

MISE EN EVIDENCE DE DEUX TYPES FONDAMENTAUX DE TOPOSEQUENCES DEVELOPPEES  
SUR MATERIAUX RICHES EN MINERAUX ALTERABLES ISSUS DE GRANITES OU  
DE MIGMATITES EN HAUTE - VOLTA ORIENTALE

---

par

R. BOULET \*

---

Dans la partie orientale de la Haute-Volta et en domaine granitique, les matériaux riches en minéraux altérables apparaissent lorsqu'à été déblayé le manteau d'altération kaolinique ancien qui couvre encore de vastes zones dans cette partie de l'Afrique (BOULET 1968 - 1970). Ce décapage, dont les processus sont actuellement à l'étude par J. C. LEPRUN peut être réalisé à l'échelle d'un versant ou au contraire à celle de toute une région. Afin d'éliminer autant qu'il est possible les héritages des altérations et pédogénèses anciennes, les toposéquences étudiées dans cette note sont situées dans des régions répondant au second cas. Les sols qui s'y succèdent sont d'épaisseur moyenne, ne dépassant pas quatre à cinq mètres. Leur base est constituée par une arène riche en minéraux frais et parfois une roche saine. Les profils dans leur ensemble comportent des minéraux altérables, feldspaths principalement, en quantités appréciables.

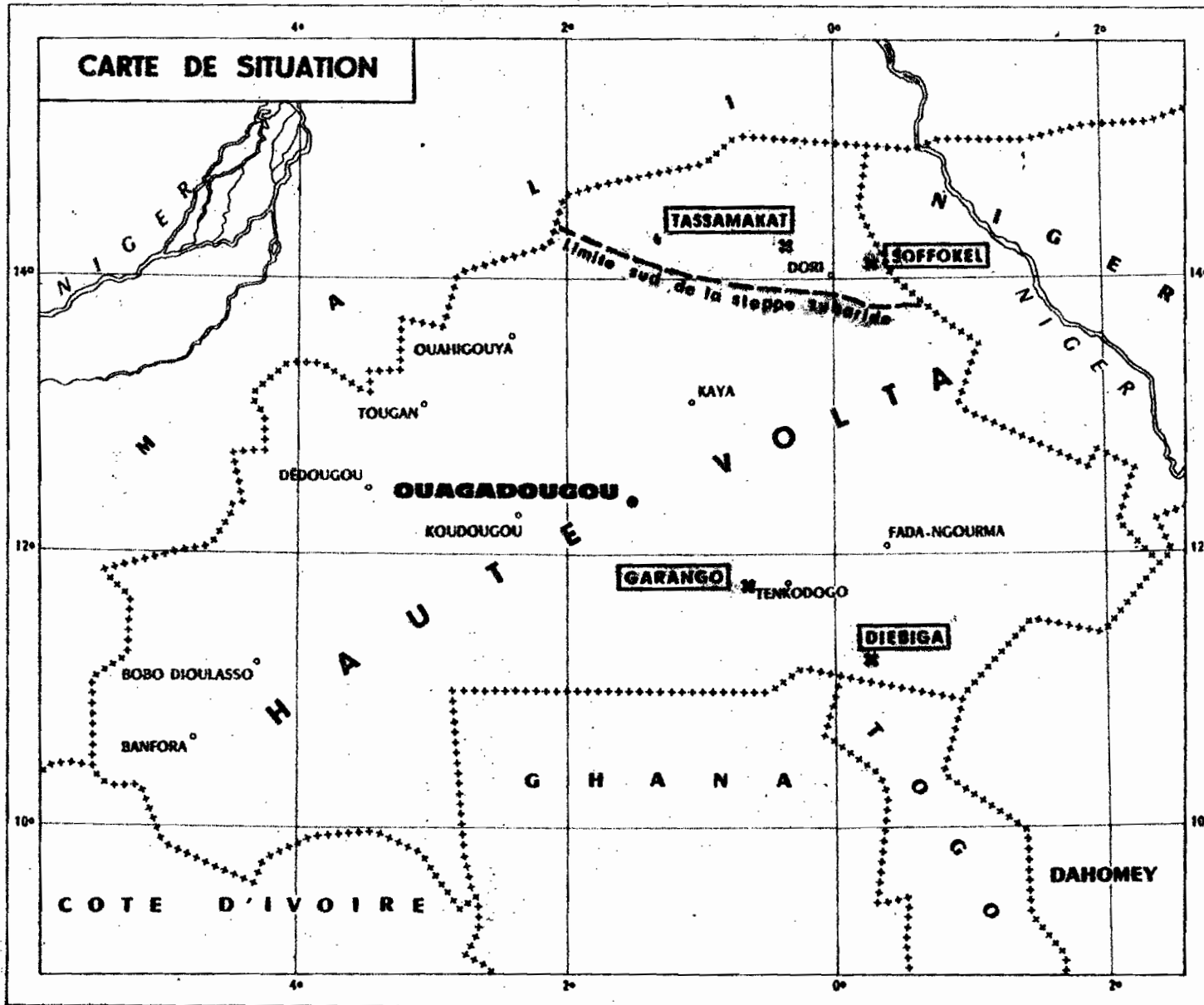
Les diverses sortes de toposéquences ont été recensées lors de la cartographie systématique au 1/500 000. A la suite des études de détail effectuées en 1969 et 1970, nous avons été amenés à les regrouper en deux ensembles qui diffèrent à la fois par les processus mis en jeu et par la morphologie de leurs sols. Les définitions morphologiques de ces deux ensembles sont les suivantes :

- 1er type : toposéquences où les variations latérales le long de la pente sont faibles en l'absence de variation pétrographique de la roche mère. Les transitions entre horizons au sein d'un même profil et entre profils se succédant au long de la pente sont progressives. Des discontinuités peuvent toutefois exister, mais elles concernent uniquement les horizons de surface et sont à relier ainsi qu'on le montrera dans les pages suivantes, à des phénomènes mécaniques superficiels.

- 2ème type : toposéquences où les variations latérales le long de la pente sont importantes et brutales. Les transitions entre horizons sont également rapides, souvent linéaires et les contrastes forts.

---

\* ORSTOM, B. P. 1386, DAKAR, Sénégal.



Avant d'aborder l'étude de ces deux types de toposéquences, rappelons succinctement les caractéristiques climatiques de la région. La Haute-Volta orientale est intégralement située dans la zone climatique Sahélo-soudanaise d'AUBREVILLE (1949) caractérisée par une pluviométrie annuelle variant du Nord au Sud de 400 à 1 200 mm, une température moyenne élevée (24 à 28°) et une forte siccité atmosphérique durant la saison sèche. Cette zone climatique paraît cependant trop large pour définir le climat avec une précision suffisante. En particulier, le contraste entre les paysages végétaux steppiques typiquement sahéliens du Nord (Cf. planche I) et les savanes à affinités soudanaises méridionales souligne l'importance écologique des variations latitudinales de la pluviométrie. Pour chaque station, nous indiquerons la principale donnée climatique, la pluviométrie, interpolée d'après les isohyètes annuels.

## I.- LES TOPOSEQUENCES DU PREMIER TYPE

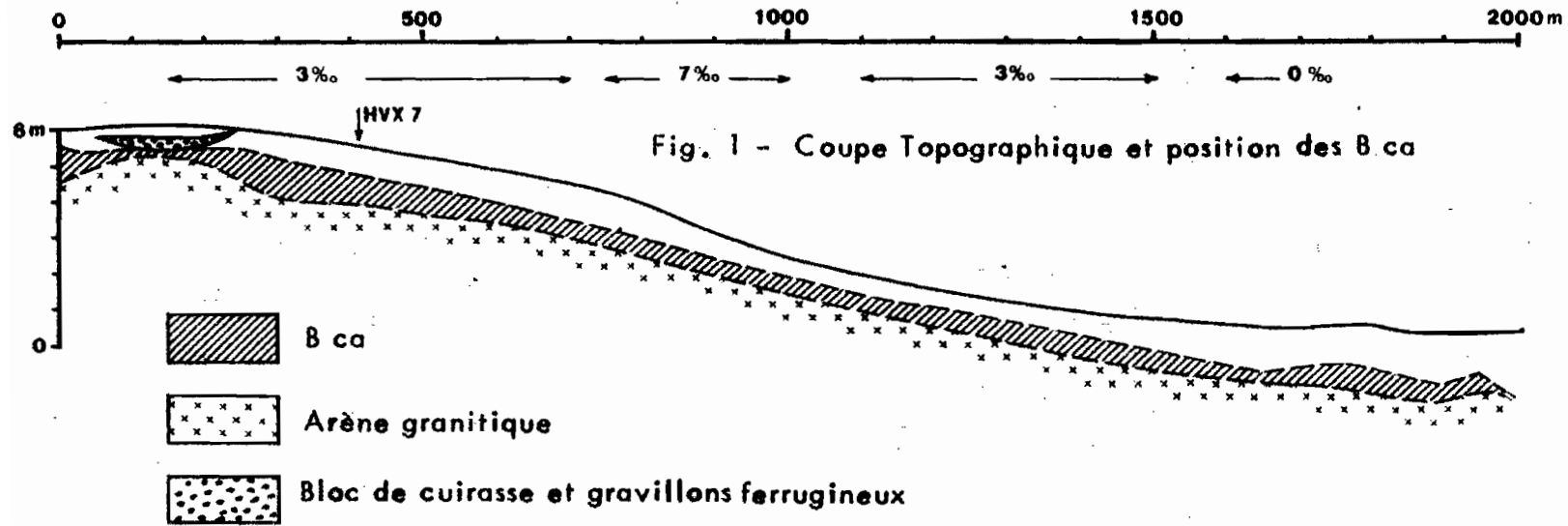
Ces toposéquences sont les plus fréquentes sur les matériaux envisagés ici. Elles sont pratiquement exclusives dans le Nord, celles du second type n'apparaissant que vers le Sud, lorsque la pluviométrie dépasse 700 mm. Elles associent en zone subaride (nord de Dori) des solonetz à des sols bruns subarides alcalisés, des sols bruns subarides vertiques à des vertisols à caractères vertiques moyennement accentués, tandis que, plus au sud, elles relient des sols bruns eutrophes vertiques ou des solonetz à des vertisols. La dissociation entre les toposéquences à solonetz et celles à sols bruns subarides ou eutrophes vertiques est liée à la nature pétrographique de la roche mère ; les premières sont en effet exclusivement développées sur des granites ou migmatites calco-alcalins leucocrates, les secondes sur granites ou migmatites calco-alcalins à biotite et amphiboles. Le passage des unes aux autres est rapide et coïncide avec les limites géologiques.

Nous décrirons successivement trois toposéquences :

- une à solonetz et sols bruns subarides alcalisés, observée à Tassamakot, 10 km au NW de Dori ;
- une à sols bruns subarides vertiques et vertisols, située à Soffokel, 40 km. à l'est de Dori ;
- une à sols bruns eutrophes vertiques et à vertisols, localisée au sud de Garango.

### A.- La toposéquence de Tassamakot à solonetz et sols bruns subarides alcalisés

- Modelé : les interfluves sont constitués de glacis à pente très faible (toujours inférieure à 1 %) dont la coupe de la planche II donne une bonne image. Ces glacis se raccordent en haut de pente pour former des lignes de crête à si grand rayon de courbure qu'il est difficile de les localiser sur le terrain sans nivellement précis. Les axes de drainage sont très peu marqués, rarement incisés, décelables seulement à la concentration des arbustes et aux traces de piétinement des troupeaux en saison des pluies.



TOPOSÉQUENCE DE TASSAMAKAT

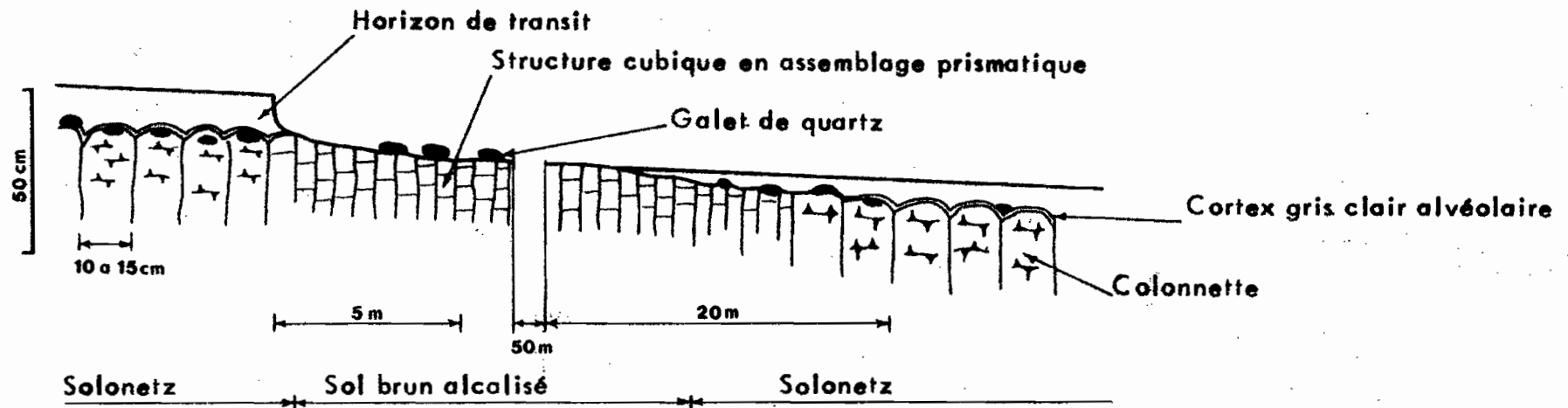


Fig. 2 Passage des Solonetz aux sols bruns alcalisés

- Roche mère : le substrat géologique est constitué d'un granite faiblement orienté leucocrate à biotite.

- Pluviométrie : 500 mm.

- Végétation : la formation végétale, caractéristique des solonetz de la zone subaride, est une steppe à épineux (*Acacia seyal*, *Acacia senegal*, *Balanites aegyptiaca*) piquetée de Baobabs. Le tapis graminéen est discontinu, laissant de vastes zones nues, composé essentiellement de *Schoenfeldia gracilis*.

Les sols non dégradés de cette toposéquence sont, selon la classification française, des solonetz solodisés. Ces solonetz sont caractérisés par :

- Un horizon superficiel gris (10 YR 6/2), discrètement taché d'ocre brun, strié horizontalement, épais de 10 à 15 cm, finement sableux, massif, assez peu poreux.

- Un horizon B à colonnettes ( $\emptyset$  10 à 15 cm), séparé du précédent par un mince liseré de sables éclaircis (10 YR 7/3) particuliers épais de 0,5 à 1 cm, à limite inférieure linéaire. Les colonnettes sont coiffées d'un cortex gris (10 YR 6,5/1) à taches brunes, à porosité bulleuse ; elles sont brun légèrement rouge (7,5 YR 4/4) avec quelques concrétions noires à cerne ocre, argilo-sableuses à argileuses et présentent une sous-structure cubique de 2 à 4 cm, matérialisée par des fentes orthogonales discontinues, mais malaisément dissociable. La porosité est plus faible que ci-dessus.

- Un ou plusieurs horizons B tachés, à pseudo-gley léger, argilo-sableux à argileux, prismatiques avec quelques faces lissées, le plus profond au moins étant calcaire avec des nodules et /ou un pseudo-mycelium. L'individualisation du calcaire est maximum immédiatement au-dessus de l'arène qui elle-même n'est jamais calcaire. Le passage à l'arène, sableuse et cohérente, est brutal ; il s'effectue entre 1,5 et 2 mètres de profondeur (cf. pl. II, fig. 1).

Des quartz émoussés de 1 à 5 cm, alignés, sont fréquemment présents au sommet des profils. Ils se situent indifféremment à la base de l'horizon supérieur ou dans le sommet des colonnettes.

Les solonetz alternent périodiquement avec des sols bruns subarides alcalisés qui en diffèrent par l'absence d'horizon superficiel sableux et d'horizon colonnaire. Leur horizon supérieur est brun ou brun rouge, argilo-sableux à argileux, cubique 2 - 4 cm en assemblage prismatique lâche ; il passe en profondeur à un horizon analogue à la base de l'horizon colonnaire des solonetz. La base du profil est identique dans les deux types de sols.

A l'analyse, les solonetz montrent un profil textural appauvri superficiellement avec une nette discontinuité entre l'horizon A sableux et le B colonnaire. Le complexe adsorbant est moyennement désaturé (S/T : 70 à 80%) jusqu'au cortex coiffant les colonnettes inclus, puis saturé. Le taux de sodium échangeable (Na/T), de l'ordre de 1 à 2 % jusqu'au sommet des colonnettes, augmente progressivement ensuite pour atteindre 7 à 10 % à la base du profil qui seule peut être considérée comme alcalisée. Le calcaire apparaît entre 50 et 120 cm de profondeur, il est maximum au-dessus de l'arène où il atteint 1 à 3 % de la terre fine. Les propriétés analytiques des sols bruns sont exactement identiques à celles des solonetz, horizon sableux de surface et sommet des colonnettes exclus ; en particulier, leur horizon supérieur a la même texture (35-40 % d'argile), les mêmes pH (7) et taux de saturation (90-100 %) que le sommet des colonnettes des solonetz.

L'étude du passage des solonetz aux sols bruns (cf. Pl. II fig. 2) montre que les seconds dérivent des premiers par troncature du profil jusqu'au sommet des colonnettes inclus, accentuation de la sous-structure cubique de ces dernières qui devient la seule structure exprimée et, parfois, une légère rubéfaction. Les zones à sols bruns correspondent à des plages érodées dépourvues de tapis graminéen et sont fréquemment partiellement couvertes, au contraire des zones à solonetz, par des épandages de galets de quartz.

Cette manifestation assez spectaculaire de l'érosion en nappe ravinante est bien visible sur photographie aérienne où elle dessine des bandes blanches, festonnées et anastomosées, en forme d'écaillés de poisson, caractéristiques des solonetz sahéliens de ces régions.

La reconstitution du processus découle immédiatement des observations de terrain : l'érosion entaille soit par une petite falaise, soit par une surface courbe à concavité tournée vers le haut, l'horizon supérieur sableux des solonetz et le sommet des colonnettes, dégageant en particulier les lits de galets de quartz qui affleurent. La mise à nu du corps des colonnettes entraîne, par les alternances rapides d'humectation et de dessiccation en saison des pluies, l'individualisation de la structure cubique qui existait déjà à l'état latent. Les matériaux ainsi déblayés sont déposés quelques dizaines de mètres plus loin où ils reconstituent l'horizon sableux qui apparaît ainsi comme un "horizon de transit", ce que l'on pouvait déjà déduire de sa striation horizontale. Les galets de quartz sont à nouveau enfouis ; les colonnettes se reforment lorsque l'épaisseur du recouvrement sableux atteint 7 à 10 cm.

L'érosion superficielle en nappe ravinante, qui est principalement à l'origine des variations latérales au long de la pente dans cette toposéquence, apparaît également comme le facteur morphogénétique de la formation de ce type de glacis subaride que l'on voit ainsi évoluer actuellement. Elle est cependant guidée par la différenciation des horizons pédologiques. Elle nous apporte par ailleurs un précieux renseignement sur la genèse de la structure colonnaire en montrant qu'elle est ici liée aux propriétés physico-chimiques des horizons supérieurs (non ou très peu alcalisés). Les coupoles à liseré de sable blanchi se reforment en effet après destruction dès que le matériau sablo-argileux superficiel est recouvert par une couche de sable suffisamment épaisse qui favorise probablement une concentration et une circulation hypodermique de l'eau au niveau de la discontinuité texturale. Il devient alors difficile d'attribuer au sodium un rôle prépondérant dans la formation de cette structure dans cette région.

Si l'on excepte les variations morphologiques superficielles décrites plus haut, cette toposéquence est d'une grande monotonie. Les solonetz et les sols bruns qui en dérivent couvrent la majeure partie du modelé et seul un niveau à éléments ferrugineux de faible étendue (cf. fig. 1 Pl. II), témoin probable du moyen glacis cuirassé, les interrompt en haut de pente. De légères modifications se manifestent également vers le thalveg : l'horizon de transit s'enrichit en éléments fins, limons et argile, en même temps qu'il se structure différemment (prismatique en assemblage lâche) et l'horizon B perd sa structure colonnaire, se rubéfie d'abord sur une centaine de mètres, puis noircit ; les solonetz disparaissent alors et font place à des sols bruns subarides alcalisés. Ces variations morphologiques n'ont pas encore reçu d'interprétation. L'horizon d'individualisation du calcaire est par contre très constant au long de la pente, sans que l'on puisse déceler un quelconque gradient d'accumulation latérale. Le calcaire, étant le seul élément soluble morphologiquement exprimé dans les profils, peut nous servir d'index de la mobilité des produits solubilisés par l'altération. Cette mobilité apparaît ici très faible sinon nulle dans la tranche pédologique du fait de l'absence de gradient latéral. On ne peut toutefois exclure deux autres voies de migration possibles :

- Migration en profondeur dans l'arène, en particulier lors de l'arénisation du granite.
- Migration en surface des produits remontés par la végétation (RUELLAN 1970).

Cependant, si l'on se réfère aux travaux des hydrologues, les nappes ne sont plus alimentées par les précipitations au Nord de l'isohyète 400 - 450 mm. De même, le drainage calculé en sol nu (TURC) s'annule pour la même pluviométrie. Il semble donc peu probable qu'un entraînement en profondeur important du calcium libéré par l'altération puisse s'effectuer de nos jours dans ces régions.

En conclusion, cette toposéquence nous montre des sols où la dynamique latérale au sein des profils est très faible ou tout au moins ne se manifeste pas morphologiquement. Des variations au long de la pente sont essentiellement dues à des phénomènes mécaniques superficiels.

### B.- La toposéquence de Soffokel à sols bruns subarides vertiques et vertisols

- Modelé : le modelé est analogue à celui de Tassamakak avec toutefois des pentes légèrement plus fortes (7 ‰) et des interfluves plus courts (cf. Pl. III). Le réseau de drainage est bien hiérarchisé, nettement visible sur le terrain et sur photographie aérienne, légèrement incisé et comporte des alluvions généralement issus des glacis adjacents.

- Roche mère : la roche mère est une migmatite très orientée à aspect schisteux, à grain moyen et constituée de quartz, orthose, plagioclase, hornblende avec un peu d'épidote en haut de pente. Vers le bas de pente, le grain de la roche s'affine beaucoup en même temps que celle-ci s'enrichit en quartz.

- Pluviométrie : 500 mm.

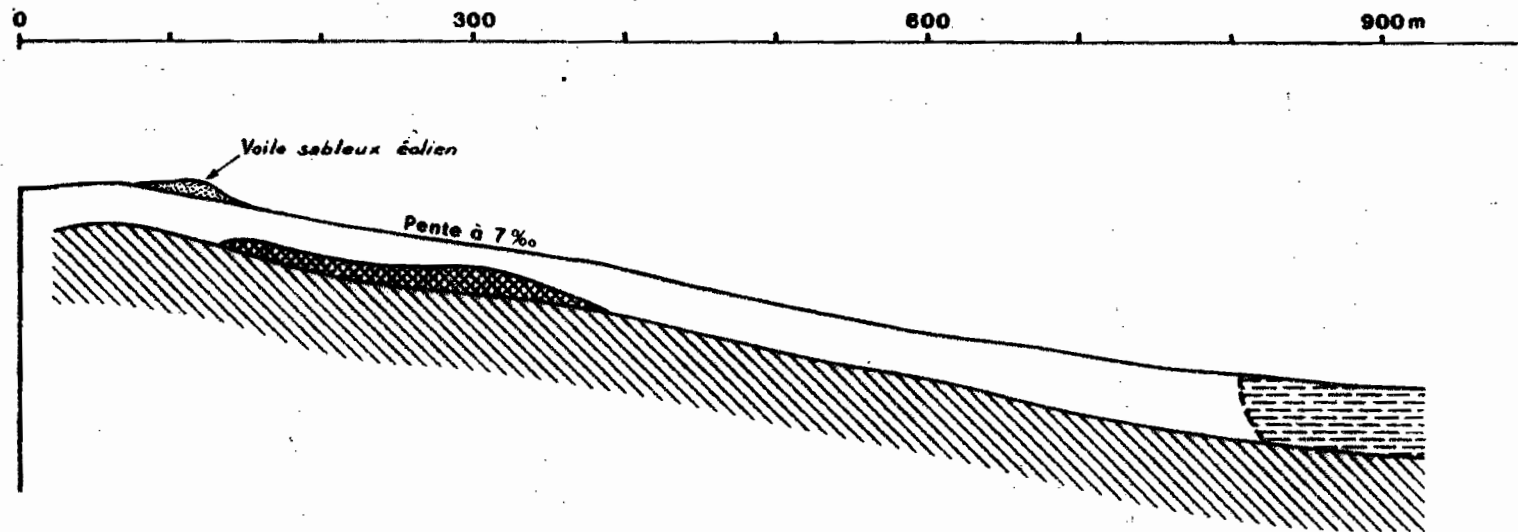
- Végétation : steppe contractée à *Acacia seyal*, *Acacia adstreingens*, *Balanites aegyptiaca*. Les arbustes, très clairsemés sur les glacis, se concentrent dans les thalwegs. Le tapis graminéen, à base de *Schoenfeldia gracilis*, est très discontinu. Les surfaces dénudées brun rouge dominant sur les zones couvertes.




Les sols bruns subarides vertiques couvrent la presque totalité de l'interfluve. Seule, la petite zone alluviale porte des vertisols à caractères vertiques moyennement accentués. Leur profil se décompose en trois horizons majeurs :

- Un horizon superficiel de 20 à 30 cm, brun ou brun rouge (7,5 YR 4/3 à 5 YR 4/4), argilo-sableux à argileux, à structure cubique de 2 à 4 cm en assemblage prismatique lâche.

- Un horizon brun (10 YR 3,5/3) de 80 à 100 cm argileux, à structure en plaquettes obliques à faces légèrement lissées, en assemblage prismatique compact.

- Un horizon de passage au matériau où se mêlent des îlots, allongés obliquement selon la schistosité, de roche altérée et un matériau argileux brun. Ce troisième horizon peut également comporter de nombreux nodules calcaires et constituer un horizon B<sub>ca</sub> de 60 à 100 cm d'épaisseur.



-  Bca
-  Migmatite altérée
-  Alluvions verticales

TOPOSÉQUENCE DE SOFFOKEL



Vers le sommet de la toposéquence et formant une légère butte aplatie, un matériau sableux, épais de 25 cm, surmonte le profil des sols bruns (cf. Pl. III). Ces sables, non ou très peu cimentés, sans organisation visible, à structure massive presque particulaire, à grains grossiers et moyens arrondis, sont d'origine éolienne probable et constituent un mince voile, comme il en existe fréquemment en toute position topographique dans ces régions où les ergs fixés abondent (\*). On constate à ce propos que la superposition d'un horizon sableux à l'horizon argilo-sableux des sols bruns subarides vertiques n'entraîne pas la formation de colonnettes ni la différenciation d'un liseré de sables éclaircis, alors que sur sol brun alcalisé dérivé de solonetz par troncature, on avait constaté en 1968 qu'un même voile éolien suffit à entraîner l'apparition de ces traits morphologiques. On en conclut que ceux-ci sont déterminés par certaines propriétés, encore inconnues, mais exclusives des horizons supérieurs des solonetz développés sur granite.

En bas de pente, au versant peu incliné à sols bruns, fait suite une étroite plaine à surface craquelée par des fentes de retrait. Un lit étroit (2 à 3 mètres) profond de 0,5 à 1 mètre serpente au centre de cette plaine. Aux sols bruns succèdent alors des vertisols à structure verticale moyennement accentuée, développés sur un matériau argileux, épais de 1,5 mètre au plus, dépourvu de débris lithiques et reposant sur un niveau grossier épais de 40 à 50 cm constitué de quartz émoussés et de débris ferrugineux à forme irrégulière. Ce niveau grossier passe brutalement, avec une limite linéaire horizontale, au matériau d'altération de la migmatite. Ce matériau d'altération est traversé parallèlement à la schistosité par des filons obliques de pegmatite interrompus vers le haut par le niveau grossier qui les recoupe. Ces vertisols sont développés sur des alluvions peu épaisses à composition voisine de celle du matériau pédologique qui couvre les versants.

L'uniformité de ces sols bruns subarides vertiques est remarquable et les seules variantes portent sur la présence ou l'absence de calcaire. On constate en effet l'apparition en haut de pente d'un horizon B<sub>ca</sub> à nodules souvent alignés selon la schistosité de la roche mère. Cet horizon B<sub>ca</sub>, très développé et à peu près constant jusqu'aux 2/5 de la pente, disparaît ensuite ou ne se manifeste que par de rares filaments calcaires plaqués sur les plans de schistosité du sommet du matériau d'altération (cf. Pl. III). L'absence de migration latérale du calcaire au sein du sol est donc ici plus flagrante encore qu'à Tassamak. La disparition du B<sub>ca</sub> vers le bas de pente est probablement due à la modification de la roche mère et souligne l'importance prépondérante de cette dernière dans la différenciation latérale de ce type de toposéquence. L'individualisation du calcaire se fait lors de la transformation du matériau originel en sol par libération du calcium des minéraux altérés. Toutefois, ici comme à Tassamak, on ne peut exclure la possibilité pour le calcaire de migrer en profondeur et en surface, avec toutefois les mêmes restrictions quant aux possibilités d'entraînement profond.

### C.- La toposéquence de Garango I à sols bruns eutrophes vertiques et vertisols.

- Modelé : le modelé de la région de Garango est constitué d'interfluves à sommet convexe, à pente faible mais supérieure à 1 % (1,5 % en moyenne). Ce modelé fait suite vers le sud à la large zone cuirassée, modelée en long

(\*) L'interfluve faisant suite vers le Sud à celui où est placée la toposéquence est surmonté par un cordon dunaire puissant, large de 1 km.

glacis, qui s'étale approximativement entre 12 et 14° de latitude nord. Ces interfluves ont des formes intermédiaires entre les glacis des régions subarides ou cuirassées et les versants des régions humides ; par leur pente, ils sont cependant encore beaucoup plus proche des premiers que des seconds. Les axes de drainage sont bien incisés, avec des zones alluviales réduites. Des inselbergs parsèment la région de Garango et c'est en particulier au pied du plus vaste d'entre eux que l'on a étudié la toposéquence de Garango II qui appartient au second type. Garango I est situé sur l'interfluve qui fait suite vers le sud à celui de cet inselberg dont il est isolé du point de vue hydrologique et géochimique.

- Roche mère : la roche mère est une migmatite à biotite et amphiboles à grain moyen, légèrement orientée, à filons de pegmatite.

- Pluviométrie : 900 mm.

- Végétation : la région est très cultivée et la végétation est fortement modifiée par l'homme. C'est une savane culturale très clairsemée à karité, *Parkia biglobosa*, Tamarinier, *Sterculia setigera*, à sous-strate à *Bauhinia reticulata*, repousses de *Dyospiros mespiliformis*, *Acacia seyal*. Le tapis est composé de *Schoenfeldia gracilis* et *Aristida hordeacea*.

Du haut à la mi-pente environ, les sols de cette toposéquence sont des sols bruns eutrophes vertiques à horizon supérieur appauvri. Le profil se décompose en trois horizons :

- Un horizon supérieur de 25 à 30 cm, brun (10 YR 6/3), sableux, massif à débit mamelonné, à cohésion moyenne, porosité tubulaire fine assez bien développée, pouvant comporter des éléments ferrugineux dispersés ou au contraire alignés vers la base de l'horizon.

- Un horizon de 30 à 40 cm, brun (7,5 YR 5/4) à taches rouges (2,5 YR 4/6) diffuses avec quelques concrétions noires, sablo-argileux à argilo-sableux, à structure prismatique de 5 à 10 cm et sous-structure cubique de 2 à 3 cm en assemblage un peu lâche en sec, les fentes n'apparaissant qu'après le creusement du profil. La porosité tubulaire est nettement plus faible qu'au-dessus.

- Un horizon de 60 à 80 cm, brun olive (2,5 Y 4/2) à taches brun ocre (7,5 YR 5/8) peu contrastées et diffuses, rares concrétions noires tendres, à structure cubique aplatie 5 x 10 cm avec des faces lissées légèrement striées.

- Vers 120 à 160 cm, passage linéaire mais sinueux (en langues) à une arène à minéraux peu altérés.

Vers le bas de pente, très progressivement, la structure s'élargit en même temps que les manifestations vertiques s'accroissent, et l'on passe à des vertisols. Ces vertisols présentent également un horizon supérieur sableux appauvri (\*), brun, qui pénètre le long des fentes de l'horizon vertical sous-jacent sans montrer de décoloration. A la base du profil, des nodules calcaires apparaissent, de plus en plus abondants vers le bas de pente où ils forment des épandages aux abords de l'axe de drainage.

Cette toposéquence se distingue des précédentes par une différenciation latérale des horizons profonds nette (vertisolisation), mais toujours très progressive et probablement liée aux variations du pédoclimat, ainsi que par l'apparition en bas de pente, et là seulement, d'un horizon B<sub>ca</sub> à nodules calcaires.

---

(\*) On emploie ici le terme appauvri pour désigner l'horizon plus sableux superficiel, parce que sa transition avec l'horizon sous-jacent est relativement progressive (5 à 10 cm) et surtout parce qu'il ne présente aucune des structures caractéristiques des horizons lessivés que l'on décrira plus loin.

En haut de pente, la transformation de l'arène en sol aboutit à la formation d'un matériau argileux qui, d'après les résultats antérieurement acquis, est minéralogiquement analogue à celui des toposéquences de la zone subaride, mais d'où le calcaire est absent, tandis que vers le bas de pente, un B<sup>ca</sup> se développe. On constate donc un gradient net de la répartition du calcaire, ce qui traduit une élimination du calcium libéré à l'amont et son accumulation au moins partielle à l'aval. La migration latérale du calcaire et, vraisemblablement, des autres produits solubles libérés, s'effectue à travers la toposéquence sous forme de solution, probablement par diffusion lente, la porosité, très faible et fine, interdisant une circulation plus rapide.

On constate donc du Nord au Sud un gradient des variations latérales du calcaire. En zone sahélienne, sa répartition est indépendante de la topographie et paraît essentiellement liée à la composition de la roche mère, tandis qu'en région plus humide, il disparaît de l'amont et se maintient ou même s'accumule à l'aval.

## II.- LES TOPOSEQUENCES DU SECOND TYPE

Les toposéquences du second type sont, ainsi qu'on l'a défini au début de cette note, caractérisées par l'importance et la brutalité des transitions verticales entre certains horizons et latérales entre profils, ce qui les oppose morphologiquement à celles du premier type. Ces toposéquences n'apparaissent que dans le sud de la région étudiée et en des sites présentant certains caractères géologiques ou géomorphologiques particuliers. Toutefois, les phénomènes de lessivage et d'accumulation que l'on décrira plus loin et qui, dans ces toposéquences, prennent une ampleur considérable, se manifestent déjà, à une échelle plus réduite, dans certaines toposéquences septentrionales. Ces manifestations mineures ne seront pas envisagées ici car, malgré leur intérêt certain, il est préférable, dans une première étape, de sélectionner les cas les plus caractéristiques et les plus complets.

Nous étudierons d'abord un groupe de toposéquences assez simples situées au sud de Diébiga (cf. Pl. I), puis la toposéquence plus complexe de Garango II.

### A.- Les toposéquences de Diébiga

- Modelé : le modelé est voisin de celui de Garango I : interfluves courts (8 à 900 m), à sommet convexe, versants plans à pente moyenne de 2 % (cf. Pl. IV fig. 1). Les thalwegs sont en V évasé à l'amont des bassins puis s'incisent rapidement vers l'aval (Pl. IV, fig. 3) sous l'effet d'un creusement linéaire accentué probablement dû à des phénomènes tectoniques dont les manifestations s'observent dans la morphologie de tout le SE de la Haute-Volta (bassins de la Pendjari et de la Volta).

- Roche mère : la roche mère est un granite leucocrate à microcline, oligoclase, biotite, à gros grain de 5 à 10 mm., à peu près équant mais fortement cataclaté. Des **fractures** le débitent en parallélépipèdes de 5 à 20 cm de

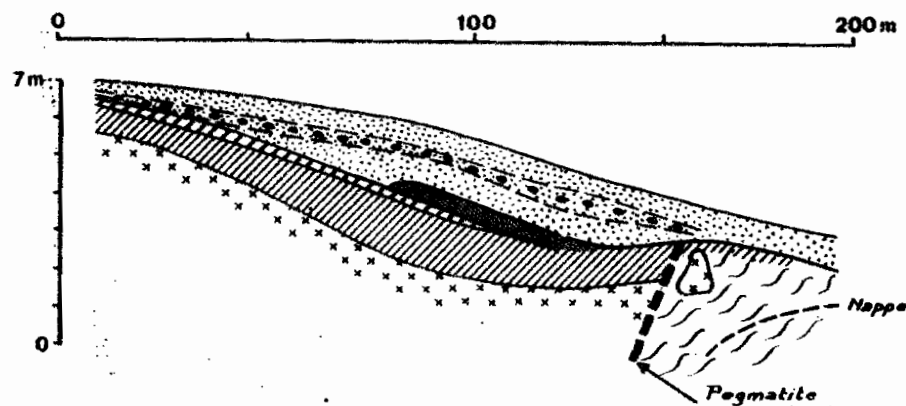
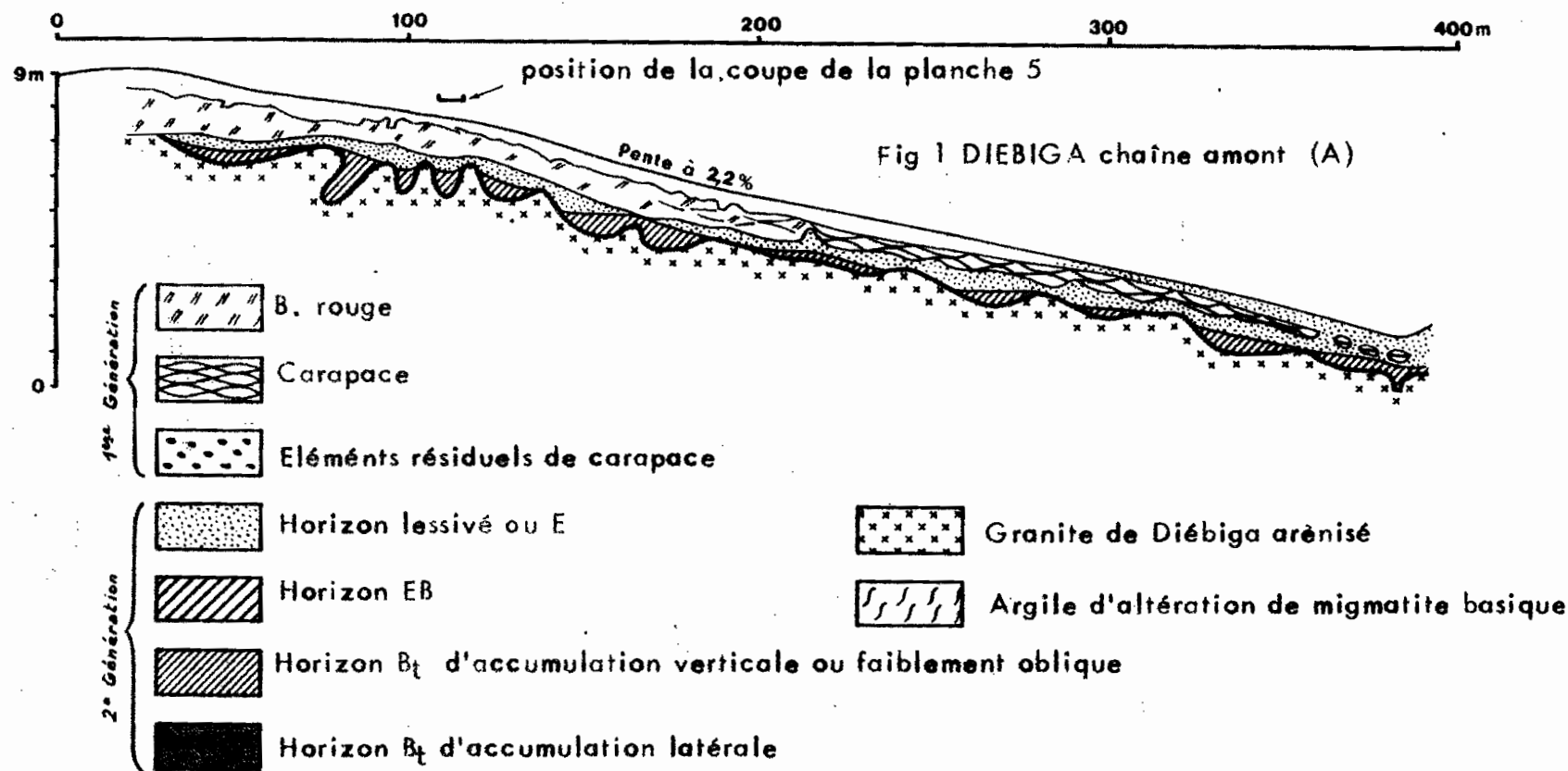


Fig 2 - DIEBIGA chaîne aval (B)

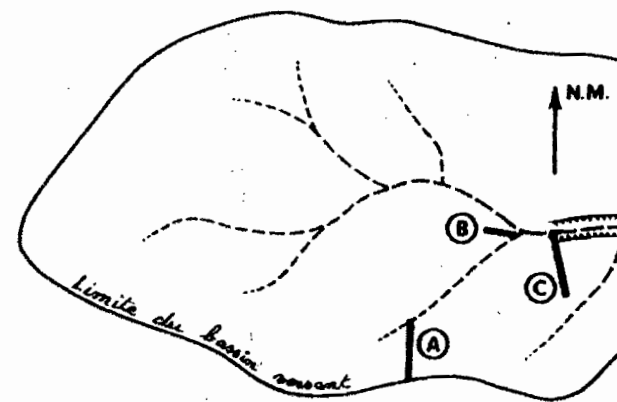


Fig 3 - Plan de localisation des toposéquences au 1/50.000

large. C'est principalement le grain particulièrement grossier de ce granite qui le distingue des autres roches granitiques de la région. Des filons de migmatites basiques à grain fin ou d'amphibolites, à orientation voisine de 100 gr., le parcourent à intervalles variables. Les axes de drainage dans leur partie aval suivent ces filons qui semblent de ce fait les avoir guidés, probablement par suite des propriétés particulières de leur matériau d'altération (argile verticale). Ce n'est donc qu'à l'amont des bassins que l'on peut trouver une toposéquence entièrement située sur granite.

- Pluviométrie : 1 000 mm.

- Végétation : la végétation est extrêmement dégradée et ne correspond pas au climat qui est celui de la forêt claire. C'est une savane très clairsemée à *Combretum glutinosum* dominant, *Sterculia setigera*, Tamarinier, *Bauhinia thoningii*, tapis haut à *Andropogon gayanus* dominant associé à *Loudetia togoensis*.

### 1°) La toposéquence amont

Une toposéquence a tout d'abord été creusée à l'amont du bassin (Pl. IV, fig. 1). Elle peut être décomposée en quatre types de profils caractérisés comme suit :

#### a) Au sommet de l'interfluve

- Un horizon A<sub>1</sub> de 10 à 20 cm gris (10 YR 5,5/2), très grossièrement sableux, à sables constitués principalement de quartz et de quelques feldspaths (microcline), massif à débit peu mamelonné, cohésion faible, porosité tubulaire et intersticielle assez fine très bien développés. A la base de cet horizon, des noyaux résiduels fragiles de l'horizon sous-jacent sont isolés au sein des sables gris. La limite inférieure est linéaire, très sinueuse, s'insinuant vers le bas à la faveur de la porosité biologique grossière.

- Un horizon B de 60 à 80 cm, rouge homogène (5 YR 5/6) au sein duquel des feldspaths blancs ou jaunes, clivables à l'ongle, nombreux, contrastent vivement. Cet horizon est sablo-argileux, riche en quartz et feldspaths grossiers, massif à débit polyédrique, à cohésion très forte, porosité tubulaire fine faible, parcouru de canaux  $\emptyset$  2 à 5 cm à fond comblé de sables grossiers bruns mêlés d'un peu de sables fins.

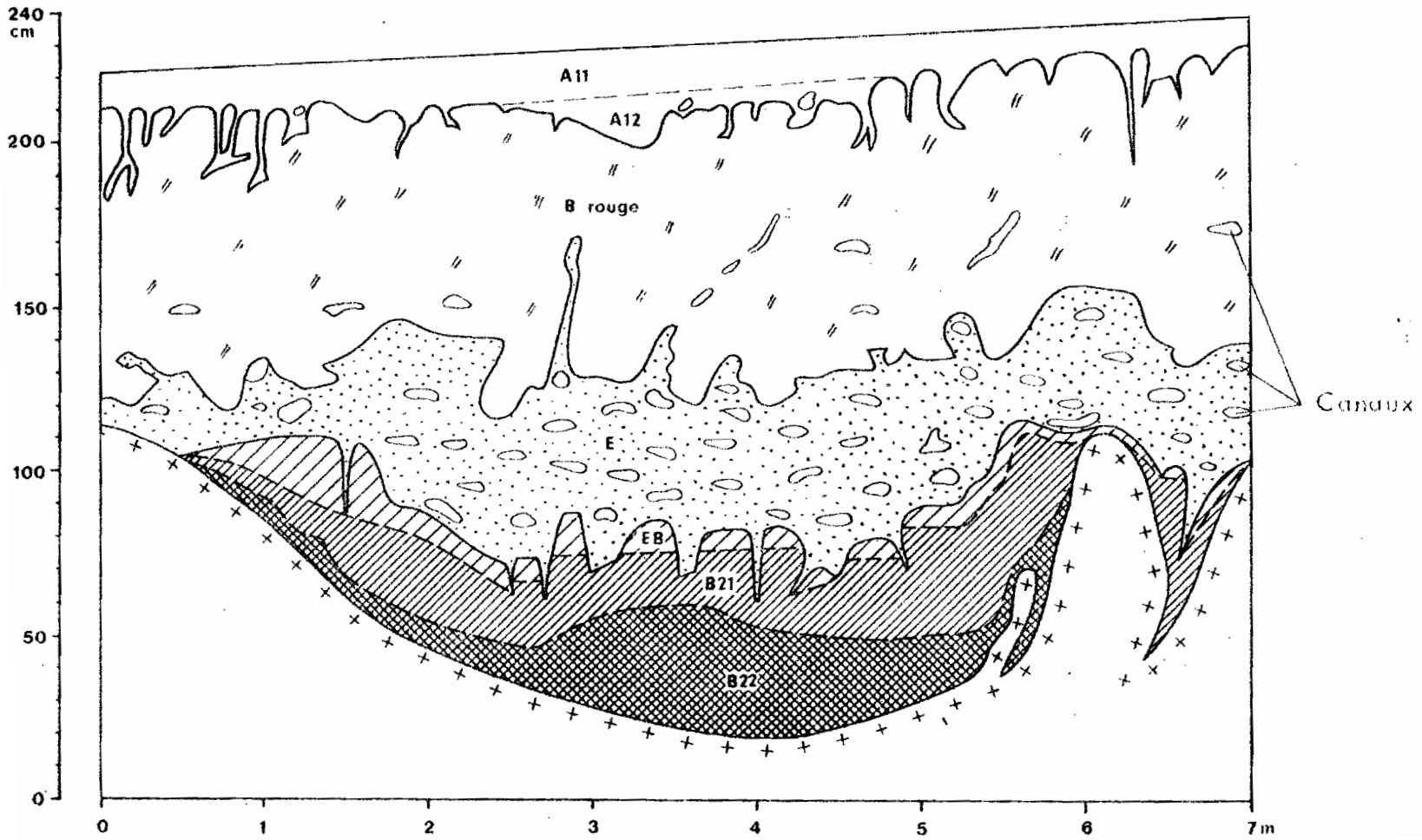
- Un horizon de transition vers l'arène de 60 à 70 cm, brun légèrement rouge (7,5 YR 5/6), à îlots arénacés à structure conservée, sableux à sables très grossiers, massif à débit plan, cohésion forte, même type de porosité.

- Vers 200 cm, passage linéaire et sinueux à une arène sableuse cohérente.

A la base du troisième horizon, se développent localement des poches d'horizon lessivé (décrits plus loin), au débouché de certains des canaux mentionnés ci-dessus, comportant à leur base et plaqué sur l'arène un mince horizon B<sub>t</sub> (4 à 5 cm) blanc, constitué de quartz et de films argileux beige clair.

#### b) En haut de pente

Dès le haut de pente apparaît un horizon lessivé continu (Pl. IV, fig. 1) qui envahit l'horizon de transition sol - arène en partant de



sa base et remonte dans l'horizon B rouge sus-jacent lorsqu'on descend la pente, l'isolant ainsi de son matériau originel. A sa base et localisés dans des cuvettes que forme le sommet de l'arène, on observe des horizons B<sub>t</sub> argileux.

A plusieurs reprises, lors du creusement des fosses en haut de pente, on a constaté que de l'eau coulait du sommet de ces horizons B<sub>t</sub>, venant aussi bien de l'amont que de l'aval, mais s'épuisait très vite et définitivement par écopage. Pour étudier ces petites nappes perchées, on a creusé une tranchée de 7 mètres selon la ligne de plus grande pente et on a ainsi isolé un système éluvial-illuvial complet (Pl. V).

Le haut de la coupe de cette tranchée est constitué, comme en sommet d'interfluve, d'un horizon A<sub>1</sub> : parfois subdivisé, lorsqu'il est épais, en A<sub>11</sub> gris foncé et A<sub>12</sub> plus clair, puis d'un horizon B rouge, riche en feldspaths blancs ou jaunes. A la base de cet horizon rouge et le pénétrant par des indentations irrégulières guidées par la porosité biologique grossière, se situe un horizon à porosité très forte et grossière, constitué de sables et graviers quartzeux issus du granite, fragilement reliés entre eux par des ponts d'éléments plus fins. Cet horizon est parcouru d'un réseau de gros canaux dont le diamètre peut atteindre 5 cm. Un examen plus minutieux de cet horizon permet d'y retrouver l'organisation déjà décrite par G. BOCQUIER (1968 - 1971) au Tchad et qui caractérise les horizons lessivés : tous les éléments grossiers du squelette, ainsi que les replats structuraux sont coiffés d'une pellicule de sables fins et limons blancs ; le fond des pores et canaux est également tapissé de ces particules fines. La partie inférieure des éléments grossiers, propre, constitue le toit de cavités aplaties à fond recouvert de particules fines. On a bien ici une organisation de dépôt, mais qui concerne seulement des constituants fins non colloïdaux de l'horizon qui se lessive. Les produits colloïdaux ont été entraînés plus bas, ils ont été lessivés. Au sommet de cet horizon lessivé ou horizon E (FAO - UNESCO, 1967) immédiatement sous le B sus-jacent, des films argileux rouges se mêlent toutefois aux films de sables fins, mais disparaissent rapidement. Les feldspaths sont peu nombreux dans l'horizon lessivé, alors qu'ils étaient abondants dans l'horizon B rouge et dans l'horizon de transition vers l'arène, à partir desquels se développe cet horizon E. Les feldspaths sont donc en partie hydrolysés ou pulvérisés en même temps que se produit le lessivage. A la base de l'horizon E et concordant avec le fond d'une cuvette que délimite le sommet de l'arène, s'étage une succession d'horizons illuviaux : au sommet, un horizon E B encore poreux, discontinu, coiffant des formes prismatiques à sommet plus ou moins arrondi, constitué de sables quartzeux grossiers et de graviers revêtus de films argileux bruns mêlés de films sableux blancs, les premiers paraissant fossiliser les seconds ; puis un horizon B<sub>21</sub> encore un peu poreux, sans films sableux visibles, très riche en films argileux humides, presque fluides, gris beige clair ; enfin un horizon B<sub>22</sub> très compact, venant buter sur l'arène, constitué du même squelette, colmaté par des films argileux gris clair et ocres. La limite entre les horizons E et EB est brutale, linéaire, soulignée par la structure subparticulaire de la base du E qui s'éboule.

La rareté des feldspaths dans ces horizons B<sub>t</sub>, le fait qu'ils sont constitués principalement de sables quartzeux cimentés par des films argileux et qu'à leur sommet au moins, les structures caractéristiques du lessivage sont associées à celles de l'illuviation, nous amènent à conclure à la suite de G. BOCQUIER que ces horizons B<sub>t</sub> sont passés par le stade d'horizon lessivé, puis ont été colmatés par l'argile illuviée issue du lessivage du toit de l'horizon E.

La dépendance de ces horizons B<sub>t</sub> vis-à-vis de la topographie en cuvettes successives du sommet de l'arène est évidente au vu de la coupe précédente et l'on en déduit qu'ils résultent de la décantation des éléments colloïdaux dispersés dans les petites nappes perchées retenues par ces cuvettes, le trop plein pouvant se déverser dans les cuvettes suivantes car les horizons E sont toujours communicants, ne fusse que par d'étroits chenaux. Il s'agit donc là d'un lessivage vertical ou rendu faiblement oblique par le jeu de ces déversements successifs.

c) Vers la mi-pente

L'horizon B rouge supérieur passe progressivement à une carapace, ce qui n'empêche nullement l'horizon lessivé profond de gagner vers le sommet du profil. Les horizons B<sub>t</sub> inférieurs sont moins épais qu'à l'amont, la topographie du sommet de l'arène se régularisant un peu.

d) En bas de pente

L'horizon lessivé envahit la totalité du profil, et la carapace, de plus en plus attaquée par le lessivage, n'existe plus qu'en éléments isolés au sein de l'horizon E. Des manifestations nettes d'hydromorphie apparaissent dans les horizons carapacés ainsi qu'en surface.

2°) La toposéquence aval

Dans la toposéquence précédente, la comparaison des horizons lessivés aux horizons illuviaux associés montre que le volume des premiers est nettement supérieur à celui des seconds. Même en tenant compte du fait que la porosité de ces horizons illuviaux est plus faible que celle de l'horizon B rouge et de l'horizon de transition vers l'arène dont ils sont issus, ce qui correspond à un tassement, le bilan du phénomène de lessivage-accumulation est probablement fortement négatif à l'échelle de cette toposéquence.

On était donc amené à rechercher des zones d'accumulation latérale et pour cela, on a placé une toposéquence aval aboutissant à une nappe permanente susceptible de constituer une zone de blocage. Il ne fallait pas toutefois se placer trop à l'aval car, ainsi qu'on le verra dans le paragraphe suivant, le creusement linéaire de l'axe de drainage entraîne une oblitération des bas de chaîne, donc des zones d'accumulation éventuelles. C'est donc au confluent de l'axe de drainage auquel aboutit la toposéquence amont avec l'émissaire principal que l'on a placé cette seconde toposéquence (cf. Pl. IV fig. 3). Du fait que les profils situés dans cet axe de drainage, qui constitue l'exutoire de la toposéquence amont, sont lessivés à un degré au moins égal à celui des sols qui les dominent, on peut admettre que cette toposéquence aval correspond au bas de chaîne de la toposéquence amont.

La toposéquence aval se distingue de la précédente par les caractères suivants (cf. Pl. IV fig. 2) :

- Le lessivage de l'horizon induré est très avancé et il ne reste plus que des îlots de carapace de taille variable, à forme très irrégulière, isolée dans un épais horizon E.

- Les horizons B illuviaux sont beaucoup plus puissants. Ils sont continus et non plus dépendants des irrégularités du sommet de l'arène. A l'amont, ils envahissent partiellement l'horizon à îlots résiduels de carapace et ils ennoient certains de ces îlots qui sont alors enchassés à leur base dans le sommet du B, tandis que leur partie supérieure reste dans l'horizon E. Ceci démontre morphologiquement que ces horizons B<sub>t</sub> montent dans le profil et nous avons là un bel exemple de permutation de fraction fine sans déplacement latéral du squelette ni des éléments figurés ferrugineux. A mi-pente apparaissent quelques gros nodules calcaires isolés dans une fraction fine non calcaire.



- Au milieu de la toposéquence apparaît, dans la moitié inférieure de l'horizon E, un horizon B<sub>t</sub> supérieur, séparé du B<sub>t</sub> sous-jacent par un horizon EB plus poreux où se mêlent structures de lessivage et structures d'illuviation. Cet horizon B<sub>t</sub> supérieur, surmontant la base du E (horizon EB) qu'il n'envahit que plus bas sur la pente, s'est vraisemblablement mis en place une fois développé l'horizon E et le B<sub>t</sub> inférieur et résulterait alors essentiellement d'apports latéraux venus du lessivage des sols de l'amont encore partiellement intacts. On le retrouvera plus développé dans la toposéquence de Garango II où sa genèse sera à nouveau discutée.

- A la partie inférieure de la toposéquence, un changement important de roche mère amène une modification morphologique brutale, soulignée par une pegmatite qui matérialise la limite géologique. Apparaît alors une argile d'altération verticale comportant encore des enclaves de granite à gros grain arénisé, riche en minéraux altérables, dépourvue de films argileux macroscopiquement visibles sauf tout à fait à son sommet. Cette argile d'altération est de couleur olive, présente en sec un très fort retrait, des faces de glissement nombreuses et fortement striées et ne possède pratiquement pas de sables, quartzeux ou autres, supérieurs à 2 mm. Les horizons sableux sus-jacents sont stratifiés et d'origine colluviale probable ; les restes de carapace ont disparu. Plus que la nappe permanente, qui n'atteint la base des profils que vingt mètres plus loin, c'est l'apparition de ce matériau d'altération verticale qui est à l'origine du blocage aval.

Malgré leur développement accru, ces horizons illuviaux aval ne compensent probablement pas, vue l'étendue du bassin amont, les pertes dues au lessivage et il est vraisemblable, encore que très difficile à chiffrer dans un bilan, que ce blocage est très partiel et qu'une partie importante des produits entraînés par l'eau de drainage part dans l'exutoire.

### 3°) Destin de ces toposéquences sous l'influence du creusement linéaire du réseau hydrographique

On a déjà souligné, dans les généralités sur les toposéquences de Diébiga, que les axes de drainage creusent vigoureusement leur lit dans cette région. L'érosion linéaire qui se manifeste ainsi est remontante et n'a pas encore atteint l'extrême amont du bassin où l'on a placé les deux toposéquences précédentes. On a ainsi été amené à étudier l'influence de ce creusement sur les sols.

Une troisième toposéquence a donc été observée après le confluent (toposéquence C, fig. 3, Pl. IV), là où l'enfoncement du réseau commence à se manifester par un talus d'érosion. On constate alors que cette toposéquence identique à celle de l'amont jusqu'à 100 mètres du talus, est progressivement rabotée vers le bas de pente. L'horizon B rouge, légèrement carapacé disparaît le premier, puis l'horizon lessivé et, enfin, les horizons illuviaux. Le talus est entaillé directement dans l'arène. Il apparaît qu'ici, la concurrence entre l'érosion superficielle et l'évolution pédologique des versants est à l'avantage de la première. L'abaissement du niveau de base local entraîne la destruction des bas de chaîne par érosion régressive.

### 4°) Interprétation d'ensemble

Les horizons lessivés et les horizons illuviaux qui leur sont associés apparaissent à la base de profils déjà bien différenciés et ils interrompent nécessairement l'évolution. En effet, on ne peut concevoir que

l'horizon B rouge continue de se développer à partir de l'arène sous-jacente une fois installé l'horizon E. De même, il est exclu qu'à l'aval, le fer s'accumule et indure actuellement les matériaux qu'il imprègne au sein d'horizons où le lessivage est tel que seuls subsistent les quartz. Les toposéquences de Diébiga peuvent donc être décomposées en deux chaînes successives, la seconde se développant aux dépens de la première, et l'on est amené à reconstituer ainsi leur histoire :

- Une première chaîne s'est formée aux dépens des matériaux d'altération présents. Elle associait des sols rouges à des sols ferrugineux carapacés puis à des sols hydromorphes également carapacés. Cette chaîne, que nous appellerons chaîne de première génération, présentait, ainsi que l'on peut en juger d'après ce qu'il en reste, des transitions verticales et latérales progressives, caractère qui l'apparente au premier type décrit. Les variations latérales, bien que graduelles, étaient cependant fortes puisque l'on passait d'un horizon B rouge homogène à l'amont à un B nettement carapacé à l'aval.

- A la suite soit de la différenciation même des horizons ou, plus vraisemblablement, d'une modification de la dynamique de l'eau dans les sols, le lessivage se déclenche à la base des profils, au contact de l'arène (cf. sols du sommet d'interfluve). Si l'on en juge par la géométrie des horizons lessivés dans l'ensemble de la toposéquence, il apparaît également que le lessivage a démarré à l'aval pour remonter ensuite la pente en même temps qu'en un point donné de cette toposéquence, il remontait dans le profil. Nous pensons qu'un déséquilibre pédoclimatique fut nécessaire à ce déclenchement car, étant donné que le lessivage, là où il se manifeste, interrompt la pédogenèse antérieure, il a fallu que la chaîne de première génération ait eu le temps de se différencier jusqu'au stade que l'on observe actuellement avant que ne se manifeste le lessivage. Les phénomènes de lessivage-accumulation créent une seconde chaîne à sols lessivés, surimposée à la première et que l'on appellera chaîne de deuxième génération. Elle est seule à fonctionner de nos jours sauf peut-être tout à fait à l'amont, là où les profils de première génération, mis à part les quelques poches lessivées, sont encore intacts.

## B.- La toposéquence de Garango II

- Modelé : la toposéquence de Garango II est située au pied d'un vaste inselberg de 90 m. Elle en relie le knick à l'axe de drainage adjacent. A 50 m. du knick, une ceinture discontinue d'affleurements délimite une sorte de terrasse naturelle. Le versant est légèrement convexe-concave avec une pente de 2 à 3 %.

- Roche mère : la roche est une migmatite à grain moyen, assez leuocrate, à biotite, comportant de nombreuses enclaves flexueuses, mélanocrates, à biotite et amphiboles.

- Pluviométrie : 900 mm.

- Végétation : le versant est très cultivé en sorgho, arachide, riz dans les bas fonds. La strate arborée est absente, sauf aux abords de l'inselberg où de nombreux ficus bordent la ligne d'affleurements.

La présence de la ceinture d'affleurements rend difficile la réalisation d'une toposéquence continue bien qu'il existe des chenaux entre ces rochers. Aussi avons-nous étudié deux segments de toposéquence parfaitement

complémentaires, le terme inférieur du segment amont étant l'exacte réplique du profil de haut de pente du segment aval (cf. Pl. VI).

La succession des sols au long de la pente est la suivante :

### 1°) Segment amont

Au pied de l'inselberg et sur une trentaine de mètres, le sol est de type ferrallitique jeune. Epais de trois mètres, il est constitué d'horizons rouges (2,5 YR 4/8), argilo-sableux, friables, à structure polyédrique fine, à porosité fine très bien développée, comportant des minéraux altérables (feldspaths) jusqu'en surface. A sa base, un horizon épais de 60 cm., constitué d'un réseau argileux rouge, compact, englobant des zones beiges (10 YR 7/2) plus poreuses, repose directement sur la roche dure. Cet horizon présente les caractéristiques morphologiques d'une plinthite à cette différence près qu'il comporte encore des minéraux altérables.

Lorsqu'on descend la pente, le front d'altération remonte puis s'apaise à nouveau, toujours moulé par l'horizon à réseau argileux ferruginisé, qui est bientôt coiffé d'un horizon à taches rouges isolées. A 25 m. du knick et à la base de cet horizon réticulé, au contact de la roche, on voit apparaître les structures caractéristiques du lessivage dans les zones beiges dont la porosité s'accroît brusquement, tandis que l'argile ferruginisée paraît à peu près respectée. Cet horizon lessivé remonte dans le profil lorsqu'on descend la pente et finit par envahir tout l'horizon réticulé qui comporte alors une charpente constituée par le réseau ferruginisé, légèrement plastique mais assez cohérent en humide, dur en sec, isolant des zones très grossièrement poreuses, communicantes, blanc beige clair, où tous les sables grossiers, replats structuraux, fonds de pores et de cavités sont recouverts par une mince pellicule de sables fins et limons blancs. Les horizons sus-jacents à l'horizon réticulé perdent leurs caractères ferrallitiques à environ 30 m. du knick. S'ils sont toujours assez rouges, ils ont acquis une structure massive et une compacité qui les rapproche des sols ferrugineux.

### 2°) Segment aval

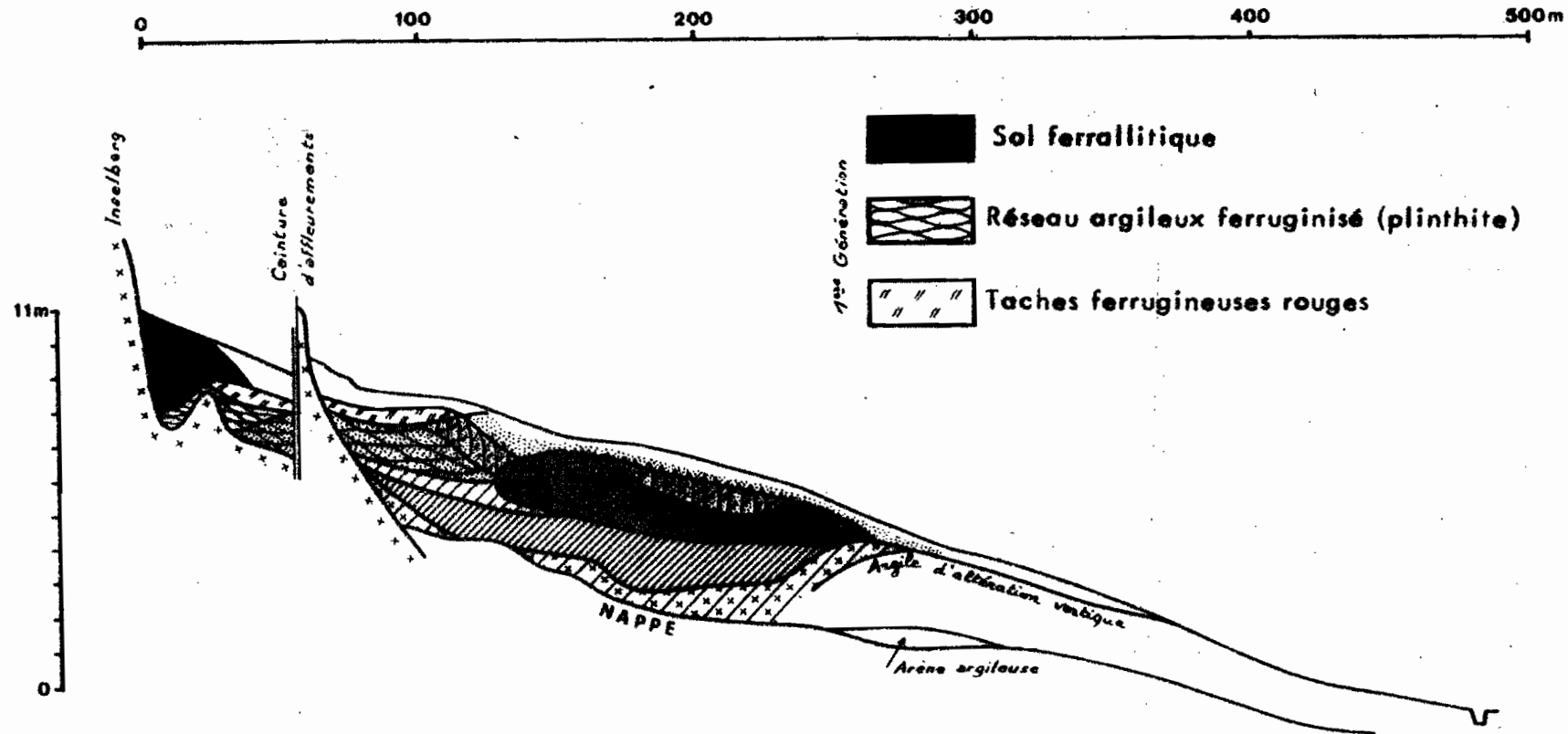
Le profil supérieur, identique au terme aval du segment précédent, est constitué d'horizons supérieurs brun rouge (5 YR 4/6) passant vers 50 cm à un horizon brun jaune (10 YR 5/3) à taches rouges, celles-ci s'anastomosant ensuite pour former un réseau tandis que le milieu interstitiel se lessive. La roche saine est atteinte à 2 mètres, mais elle plonge rapidement vers l'aval.




sur



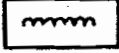

Plus bas/ la pente, le profil s'épaissit en même temps qu'il acquiert les caractéristiques d'un sol ferrugineux à base lessivée, dont on peut résumer la succession des horizons comme suit :

- Sous un horizon cultural mince, lité, épais de 5 à 10 cm, horizon brun rouge (5 YR 5/6) homogène, épais de 40 cm, sablo-argileux, à structure polyédrique 1 - 2 cm en assemblage compact, à porosité tubulaire et interagrégats fins bien développée.

- Horizon B<sub>F</sub> épais de 40 cm, de teinte brun beige (10 YR 7/3) à taches rouge brun (5 YR 5/8) compactes, un peu indurées. Mêmes texture et structure que ci-dessus.



- 2<sup>e</sup> Génération
-  Horizon lessivé (E)
  -  Horizon EB
  -  Horizon B<sub>t</sub> d'accumulation verticale ou faiblement oblique

- 2<sup>e</sup> Génération
-  Horizon B<sub>t</sub> - c
  -  Horizon B<sub>t</sub> d'accumulation latérale
  -  Structure colonnaire
  -  Migmatite légèrement arenisée

TOPOSÉQUENCE DE GARANGO II

Sur 170 cm, horizon  $B_{Fe}$  à réseau (2,5 YR 4/8) compact et légèrement induré (cohésion forte), à milieu interstitiel beige un peu verdâtre (2,5 Y 6/2), très fortement et grossièrement poreux avec dépôts de sables fins et limons blancs (lessivage). Cet horizon est donc un horizon  $B_{Fe}$  lessivé.

- Apparaissant avec un contraste fort et une limite un peu sinuée et linéaire, horizon B d'illuviation (très nombreux films argileux luisants se subdivisant en trois sous-horizons :

EB de 50 cm, gris clair à taches réticulées brun rouge, encore moyennement poreux, où se juxtaposent des films sableux blancs et des films argileux gris ou brun rouge.

•  $B_t$  de 50 cm, gris clair à taches réticulées ocres, films argileux gris pouvant être épais de plus de 1 cm, très compact.

•  $B_t$ -C constitué d'une arène argileuse riche en minéraux altérables, à structure conservée, où toutes les diaclases, canaux et fentes sont comblées d'épais films argileux gris. La nappe séjourne dans cet horizon (Déc. 1970).

Il faut remarquer que :

- Des feldspaths existent en quantités apparemment assez faibles dans tout le profil. Cependant, dans l'horizon lessivé profond, on n'en observe pas dans les zones lessivées, tandis qu'ils persistent dans le réseau ferrugineux légèrement induré qui conserve, vers la base, la structure de la roche mère.

- A ce niveau de la pente, le lessivage n'affecte encore que l'horizon  $B_{Fe}$  réticulé, mais celui-ci est très épais.

- Les horizons B illuviaux, qui sont apparus à 20 m. du pied de l'affleurement sommital (cf. Pl. VI) sont ici épais de plus d'un mètre. Ils sont nourris par le lessivage des horizons amont aussi bien que de ceux qui les surmontent. Ce lessivage est donc, comme à Diébiga, vertical ou faiblement oblique. Ces horizons B se rétractent au séchage (caractère verticale).

Vingt-cinq mètres plus loin, l'horizon lessivé, dont le toit remonte vers la surface, a envahi pratiquement tout le profil du sol ferrugineux, en même temps que s'épaississent les horizons B illuviaux. Le lessivage intense des horizons  $B_{Fe}$  s'accompagne d'une fissuration verticale débitant des prismes dont les parois sont saupoudrées de sables fins à moyens, blancs.

A quelques mètres de là apparaît, au sein de l'horizon lessivé et séparé de l'horizon  $B_t$  profond par l'horizon EB poreux, un nouvel horizon  $B_t$ , compact, se rétractant au séchage en donnant une polygénation par fentes qui trahit la présence d'argiles gonflantes. Les limites supérieure et inférieure de cet horizon sont linéaires, tandis que sa limite amont est plus difficile à localiser. Cet horizon  $B_t$  s'épaissit vers l'aval, envahissant l'horizon E, tandis que l'horizon EB<sup>t</sup> intermédiaire, qui constitue plus à l'amont la base du E, se pince et finalement disparaît. On en retrouve quand même la trace à la survivance, dans un niveau épais de 50 cm à 1 m, de films sableux blancs, plaqués sur les replats structuraux, sans qu'il y ait toutefois de vides associés, les deux horizons  $B_t$  s'étant rejoints.

Lorsque l'on passe de l'horizon  $B_{Fe}$  lessivé à l'un des deux horizons  $B_t$ , les ségrégations ferrugineuses, qu'il s'agisse de taches ou d'un réseau, se transforment. Les ségrégations rouges font place à des taches réticulées ocres, isolant des plages grises constituées de films argileux. Les concrétions tendres noires, déjà présentes dans l'horizon  $B_{Fe}$  lessivé, deviennent beaucoup plus abondantes dans l'horizon  $B_t$ . Ceci ne concerne toutefois que les

taches et concrétions tendres ; lorsqu'il existe des éléments ferrugineux très indurés ceux-ci conservent leur faciès. On doit également noter que cette transformation est rapide et brutale lorsqu'il s'agit du passage de l'horizon  $B_{Fe}$  lessivé à l'horizon B illuvial supérieur, tandis qu'elle s'étale sur 50 à 80 cm lors du passage de l'horizon lessivé au B illuvial inférieur.

La limite supérieure du deuxième horizon illuvial décrit une sinuosité à grande longueur d'onde (75 m). Lorsque cette limite se situe à moins de 20 cm de la surface du sol, le sommet du  $B_t$  acquiert une structure colonnaire avec formation d'un cortex très blanchi. Puis, lorsque cette limite supérieure s'abaisse, on retrouve les restes lessivés des anciens horizons  $B_{Fe}$  observés à l'amont. Enfin, lorsque le toit du  $B_t$  remonte à nouveau, des sols à morphologie de solonets solodisés réapparaissent, tandis que les horizons  $B_t$  s'amincissent au profit du  $B_t$ -C.

L'horizon  $B_t$ -C finit lui-même par disparaître et l'on passe à des sols vertiques, dépourvus de films argileux macroscopiquement visibles, à horizon supérieur plus sableux mais sans structure de lessivage, à fraction sableuse s'enrichissant progressivement en minéraux altérables vers le bas du profil où l'on passe à une arène argileuse. Ces vertisols sont analogues à ceux que l'on observe dans les toposéquences du premier type et paraissent résulter, au contraire des horizons vertiques amont, de l'altération du matériau immédiatement sous-jacent. Pour cette raison, nous les appellerons "vertisols d'altération". La nappe phréatique, que l'on atteignait dans les profils précédents entre 4 et 5 mètres, remonte vers la surface et se stabilise bientôt vers 1,5 mètres.

### 3°) Interprétation d'ensemble

Comme à Diébiga et pour les mêmes raisons, on est amené à dissocier deux chaînes successives, la seconde se développant au sein de la première.

a) La chaîne de première génération associe des sols ferrallitiques localisés tout à fait en haut de pente et qui paraissent encore fonctionnels, à des sols ferrugineux à horizon  $B_{Fe}$  à taches puis à réseau ferrugineux. Ces sols ferrugineux se prolongeaient au moins jusqu'à mi-pente où persistent les restes de leur  $B_{Fe}$ . Plus bas, la chaîne de première génération est complètement envahie par l'argile d'illuviation avant de faire place aux vertisols d'altération. Donc, à Garango, nous ignorons ce qu'était le bas de chaîne de première génération. Par ses transitions latérales et verticales progressives, cette chaîne s'apparente aux toposéquences du premier type, mais, comme à Diébiga, elle s'en distingue par l'importance des variations latérales.

On notera que la présence d'un sol ferrallitique jeune fonctionnel est anormale dans cette zone climatique. Elle est due à l'inselberg dont le versant, fonctionnant comme impluvium, augmente considérablement l'alimentation en eau du knick. La lame d'eau reçue par la frange ferrallitique est probablement de plusieurs mètres puisque la largeur de cette frange n'excède pas 30 m alors que le versant adjacent de l'inselberg fait 300 mètres à l'horizontale. Le ruissellement sur le piedmont reste faible car on n'en voit pas de traces. La perméabilité du sol ferrallitique est par contre très forte, ce que l'on a pu constater lors d'une forte pluie où l'eau qui s'était accumulée dans la fosse creusée au pied de l'inselberg s'est infiltrée très rapidement.

b) La chaîne de seconde génération est constituée d'horizons lessivés et d'horizons illuviaux. Le segment amont nous montre le mode de progression de l'horizon lessivé. Celui-ci démarre à la base du réseau ferrugineux, au contact de l'arène, puis remonte vers l'amont en même temps qu'en un point donné de la toposéquence, il remonte dans le profil. Ce front de lessivage est suivi d'un front d'illuviation qui remonte de la même façon avec toutefois un certain retard qui traduit à la fois un tassement et probablement la perte, à l'échelle de la toposéquence, d'une partie des produits solubilisés ou mis en suspension. Le premier front d'illuviation progresse grâce à l'accumulation des produits issus du lessivage des horizons sus-jacents ou situés légèrement à l'amont. Il s'agit là du lessivage vertical ou faiblement oblique déjà défini à Diébiga. Avec un retard plus important se développe le second horizon  $B_t$ . Il apparaît à un niveau de la toposéquence où le couple E -  $B_t$  résultant du lessivage vertical semble avoir acquis son développement maximum puisque l'horizon E a atteint la surface et que, de ce fait, il n'y a plus de matériau susceptible d'alimenter ce lessivage. Le deuxième horizon  $B_t$  se forme donc dans un profil lessivé - illuvié parvenu à maturité et au sein de l'horizon E dont il respecte la base (horizon EB), au moins dans une première phase. C'est en fait ce dernier point qui constitue l'argument essentiel quant à la postériorité du  $B_t$  supérieur par rapport au système E -  $B_t$  inférieur. L'horizon  $B_t$  supérieur ne peut être alimenté que par l'amont, là où les horizons des profils de première génération sont encore en cours de lessivage. Il résulterait donc d'apports essentiellement latéraux.

A l'aval, les horizons illuviaux s'appuient sur les argiles d'altération qui forment un mur et ont constitué la zone de blocage des solutions circulant latéralement, blocage nécessaire à la naissance de l'horizon B d'accumulation latérale. Ce blocage n'est cependant que partiel puisque sur la coupe (Pl. VI), on constate que le sommet du  $B_t$  déborde le sommet de ce mur. Une fuite des solutions est donc toujours possible par la surface. Toutefois, le blocage est ici plus important qu'à Diébiga si l'on en juge par la puissance et l'extension de l'horizon B d'accumulation latérale.

La toposéquence de Garango apparaît donc comme une toposéquence mixte qui appartient au second type dans sa partie amont où les phénomènes de lessivage-accumulation entraînent des variations brutales et importantes entre horizons et au long de la pente, alors qu'à l'aval, lorsqu'apparaissent les "sols d'altération", elle se comporte comme une toposéquence du premier type.

Par suite de l'uniformité morphologique de l'horizon hôte du lessivage (horizon  $B_{Fe}$  réticulé) au long de la pente, le hiatus entre la formation des chaînes de première et de seconde génération est moins évident qu'à Diébiga. A Diébiga en effet, il semble nécessaire d'admettre que le carapacement aval a dû se former entièrement avant que ne se déclenche le lessivage. A Garango par contre, on pourrait concevoir qu'au fur et à mesure que se différencie l'horizon réticulé, il se lessive, le lessivage étant une simple conséquence de la maturation de la chaîne de première génération. Il faudrait pour cela admettre que, comme le lessivage, la différenciation de cet horizon soit remontante dans le versant, ce qui n'est pas évident du tout, les variations de puissance de l'horizon  $B_{Fe}$  paraissant liées au pédoclimat plutôt qu'à des apports latéraux. D'autre part, si l'on admet la nécessité d'un déséquilibre pédoclimatique à Diébiga pour que se déclenche le lessivage, ce déséquilibre, lié probablement à une modification du climat et à ses conséquences sur la faune et la végétation, a dû se manifester et jouer dans le même sens à Garango qui appartient à la même zone climatique. Il est donc vraisemblable que les histoires des deux toposéquences peuvent être parallélisées.

### III. - DETERMINISME DE LA DIFFERENCIATION DES DEUX TYPES DE TOPOSEQUENCES

A la suite de cette étude, il est possible maintenant de préciser la définition des deux types de toposéquences en y introduisant certaines notions génétiques :

- 1er type : toposéquences où les migrations latérales, lorsqu'elles existent, se font à l'état de solution et n'entraînent pas de différenciation latérale importante des profils, ni l'apparition d'horizons à limites tranchées exceptés ceux dus à certaines actions mécaniques de surface. Les variations latérales brutales éventuelles sont dues à des changements de roche mère.

- 2ème type : toposéquences où les migrations latérales se font à l'état de solution, mais aussi sous forme particulière, ce qui entraîne la formation d'horizons E et B<sub>1</sub> à limites tranchées, linéaires et, par la même occasion, une différenciation latérale au long de la pente très importante, sans que varie la roche mère. Ces toposéquences peuvent être décomposées en deux chaînes chronologiquement distinctes, la seconde se développant dans la première. La chaîne de première génération se rapproche des toposéquences du premier type, tandis que la chaîne de seconde génération crée les discontinuités entre horizons et entre profils.

Une fois mieux connues les caractéristiques de ces deux types de toposéquences, une première question vient à l'esprit qui a trait au déterminisme de leur différenciation : pourquoi a-t-on dans certains cas des toposéquences du premier type et dans d'autres des toposéquences du second type ? On constate alors que les phénomènes de lessivage-accumulation qui sont à l'origine des secondes ne se déclenchent que dans des structures pédologiques préexistantes favorables au lessivage. Ces structures sont caractérisées par une porosité initiale assez bien développée ou par des variations importantes de cohésion, et par la présence d'une organisation susceptible de fournir à l'horizon E naissant une charpente qui préserve du tassement la porosité créée par le lessivage lui-même. On conçoit alors que ce lessivage va aller s'accroissant à mesure qu'il s'ouvre une voie à l'aval, les horizons E constituant un exutoire ou un réservoir pour l'eau de percolation venant de l'amont. Il s'agit là d'une véritable autocatalyse.

Quelles peuvent être ces structures ? Nous en avons observé deux : horizons BC à squelette quartzueux grossier susceptible de s'empiler lâchement en maintenant une très forte porosité (Diébiga) - horizon à réseau argileux ferruginisé qui constitue la charpente de l'horizon E ultérieur. On notera que ces horizons sont, dans les deux cas, dépourvus d'argiles gonflantes morphologiquement perceptibles. Cette brève liste n'est certainement pas exhaustive et se complètera à mesure qu'avanceront les travaux ultérieurs.

Lorsque ces structures n'existent pas, on observe, dans les mêmes régions et sur les mêmes matériaux originels, les sols plus ou moins verticaux des toposéquences du premier type que l'on a appelés également "sols d'altération" car ils résultent directement de la transformation des minéraux du matériau originel. On constate alors que ces sols montmorillonitiques n'offrent aucune des structures favorables au lessivage ; leur porosité et leur perméabilité sont faibles, ils n'ont pas d'organisation susceptible de charpenter un horizon E et, bien au contraire, leur richesse en argile et leur homogénéité font que, lorsqu'ils sont saturés d'eau, ils tendent dans leur masse vers l'état pâteux.

On peut se demander enfin pourquoi, sur les types de matériaux qui nous préoccupent ici, ces structures pédologiques favorables au lessivage préexistent en certaines régions ou sites, alors qu'elles sont absentes ailleurs. Deux réponses sont possibles :



- Ces structures se sont formées à peu près partout, mais ne se sont maintenues qu'en certains endroits et ont été déblayées ailleurs.

- Ces structures ne se sont formées qu'en certains endroits à la faveur de conditions particulières. A Diébiga, ce serait le caractère très leucocrate du granite ainsi que sa richesse en quartz, associée à un grain grossier, qui déterminent la formation des horizons peu argileux, bien drainés, à dominance de kaolinite de la chaîne de première génération. A Garango, ce serait la présence de l'inselberg qui crée un pédoclimat anormalement humide pour la région et qui a entraîné la formation d'une chaîne de première génération très évoluée et de type kaolinique au moins à l'amont. Dans les régions où ces conditions n'étaient pas remplies, évoluaient déjà les sols montmorillonitiques des toposéquences du premier type.

Il est difficile de trancher actuellement entre ces deux hypothèses. Toutefois, lorsque la première condition mentionnée ci-dessus (nature particulière de la roche mère) n'est remplie que sur une partie du versant (toposéquence aval de Diébiga, Pl. IV, fig. 2), on constate que l'on passe de la toposéquence du second type à des sols d'altération, sans discordance autre que celle due à la variation de roche mère, ni entaille, ce qui nous fait pencher pour la seconde hypothèse.

#### IV.- CONCLUSIONS

L'étude des deux ensembles de toposéquences observées en Haute-Volta sur matériau riche en minéraux altérables issus de granites ou de migmatites a été abordée ici d'un point de vue essentiellement morphologique. Bien que nous possédions déjà un certain nombre de résultats analytiques, il nous a paru utile de faire le point des seuls travaux de terrain afin d'en éprouver les possibilités dans une étude de pédogenèse. Celles-ci apparaissent très vastes et bon nombre d'observations ont, à notre avis, valeur de démonstration, démonstration que l'analyse précisera, enrichira certe, mais sans modifier notablement l'argumentation morphologique qui reste capitale.

#### Références bibliographiques

- AUBREVILLE (A.) - 1949 - "Climats, forêts et désertification de l'Afrique tropicale". Soc. Ed. Géogr. marit. et col., Paris, 351 p.
- BOCQUIER (G.) - 1967 - "Introduction à quelques problèmes relatifs au lessivage dans les sols ferrugineux tropicaux". Réunion des pédologues O. R. S. T. O. M. sept. 1967, 9 p.

- BOCQUIER (G.) - 1968 - "Biogéocénoses et morphogénèse de certains pédiments du Bassin tchadien". 9<sup>th</sup> International Congress of Soil Science Transactions, Vol. IV, Paper 63, pp. 605 - 614.
- BOCQUIER (G.) PAQUET (H.), MILLOT (G.) - 1970 - "Un nouveau type d'accumulation oblique dans les paysages géochimiques : l'invasion remontante de la montmorillonite". C. R. Acad. Sc. Paris, t. 270, sér. D, pp. 460 - 463.
- BOCQUIER (G.) - 1971 - Thèse - à paraître
- BOULET (R.) - 1968 - "Etude pédologique de la Haute-Volta Centre-Nord". Rapport O. R. S. T. O. M., 351 p.
- BOULET (R.), LEPRUN (J. C.) - 1969 - "Etude pédologique de la Haute-Volta Est". Rapport O. R. S. T. O. M., 330 p.
- BOULET (R.) - 1970 - "La géomorphologie et les principaux types de sols en Haute-Volta septentrionale". Cah. O. R. S. T. O. M., sér. Pédologie, vol. VIII, n° 3, pp. 245 - 271.
- F. A. O. - U. N. E. S. C. O. - 1967 - "Projet de nomenclature internationale des horizons". 4 p.
- RUELLAN (A.) - 1970 - "Contribution à la connaissance des sols des régions méditerranéennes : les sols à profil calcaire différencié des plaines de la basse Moulouya (Maroc Oriental)". Thèse Sciences Strasbourg (en cours d'impression).

COMITE TECHNIQUE DE PEDOLOGIE

BULLETIN DE LIAISON  
du  
THEME B

Numéro 2

Juillet 1971

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

ET TECHNIQUE OUTRE-MER

SOMMAIRE

|  |    |
|--|----|
| Etudes de sols formés sur roches carbonatées. Pédogenèse fersiallitique au Liban, par <b>M. Lamouroux</b> .....  | 3  |
| Première tentative d'inventaire des principales toposéquences en zone tropicale à longue saison sèche, par <b>M. Gavaud</b> .....  | 11 |
| Mise en évidence de deux types fondamentaux de toposéquences développées sur matériaux riches en minéraux altérables issus de granites ou de migmatites en Haute-Volta orientale, par <b>R. Boulet</b> ..... | 13 |
| Premières observations sur des toposéquences à amont cuirassé en Haute-Volta orientale : rôle de la pédogenèse dans la destruction des cuirasses et le façonnement du modelé, par <b>J. C. Leprun</b> ....   | 39 |
| Les sols « hardé » du Nord-Cameroun. Mise au point bibliographique, par <b>M. Gavaud</b> .....   | 55 |
| La Conférence Internationale de Géologie Africaine d'Ibadan. Compte-rendu par <b>M. Gavaud</b> .....   | 89 |



OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE  
OUTRE-MER

---

COMITE TECHNIQUE DE PEDOLOGIE

---

BULLETIN DE LIAISON

du

THEME B

---

Numéro 2

Juillet 1971

---