


ACTION THEMATIQUE PROGRAMMEE
TRANSPORTS DE MATIERE DANS L'ECORCE TERRESTRE

LES PHENOMENES DE TRANSPORT DE MATIERE
DANS LA DIFFERENCIATION DES SOLS ROUGES ET JAUNES
AU NORD TOGO-BENIN

Fonds Documentaire IRD
Cote: B*25574 Ex: *usage*

P. FAURE
pédologue
Centre ORSTOM de LOME

1978

PÉDOLOGIE
TOG. 78.7
Fonds Documentaire IRD

010025574

LES PHENOMENES DE TRANSPORT DE MATIERE
=====

DANS LA DIFFERENCIATION DES SOLS ROUGES ET JAUNES
=====

AU NORD TOGO-BENIN
=====

INTRODUCTION

Au cours de plusieurs travaux de cartographie entre les 9° et 11° nord au BENIN et TOGO, deux types de sols, rouges et jaunes, associés en séquences de couleurs, ont été observés sur de nombreux versants du socle granito-gneissique. Leurs divers modes de répartition et leurs caractéristiques spécifiques ont été étudiés au sein de plus d'une dizaine de séquences au nord-BENIN, (P. FAURE, 1975, in Cahiers ORSTOM, Série Pédologie, Vol. XIII, n° 2).

A - LES SOLS ASSOCIES

1) Le sol rouge, amont, profond (jusqu'à plus de 10 m), ferrallitique plus ou moins appauvri, faiblement rajeuni, le plus souvent remanié sur une faible épaisseur, est développé sur une isoaltérite bariolée à dominante kaolinique, mais à proportions encore notables de minéraux primaires essentiellement micacés. Il se caractérise en outre par une lente diminution progressive et parallèle des teneurs en argile et en fer des horizons (B) vers la surface ainsi que par une forte teneur en éléments grossiers ferrugineux au sein des horizons A et (B), décroissant progressivement avec la profondeur.

2) Le sol jaune, aval, moins profond (2 à 4 m), de type ferrugineux, peu appauvri en argile, fortement lessivé en fer, concrétionné et le plus souvent induré à carapace en profondeur, est développé sur des matériaux variés : isoaltérites de faible épaisseur et à drainage médiocre, matériaux massifs micacés, matériaux tachetés à nets indices d'engorgement, mais évolution minéralogique pouvant être relativement poussée. Si les teneurs en argile granulométrique sont sensiblement constantes sur une grande partie du profil, l'horizon appauvri étant très peu épais, la répartition du fer est tout autre, une concentration absolue très élevée se produit au sein des horizons B_{22fe} profonds, sous forme de nodules concrétions, taches et/ou trame continue indurées.

L'étude fine, par l'analyse totale, de la répartition de la matière aluminosilicatée au sein des deux types de sols a montré que, si dans le cas du sol rouge l'évolution de ses teneurs dans les horizons A et (B) correspondent aux données granulométriques, en ce qui concerne le sol jaune, contrairement aux faibles variations des teneurs en argile granulométrique, celles de la matière aluminosilicatée totale montrent une diminution importante lorsqu'on passe des horizons profonds (B)C à l'horizon B_{22fe} puis à l'horizon B₂₁ lessivé en fer, jaune, sans élément grossier.

Fonds Documentaire IRD

Cote :

EX :

Le sol jaune, "peu lessivé en argile", est ainsi en réalité, à teneurs en argile granulométrique équivalentes, nettement moins riche en matière aluminosilicatée totale dans ses horizons B que le sol rouge. Ainsi a pu être mise en évidence une dynamique différentielle de l'argile et du fer à l'échelle du profil jaune. Tandis que le fer se concentre en s'individualisant dans les horizons profonds sous forme d'éléments indurés, la terre fine est soumise à une éluviation en matière aluminosilicatée, sans accumulation décelable, ce que montre le moindre appauvrissement en ce constituant des éléments indurés par rapport à leur matrice d'emballage.

B - VARIATIONS SPATIALES DES CARACTERISTIQUES

Faisant suite à cet examen typologique des deux sols associés, une séquence implantée au nord-est TOGO, dans la région de la KARA, a donné plus particulièrement lieu à l'étude des relations et des variations latérales des éléments constitutifs des deux sols, dans le but de relier la différenciation de ces sols avec la morphogénèse du paysage.

Cette séquence PGR relie un plateau à sols ferrallitiques rouges à un petit axe de drainage quasi-permanent coulant 30 mètres plus bas, par un versant de plus de 1000 m en pente sensiblement constante de 2,5 %, qui porte sur ses deux tiers amont des sols ferrugineux jaunes et sur son tiers aval des sols beiges, sablo-graveleux, plus ou moins hydromorphes (Figure 1).

Cette séquence, d'allure générale concavo-rectiligne, se divise topographiquement dans le détail en plusieurs segments :

- un segment plan (50 m), sensiblement horizontal, sur le plateau, qui porte des sols rouges plus ou moins indurés et des affleurements de cuirasse tabulaire massive.
- un segment de raccordement convexo-concave (100 m) à sols rouges typiques.
- un segment rectiligne amont (150 m) portant des sols jaunes dont les horizons B₂₁ vont en s'épaississant vers l'aval.
- un segment rectiligne aval (250 m), également occupé par des sols jaunes dont l'épaisseur des horizons B₂₁ est sensiblement constante.
- un segment faiblement convexe (250 m), après la mi-pente, où les horizons B₂₁ jaunes diminuent d'épaisseur progressivement vers l'extrémité aval jusqu'à ce que vienne à l'affleurement l'horizon B_{22fe} fortement induré.
- un segment irrégulier (300 m), parcouru de nombreuses rigoles et ondulations, termine le versant jusqu'à l'axe de drainage, qui entaille ses berges sableuses sur près de 2 m de profondeur ; ce dernier segment porte des sols beiges à texture variable mais le plus souvent légère, riches en gravillons ferrugineux dès la surface.

Les diverses caractéristiques, morphologiques et analytiques des sols ont été suivies et comparées le long de ces différents segments.

1) Le front d'apparition de la roche-mère, gneiss mésocrate à grain assez fin, désagrégé mais reconnaissable, à la base des profils, se situe à une cote variant en valeur absolue et indépendamment de la surface topographique du versant. Cette cote diminue en valeur absolue, plongeant de l'aval vers l'amont, sous le segment de raccordement et le plateau. Elle est sensiblement constante, le front restant horizontal et se rapprochant de la surface topographique (en pente 2,3 %) de l'amont vers l'aval sous le segment rectiligne amont. Cette cote décroît régulièrement ensuite tandis que le front de la roche reste alors parallèle à la surface du sol sous le segment rectiligne aval. Elle continue à décroître mais plus fortement en valeur absolue, sous le segment faiblement convexe après la mi-pente, le front s'enfonçant alors nettement vers l'aval par rapport à la surface topographique, pour n'être plus observable dans le dernier segment irrégulier, noyé en profondeur par la nappe permanente.

2) Les matériaux originels présentent aussi des caractéristiques morphologiques et minéralogiques variant nettement d'un segment à l'autre.

Sous le plateau et le segment de raccordement à sols rouges, le matériau originel est une isoaltérite profonde, vivement colorée, bariolée blanche à larges plages nettes violacées et ocres, à caractéristiques analytiques typiquement ferrallitiques. Il fait place ensuite vers l'aval sous le segment rectiligne amont à un matériau de mêmes structure et minéralogie, mais à couleurs plus ternes, fond gris-jaune à plages moins contrastées, plus diffuses, traduisant un drainage d'ensemble plus déficient. De par la forme du front de la roche (horizontal) à ce niveau et celle de la surface topographique, discordante, ce matériau originel minéralogiquement évolué voit son épaisseur diminuer de l'amont sous les sols rouges vers l'aval sous les sols jaunes du segment rectiligne amont, jusqu'à quasiment s'annuler (quelques dizaines de cm contre plusieurs m), tandis que son drainage diminue.

Le matériau originel des sols jaunes du segment rectiligne aval est nettement différent : gris quelques plages orangées ternes, plus massif et riche en minéraux primaires ; son évolution minéralogique est beaucoup moins poussée et son drainage médiocre. Son épaisseur reste moyenne (2 m) et sensiblement constante sur toute la longueur du segment.

Sous les deux derniers segments aval (faiblement convexe puis irrégulier), le matériau de la base des profils s'épaissit progressivement vers l'aval. Bigarré à fond gris plus ou moins bleuté et taches de couleurs ternes, il ne contient plus de minéraux primaires, son évolution minéralogique est de nouveau plus poussée, et contrairement aux matériaux précédents, aucun indice morphologique ne vient rappeler la trame de la roche sous-jacente, alors qu'il contient vers l'aval des éléments grossiers nettement alochtones.

3) Les horizons B des divers sols du versant ont des caractéristiques par contre sensiblement moins variables selon les versants que ne le sont celles des matériaux sous-jacents.

Les horizons B rouges sont riches en éléments grossiers ferrugineux qui apparaissent dès la surface sur le plateau et le segment de raccordement. Ces éléments grossiers disparaissent de la surface du sol dans le segment rectiligne aval à sols jaunes dont les horizons B₂₁ jaunes sans éléments grossiers augmentent d'épaisseur de l'amont du segment vers l'aval. Les caractéristiques de ces horizons B₂₁ jaunes (épaisseur, texture, granulométrie des sables, caractéristiques minéralogiques traduisant une évolution assez poussée) sont ensuite sensiblement constantes sous les deux segments rectilignes et le segment faiblement convexe aval, et beaucoup moins variables que celles des matériaux sous-jacents.

Les horizons B_{22fe} tachetés fond jaune à plages nettes anastomosées ocre-rouilles, riches en éléments grossiers ferrugineux, et par endroits quartzeux, s'enfoncent progressivement sous le segment rectiligne amont lorsque s'épaissit l'horizon B₂₁, et que diminue l'épaisseur du matériau originel, puis reste à une profondeur sensiblement constante par rapport à la surface du sol, tandis que son induration augmente, mais pas son épaisseur, sous les deux segments suivants (rectiligne et faiblement convexe), jusqu'au passage au dernier segment irrégulier où il vient à l'affleurement et disparaît.

4) Les éléments ferrugineux des sols de la séquence présentent également des variations dans leurs caractéristiques et dans leurs proportions le long du versant.

Dans les horizons B rouges de l'amont, et jusqu'en surface du sol, ces éléments grossiers sont représentés surtout par des gravillons ferrugineux irréguliers, plus ou moins patinés, à cassure violacée ou bariolée multichrome, à forte évolution minéralogique (gibbsite), des petits fragments de cuirasse analogue à celle des affleurements tabulaires du plateau, et des noyaux allongés, de forme assez régulière, fréquemment riches en paillettes de mica, à cassure violacée, dont les caractéristiques morphologiques et analytiques sont semblables à celles des plages vivement colorées de l'isoaltérite sous-jacente.

Les horizons B_{22fe} tachetés des sols jaunes sont également riches en éléments ferrugineux grossiers : taches rouilles et trame ferrugineuse anastomosée indurées, nodules et concrétions à centre noir et cortex ocre, dont l'évolution minéralogique est voisine de celle de la matrice de terre fine jaune d'emballage. On trouve cependant également au sein de ces horizons indurés, fréquemment inclus dans la trame ferrugineuse de la carapace omniprésente sous les trois segments à sols jaunes aval, des gravillons et des fragments de cuirasse à bien plus intense évolution minéralogique, analogues à ceux des sols rouges, ainsi que de fréquents noyaux violacés à caractéristiques d'isoaltérite ferrallitique, même au dessus des matériaux originels massifs micacés, moins évolués, et qui n'en différencient pas.

Séquence P G R

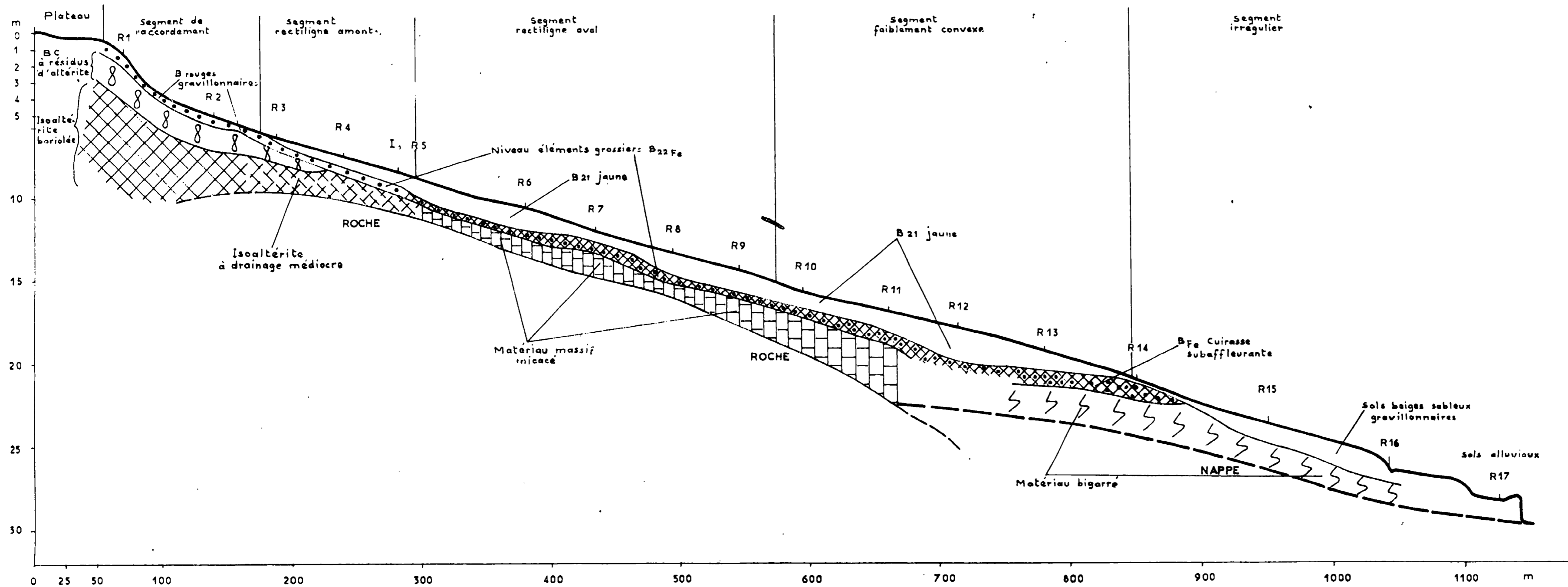
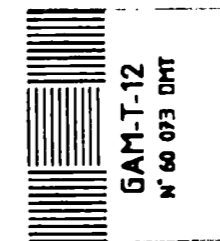
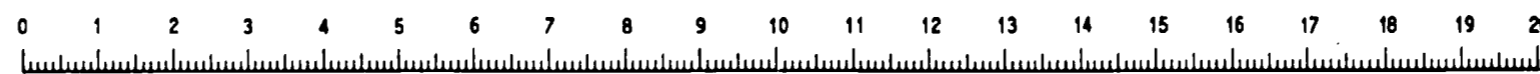


Fig: 1

Cette mire doit être lisible dans son intégralité
 Pour A0 et A1: ABERPFTHLIJDOCGQUVWMSZXY
 zsaecmuvnwixrkhbdpqgylt 7142385690
 Pour A2A3A4: ABERPFTHLIJDOCGQUVWMSZXY
 zsaecmuvnwixrkhbdpqgylt 7142385690



Une importante proportion des éléments grossiers ferrugineux des sols jaunes sont ainsi le résultat d'une pédogénèse antérieure "ferrallitisante".

C - INTERPRETATIONS - L'EVOLUTION DU MODELE ET LA DIFFERENCIATION DES PROFILS

De nombreux arguments dans l'étude de cette séquence PGR, comme dans celle de nombreux profils de sols variés dans la région, amènent à conclure à la couverture antérieure de la majeure partie de la KARA par une surface à pédogénèse ferrallitique intense dont de nombreuses "reliques" sont encore visibles dans le paysage : plateaux et buttes témoins, et au sein des sols actuels : matériaux et éléments grossiers à forte évolution minéralogique, nettement déphasés dans leur environnement actuel (P. FAURE, 1978 - Les Formations Pédologiques Anciennes dans la Région de la KARA, Nord-Est-TOGO - ORSTOM-LOME, 10 p. multigr., 1 carte - Communication à la 11^e Conférence Biennale de la W.A.S.A.).

La différenciation des sols associés sur le versant étudié doit être ainsi interprétée comme le résultat de la conjonction de processus pédogénétiques sensu-stricto : altération, pédoplasmation, éluviation, redistribution des sesquioxydes, et de processus de transport de matière : départ, entraînement et accumulation sélectifs, liés à l'évolution des formes du modelé sous l'action de diverses phases d'érosion, au cours des variations du climat et du niveau de base local (Figure 2).

La forme du front de passage à la roche le long du versant : horizontale à l'amont, puis en faible pente parallèle à la surface topographique actuelle, plongeant ensuite nettement par rapport à celle-ci dans le tiers aval, la répartition spatiale des divers matériaux originels, s'expliquent par la mise en oeuvre de plusieurs phases d'érosion.

1) Une érosion intense incise, par suite d'un fort abaissement du niveau de base général, la surface initiale d'un V profond et aigu, évacuant le manteau ferrallitique dans le tiers inférieur de l'actuel versant (segments irrégulier et faiblement convexe), jusqu'à la roche, en modifiant son profil qui s'infléchit fortement vers l'aval.

2) Une érosion plus ménagée et sélective exporte plus progressivement les éléments fins du manteau ferrallitique dans la partie médiane du versant (segment rectiligne aval). La roche est atteinte mais son profil est plus faiblement infléchi, tandis que se concentrent en surface les éléments grossiers résiduels du manteau : de façon régulière pour les éléments ferrugineux : gravillons, fragments de cuirasse et noyaux indurés d'altérite ; de façon plus localisée, liée aux variations pétrographiques pour les éléments quartzeux.

3) Une faible érosion, par entraînement superficiel sélectif des éléments fins, n'intervient que plus discrètement et de

façon régressive dans le tiers amont du versant : jusqu'à l'altérite ferrallitique dont elle diminue progressivement l'épaisseur, en concentrant les éléments grossiers à son toit dans le segment rectiligne amont, au sein des seuls horizons B rouges qui sont ainsi uniquement remaniés par concentration d'éléments grossiers dans le segment de raccordement. Le front d'apparition de la roche reste ainsi sensiblement horizontal sous ces deux segments, correspondant à celui de la base du manteau ferrallitique de la surface initiale.

La forme du niveau de concentration des éléments grossiers "déphasés", plongeant vers l'aval dans le segment rectiligne amont, puis parallèle à la surface topographique décrit ainsi l'aspect du profil d'équilibre résultant de ces diverses phases d'érosion.

Plus ou moins consécutivement à celles-ci, plusieurs processus contribuent à la formation des sols actuels du versant.

1) Poursuite de l'altération de type ferrallitique, grâce aux conditions de drainage profond, sous le plateau et le segment de raccordement, expliquant le plongement du front de la roche à contrepente vers l'amont.

2) Affaiblissement du drainage par diminution de la profondeur du sol au sein du biseau d'altérite résiduelle dans le segment rectiligne amont, ce qui limite en outre partiellement l'approfondissement du front de la roche par rapport à celui des segments plus amont et entraîne les premiers phénomènes de ternissement et de jaunissement qui se manifestent en premier dans l'altérite.

3) Mise en place d'un nouveau processus d'altération non ferrallitique sous l'influence des nouvelles conditions pédoclimatiques du segment rectiligne aval, aboutissant à la formation du matériau massif micacé peu épais sous le niveau de concentration des éléments grossiers résiduels, et à un faible approfondissement du front de la roche parallèlement à ce niveau.

4) Accumulation, dans l'entaille profonde aval du versant, d'éléments fins provenant de l'érosion sélective des matériaux ferrallitiques des segments amont, aboutissant à la mise en place et à la différenciation en milieu médiocrement drainé du matériau bigarré gris à taches ternes, sans minéraux primaires, à éléments grossiers allochtones et composition minéralogique traduisant un milieu originel à évolution plus poussée que celle du matériau de "néoaltération" du segment rectiligne directement supérieur.

5) La remontée du niveau de base local liée à cette mise en place du matériau aval entraîne une diminution d'intensité des phénomènes d'érosion et une régularisation du versant qui atteint un profil d'équilibre quasi linéaire en aval du segment de raccordement. Cette régularisation s'établit par transit de proche en proche de l'amont vers l'aval, homogénéisation et stabilisation d'un matériau fin minéralogiquement évolué. Celui-ci, issu de la faible érosion du segment amont de raccordement, subit cependant au cours du transit une perte de matière alumino-silicatée par entrainement

différentiel et élimination du versant des particules les plus fines. La mise en place de ce matériau non structuré, battant, peu drainant, au-dessus du niveau de concentration des éléments grossiers, aboutit à la différenciation des horizons B₂₁ aux caractéristiques : homogénéité, texture, composition minéralogique, couleur, bien particulières des sols jaunes du versant.

6) Le niveau de concentration des éléments grossiers "déphasés", tout en gardant en profondeur son profil spécifique, en particulier dans le segment rectiligne amont, devient, par la discontinuité de conditions physico-chimiques du pédoclimat qu'il crée sous les horizons B₂₁ jaunes, le niveau préférentiel de battement de nappe, de circulation et d'accumulation (verticale et oblique) des sesquioxydes métalliques. Le concrétionnement et l'induration se surimposent alors à l'accumulation relative des éléments grossiers "déphasés" ce qui aboutit à la différenciation de l'horizon B_{22fe}, particulièrement caractérisé par la diversité de ses constituants grossiers.

7) Sous l'influence des conditions climatiques et anthropiques actuelles, une reprise de l'érosion, en nappe, intervient de nouveau sur la partie supérieure des profils de sols jaunes, mettant de nouveau à l'affleurement l'horizon B₂₂ induré au tiers inférieur du versant (segment faiblement convexe), le disloquant, et créant un fort ravinement dans le segment irrégulier aval.

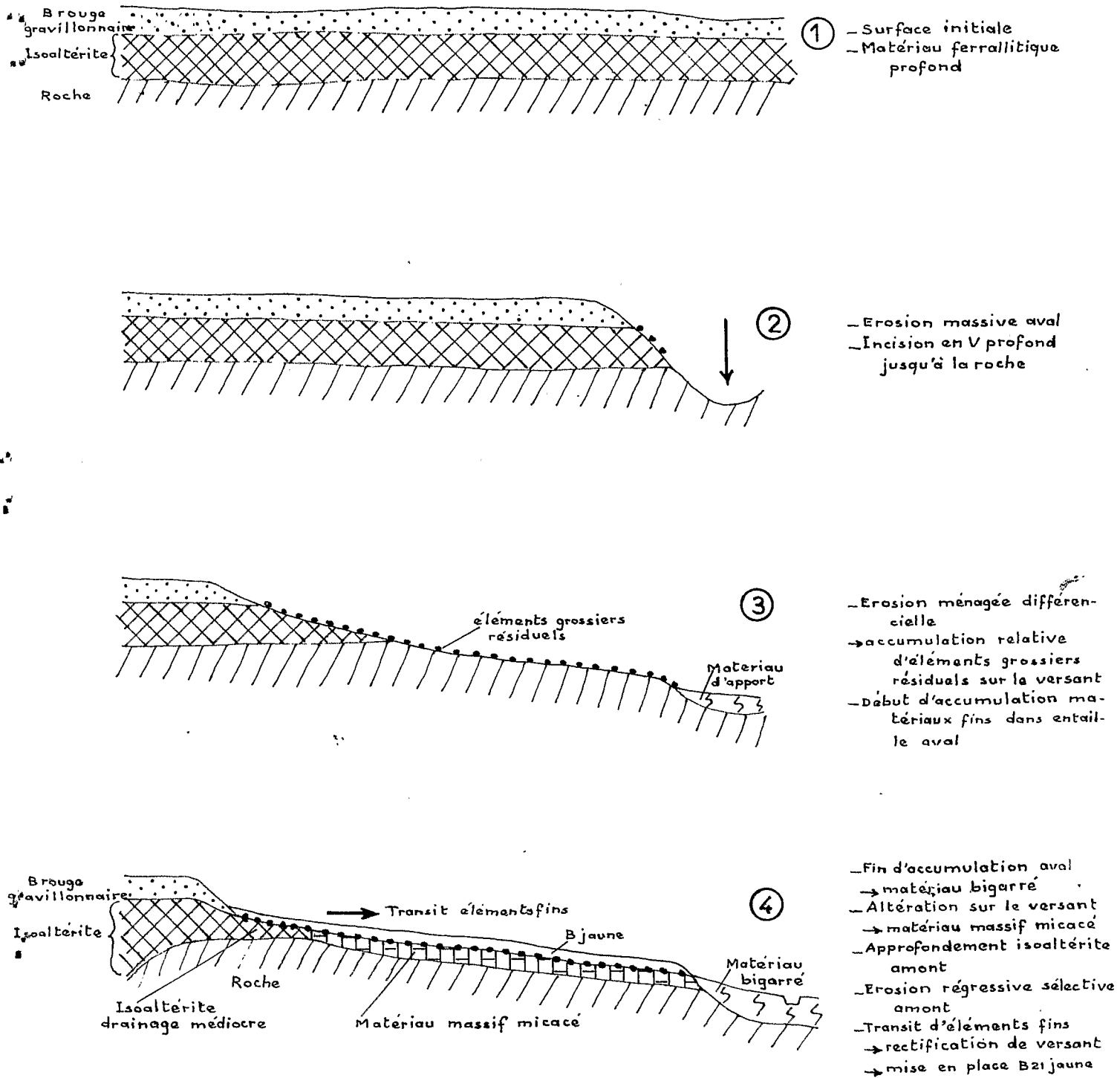
La poursuite de ce dernier processus peut à l'extrême aboutir, comme cela a été observé sur d'autres versants, à l'ablation totale des horizons B₂₁ jaunes et à la mise à nu de l'horizon induré sur la majeure partie du versant, sous forme d'une cuirasse gravillonnaire, vacuolaire, plus ou moins "conglomératique" très spécifique.

C O N C L U S I O N

Du fait de ses étroites relations avec l'intense évolution du modelé sous l'influence des variations du climat et du niveau de base au cours du quaternaire, la différenciation des sols jaunes et rouges étudiés au nord-TOGO est pour une grande partie régie par des processus de transport de matière.

Erosion aval intense, érosions régressives plus ménagées, différentielles et sélectives, accumulation relative d'éléments grossiers "reliques", accumulation de matériaux évolués en bas de pente, transit de proche en proche de matériaux fins remaniés par éluviation, érosion en nappe, ont eu pour résultat la mise en place et le développement des matériaux et des conditions pédoclimatiques nouveaux favorables au déroulement des processus pédogénétiques spécifiques des sols jaunes : ralentissement du drainage, éluviation différentielle de la matière alumino-silicatée et des sesquioxydes

LES DIFFERENTES PHASES D'EVOLUTION DU MODELE DE MISE EN PLACE DES MATERIAUX DE DIFFERENCIATION DES SOLS



SEQUENCE P G R

Fig: 2

métalliques, redistribution de ces derniers sous forme figurée en un niveau bien localisé des profils.

De par la diversité, de l'origine de leurs constituants, et des processus de formation mis en jeu, les sols jaunes doivent ainsi être considérés comme un exemple typique de sols polygéniques, particulièrement fréquents dans les régions tropicales riches en témoins de formations pédologiques anciennes, comme c'est le cas du nord-TOGO-BENIN, et en particulier de la région de la KARA.

Lomé, le 3 Novembre 1978

P. FAURE