKB 01	SKB 02	SKB 03
Carbone .....	15,8	2,1	1,0
Azote .....	1,24	0,33	0,29
C/N.....	12,7	6,3	3,4
M.O. totale .....	27,0	4,0	2,0
C. humique .....	1,62	0,07	Traces
C. fulvique .....	0,88	0,32	0,27
C. fulv./C. hum. ....	0,54	4,5	—
Taux hum. % .....	15,8	18,6	27,0

La matière organique, en faible quantité (2,7 % dans les 10 premiers cm), est toujours bien évoluée (tableau 10). Les bases échangeables sont peu importantes et le calcium constitue l'élément prépondérant. La capacité d'échange est faible (3 à 6 meq). Le taux de saturation, assez élevé, croît avec la profondeur.

Le pH, acide dans les 10 cm supérieurs, atteint par la suite des valeurs variant entre 7,1 et 7,6.

Les teneurs en fer sont très faibles et le fer sous forme « libre » inexistant, excepté dans l'échantillon SKB 07.

## 2.5.2. Chimie et minéralogie selon la granulométrie

2.5.2.1. FRACTION INFÉRIEURE À 2  $\mu$ *Cristallographie des argiles* (fig. 9)

La kaolinite bien cristallisée et très abondante, est caractérisée par des pics principaux très aigus et intenses.

Nous trouvons l'illite dès la surface (échantillon SKB 01), mais les pics à 10,06 et 4,95 Å ne sont bien formés qu'à partir de l'échantillon SKB 04.

Le fer n'apparaît, sous forme de goethite, que dans l'échantillon SKB 07.

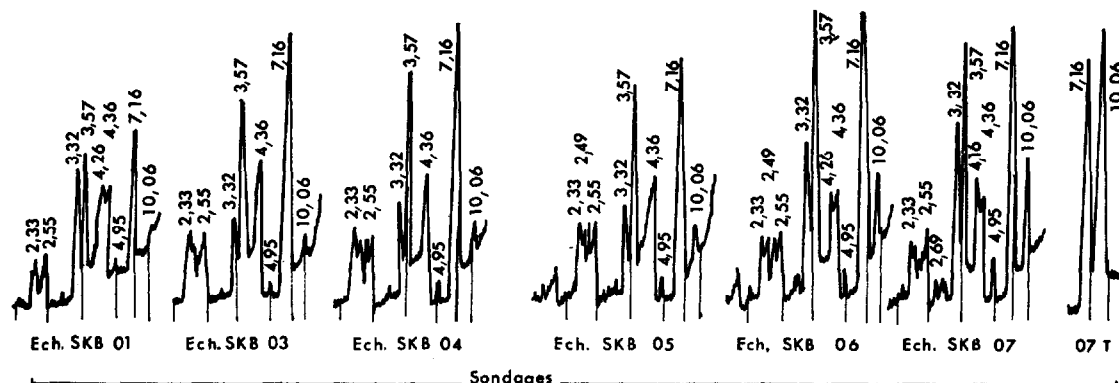


FIG. 9. — Diagrammes de diffraction de rayons X du profil SKB 0.

#### *Chimie des argiles (tableau 15, en annexes)*

Les illites sont de type dioctaédrique, avec des substitutions minimum ( $x = 0,5$ ). Dans ces conditions, la silice et l'alumine restantes sont utilisées par la kaolinite, sans qu'il y ait excès ou déficit de ces deux éléments. L'existence d'illites trioctaédriques contenant du fer et du magnésium est possible, mais leur teneur doit être très faible et il n'en est pas tenu compte dans les calculs.

Le fer est en très faible quantité, mais seul, l'échantillon SKB 07 livre de la goethite aux rayons X. Dans les autres échantillons, le fer entre dans la composition de l'ilménite ( $\text{FeTiO}_3$ ). L'excédent de titane est utilisé par le rutile ( $\text{TiO}_2$ ).

La composition minéralogique est alors la suivante :

- SKB 03 : 74 % de kaolinite, 19 % d'illite, 3 % d'ilménite et 1 % de rutile.
- SKB 04 : 71 % de kaolinite, 22 % d'illite, 3 % d'ilménite et 0,5 % de rutile.
- SKB 05 : 67 % de kaolinite, 26 % d'illite, 3 % d'ilménite et 0,5 % de rutile.
- SKB 06 : 57 % de kaolinite, 35 % d'illite, 2,5 % d'ilménite et 0,5 % de rutile,
- SKB 07 : 38 % de kaolinite, 43 % d'illite, 8 % de goethite et 2,5 % d'ilménite.

On retiendra, de ce profil, les teneurs élevées en illite et la très faible quantité de fer. Les teneurs en illite sont plus fortes que dans le profil SKB 2, principalement dans les niveaux supérieurs.

#### 2.5.2.2. FRACTION SUPÉRIEURE À 2 $\mu$ - Minéraux lourds

La composition chimique des sables et des limons fait l'objet du tableau 15.

Les teneurs en quartz, importantes dans les niveaux supérieurs (échantillons SKB 03 et 04), diminuent sensiblement dans le restant du profil.

- SKB 03 : 67 % de quartz + 2 % de silicates et sesquioxydes,
- SKB 04 : 63 % de quartz + 3,5 % de silicates et sesquioxydes,
- SKB 05 : 40 % de quartz + 9 % de silicates et sesquioxydes,
- SKB 06 : 39 % de quartz + 20 % de silicates et sesquioxydes,
- SKB 07 : 44 % de quartz + 32 % de silicates et sesquioxydes.

La nature des silicates de la fraction supérieure à  $2 \mu$  est vraisemblablement identique à celle de la fraction argileuse, c'est-à-dire kaolinite et illite.

L'analyse des minéraux lourds met en évidence un taux élevé de magnétite dans tout le profil (fig. 5). Jusque vers 285 cm de profondeur, elle représente le minéral opaque le plus abondant ; par la suite, la goethite prédomine nettement. L'hématite, présente dans tout le profil en quantité infime, accuse un léger maximum vers 245 cm de profondeur. L'ilménite a ici une grande importance et, contrairement aux profils précédents, l'emporte sur le rutile.

Les caractères morphoscopiques des minéraux opaques n'ont pas varié.

Les minéraux transparents sont majoritaires dans tous les niveaux, excepté dans le plus profond. La muscovite, de teneur variable, devient prédominante dans l'échantillon SKB 06. Le disthène et la tourmaline sont les éléments majeurs en surface, mais, en profondeur, le zircon prend peu à peu la place de la tourmaline.

Les caractères des minéraux transparents sont identiques à ceux du profil SKB 2 et on retrouve, en particulier, les minuscules zircons parfaitement cristallisés.

### 3. DISCUSSION

#### 3.1. LE « PAYSAGE MORPHOLOGIQUE »

Les sols étudiés sont situés sur une surface d'érosion ancienne. D'après SEGALIN (1967), cette région du sud-ouest de Bangui correspond à une surface d'érosion de 450 m, dont le niveau de base est fourni par la cuvette congolaise. Cette surface est à rapprocher de celles notées pour les basses vallées de la Sangha Mambéré et du Dja au Cameroun, dont la formation remonterait à la fin du Tertiaire ou au début du Quaternaire.

Si l'ensemble de la région se présente comme un aplanissement général, légèrement incliné vers le sud en direction de la cuvette congolaise, dans le détail, le paysage se découpe en interfluves à versants convexes courts, du type « demi-orange » (TRICART et CAILLEUX, 1965) et fonds de vallées plats. Ce modelé, qui se retrouve en particulier au Gabon, est typique des paysages équatoriaux.

La séquence pédologique décrite est localisée sur un bassin de faible étendue, de l'ordre de quelques  $\text{km}^2$ , ce qui permet d'écarter l'hypothèse d'apports alluviaux lointains. Malgré la faible étendue du bassin et la puissance réduite du cours d'eau qui le draine, il a pourtant été entamé par l'érosion et comblé par des alluvions. En effet, le fond et les flancs inférieurs de la vallée sont tapissés d'une couche de galets de quartzite. Ces galets ont pu être façonnés au cours de l'alluvionnement ou proviennent, sans grandes modifications, d'un niveau conglomératique qui se rencontre parfois dans les grès.

Entaille et comblement sont anciens, car, en aucune place, le lit de galets n'a été observé à l'affleurement (fig. 10). L'entaille et son épandage graveleux ont été ensuite cicatrisés par une couverture meuble, continue. Le marigot actuel déroule ses méandres sur cette couverture et s'étale largement en saison de hautes eaux. Le façonnement de la vallée s'est opéré au cours d'une période de « morphogenèse mécanique ». Le problème reste entier de savoir si cette période, mécaniquement très active, correspond à un paléoclimat différent du climat actuel.

Par la suite, ce lit graveleux a été pris dans le cuirassement qui s'est développé sur les versants à partir d'horizons hydromorphes qui se sont indurés après l'abaissement du niveau de base.

Le paysage semble actuellement figé ; l'alluvionnement est réduit, voire même inexistant. La morphogenèse, après avoir connu une phase mécanique active, semble se réduire actuellement aux actions chimiques et à de faibles actions mécaniques.

Ce schéma morphologique est général de la région. En effet, l'étude de profils situés à l'ouest de ceux décrits et l'observation de sondages faits le long du marigot pratiquement jusqu'à la source, ont vérifié la constance du lit de galets. D'autres bassins versants de la région montrent les mêmes caractères généraux. Ces manifestations débordent le cadre du sud-ouest centrafricain car, au Gabon, DELHUMEAU (1965) a décrit un modelé identique avec un même niveau de remaniement alluvial.

L'association d'une action ancienne et de processus climatiques actuels, qui façonnent les versants en demi-orange, compose donc, en Centrafrique comme au Gabon, un même paysage original.

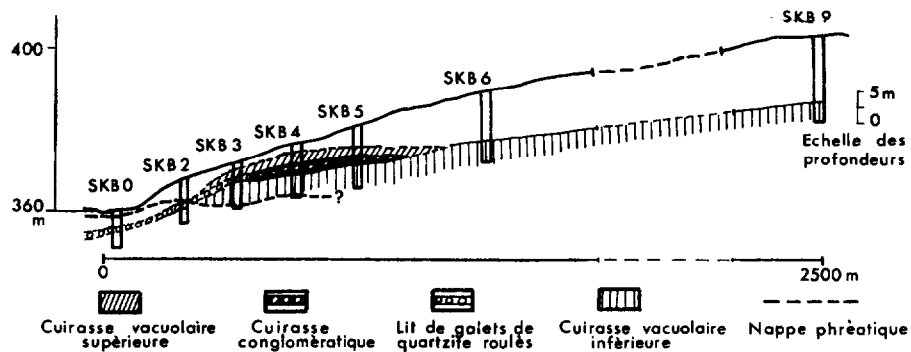


FIG. 10. — Schéma du cuirassement le long de la séquence.

### 3.2. LE « PAYSAGE GÉOCHIMIQUE »

Les sommets d'interfluves, les versants et les fonds de vallées constituent les trois éléments d'un paysage géochimique différencié, caractéristique de cette région forestière équatoriale.

Les interfluves, typiquement ferrallitiques, sont composés d'un matériau kaolinitique et ferrugineux. Les minéraux argileux micacés sont absents. Le fer s'accumule en abondance dans les horizons gravillonnaires et cuirassés. De faibles quantités d'alumine libre confirment l'évolution ferrallitique.

Vers le bas des versants, le matériau devient de plus en plus quartzueux et les minéraux lourds transparents — tourmaline, zircon, disthène... — suivent le quartz dans des proportions relativement régu-

lières. La fraction argileuse, de plus en plus réduite, s'enrichit relativement en illite. L'ensemble du sol s'appauvrit en fer.

Les fonds de vallée redeviennent plus argileux, avec une très forte prépondérance de l'illite sur la kaolinite. Le fer a pratiquement disparu. Il s'agit d'un milieu hydromorphe dit « ouvert », car les solutions y circulent et évacuent les éléments mobiles — bases et fer — au lieu de les concentrer. Par contre, il y a un certain maintien de la silice et les silicates hérités sont respectés. Cette hydromorphie de région forestière humide contraste donc fortement avec l'hydromorphie des régions tropicales plus sèches, qui réalise un « confinement » et une concentration d'éléments favorables aux néogénèses d'argiles à 14 Å retenant, dans leur réseau, des bases et souvent du fer (PAQUET, 1970).

L'illite est communément admise comme une argile héritée (LELONG et MILLOT, 1966) du premier stade d'altération, où la roche demeure encore cohérente. Les altérations superficielles peuvent la détruire ou la conserver, mais n'induisent jamais sa synthèse. L'érosion des interfluves actuels, uniquement kaoliniques, n'est pas à l'origine de l'illite des bas de versants et des fonds de vallée. Il semble donc qu'elle ait été apportée massivement, sur une superficie importante, lors d'une période de comblement. Sa destruction sur les interfluves limite son aire d'extension actuelle aux bas de versants et aux vallées. Sous le niveau de galets (fig. 10), la prédominance de l'illite est encore plus nette. Elle représente, selon toute vraisemblance, un héritage alluvionnaire ancien, antérieur à l'épandage des galets.

### 3.3. LA SÉQUENCE PÉDOLOGIQUE

Les hypothèses d'érosion et de comblement envisagées dans les pages précédentes trouvent une justification dans l'étude des minéraux lourds du sol.

La distribution des minéraux lourds emprunte son originalité à la coexistence de deux familles, d'une part la trilogie zircon, rutile, tourmaline, et d'autre part staurotide, disthène, sillimanite.

Le premier groupement, considéré comme un exemple de stabilité chimique et mécanique, témoigne généralement d'une origine ancienne des sables, issus de roches-mères âgées. Ces minéraux font figure de reliques et sont transmis de génération en génération. La seconde famille, symptomatique d'une origine métamorphique — zone des micaschistes — est beaucoup plus fragile, comme le prouve le tableau suivant publié par CAILLEUX et TRICART (1963).

MINÉRAUX	RÉSISTANCE MÉCANIQUE	RÉSISTANCE A L'ALTÉRATION
	A L'ABRASION	CHIMIQUE
Zircon.....	voisin de 800	710
Tourmaline.....	817	630
Rutile.....	voisin de 800	610
Goéthite.....	—	600
Muscovite.....	—	600
Sillimanite.....	—	330
Disthène.....	260	270
Magnétite.....	380	270
Staurotite.....	420	270
Hématite.....	—	200
Ilménite.....	325	150

L'étude morphoscopique de ces deux familles montre qu'elles ont subi un sort différent.

La trilogie, rutile, zircon, tourmaline, groupe des individus très usés dont les surfaces portent les stigmates de chocs répétés, preuves d'un transport par des eaux agressives, à charge solide élevée. Surimposé à cette usure, existe un picotis intense, indice d'un début de dissolution. Il faut remarquer, à ce propos, qu'une grande partie des grains de quartz présente ces caractères. Ces observations laissent penser à une origine ancienne commune de ces minéraux, à savoir, le quartzite sous-jacent.

Par contre, la série disthène, staurotide, sillimanite, rassemble des individus qui présentent un bon état de fraîcheur. Effectivement, ces minéraux ne présentent aucune trace de chocs, preuve d'un transport considérablement plus calme. Il faut remarquer qu'aucun de ces individus ne présente non plus de traces de dissolution. La pédogenèse actuelle semble donc les respecter. Ces minéraux, relativement « invariants » sont éventuellement utilisables pour l'établissement de bilans géochimiques. L'hypothèse d'un apport plus tardif est aussi à envisager.

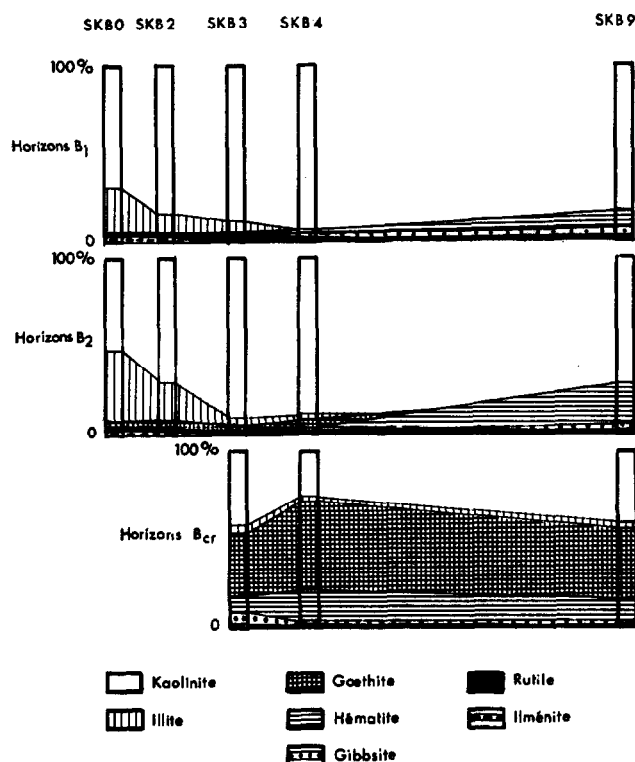


FIG. 11. — Variations de la composition minéralogique de la fraction 0-2 microns dans divers horizons des profils de la séquence.

Cette seconde série de minéraux se distribue de façon particulière le long de la séquence. Les pourcentages calculés en écartant les minéraux lourds opaques, montrent une distribution particulière des maximums de la série disthène, staurotide, sillimanite le long de la séquence, des horizons profonds aux horizons superficiels. Cette distribution, qui suit manifestement la différenciation morpho-pédogénétique, peut être considérée comme une manifestation de phénomènes de remaniements.

Le manque de renseignements sur la nature et l'état des minéraux lourds de la roche sous-jacente et l'absence de données géologiques régionales précises, nuit à l'établissement de conclusions plus précises sur les remaniements. Il est cependant évident qu'une étude détaillée des minéraux lourds peut servir utilement à la connaissance de ces phénomènes.

La succession de couleurs, qui débute par le rouge au sommet de l'interfluve, se poursuit par le jaune-rougeâtre sur la pente et se termine par le beige dans la vallée, est une des caractéristiques principales de la séquence.

L'appauvrissement en argile est de plus en plus accentué vers le bas de pente, mais une légère accumulation se fait sentir dans la vallée, accompagnée d'un enrichissement en limons et pseudo-limons.

Les résultats, très dispersés, du taux de saturation laissent cependant entrevoir une désaturation croissante vers le bas-fond, ce qui rejoint les conclusions de D. MARTIN dans le Centre-Cameroun (1967). Le pH, nettement acide dans tous les profils de la séquence, atteint la neutralité dans la vallée.

Nous avons vu, dans les paragraphes précédents, l'élimination progressive du fer, du sommet des collines vers la vallée. Du sommet de l'interfluve au bas de pente, deux variétés cristallines du fer se succèdent. Dans la partie supérieure de la séquence, l'hématite représente la seule forme du fer, à mi-pente coexistent goethite et hématite et à partir du tiers inférieur de la pente, on ne trouve que la goethite (fig. 11). Les cuirasses, généralement plus riches en goethite qu'en hématite, disparaissent brutalement dans le quart inférieur de la pente (fig. 11).

L'alumine, toujours en faible quantité, existe sous forme de gibbsite dans certains échantillons. Dans d'autres, on ne peut préciser la nature de l'alumine libre, qui peut être cristalline ou amorphe. Dans tous les cas, elle se cantonne aux sols les plus marqués par la pédogenèse ferrallitique et se limite donc à la partie supérieure des interfluve (fig. 11).

Il faut aussi remarquer l'abondance croissante de l'ilménite vers le bas de pente, le rutile demeurant en quantité à peu près constante tout au long de la séquence.

Tous ces caractères permettent de classer les différents profils de la séquence.

La morphologie, l'absence de minéraux primaires, l'abondance du quartz résiduel, de la kaolinite, de la goethite et de l'hématite, ainsi que l'élimination de la majeure partie des bases et le pH acide conduisent à ranger les profils SKB 9, SKB 4 et SKB 3 parmi les *sols ferrallitiques*. Etant donnée la grande variabilité du taux de saturation, tous les profils ont été rassemblés dans une seule sous-classe des sols fortement à moyennement désaturés.

Le profil SKB 2, en raison de sa très grande richesse en sables quartzeux et de l'abondance de minéraux hérités, a été classé parmi les *sols peu évolués*, bien que l'on ait décrit des horizons B et que l'hydromorphie remonte assez haut. Il faut cependant noter quelques caractères, indices d'un *matériau ferrallitique*, tels que l'abondance de kaolinite et de quartz et l'absence presque totale de minéraux altérables autres que l'illite.

L'absence ou la présence d'appauvrissement et de cuirassé et, surtout, la couleur, aident à la différenciation de ces sols.

Nous avons ainsi, du haut vers le bas de la séquence :

— Profil SKB 9 : sol ferrallitique fortement à moyennement désaturé, typique, induré. Faciès rouge,

— Profil SKB 4 : sol ferrallitique fortement à moyennement désaturé, appauvri, induré. Faciès rouge jaunâtre,

— Profil SKB 3 : sol ferrallitique fortement à moyennement désaturé, appauvri, induré. Faciès jaune rougeâtre,

- Profil SKB 2 : sol peu évolué non climatique, d'apport colluvial, hydromorphe. Faciès beige,
- Profil SKB 0 : sol hydromorphe minéral à gley peu profond.

Dans les pays tropicaux plus secs, les séquences de sols rouges et beiges, par la succession des couleurs, la texture, la position topographique des sols beiges et la conservation de l'illite dans les bas-fonds se rapprochent de la séquence étudiée. Cependant, certains caractères comme le climat, la forme du modelé ou la nature de l'hydromorphie des bas-fonds, les différencient.

En effet, en zone équatoriale où le modelé est du type « demi-orange » à versants convexes courts se raccordant brutalement avec le fond plat des vallées, les sols rouges bien drainés s'étendent sur la majorité des interfluves. La tendance hydromorphe des sols n'est alors réalisée que tout à fait en bas de versant. Ce paysage et cette répartition des sols sont différents des régions tropicales sèches, où le passage aux sols beiges hydromorphes se fait très progressivement, sur de longs glacis en pente douce.

De même, comme nous l'avons vu dans le paragraphe précédent, le milieu hydromorphe « ouvert » des régions équatoriales n'est pas favorable à la concentration des bases et du fer. De ce fait, les « paysages géochimiques » des vallées de ces deux régions climatiques sont extrêmement dissemblables.

Au Congo Kinshasa LEENHER, D'HOORE et SYS (1952) et dans le Centre-Cameroun, D. MARTIN (1967), ont étudié des séquences très voisines de celles de Bangui. Au Cameroun, le terme ultime de la séquence est représenté par des sols jaunes fortement désaturés, mais nulle part on ne trouve de niveau de galets alluvial en profondeur. Comme nous l'avons fait remarquer, DELHUMEAU cite l'existence d'un tel niveau au Gabon.

## CONCLUSIONS

Cette étude débouche sur le problème, très général, de la différenciation des séquences de couleurs rouge-beige. Il n'est donc pas limité aux seules régions tropicales sèches, mais affecte tout le domaine intertropical. Plus que le climat, la position dans le modelé actuel semble être à l'origine de cette différenciation. On peut dire que, même dans des paysages anciens dont la couverture meuble peut être polyphasée et remaniée, il existe une pédogenèse originale de chaque site topographique actuel, ce qui donne à ces séquences une très grande extension.

## ANNEXES

### 5.1. DESCRIPTION DES PROFILS

#### 1. PROFIL SKB 9

0-5 cm Brun rouge sombre (2,5 YR-2,5/2) humide ; humifère, matière organique bien liée à la matière minérale ;  
 A<sub>11</sub> présence de quelques grains de quartz bien déliés.  
 Sablo-argileux ; structure polyédrique arrondie à grumeleuse, due à la présence de racines ; agrégats friables dont le diamètre varie de quelques mm à 1 ou 2 cm.  
 Chevelu racinaire assez dense de racines fines (1/2 à 2 mm de diamètre).  
 Très poreux ; faible cohésion.  
 Limite distincte et régulière.

SKB 91



- 5-23 cm Brun rouge foncé (2,5 YR-2,5/3) humide ; humifère ; présence de grains de quartz bien déliés.  
 A<sub>12</sub> Sablo-argileux à argilo-sableux ; structure d'apparence massive à débit polyédrique anguleux de toutes tailles ; polyèdres friables.  
 Quelques racines de petite taille.  
 Poreux ; faible cohésion.  
 Limite distincte et irrégulière.  
 SKB 92
- 23-58 cm Brun rouge à rouge foncé (2,5 YR-2,5/5) humide ; légèrement humifère.  
 A<sub>3</sub> Argilo-sableux ; structure d'apparence massive à débit polyédrique anguleux de toutes tailles ; polyèdres friables.  
 Quelques racines de petite taille.  
 Poreux ; faible cohésion.  
 Limite distincte et irrégulière.  
 SKB 93
- 58-146 cm Rouge (2,5 YR-3,5/6) humide.  
 B<sub>1</sub> Argilo-sableux à argile sableuse ; structure massive à débit polyédrique anguleux de toutes tailles ; polyèdres friables mais un peu moins que dans l'horizon A<sub>3</sub>.  
 Pas de racines.  
 Poreux ; cohésion moyenne.  
 Limite tranchée et irrégulière.  
 SKB 94
- 146-415 cm Rouge (10 R-4/6) humide.  
 B<sub>21</sub> Argile sableuse ; structure massive à débit polyédrique anguleux de toutes tailles ; polyèdres fermes.  
 Poreux ; bonne cohésion.  
 Limite distincte et régulière.  
 SKB 95b
- 415-700 cm Rouge (2,5 YR-3/7) humide.  
 B<sub>22</sub> Argile sableuse très légèrement limoneuse ; structure identique à celle de l'horizon précédent.  
 Poreux ; bonne cohésion.  
 Limite tranchée et régulière.  
 SKB 96b
- 700-783 cm Tacheté rouge (2,5 YR-5/6) humide et ocre jaune (7,5 YR-6/7) humide.  
 B<sub>3,gr</sub> Sablo-argileux ; quelques gravillons ferrugineux ocres (7,5 YR-5/8), assez fermes ; structure identique à celle de l'horizon précédent.  
 Poreux ; bonne cohésion.  
 Limite tranchée et régulière.  
 SKB 97
- 783-1 000 cm Blocs de carapace constitués de gravillons ferrugineux rouges (10 R-4/7) et de zones indurées jaunes (7,5 YR-5/8) ; entre ces blocs, zones argilo-sableuses rouges (2,5 YR-4,5/8) sèches et (2,5 YR-4/8) humides et gravillons ferrugineux rouges (10 R-4/7).  
 B<sub>gr</sub> SKB 98f (partie fine)  
 SKB 98gr (carapace broyée)

## 2. PROFIL SKB 4

- 0-6 cm Gris brun très foncé (5 YR-2,5/1) humide ; humifère, matières organique et minérale bien liées.  
 A<sub>11</sub> Sablo-argileux ; nombreux grains de quartz bien déliés ; structure pratiquement particulaire, excepté au voisinage des racines où elle est grumeleuse ; agrégats très friables.  
 Très grand nombre de racines dont le diamètre varie de quelques mm à plusieurs cm.  
 Très poreux, très faible cohésion.  
 Limite distincte et régulière.  
 SKB 41

- 6-19 cm Brun rouge foncé (5 YR-2,5/3) humide ; humifère.  
 A<sub>12</sub> Sableux à sable avec un grand nombre de grains de quartz bien déliés ; structure particulière avec une très faible tendance à l'agrégation au voisinage des racines de petite taille.  
 Nombreuses racines, les racines de grosse taille dominant (diamètre de 2 à 5 cm).  
 Très poreux ; pratiquement sans cohésion.  
 Limite distincte et régulière.  
 SKB 42
- 19-42 cm Ocre-rouge (5 YR-4,5/6) humide. Légèrement humifère.  
 A<sub>3, u</sub> Sableux à sablo-argileux, avec un grand nombre de grains de quartz déliés ; structure massive avec tendance à une apparence massive et un débit polyédrique ; polyèdres très friables ; graviers de quartz d'assez grosse taille (2 à 5 cm de diamètre) en assez grande quantité.  
 Très grosses racines, nombreuses.  
 Très poreux ; très faible cohésion.  
 Limite tranchée et irrégulière.  
 SKB 43
- 42-73 cm Ocre-rouge (5 YR-5/6) humide.  
 B<sub>1</sub> Argile sableuse à argilo-sableux ; gravillons ferrugineux et graviers de grains de quartz arrondis ; structure d'apparence massive à débit polyédrique anguleux de toutes tailles ; polyèdres friables.  
 Peu de racines.  
 Poreux ; assez bonne cohésion.  
 Limite distincte et irrégulière.  
 SKB 44
- 73-104 cm Ocre rouge clair (5 YR-5/6) humide.  
 B<sub>2, gr</sub> Argile sableuse ; assez nombreux gravillons ferrugineux de 1 à 2 cm de diamètre, ces gravillons ont une pellicule externe rouge (10 R-3/6), on distingue une zone centrale (2,5 YR-4/6) et une zone comprise entre cette dernière et la pellicule externe (2,5 YR-3/6), les deux zones contiennent un grand nombre de grains de quartz arrondis, de petite taille (de l'ordre du mm), très limpides ; autour des gravillons, la fraction argileuse se concentre ; au fur et à mesure que l'on s'éloigne du gravillon, la texture devient de plus en plus sableuse ; structure d'apparence massive à massive, débit polyédrique arrondi de toutes tailles, polyèdres friables.  
 Assez poreux, assez bonne cohésion.  
 Limite distincte et irrégulière.  
 SKB 45
- 104-236 cm Cuirasse vacuolaire, constituée par la coalescence plus ou moins complète de gravillons ferrugineux brun jaune foncé (10 YR-4/4) avec un cœur brun jaune (10 YR-6/8) ; ces gravillons contiennent une grande quantité de petits grains de quartz arrondis, limpides ; entre ces gravillons, remplissage rouge (2,5 YR-5,5/6) argileux, riche aussi en quartz identiques à ceux des gravillons.  
 B<sub>cr, 1</sub> Limite tranchée et irrégulière.  
 SKB 46
- 236-293 cm Cuirasse conglomératique constituée de graviers et galets de quartz et de quartzites roulés (quelques-uns sont faiblement anguleux). Leur taille varie de quelques cm à quelques mm ; chaque gravier est entouré d'une pellicule ferrugineuse, noire (2,5 YR-2/1) ; le ciment brun-noir très sombre (2,5 YR-2/3) est très riche en grains de quartz limpides, légèrement anguleux ; cette cuirasse est fissurée par endroits, dans les fissures se trouve une argile rouge (2,5 YR-5/6) humide.  
 B<sub>cr, 2</sub> Limite tranchée et régulière.  
 SKB 47 *gr* (cuirasse)
- 293-380 cm Horizon décoloré, jaune rougeâtre (7,5 YR-7,5/4) sec et (7,5 YR-7/4) humide.  
 B<sub>n, gr, u</sub> Argilo-sableux ; structure d'apparence massive à débit polyédrique anguleux de toutes tailles ; polyèdres friables ; nombreux blocs de cuirasse ocre-brun (7,5 YR-5/6) qui semble être due à la consolidation d'un matériau assez argileux. Ces blocs ont une pellicule externe rouge (2,5 YR-4/8) ; présence en plus de blocs de cuirasse conglomératique identique à celle de l'horizon précédent et de nombreux graviers de quartz et de quartzites roulés ; à la base de l'horizon, il y a quelques taches blanches (10 YR-7/1) sec et (10 YR-6,5/2) humide, de gley ; elles sont petites, arrondies, distinctes et un peu plus argileuses que l'ensemble de l'horizon.  
 Limite distincte et irrégulière.  
 SKB 48 *gr* (cuirasse)

- 380-570 cm Horizon hydromorphe gris-blanc (10 YR-7/1) humide ; sur ce fond se discernent des taches ocre jaune (7,5 YR-5/7) assez nombreuses, petites et diffuses.  
 BG<sub>gr</sub> Argile sableuse, contenant des grains de quartz arrondis et d'un diamètre de l'ordre du mm ; présence de blocs de cuirasse assez nombreux, constitués de gravillons ferrugineux rouges (10 R-4/8) et entourés d'une pellicule brun rougeâtre (5 YR-4/4) ; autour des gravillons existe une pellicule ocre jaune (7,5 YR-5/7) ; à partir de 447 cm, les taches ocre jaune (7,5 YR-5/7) disparaissent et les blocs de cuirasse deviennent moins fréquents, ces blocs contiennent des gravillons ferrugineux non plus rouges mais ocre jaune (7,5 YR-5/7) avec une pellicule externe marron (5 YR-4/4) ; la cuirasse contient quelques grains de quartz arrondis dont la taille est de l'ordre du mm ; à partir de 530 cm, la texture entre les blocs de cuirasse devient plus argileuse et des taches jaunes réapparaissent (7,5 YR-5/8).

SKB 49f (fraction fine)

SKB 49gr (cuirasse)

La nappe phréatique se trouve à 570 cm.

### 3. PROFIL SKB 3

- 0-7 cm Gris sombre (10 YR-3/1) humide ; humifère, matière organique et minérale bien liées.  
 A<sub>11</sub> Limono-argilo-sableux ; beaucoup de grains de quartz déliés ; structure assez mal développée, sauf près des racines où elle est grumeleuse et assez mal individualisée ; les agrégats sont très friables.  
 Chevelu racinaire très dense.  
 Très poreux ; cohésion très faible.  
 Limite graduelle et régulière.  
 SKB 31
- 7-18 cm Beige brunâtre (10 YR-5,5/3) humide ; humifère.  
 A<sub>12</sub> Sableux, avec une grande quantité de grains de quartz déliés ; structure particulière avec une très faible tendance à l'agrégation autour des racines de petite dimension ; agrégats très friables.  
 Quelques grosses racines de 1/2 à 4 cm de diamètre et quelques fines radicelles.  
 Très poreux ; cohésion très faible.  
 Limite graduelle et régulière.  
 SKB 32
- 18-64 cm Beige (10 YR-6,5/3) humide.  
 A<sub>3</sub> Sablo-argileux à sableux, la teneur en argile augmente régulièrement du haut vers le bas de l'horizon ; structure d'apparence massive à débit en gros polyèdres anguleux, très friables.  
 Racines peu nombreuses.  
 Poreux ; faible cohésion.  
 Limite distincte et irrégulière.  
 SKB 33
- 64-105 cm Beige brunâtre clair (7,5 YR-5,5/4) humide.  
 B<sub>1</sub> Argilo-sableux ; structure massive à débit polyédrique anguleux de toutes tailles, les polyèdres sont friables mais moins que dans l'horizon précédent ; gros grains de quartz arrondis, de quelques mm de diamètre ; par endroits, on remarque des poches de petite dimension, plus argileuses que le reste de l'horizon.  
 Pas de racines.  
 Poreux ; faible cohésion.  
 Limite distincte et irrégulière.  
 SKB 34
- 105-168 cm Brun assez foncé (7,5 YR,4,5/5) humide.  
 B<sub>2, gr</sub> Argile sableuse ; structure massive à débit polyédrique anguleux de toutes tailles, polyèdres friables ; présence de grains de quartz arrondis de quelques mm de diamètre et de quelques blocs de cuirasse en bas de l'horizon.  
 Poreux ; cohésion moyenne.  
 Limite nette et irrégulière.  
 SKB 35

- 168-223 cm Cuirasse rouge (10 R-4/6), contenant de nombreux graviers de quartz et de quartzite, arrondis et dont les dimensions sont de l'ordre du cm, ces graviers sont cimentés par des éléments ferrugineux ocres (7,5 YR-6/6), ainsi que des gravillons ferrugineux rouges (10 R-4/7) assez friables ; par endroits, le ciment est plus argileux, beige ocre (7,5 YR-7/4) et il s'y joint des grains de quartz arrondis et de petite taille.  
 B<sub>er</sub> Limite brutale et irrégulière.  
 SKB 36
- 223-443 cm Beige ocre clair (7,5 YR-6/7) humide, avec des taches blanches de gley (10 YR-8/1) sec et (10 YR-8/2) humide, ces taches sont petites, irrégulières et arrondies.  
 B<sub>g, cr</sub> Argilo-sableux, contenant des blocs de cuirasse ocre jaune (7,5 YR-5/6 à 7,5 YR-6/8) d'une taille importante ; ces blocs, de nature plus argileuse que la cuirasse sus-jacente, présentent, par place, un certain litage ; des taches rouges (2,5 YR-3/6), assez petites, irrégulières et distinctes, se localisent entre ces blocs ou dans leurs cassures internes ; grand nombre de graviers de quartz et de quartzite arrondis, dont les dimensions sont de l'ordre du cm ; quelques poches ocre jaune (7,5 YR-5/8), plus argileuses que le reste de l'horizon, sont visibles par endroits ; à partir de 400 cm, l'horizon se transforme en gley pratiquement uniforme (10 YR-8/1) avec quelques petites taches nettes, irrégulières et allongées, ocre jaune (7,5 YR-6/6).  
 SKB 37f (terre fine)  
 SKB 37gr (cuirasse)  
 A 443 cm, on trouve la nappe phréatique.

## 4. PROFIL SKB 2

- 0-10 cm Brun foncé (10 YR-3/1) humide ; humifère, matières organique et minérale bien liées.  
 A<sub>11</sub> Sableux à sable ; structure particulière, près des racines structure polyédrique arrondie à grumeleuse ; les agrégats sont friables.  
 Chevelu racinaire dense, le diamètre des racines est de quelques mm.  
 Très poreux ; très faible cohésion.  
 Limite distincte et régulière.  
 SKB 21
- 10-35 cm Brun grisâtre (10 YR-6/1,5) humide ; humifère.  
 A<sub>12</sub> Sable ; structure particulière.  
 Très poreux ; cohésion très faible à l'état humide et nulle à l'état sec.  
 Limite graduelle et régulière.  
 SKB 22
- 35-86 cm Beige clair (10 YR-6,5/2) humide.  
 A<sub>3</sub> Sable ; structure particulière ; à la base de l'horizon, on trouve quelques petites taches beige ocre (10 YR-6/6), arrondies et diffuses.  
 Quelques rares racines de petite taille (diamètre de l'ordre du mm).  
 Très poreux ; cohésion très faible à l'état humide et nulle à l'état sec.  
 Limite distincte et régulière.  
 SKB 23
- 86-143 cm Horizon de pseudo-gley, couleur du fond : beige (10 YR-6/3) humide, taches brun ocre (10 YR-5/6) et clair (de gley) (10 YR-8/1), les taches sont diffuses, assez grandes et arrondies.  
 B<sub>g</sub> Sablo-argileux à sableux ; structure d'apparence massive à débit polyédrique anguleux de toutes tailles, polyèdres friables.  
 Poreux ; faible cohésion.  
 Limite progressive et régulière.  
 SKB 24
- 143-161 cm Horizon de gley (10 YR-8/2) humide, quelques taches brun ocre (10 YR-5/6).  
 BG Sablo-argileux ; la teneur en argile croît régulièrement du sommet à la base de l'horizon ; structure massive à débit polyédrique.  
 Peu poreux ; faible cohésion.  
 SKB 25  
 A 161 cm, on trouve la nappe phréatique.

161-313 cm Gley (10 YR-8/2) humide.  
sondage Argilo-sableux.

SKB 26

313-373 cm Gley (10 YR-8/2) humide.  
sondage Argilo-sableux ; la teneur en argile est plus élevée que dans le niveau précédent ; présence de graviers de quartz et de quartzite en assez grand nombre et dont le diamètre varie de quelques mm à 2 ou 3 cm.

SKB 27

373-470 cm Jaune (10 YR-7/8) humide avec passées blanches (10 YR-8/1) sec et (10 YR-8/2) humide.  
sondage Argileux à argile.

SKB 28

plus de Jaune à passées blanches moins importantes que dans le niveau précédent.  
470 cm Les couleurs sont identiques.  
Sablo-argileux.

SKB 29

Les échantillons 0 proviennent d'un sondage en bordure du marigot et la description n'en a pas été faite. Les couleurs et les textures sont identiques à celles du profil SKB 2.

## 5.2. RÉSULTATS DES ANALYSES TRIACIDES

TABLEAU 11

PROFIL SKB 9. ANALYSE TRIACIDE

Echantillons .....	SKB 94	SKB 95	SKB 96	SKB 97f	SKB 97 gr	SKB 98f	SKB 98 gr
Horizon .....	B <sub>1</sub>	B <sub>21</sub>	B <sub>22</sub>	B <sub>3,gr</sub>	B <sub>3,gr</sub>	B <sub>gr</sub>	B <sub>gr</sub>
Perte au feu .....	4,4	4,95	6,25	8,6	13,58	7,65	14,10
Résidu .....	67,3	62,9	52,6	36,8	0,20	40,3	0,51
Silice comb. ....	11,9	13,6	17,8	20,2	37,27	21,3	38,38
Alumine .....	11,3	12,8	16,0	23,9	32,41	20,5	30,39
Fer .....	3,75	4,00	5,0	7,25	13,98	9,0	13,68
Titane .....	1,12	1,30	1,64	1,85	1,90	1,97	2,16
Manganèse .....	0,025	0,020	0,020	0,028	0,033	0,025	0,023
Calcium .....	0,06	0,042	0,053	0,07	0,12	0,12	0,16
Magnésium .....	0,12	0,09	0,09	0,07	0,09	0,09	0,11
Potassium .....	0,27	0,09	0,08	0,17	0,27	0,18	0,36
Sodium .....	0,13	0,11	0,11	0,14	0,15	0,30	0,13
Total .....	100,375	99,902	99,643	99,078	100,003	101,435	100,003
Kr .....	1,47	1,46	1,46	1,20	1,52	1,36	1,66
Ki .....	1,78	1,75	1,75	1,42	1,95	1,75	2,14
Fer/Alum. ....	0,21	0,19	0,19	0,19	0,27	0,28	0,28
Fer/Silice .....	0,31	0,30	0,30	0,35	0,37	0,42	0,35
Silice/S. des bases .....	21,97	39,74	51,12	47,76	64,24	31,88	55,59
Fer libre % .....	3,1	3,7	4,3	4,9		6,8	21,0

TABLEAU 12

## PROFIL SKB 4. ANALYSE TRIACIDE

Echantillons .....	SKB 44	SKB 45	SKB 46	SKB 47f	SKB 47gr	SKB 48f	SKB 48gr	SKB 49f	SKB 49gr
Horizon .....	B <sub>1,u,gr</sub>	B <sub>2,gr</sub>	B <sub>cr,1</sub>	B <sub>cr2</sub>	B <sub>cr2</sub>	B <sub>n,gr,u</sub>	B <sub>n,gr,u</sub>	BG,gr	BG,gr
Perte au feu .....	5,5	6,2	12,3	14,1	6,9	13,9	9,1	13,9	10,9
Résidu .....	63,4	57,5	16,3	1,05	33,1	0,30	34,3	0,35	9,1
Silice comb. ....	14,6	16,9	14,3	39,8	4,4	40,4	6,1	41,1	16,9
Alumine .....	13,0	14,8	15,3	35,5	4,6	35,0	6,25	35,0	15,5
Fer .....	2,25	2,5	41,0	5,00	49,0	5,75	42,5	6,00	46,0
Titane .....	0,85	0,89	1,05	1,88	0,53	1,90	0,50	1,70	0,66
Manganèse .....	0,013	0,023	0,017	0,025	0,65	0,025	0,158	0,020	0,168
Calcium .....	0,14	0,11	0,07	0,18	0,04	0,12	0,06	0,12	0,09
Magnésium .....	0,15	0,17	0,09	0,29	0,04	0,23	0,08	0,21	0,09
Potassium .....	0,18	0,24	0,18	0,32	0,07	0,30	0,21	0,42	0,26
Sodium .....	0,23	0,15	0,17	0,13	0,15	0,15	0,17	0,15	0,17
Total .....	100,313	99,483	100,777	98,275	99,48	98,075	99,428	98,970	99,838
Kr .....	1,72	1,75	0,58	1,74	0,21	1,77	0,31	1,79	0,64
Ki .....	1,91	1,94	1,58	1,90	1,62	1,96	1,66	1,99	1,86
Fer/Alum. ....	0,11	0,10	1,70	0,089	6,80	0,10	4,34	0,11	1,89
Fer/Silice .....	0,15	0,14	2,86	0,12	11,13	0,14	6,96	0,14	2,72
Silice/S. des bases..	20,25	25,25	29,27	42,37	15,06	50,99	12,65	48,59	35,64
Fer libre % .....	1,7	1,9	25,0		27,0		21,0	8,0	25,0

TABLEAU 13

## PROFIL SKB 3. ANALYSE TRIACIDE

Echantillon .....	SKB 34	SKB 35	SKB 36	SKB 37f	SKB 37gr
Horizon .....	B <sub>1</sub>	B <sub>2,gr</sub>	B <sub>cr</sub>	B <sub>g,cr</sub>	B <sub>g,cr</sub>
Perte au feu .....	3,55	4,90	11,2	4,55	11,6
Résidu .....	74,7	63,4	16,5	64,9	2,75
Silice comb. ....	9,90	15,5	26,5	14,9	14,5
Alumine .....	9,00	12,8	26,0	12,5	14,0
Fer .....	1,25	1,50	18,2	1,25	56,0
Titane .....	0,79	0,91	1,29	0,93	0,51
Manganèse .....	0,013	0,008	0,028	0,008	0,028
Calcium .....	0,11	0,11	0,14	0,08	0,13
Magnésium .....	0,09	0,12	0,14	0,11	0,19
Potassium .....	0,13	0,14	0,19	0,16	0,58
Sodium .....	0,18	0,16	0,19	0,14	0,20
Total .....	99,713	99,548	100,378	99,528	100,488
Kr .....	1,71	1,91	1,19	1,89	0,49
Ki .....	1,86	2,05	1,73	2,02	1,76
Fer/Alum. ....	0,088	0,074	0,44	0,063	2,55
Fer/Silice .....	0,12	0,096	0,68	0,10	3,86
Silice/S. des bases .....	19,47	28,68	39,88	30,61	4,86
Fer libre % .....	0,85	0,90	17,0	0,70	30,0

TABLEAU 14

## PROFIL SKB 2. ANALYSE TRIACIDE

Echantillon .....	SKB 24	SKB 25	SKB 26	SKB 27	SKB 29
Horizon .....	Bg	BG	Sondage	Sondage	Sondage
Perte au feu .....	1,9	2,2	3,2	4,5	4,9
Résidu .....	86,7	84,1	74,6	62,4	53,9
Silice comb. ....	5,8	6,7	11,4	14,6	17,2
Alumine .....	4,0	5,33	8,5	14,2	13,8
Fer .....	1,25	1,0	1,25	3,25	6,0
Titane .....	0,49	0,47	0,65	0,71	0,70
Manganèse .....	0,008	0,010	0,01	0,008	0,015
Calcium .....	0,07	0,05	0,04	0,09	0,11
Magnésium .....	0,08	0,09	0,19	0,28	0,70
Potassium .....	0,14	0,18	0,39	0,62	1,80
Sodium .....	0,14	0,14	0,17	0,17	0,22
<b>Total .....</b>	<b>100,578</b>	<b>100,270</b>	<b>100,40</b>	<b>100,828</b>	<b>99,345</b>
Kr. ....	2,05	1,90	2,08	1,51	1,66
Ki .....	2,46	2,32	2,27	1,74	2,12
Fer/Alum. ....	0,19	0,15	0,093	0,14	0,27
Fer/Silice .....	0,21	0,15	0,11	0,22	0,35
Silice/S. des bases .....	13,83	15,29	15,44	15,44	6,82
Fer libre % .....	0,4	0,2	0,2	0,4	2,8

TABLEAU 15

## PROFIL SKB 0. ANALYSE TRIACIDE

Echantillon .....	SKB 03	SKB 04	SKB 05	SKB 06	SKB 07
Horizon .....	Sondage	Sondage	Sondage	Sondage	Sondage
Perte au feu .....	4,35	4,50	7,15	6,95	5,85
Résidu .....	67,5	63,7	41,1	40,3	44,7
Silice comb. ....	14,6	16,2	26,9	27,1	24,2
Alumine .....	11,5	13,0	20,5	21,0	18,3
Fer .....	0,6	0,75	1,10	1,25	3,75
Titane .....	0,73	0,88	1,06	1,03	0,88
Manganèse .....	0,02	0,015	0,018	0,020	0,015
Calcium .....	0,21	0,16	0,22	0,21	0,17
Magnésium .....	0,23	0,26	0,48	0,68	0,74
Potassium .....	0,49	0,60	1,20	1,86	2,19
Sodium .....	0,18	0,15	0,16	0,15	0,18
<b>Total .....</b>	<b>100,41</b>	<b>100,215</b>	<b>99,888</b>	<b>100,550</b>	<b>100,975</b>
Kr. ....	2,07	2,04	2,15	2,10	1,98
Ki .....	2,14	2,12	2,22	2,18	2,25
Fer/Alum. ....	0,033	0,037	0,033	0,037	0,12
Fer/Silice .....	0,041	0,046	0,040	0,046	0,15
Silice/S. des bases .....	13,08	14,90	14,37	10,54	8,47
Fer libre % .....	0,05	0,05	0,07	0,17	2,3

## BIBLIOGRAPHIE

- AUBERT (G.), SEGALIN (P.), 1966. — Projet de classification des sols ferrallitiques. *Cah. ORSTOM, sér. Pédol.*, IV, 4, pp. 97-112.
- AUBREVILLE (A.), 1949. — Climats, forêts et désertification de l'Afrique tropicale. *Soc. Ed. Geogr. marit. col.*, Paris, 351 p.
- AUBREVILLE (A.), 1950. — Flore forestière soudano-guinéenne AOF, Cameroun, AEF. *Soc. Ed. Geogr. marit. col.*, Paris, 523 p.
- BEAUDOU (A.), 1969. — Etude de séquences de sols ferrallitiques rouges et beiges sur quartzite en pays forestier de la région de Bangui, ORSTOM, Bangui, 61 p. *multigr.*
- BENOIT-JANIN (P.), 1957. — Rapport des prospections de la piste Bimo-Pama et du village de Sakpa (ouest de Bangui), ORSTOM, Bangui, 5 p. *multigr.*
- BOCQUIER (G.), GLAISE (G.), 1963. — Reconnaissance pédologique dans les vallées de la Gambie et de la Koulountou (République du Sénégal). *Cah. ORSTOM, sér. Pédol.*, 4, pp. 5-32.
- BOULVERT (Y.), 1968. — Quelques aspects de l'influence de la topographie et du matériau originel sur la répartition des sols ferrallitiques, sols ferrugineux tropicaux et vertisols dans la région de Bossangoa au nord-ouest de la RCA. *Cah. ORSTOM, sér. Pédol.*, VI, 3-4, pp. 259-275.
- CALLEDE (J.), 1969. — Premiers résultats des mesures effectuées à la station bioclimatologique de Bangui, période 1964-1968. ORSTOM, Bangui, 38 p. *multigr.*
- CHATELIN (Y.), 1968. — Les sols ferrallitiques. Mise au point des connaissances actuelles. ORSTOM, Bangui, 38 pl *multigr.*
- CHATELIN (Y.), 1969. — Contribution à l'« étude de la séquence sols ferrallitiques rouges et ferrugineux tropicaux beiges. Examen de profils centrafricains ». *Cah. ORSTOM, sér. Pédol.*, VII, 4, pp. 447-492.
- DE LEENHEER, cf. à Leenher.
- DELHUMEAU (M.), 1965. — Notes de pédologie gabonaise. 4. Les sols ferrallitiques jaunes formés sur socle granito-gneissique. *Cah. ORSTOM, sér. Pédol.*, III, 3, pp. 207-222.
- D'HOORE (J.), 1954. — L'accumulation des sesquioxides libres dans les sols tropicaux. *Publ. INEAC, Sér. sci.*, n° 62, Bruxelles, 132 p.
- D'HOORE (J.), FRIPIAT (J.J.), GASTUCHE (M.C.), 1954. — Les argiles tropicales et leur oxyde de fer de recouvrement. Congr. interafr. Sols. 2. 1954. Léopoldville, I, pp. 257-260.
- DUPLAIX (S.), 1958. — Détermination microscopique des minéraux des sables. Libr. Polytechnique Ch. Béranger, Paris, 96 p.
- FAUCK (R.), 1963. — Le sous-groupe des sols ferrugineux tropicaux lessivés à concrétions. *Sols africains*, VIII, 3, pp. 383-405.
- FAUCK (R.), 1964. — Les sols rouges faiblement ferrallitiques d'Afrique occidentale. *Congr. intern. Sci. Sol.*, 8. 1964. Bucarest, V, pp. 547-557.
- FIELDS (M.), 1966. — The nature of allophane in soils. *New-Zeal. Journ. Sci.*, 9, 3, pp. 599-622.
- FOURNIER (F.) — Climat et érosion, PUF, Paris, 201 p.
- HUMBEL (F.X.), 1968. — Etude pédologique comparative de deux paysages ferrallitiques du sud-Cameroun (région d'Edéa). ORSTOM, Yaoundé, 29 p. *multigr.*
- JACKSON (M.L.), 1965. — Chemical composition of soils in « Chemical of the Soil » ed by Firman E. BEAR. *Chapman et Hall, London*, pp. 71-134.
- LEENHEER (L. de), D'HOORE (J.), SYS (K.), 1952. — Cartographie et caractérisation pédologique de la catena de Yangambi. *Publ. INEAC, Sér. sci.*, n° 55, Bruxelles, 62 p.
- LELONG (F.), MILLOT (G.), 1966. — Sur l'origine des minéraux micacés des altérations latéritiques. Diagenèse régressive. Minéraux en transit. *Bull. Serv. Carte géol. Als. Lorr.*, 19, 3-4, pp. 271-285.
- LEROUX (H.), 1967. — Contribution à l'étude du passage des sols ferrallitiques aux sols ferrugineux dans la région de Nassian-Bouna. ORSTOM, Adiopodoumé, 48 p. *multigr.*



- MAIGNIEN (R.), 1961. — Le passage des sols ferrugineux tropicaux aux sols ferrallitiques dans les régions sud-ouest du Sénégal. *Sols africains*, VI, 2-3, pp. 113-172.
- MARTIN (D.), 1966. — Etudes pédologiques dans le centre Cameroun (Nanga-Eboko à Bertoua). *Mém. ORSTOM*, n° 19, Paris, 91 p.
- MARTIN (D.), 1967. — Géomorphologie et sols ferrallitiques dans le centre Cameroun. *Cah. ORSTOM, sér. Pédol.*, V, 2, pp. 189-218.
- MEHRA (Q.P.), JACKSON (M.L.), 1958. — Iron oxyde removal from soils and clays by a dithionite-citrate system buffered with sodium bicarbonate. *Nat. Conf. Clays and Clay Min.*, 7, 1958, Washington, pp. 317-327.
- PAQUET (H.), 1970. — Evolution géochimique des minéraux argileux dans les altérations et les sols des climats méditerranéens et tropicaux à saisons contrastées. *Thèse*, Strasbourg, 348 p.
- QUANTIN (P.), 1961. — Les sols rouges et jaunes intertropicaux du sud-est de la RCA. ORSTOM, Bangui, 95 p. *multigr.*
- QUANTIN (P.), 1965. — Les sols de la République centrafricaine. *Mém. ORSTOM*, n° 16, Paris, 113 p.
- ROUGERIE (G.), 1960. — Le façonnement actuel des modelés en Côte d'Ivoire forestière. *Mém. IFAN*, n° 58, Dakar, 542 p.
- SEGALEN (P.), 1967. — Les sols et la géomorphologie du Cameroun. *Cah. ORSTOM, sér. Pédol.*, V, 2, pp. 137-188.
- SEGALEN (P.), 1968. — Contribution à la connaissance de la couleur des sols à hydroxydes de la zone intertropicale : sols jaunes et sols rouges. ORSTOM, Bondy, 14 p. *multigr.*
- SILLANS (R.), 1958. — Les savanes de l'Afrique centrale. P. Lechevalier, Paris, 423 p.
- SYS (C.), 1954. — Quelques propriétés des sols dérivant de roches diabasiques sous les tropiques. *Conf. interafr. Sols*, 2, 1954, Léopoldville, I, pp. 339-341.
- SYS (C.), 1954. — Un cas d'inversion apparente de la catena de couleurs tropicale. *Conf. interafr. Sols.*, 2, 1954, Léopoldville, pp. 343-344.
- TARDY (Y.), 1968. — Une méthode de détermination des types d'altération actuels par l'étude des eaux en pays granitique et gneissique. *C.R. Acad. Sci.*, 267, 6, pp. 579-582.
- TOBIAS (C.), 1965. — Contribution à l'étude du passage des sols beiges aux sols rouges. Etude d'une toposéquence de la région de Séfa (Casamance), ORSTOM, Dakar-Hann, 113 p. *multigr.*
- TRICART (J.), CAILLEUX (A.), 1963. — Initiation à l'étude des sables et des galets, tome I, CDU, Paris, 369 p.
- TRICART (J.), CAILLEUX (A.), 1965. — Le modelé des régions chaudes. Forêts et savanes, in : *Traité de géomorphologie*, tV, SEDES, Paris, 322 p.
- VATAN (A.) et al., 1954. — Pétrographie sédimentaire. Eod. Technip, Paris, 279 p.
- WACRENIER (J.P.), 1960. — Rapport de fin de mission 1960. Mission Bangui ouest. *Inst. equat. Rech. Et. geol. min.*, 32 p. *multigr.*