

THESE DE DOCTORAT de l'UNIVERSITE PARIS 6

Spécialité :

Sciences de la Terre

présentée

par Monsieur **Luc VEILLON**

pour obtenir le titre de DOCTEUR DE L'UNIVERSITE PARIS 6

Sujet de la thèse :

**SOLS FERRALLITIQUES ET PODZOLS EN GUYANE
SEPTENTRIONALE**

**Relations entre systèmes de transformations pédologiques et évolution
historique d'un milieu tropical humide et forestier**

soutenue le **12 Juillet 1990**

devant le jury composé de :

Monsieur **A. CHAUVEL**
Monsieur **F.X. HUMBEL**
Monsieur **J.P. LEGROS**
Monsieur **MARIOTTI**
Monsieur **D. NAHON**
Monsieur **G. PEDRO**

Rapporteur

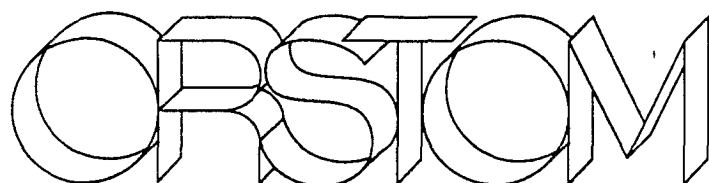
**Rapporteur
Président**

O.R.S.T.O.M. Fonds Documentaire

N° : 35 505 ep 2

Cote : B

TDM 76



Editions de l'ORSTOM

INSTITUT FRANÇAIS DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE
POUR LE DÉVELOPPEMENT EN COOPÉRATION

Collection :

Travaux et Documents Microédités

PARIS 1991

ISBN : 2-7099-1066-7

© ORSTOM

F 3

La loi du 11 mars 1957 n'autorisant, aux termes des alinéas 2 « et 3 de l'article 41, d'une part, que les «copies ou reproductions « strictement réservées à l'usage privé du copiste et non des- « tinées à une utilisation collective» et, d'autre part, que les « analyses et les courtes citations dans un but d'exemple et « d'illustration, «toute représentation ou reproduction intégrale, « ou partielle, faite sans le consentement de l'auteur ou de ses « ayants droit ou ayants cause, est illicite» (alinéa 1er de l'article 40).

« Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé « que ce soit, constituerait donc une contrefaçon sanctionnée par « les articles 425 et suivants du Code pénal.»



Podzol

(d'après GOTLIB)

et

**sol
ferrallitique**



(d'après GOSCINNY)

en Guyane française

REMERCIEMENTS

Parmi les nombreuses personnes qui doivent trouver ici l'expression de ma gratitude, il en est une qui mérite plus que de simples remerciements, mais pourrait au contraire cosigner cette thèse : il s'agit d'Yves LUCAS qui, par la grâce (?) d'une chute de vélocipède¹, fut entraîné au Brésil à la suite des sirènes de la bauxite Amazonienne, délaissant ainsi l'étude qu'il avait largement entamée des plateaux septentrionaux de Guyane française.

Cette thèse est donc la conjonction de travaux de terrain qu'il a débutés avec R. BOULET à Organabo et réalisés pratiquement en totalité à Petit Laussat.

Le lecteur exigeant l'application de cette loi simple et bien connue « un terrain, un auteur »² réclamera probablement quelques éclaircissements et se demandera peut-être « L'auteur a-t-il seulement mis les pieds sur ces fameux plateaux septentrionaux de la Guyane française » ?

A cette question, je répondrai sans crainte : oui.

Enfin... pas trop souvent³. Suffisamment en tout cas pour avoir saturé le laboratoire de Cayenne de mes échantillons (que le personnel de ce laboratoire trouve ici l'expression de mes remerciements les plus sincères).

Après Yves LUCAS, il me faut remercier G. PEDRO, dont la perspicacité l'amena à Cayenne au moment où je me préparais à filer en catimini hors de Guyane française, prêt à vendre au plus offrant les documents relatifs à ce travail. Grâce à lui, cette thèse est et restera française.

¹ Le lecteur avide de frissons exotiques lira avec profit l'introduction de la thèse d'Yves LUCAS pour connaître les détails de cette aventure cycliste étonnante.

² Il faut savoir que cette loi n'est pas la seule à laquelle adhère la communauté des scientifiques et qu'il existe une race honnie dans tous les domaines de la recherche pour qui la devise est plutôt " Tous pour un : tout pour moi ".

³ A cause des moustiques. Et quand il n'y a pas de moustiques, il y a des taons, car le moustique s'entend, comme la valse. C'est d'ailleurs un adage guyanais bien connu des chercheurs : " Taon va pas où il y a trop de moustiques "...

Il évita ainsi un crash boursier ¹ tant la masse de documents inachevés et inutilisés mis sur le marché aurait alors été importante. Moi-même, je m'y étais complètement perdu au bout de cinq ans.

R. BOULET mérite aussi toute ma reconnaissance. Sa direction dynamique, voire impétueuse, m'a guidé tout au long de l'apprentissage ardu du métier de pédologue. C'est en quelque sorte grâce à lui que j'ai nagé mes premières brasses dans les eaux parfois troubles de la pédologie française.

Initiateur de l'analyse structurale sur le terrain, il permit à la communauté des pédologues d'envisager froidement la cartographie au millième ! d'un pays comme la Guyane. Se précipitant dans cette brèche, ses disciples proposaient ensuite la cartographie d'un département nodule par nodule ! Au bout d'un moment, les spins eux-même figuraient dans la légende des cartes pédologiques². Conscient, m'étant limité au feuillet de kaolinite et au cristal de gibbsite, de ne pas avoir exploité toutes les potentialités offertes par cette religion dont il fut le S^t Pierre, je désire remercier ici Gérard BOCQUIER, fougueux S^t Paul de l'analyse sus-dite qui évangélisa avec toute la patience dont on le sait capable la promotion ingrate du DEA-1983.

Cette liste finirait par ressembler au discours d'arrivée d'un marin sponsorisé si je continuais d'énumérer ainsi la totalité des personnes qui m'ont assisté, au risque d'en oublier. Que tous ceux qui estiment m'avoir été d'une aide aussi minime soit-elle reçoivent donc ici ma gratitude, de Cayenne à Bondy, en passant par Angoulême, Cogolin, Grimaud, Dakar, Jarnac, Lille, Marseille, Poitiers, Paris, Saint-Sulpice, Sigogne, Toulouse, Abidjan, Iquitos et Manaus.

Enfin, au moment de quitter l'équipe que nous avons construite tant bien que mal à Cayenne, je n'oublierais certainement pas Catherine et Michel GRIMALDI, Henri ROBAIN, Bernard BARTHES, Jean-Jacques ROSTAN, « Tonton » ZEPINA et Desmo BETIAN.

¹ Des bourses scientifiques, bien entendu.

² Une équipe prospecte actuellement dans le domaine fabuleux des tachyons.

Sommaire

INTRODUCTION

- A) CONTEXTE DE L'ETUDE
- B) PLAN DE L'ETUDE

I) PRESENTATION DU MILIEU

- A) CLIMAT
 - 1) Climat actuel
 - 2) Paléo-climat
- B) GEOLOGIE
- C) PEDOLOGIE ET CHOIX DES SITES

II) ORGANABO

- A) ETUDE DE L'UNITE DE MODELE
 - 1) Transect 1
 - 2) Transect 2
 - 3) Transect 3
 - 4) Conclusion de l'étude morphologique des transects
- B) ETUDE ANALYTIQUE
 - 1) Profils granulométriques
 - 2) Granulométrie et teneur en fer sur le transect 1
 - 3) Répartition granulométrique des quartz
- C) ETUDE EN PLAN
 - 1) Matière organique et transformation de surface
 - 2) Transformation de profondeur
 - 3) Relations entre les transformations de surface et de profondeur
- D) CONCLUSION : ELEMENTS SUR L'EVOLUTION PODZOLISANTE DE LA ZONE

III) PETIT-LAUSSAT

A) ETUDE MORPHOLOGIQUE DES TRANSECTS

- 1) Le transect A : du versant au plateau
- 2) Le transect B : vers le podzol

B) ETUDE GRANULOMETRIQUE DES TRANSECTS

- 1) Transect A
- 2) Transect B
- 3) Transect C
- 4) Rappel des unités mises en évidence

C) ETUDE EN PLAN

- 1) Les courbes définissant le podzol
- 2) Les courbes définissant le magasin de nappe
- 3) Les courbes jalonnant les accumulations nodulaires du versant
- 4) Organisation du système aval

D) ETUDE DES SPECTRES GRANULOMETRIQUES

- 1) Le versant
- 2) Le plateau
- 3) Le podzol
- 4) Conclusions de l'étude des spectres granulométriques

E) CARACTERISATION CHIMIQUE ET MINERALOGIQUE DES UNITES MISES EN EVIDENCE

- 1) Le versant
- 2) Le plateau
- 3) Le podzol
- 4) Le puits
- 5) L'aval
- 6) Evolution minéralogique du plateau

IV) INTERPRETATION REGIONALE ET CONCLUSION

- 1) Les différentes étapes de la mise en place du système de transformation
- 2) Origine des déséquilibres
- 3) Apports sur l'évolution régionale
- 4) Conclusions

INTRODUCTION

A) CONTEXTE DE L'ETUDE

Lorsqu'on regarde une carte de la Guyane française, qu'elle soit topographique, géologique ou routière, on voit s'opposer deux zones dont la frontière commune est grossièrement parallèle à la côte : les « terres basses », et les « terres hautes ».

Les premières se caractérisent évidemment par une altitude faible (moins de vingt mètres), des sédiments récents (moins de cent-vingt mille ans), une végétation constituée en général de savane ou de mangrove. La quasi-totalité de l'activité humaine se concentre sur cette zone large de un à six kilomètres en moyenne (source : ATLAS de Guyane).

Les secondes se situent plus à l'intérieur du département. Leur altitude varie progressivement de 40 à 800 m. La végétation est presque exclusivement forestière. Le sous-sol est un des plus vieux du monde, certaines roches datant du précambrien (CHOUBERT - 1974). Le modelé se présente sous la forme de collines en demi-oranges ou de plateaux aux pentes nettement plus fortes que celles des cordons sableux des terres basses.

Il aurait donc été logique de retrouver cette dualité géographique au niveau de la carte pédologique. Or ce n'est pas tout à fait le cas.

La notice rédigée par le département de pédologie de l'ORSTOM pour présenter les différentes régions pédologiques de la Guyane française (BOULET - 1980) définit quatre grandes zones (fig. 1).

Les terres basses y sont divisées en « Plaine côtière récente » - où les sols sont essentiellement marécageux, peu développés et soumis à des rajeunissements périodiques dûs à l'action du transit côtier - et « Plaine côtière ancienne » où les sols développés sur des cordons¹ de sédiment sablo-argileux présentent une juxtaposition de sols ferrallitiques et de podzols².

Les terres hautes comprennent les « Plateaux septentrionaux » - dont le socle est surmonté d'un sédiment détritique (« S.D.B³ ») et le sol constitué là aussi d'une juxtaposition de sols ferrallitiques et de podzols (BLANCANEUX et al. - 1973) - et la zone de socle proprement dite, où le sol présente des différences notables de drainage interne, bien qu'uniformément classé dans les sols ferrallitiques.

¹ Appelées " Barres pré littorales " par les géomorphologues.

² Classification C.P.C.S. 1967

³ S.D.B. : Série détritique de base

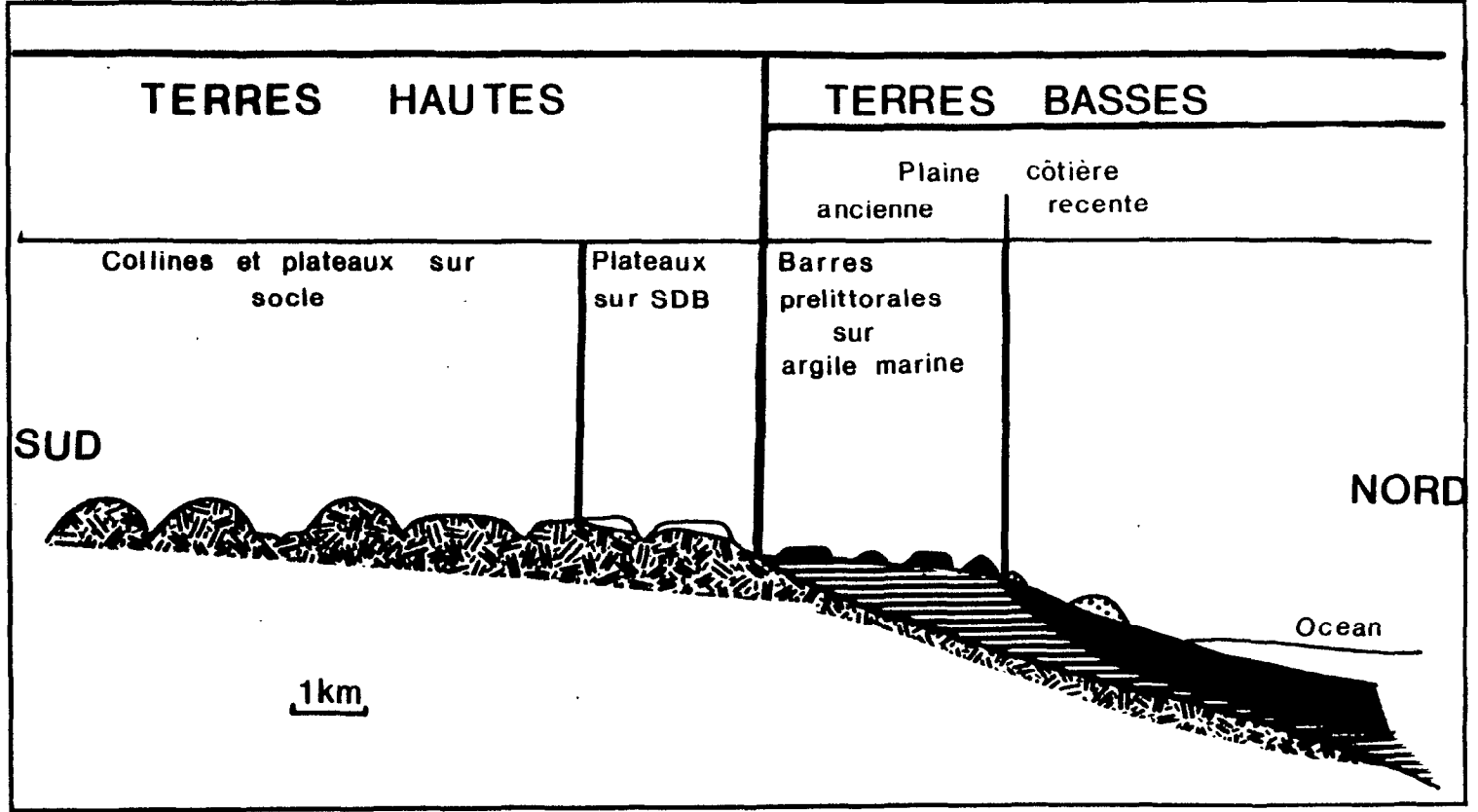


Fig. 1 : COUPE GEOMORPHOLOGIQUE DE LA GUYANE
(d'après BOULET - 1980)

On voit donc que, mise à part la plaine côtière récente où les processus pédologiques sont en concurrence directe avec la morphogenèse littorale, les sols de guyane se divisent - très

globalement - en systèmes sols ferrallitiques/Podzols et en systèmes sols ferrallitiques à drainage vertical libre/sols ferrallitiques à drainage essentiellement latéral.

La juxtaposition de sols de caractéristiques et de propriétés aussi opposées que les podzols et les sols ferrallitiques sur une même unité de modelé amena les pédologues de Cayenne à imaginer et développer une méthode d'analyse tridimensionnelle de la couverture pédologique (BOULET et al. - 1982 a, b et c). Cette méthode, dont les prémisses se trouvaient chez de nombreux auteurs (BOCQUIER - 1971, BOULET - 1974, TURENNE - 1975, CHAUVEL - 1976, NAHON - 1976, LEPRUN - 1979 etc.), facilite l'étude des relations structurales entre différents volumes pédologiques¹ et permet de mettre en évidence d'éventuelles relations génétiques unissant ces volumes pédologiques.

Les systèmes sols ferrallitiques / Podzols sur barres pré littorales de la plaine côtière ancienne ont donc été étudiés de cette manière (TURENNE - 1975, BOULET et al. - 1982 b, LUCAS et al. - 1986), mettant rapidement en évidence l'évolution podzolisante du sol ferrallitique développé initialement sur cette zone².

Parallèlement, l'étude des sols ferrallitiques sur socle (BOULET - 1978, BOULET et al. - 1984) montrait l'existence d'une transformation aboutissant à un basculement du drainage dont la composante principale passait de verticale et profonde à latérale et sub-superficielle (et superficielle).

Devant la multiplication des théories expliquant la juxtaposition de sols différents par des systèmes de transformation inachevés en Guyane française, il était logique de supposer l'existence d'un tel système sur les plateaux septentrionaux.

Les premières observations effectuées sur ces plateaux montrèrent que cette hypothèse était vraisemblable.

Toutefois, cette région présente une particularité géologique qui complique l'étude tridimensionnelle. Les premières unités étudiées par les pédologues guyanais étaient homogènes quant à leur support géologique : sédiments quaternaires sablo-argileux pour les barres pré littorales³ ; socle ancien pour les terres hautes⁴. Par contre, les plateaux du Nord de la Guyane, qui se prolongent ensuite au Surinam, sont constitués d'un socle (migmatitique ou granitique) sur lequel se serait déposé à la fin du Tertiaire une épaisse couche de sédiment détritique continental (CHOUBERT - 1952).

Les études géologiques conduites au Surinam laissent peu de doute quant à l'origine sédimentaire de cette couche argilo-sableuse à sables quartzeux grossiers : sa grande épaisseur (plus d'une centaine de mètres par endroits), les traces de structure de dépôts de rivière en lits entrecroisés, la composition en minéraux lourds différente de la roche sous-jacente mais reflétant l'ensemble de la géologie du bassin-versant (KROOK et MULDER - 1971), la continuité de ce dépôt avec une strate sédimentaire sous-marine intercalée entre plusieurs sédiments bien connus permettent d'affirmer qu'il s'agit bien d'un sédiment formé d'un

¹ Horizons, volumes regroupant un caractère commun, comme la présence de taches, une texture particulière etc.

² On entend par sol initial le pôle initial de la transformation qui reste encore visible sur l'unité de modelé. Il est tout à fait possible que ce pôle initial constitue en fait une étape déjà avancée d'une transformation dont le point de départ a disparu.

³ La granulométrie de ce sédiment est d'ailleurs très homogène et constante tout le long du littoral.

⁴ Bien sûr, ce socle varie localement du granite au schiste, en passant par les migmatites, des filons pegmatitiques apparaissant par endroits. Mais chaque bassin-versant est en général d'une géologie assez homogène et s'il ne l'est pas, la roche mère est assez facile à repérer malgré les surimpositions de caractères dues à la pédogenèse.

matériau dont le déplacement n'a peut être pas excédé quelques kilomètres lors de sa mise en place.

Par analogie, les géologues français ont classé des horizons beaucoup moins épais (quelques mètres seulement) mais présentant des caractères morphologiques comparables dans la même strate sédimentaire.

Il fallait donc, pour comprendre la suite des processus pédologiques qui ont contribué à mettre en place la juxtaposition podzols / sols ferrallitiques que nous observons aujourd'hui, distinguer les structures issues du dépôt sédimentaire de celles dues à la pédogenèse ancienne puis actuelle.

Cette distinction entre structure sédimentaire et structure pédologique fut impossible à faire. Au contraire, tout démontrait que le sédiment détritique n'en était pas un, mais trouvait son origine dans une des étapes de la transformation du sol ferrallitique en podzol.

Il devenait donc indispensable d'étudier le plus en détail possible un nombre suffisant d'unités de modelé pour comprendre la suite des processus pédologiques aboutissant à la fois à la juxtaposition de podzols et de sols ferrallitiques et au développement d'un horizon similaire au sédiment bien connu des surinamiens¹.

B) PLAN DE L'ETUDE

Ce travail récapitule les éléments principaux de l'analyse tridimensionnelle de deux plateaux situés près de la rivière Mana, permettant d'établir l'historique récent de la pédogenèse régionale.

Après un rapide aperçu du milieu naturel (climat, géologie et environnement pédologique général), nous aborderons le site d'ORGANABO en étudiant essentiellement la transition du sol ferrallitique au podzol. Nous mettrons en évidence deux fronts de transformation (supérieur et de profondeur) et proposerons quelques hypothèses permettant d'expliquer l'apparition de ces fronts de déséquilibre de la couverture ferrallitique.

Le troisième chapitre, consacré au site de PETIT LAUSSAT, nous permettra de préciser l'organisation du pôle ferrallitique et d'affiner les schémas d'évolution esquissés au chapitre II.

Le quatrième chapitre reprendra les différentes étapes de la mise en place de ce système de transformation, pour aboutir à une discussion sur l'origine du déséquilibre pédologique observé dans la région.

Des observations tirées de sites supplémentaires compléteront cette discussion.

¹ Il faut noter que la même juxtaposition de sols ferrallitiques et de podzols est présente sur ces plateaux sédimentaires du Surinam, entretenant ainsi la confusion avec les plateaux de guyane française septentrionale.

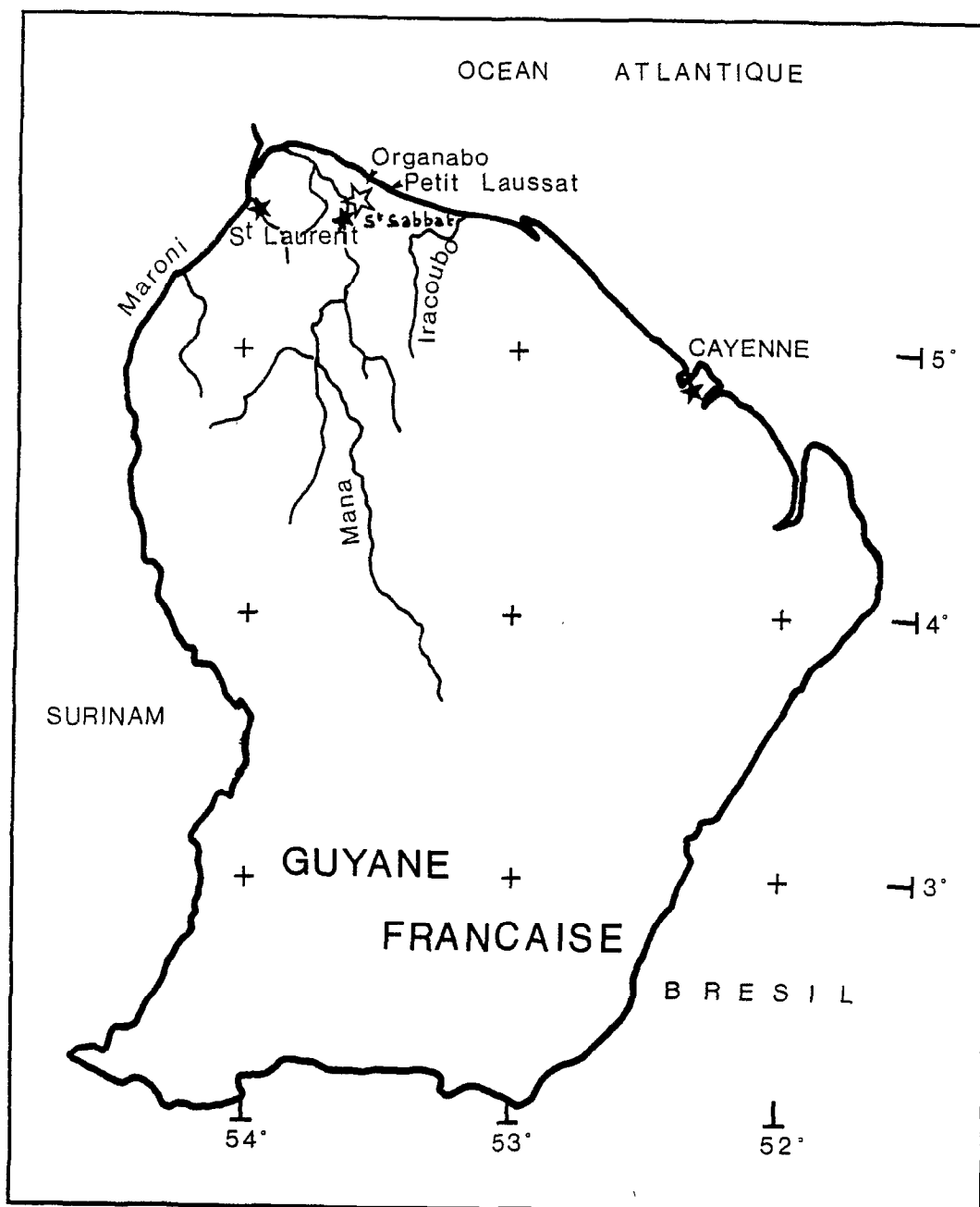


Fig. 2 : Guyane française - Localisation des stations météo et sites étudiés

I) PRESENTATION DU MILIEU

A) CLIMAT

1) CLIMAT ACTUEL

Si Mac Mahon avait tenu ses conseils des ministres en Guyane, l'assemblée, lasse de l'entendre répéter son mot fameux chaque mercredi, l'aurait démis au bout des neuf mois que dure la saison des pluies.

En effet, le climat actuel de la Guyane, de type amazonien, se caractérise par une pluviométrie annuelle moyenne importante (de 1800 à 4000 mm selon les stations) essentiellement concentrée sur la saison des pluies, qui s'étale de la mi-novembre à la mi-juillet, à peine interrompue par un épisode un peu moins humide, centré autour de Mars (le « petit été de Mars »).

Dans la région des plateaux septentrionaux (stations Laussat et Saut Sabbat, fig. 2) située aux alentours de 5°30 N, 53°30 W, la pluviométrie annuelle moyenne est de 2600 mm. A eux seuls, les mois d'Avril, Mai et Juin représentent 40 % des précipitations (diagramme 1).

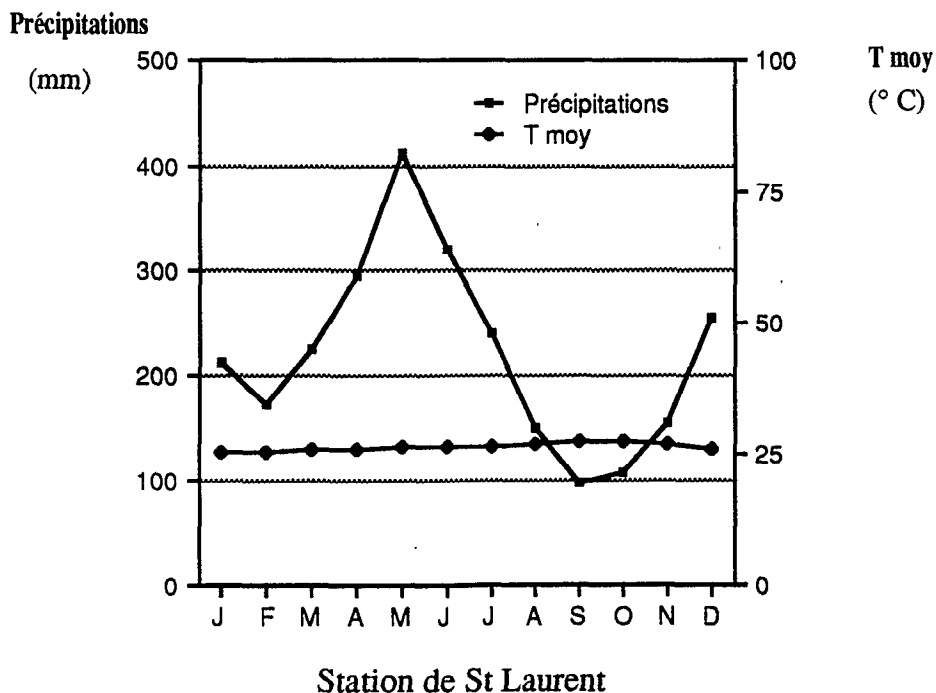


Diagramme 1 : Température moyenne et pluviométrie mensuelle

Les températures varient peu tout au long de l'année : de 22,3 °C (température mensuelle minimale) à 30,6 °C (température mensuelle maximale). La moyenne mensuelle est de 26,4 °C (Tableau 1). Ces moyennes mensuelles sont pratiquement constantes : 0,7 °C de différence entre le mois le plus chaud et le mois le plus froid pour la température mensuelle minimale ; 3,5 °C pour la température mensuelle maximale et 2,8 °C pour la température mensuelle moyenne.

Les moyennes mensuelles de l'humidité relative varient de 63 % (moyenne sur un an des minima) à 97,8 % (moyenne sur un an des maxima), soit une moyenne annuelle de 80 %. La moyenne mensuelle de l'humidité maximale est quasiment constante tout au long de l'année. La moyenne des minima est un peu plus variable (54 % en saison sèche, 69 % en saison des pluies).

L'évaporation Piche annuelle est en moyenne estimée à 590 mm, soit 23 % du total annuel des précipitations. Elle est évidemment plus élevée en saison sèche (62 mm en Octobre) où elle représente 60 % des précipitations du mois, qu'en saison des pluies (39 mm en Mai).

Paramètre	Janv	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	Année
H ^t Pluie ⁽¹⁾	212,8	171,5	225,2	294,4	411,8	318,8	238,8	149,9	97,4	107,6	153,8	255,9	2638,1
Max en 24 h	88,1	85,0	100,6	108,8	95,9	145,7	69,0	51,2	56,4	80,0	84,1	81,0	145,7
T max ⁽²⁾	29,2	29,2	29,6	29,9	29,8	30,2	31,0	32,0	32,7	32,6	31,6	29,9	30,6
T min ⁽²⁾	22,1	22,0	22,2	22,6	22,7	22,4	22,1	22,2	22,1	22,2	22,2	22,2	22,3
T moy ⁽²⁾	25,6	25,6	25,9	26,2	26,3	26,3	26,5	27,1	27,4	27,4	26,9	26,1	26,4
H max ⁽²⁾	97,8	97,3	97,0	97,4	98,0	98,1	98,1	97,9	97,9	98,0	98,3	98,2	97,8
H min ⁽²⁾	67,8	65,7	64,4	66,2	69,2	66,7	61,6	57,1	54,0	55,2	60,3	67,2	62,9
H moy ⁽²⁾	82,8	81,5	80,7	81,8	83,6	82,4	79,9	77,5	76,0	76,6	79,3	82,7	80,4
ETP Piche ⁽²⁾	48,6	52,0	60,3	50,5	39,0	33,8	41,7	51,3	59,7	62,2	49,6	42,1	590,8

(1) Station de Saut Sabbat
de 1953 à 1987

Hauteur moyennes des pluies (mm)
Maximum des pluies en mm

(2) Station de S^t Laurent
de 1954 à 1988

Température mensuelle maximale moyenne
----- minimale -----
----- moyenne -----
Humidité mensuelle maximale moyenne
----- minimale -----
----- moyenne -----
Evapo-transpiration Piche (mm)

Tableau 1 : Données climatiques
(Source : Service Météorologique de la Guyane)

Des autres paramètres climatiques, il est intéressant de noter le maximum de précipitations qui soit tombé en vingt-quatre heures : 145 mm, au mois de Mai.

Cette intensité des pluies explique l'importance de la dynamique de l'eau dans la pédogenèse guyanaise. Les modalités de stockage et d'écoulement de l'eau conditionnent en fait l'évolution du sol.

2) PALEO-CLIMAT

L'alternance des périodes glaciaires et interglaciaires a eu des répercussions climatiques évidentes en Guyane française. JOURNAUX et al., étudiant la région amazonienne (au sens large) associent un climat semi-aride à la fin du Pliocène (plus de 3 millions d'années) de même qu'aux périodes glaciaires du quaternaire : Nebraska, Kansas, Illinois et Wisconsin mais décèlent des épisodes humides, comparables au climat actuel, au début des deux dernières glaciations.

Située en bordure du bassin amazonien, la Guyane subit apparemment les mêmes fluctuations climatiques, au moins pour les plus récentes : T. Van der Hammen, cité par TRICART (1977) constate un épisode climatique relativement sec sur le littoral surinamien, au cours de la régression pré-flandrienne (qui s'étale de 80 000 à 17 000 ans). Le climat est ensuite redevenu plus humide, lors de la transgression flandrienne. La savane qui avait atteint l'ensemble du bouclier guyanais recule au profit de la forêt ombrophile qui s'étend à partir de quelques refuges localisés où des micro-climats humides d'origine orogénique avaient permis sa conservation (TRICART - 1977).

Une alternance identique aurait eu lieu lors de l'Illinois.

PUJOS et ODIN (1986) vont même plus loin dans la reconstitution de ces paléo-climats guyanais. S'attachant au dernier âge glaciaire, ils placent un épisode humide comparable au climat équatorial actuel aux alentours de 30 000 ans, suivi d'un climat plus sec centré sur 18 000 ans - JOURNAUX (1977) le situe assez précisément entre 21 000 et 13 000 ans. Ils estiment les précipitations de cette période sèche inférieure d'un tiers à celles d'aujourd'hui ; le déplacement vers l'hémisphère sud des basses pressions que nous connaissons en serait la cause.

Ce climat plus sec provoque selon eux une arénisation importante du socle, avec des phénomènes de ferruginisation intense (redistributions internes, nodulations, cuirassements). Le couvert végétal éclairci (savanes) et le retrait de la mer (jusqu'à un niveau de base inférieur de 120 m à l'actuel) sont à l'origine d'une reprise importante de l'érosion fluviale, exportant entre autres des sables à staurotide dans le chenal du Maroni (dont le bassin-versant englobe les plateaux septentrionaux étudiés).

Le climat redevient ensuite équatorial humide (12 000 ans à nos jours). La forêt s'étend, stabilisant le modelé et freinant l'érosion fluviale.

Pour récapituler, la zone de notre étude connaît actuellement un climat humide à saison sèche courte et peu marquée, sous un couvert forestier.

Elle a traversé, centrée autour de 18 000 ans, une phase nettement plus sèche, au climat tropical à saisons contrastées, sous couvert de savane.

Auparavant (30 000 ans), elle avait connu un épisode humide comparable à l'actuel, lui-même postérieur à un épisode sec.

Les géologues datent les sédiments détritiques (S.D.B.) des plateaux du Surinam de la fin du tertiaire. Ces sédiments auraient donc traversé, de même que le socle sous-jacent, au moins deux épisodes humides s'intercalant entre des périodes d'altération et de ferruginisation intenses, associées à une reprise du modelé par l'érosion fluviale.

Plus que les caractéristiques climatiques actuelles, cette chronologie pourrait nous aider à comprendre la juxtaposition étonnante d'horizons aussi différents que les sables blanchis du podzol et les accumulations de nodules alumino-ferrugineux des versants.

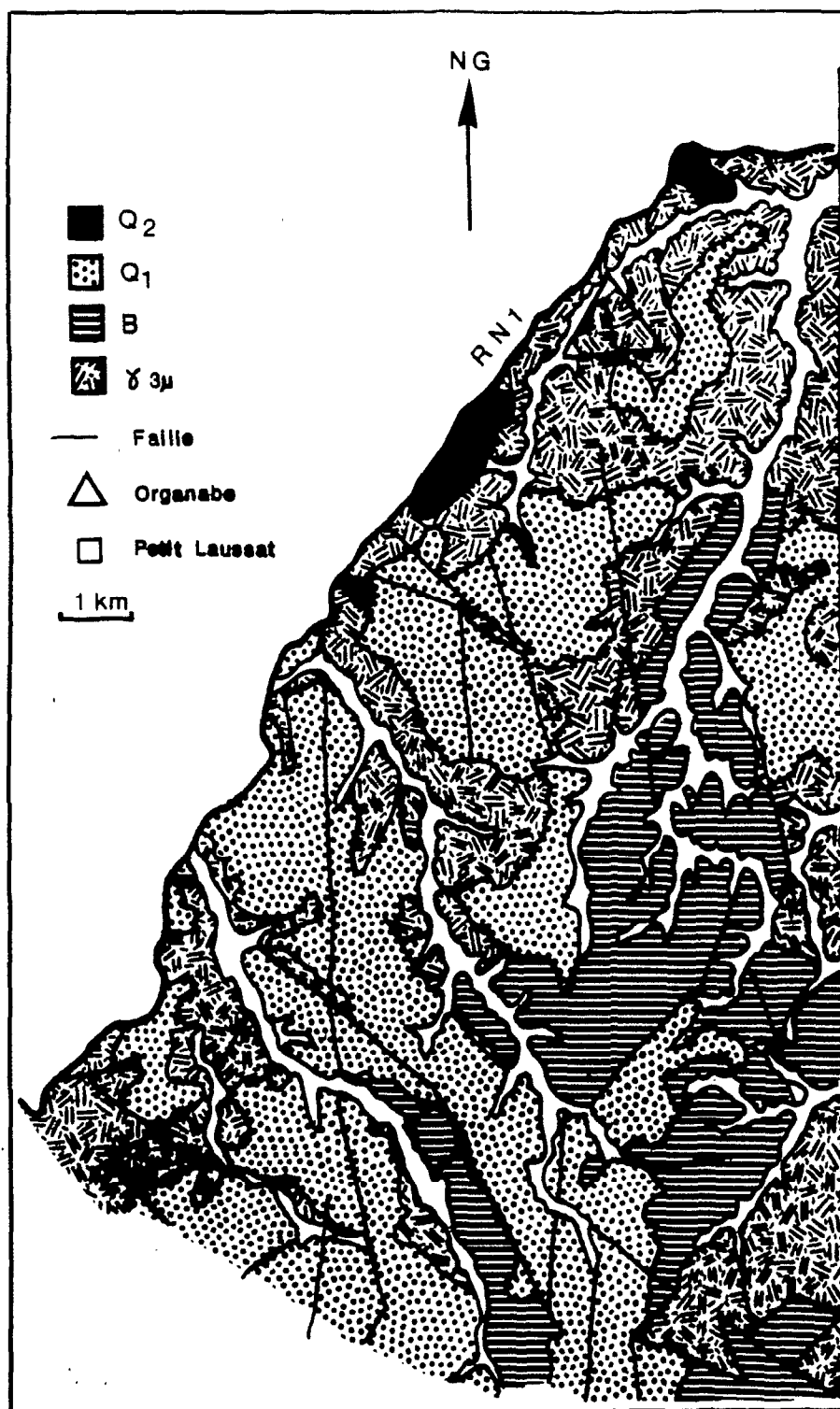
B) GEOLOGIE

La carte géologique des plateaux septentrionaux dressée par CHOUBERT (1961) montre la présence d'un substrat de granites caraïbes (migmatitiques) et de micaschistes de la série de Bonidoro (à staurotide et grenat) affleurant le long des versants alors qu'il est surmonté par le dépôt pliocène de la série détritique de base (S.D.B.) au sommet des plateaux (fig. 3). Le passage de l'altérite du socle à la série sédimentaire est souligné par une concentration de sables grossiers et graviers de quartz que les géologues interprétaient jusqu'à présent comme un dépôt fluvial précédant la mise en place de la S.D.B. (CHOUBERT - 1952, BOYE - 1963)

Ce dépôt de S.D.B. a une texture argilo-sableuse, voire sableuse (au niveau des podzols¹). Il est riche en minéraux lourds (tourmaline, staurotide). Son épaisseur est variable (quelques mètres à une dizaine de mètres) et son altitude varie de 45 à 15 m. Il est raccordé (selon BROUWER - 1962) à la série de Zanderij² (DOEVE - 1959) surinamienne et aux White Sands Series (BLEACKLEY - 1956, Mc CONNEL et DIXON - 1959) du Guyana, bien qu'avec quelques différences de faciès.

¹ Les géologues ont d'ailleurs décrit cette série sédimentaire comme " Sables blancs ", bien que l'extension de l'unité dépasse largement celle des podzols sur la carte de Mana-S^t Laurent.

² Renommée Coesewijne sur la nouvelle échelle stratigraphique surinamienne.



**Fig. 3 : Carte géologique au 1/100 000
(d'après CHOUBERT - 1961 et
BROUWER - 1962)**

Q₂ : Sédiments quaternaires récents
Q₁ : Série détritique de base
B : Schistes de Bonidoro
γ 3μ : Granite migmatitique caraïbe

La série de Bonidoro est constituée de micaschistes, provenant du métamorphisme de contact avec la phase granitique caraïbe. Cette série daterait du Précambrien. Des schistes à lits alternés d'épaisseur millimétrique à décimétrique ont été modifiés en micaschistes à staurotide, biotite, rutile, tourmaline (le grenat y est très rare). On note parfois une évolution vers les quartzites à la base. Le contact schiste / granite est marqué par la présence de hornblende, d'épidotes, de grenat et de biotite porphyroblastiques (BROUWER - 1962).

Les granites caraïbes datent de la plus récente des venues granitiques de Guyane. On estime leur âge entre 2000 et 1800 millions d'années. Dans la région de Mana, ils sont de type gneisso-migmatitiques à grains fins, riche en biotite écrasée et concentrée leur donnant un aspect lité, en microcline, oligoclase et sphène. Il y a peu de zircons et d'amphiboles.

Ces granites sont cernés par une auréole métamorphique (contact avec séries Bonidoro et Orapu) et infiltrés de filons de pegmatites graphiques à biotite et magnétite (BROUWER - 1962).

En ce qui concerne les deux unités de modelé que nous allons étudier, Organabo se situe sur du granite caraïbe, alors que Petit Laussat est sur le micaschiste Bonidoro, à la frontière du granite caraïbe. Dans les deux cas, le plateau est occupé par la S.D.B.

Il est intéressant de noter que la plupart des minéraux primaires du granite et du micaschistes sont assez fragiles (à part le quartz). La staurotide, notamment, ne supporterait pas plusieurs cycles sédimentaires (BOYE - 1963). La série détritique de base (S.D.B.) contenant une grande quantité de ces minéraux, on peut donc supposer qu'elle a subi au plus un cycle d'érosion-sédimentation.

C) PEDOLOGIE ET CHOIX DES SITES

La carte pédologique de la région d'Iracoubo-Mana-S^t Laurent (ORSTOM - 1985) divise la zone en cinq unités classées selon leurs potentialités agricoles.

La première unité rassemble des sols ferrallitiques développés sur S.D.B. ou socle de migmatite, dont le drainage est vertical et profond. Le sol de la deuxième, sur migmatite uniquement, présente un horizon sub-superficiel naturellement compacté, ralentissant le drainage. La troisième unité est constituée de juxtapositions à l'échelle de l'interfluve de sols à bon drainage (identique à l'unité 1) et de sols à drainage latéral (identiques à l'unité 4). Sur la quatrième unité, les sols ont un drainage sub-superficiel et latéral. La cinquième unité est occupée par les podzols.

Il est en fait plus facile d'étudier cette carte en s'attachant aux unités élémentaires de modelé et en les classant par importance croissante du podzol.

On voit alors que les sables blancs peuvent ne pas exister du tout sur l'interfluve, occuper seulement le centre du plateau, ou le couvrir entièrement.

Il fallait donc, pour comprendre l'éventail de cette répartition très variable du podzol, choisir un interfluve dont le développement moyen des sables blancs permettait d'étudier en détail les relations morphologiques, et éventuellement génétiques, de ces sables avec les horizons du profil ferrallitique. Le site d'ORGANABO répond à ces critères.

Mais la podzolisation n'est pas le seul paramètre variable de la zone. Nous avons vu en résumant rapidement les unités de la carte pédologique que le drainage est aussi un facteur discriminant au sein de l'unité ferrallitique. C'est pourquoi nous avons choisi un second interfluve et fait son analyse tri-dimensionnelle complète.

Nous commencerons par l'étude du site d'ORGANABO, nous attachant essentiellement au pôle podzolique et à ses relations avec le pôle ferrallitique. Le site de PETIT LAUSSAT, plus complexe, sera surtout étudié dans sa partie ferrallitique, dont le développement est plus poussé qu'à ORGANABO.

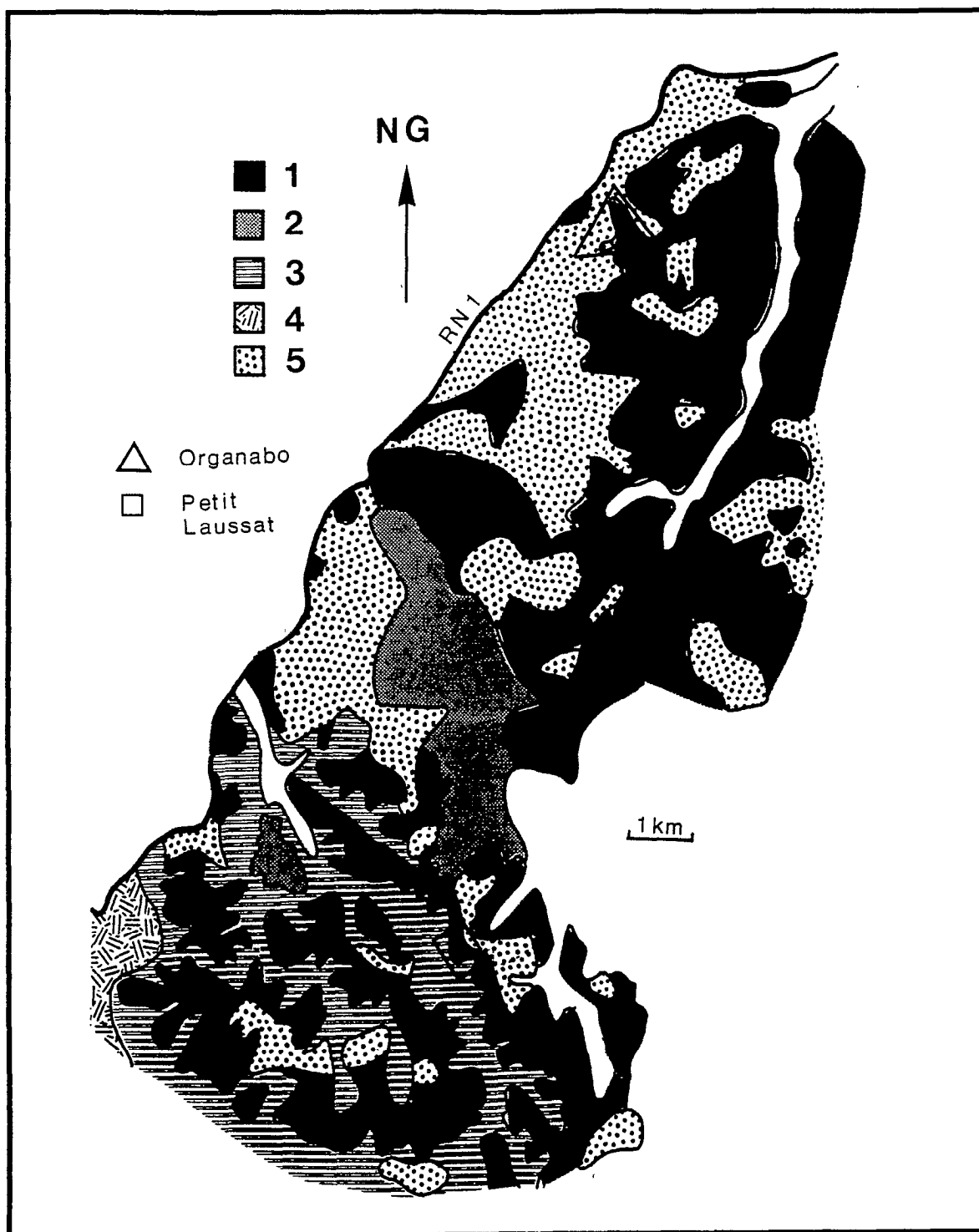


Fig. 4a : Carte pédologique au 1/100 000 des sites étudiés
 (d'après ORSTOM - 1985)

- 1 : Sols ferrallitiques à drainage vertical et profond
- 2 : Sols ferrallitiques légèrement compactés sur migmatite
- 3 : Juxtaposition de sols des unités 1 et 4
- 4 : Sols à drainage sub-superficiel et latéral
- 5 : Podzols

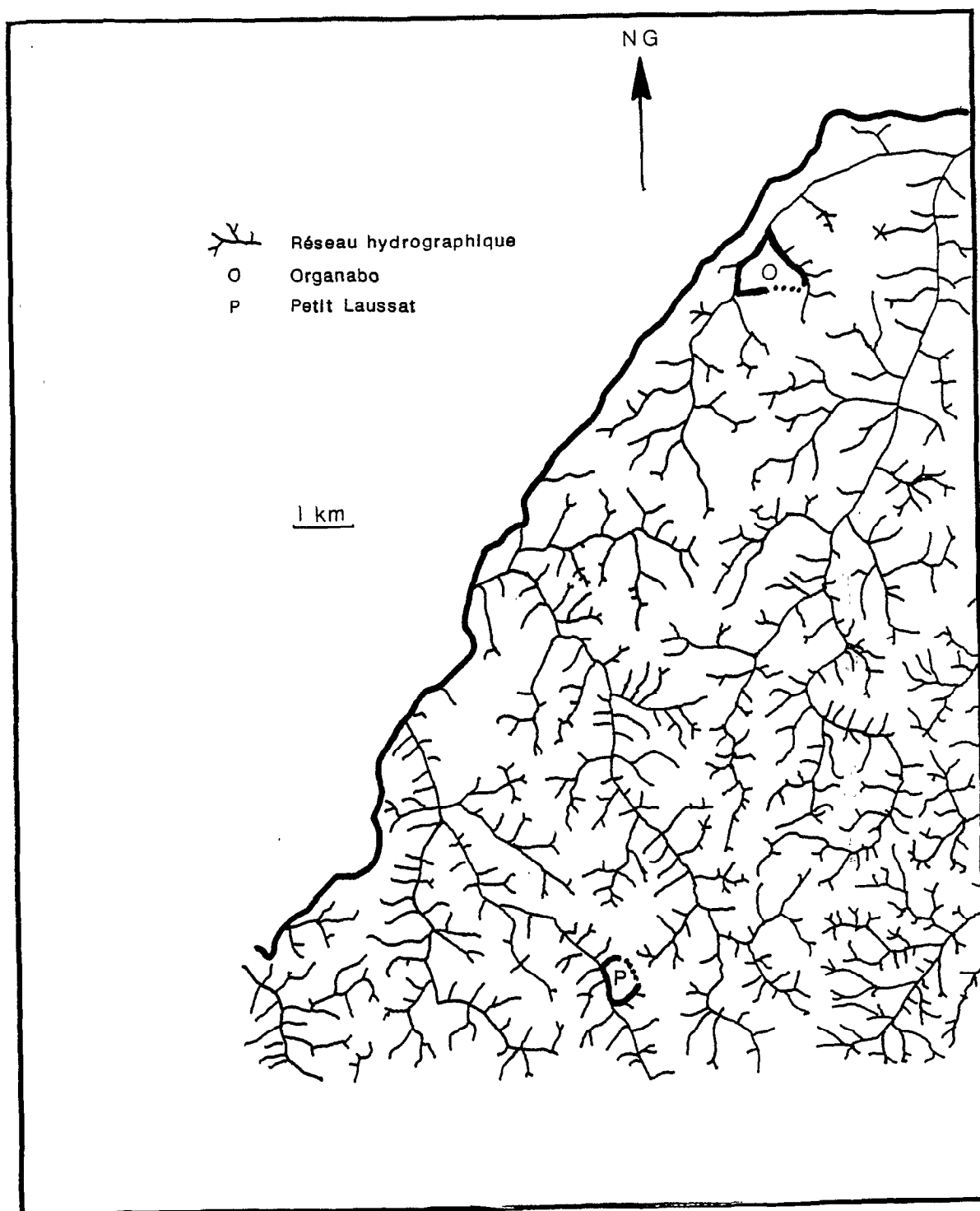


Fig. 4b : Carte topographique au 1/100 000 des sites étudiés
(d'après IGN 1/50 000 - 1979)

II) ORGANABO

Les méthodes d'analyse employées ne présentent pas d'originalité notable dans le cadre des dernières études tridimensionnelles réalisées en Guyane française et Amazonie brésilienne (FRITSCH - 1984, LUCAS - 1989, ROBAIN - 1989). Leur description détaillée figure en annexe.

Brièvement, l'étude d'une unité de modelé comporte deux volets :

- l'analyse tri-dimensionnelle proprement dite, qui consiste à repérer sur le terrain les traits et volumes pédologiques de la couverture de sol et étudier leurs relations géométriques. Pratiquement, le pédologue parcourt quelques transects judicieusement choisis (le long des plus grandes pentes, en étoile, en arêtes de poissons ou toute autre distribution pratique). Il dessine sur une coupe les contours des traits et volumes rencontrés en réalisant des sondages (ou fosses selon l'échelle des organisations étudiées) de plus en plus rapprochés. Un parcours rapide de quelques transects supplémentaires permet d'ajouter la troisième dimension à ces enveloppes. Cette analyse permet de mettre en évidence des relations géométriques existant entre différents volumes.

- l'analyse micromorphologique, effectuée sur des lames minces d'échantillons à structure conservée affine les relations géométriques mises en évidence et permet d'en découvrir d'autres. Etayée par des analyses physiques et chimiques (granulométrie, composition chimique, micro-analyses sur lames minces, diffractométrie etc.), elle aboutit à une interprétation pédogénétique de la couverture de sol.

La figure 4a montre la localisation exacte du site d'ORGANABO sur la carte pédologique au 1/50 000° (ORSTOM - 1985). On voit que l'unité 5 (Podzol) occupe environ la moitié de l'aire retenue. La figure 4b représente la topographie générale de cette zone (échelle réduite au 1/100 000 sur les deux cartes).

L'unité de modelé (fig. 5) a grossièrement la forme d'un triangle de 70 ha dont les deux côtés seraient limités par des axes de drainage confluents, et la base constituée pour sa moitié Ouest d'un axe de drainage temporaire, et pour sa moitié Est d'un col la reliant à l'unité suivante. Le dénivelé maximal est de 17 mètres. La pente moyenne est de 3,3%. En fait, le sommet de l'interfluve est plat : nous sommes sur une portion de plateau. La pente des versants atteint 16% (VEILLON - 1984).

Sur la figure 5 a été représentée la répartition des sols dont l'horizon supérieur est purement sableux (podzols, sols hydromorphes sableux) et ceux où l'argile est présente (sols de transition aux podzols, sols ferrallitiques de plateaux et de versants).

On remarque que les aires où le sol est encore argileux sont localisées en couronne autour du plateau, sur les pentes. Au nombre de quatre, elles ont des superficies différentes.

Nous avons choisi de présenter le plateau d'ORGANABO en commençant par une description morphologique de trois transects reliant le centre du plateau (podzolisé) aux thalwegs. Le premier transect traverse la zone la plus étendue de sol ferrallitique. Le second recoupe la plus petite. Le troisième est exclusivement situé dans la zone de sols sableux.

Des études analytiques compléteront cette observation macro et micromorphologique, avant d'extrapoler nos conclusions sur l'ensemble de l'unité (étude en plan).

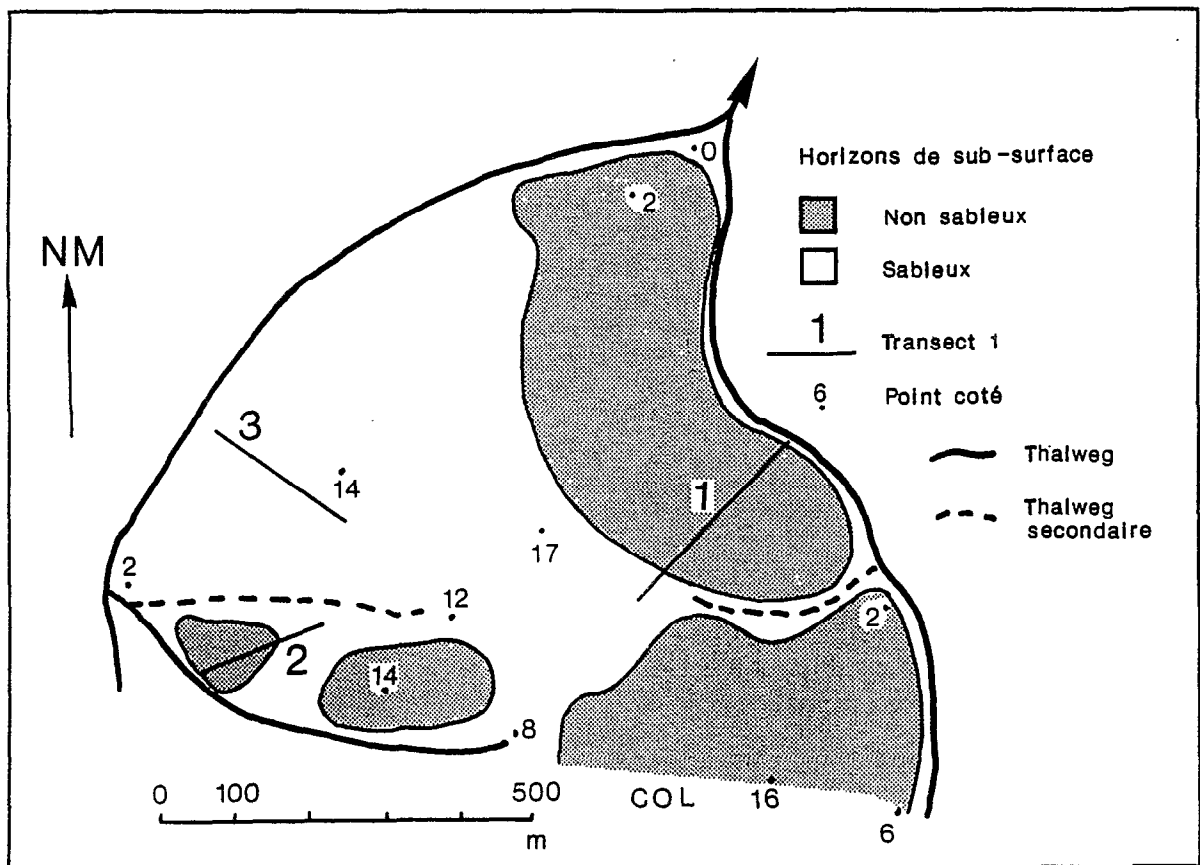


Fig. 5 : ORGANABO :
Granulométrie des horizons de sub-surface
et morphologie du site étudié

A) ETUDE DE L'UNITE DE MODELE

Les organisations situées complètement à l'aval des transects ne seront pas décrites en détail. Leur pédogenèse est essentiellement liée à l'hydromorphie des thalwegs.

La nomenclature des horizons n'a aucun rapport avec les classifications officielles : il s'agit simplement d'une typologie de terrain ayant l'avantage de ne pas fournir abusivement de contenu génétique à un stade de travail ne l'autorisant pas ¹. Le code alphanumérique choisi pour représenter les horizons indique le groupe (horizons de surface, de profondeur, altérites, du podzol etc.) auquel ils appartiennent (la lettre) et un numéro d'ordre dans ce groupe (le chiffre). La nomenclature étant commune aux deux sites étudiés, de nombreux horizons ne seront pas décrits dès ORGANABO.

Les couleurs sont données en respectant les conventions du code MUNSELL (1975) y compris pour les descriptions littérales des teintes. Sauf précision contraire, la couleur est mesurée sur l'échantillon humide.

Quant aux termes de microscopie optique, ils sont tirés de l'ouvrage de BREWER (1964) ou des conventions établies par STOOPS et JONGERIUS (1975) pour quelques termes de structure.

1) TRANSECT 1

Nous allons suivre les organisations pédologiques en partant du pôle ferrallitique du versant (fig. 6) pour aboutir au podzol (au centre du plateau). La localisation des échantillons étudiés en microscopie est indiquée sur la figure 7, celle des échantillons passés au diffractogramme à rayons X l'est sur la figure 8.

a) Le profil ferrallitique

Morphologie

Nous observons à la base du profil (à gauche du point A sur la figure 6) un matériau blanc à nombreux volumes beiges et rouges centimétriques, de texture argilo-sableuse (e8).

¹ Et l'inconvénient, du fait de sa trop grande personnalisation, d'être difficile à retenir au cours de la lecture. Si vous êtes soigneux, une feuille volante récapitulant les principales informations de ce codage doit encore être glissée dans ce volume.

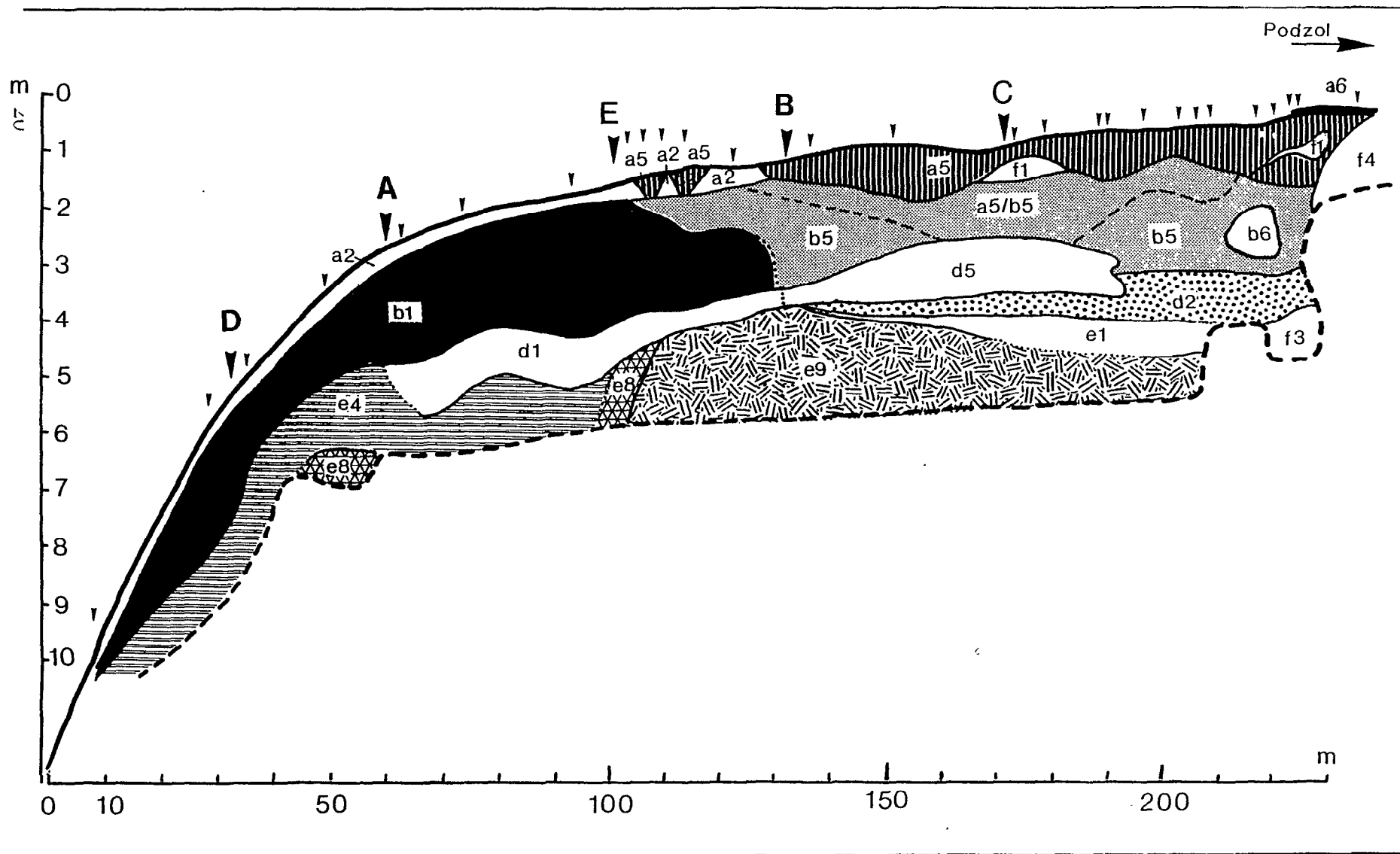


Fig. 6 : Transect 1 (légende des horizons en annexe)

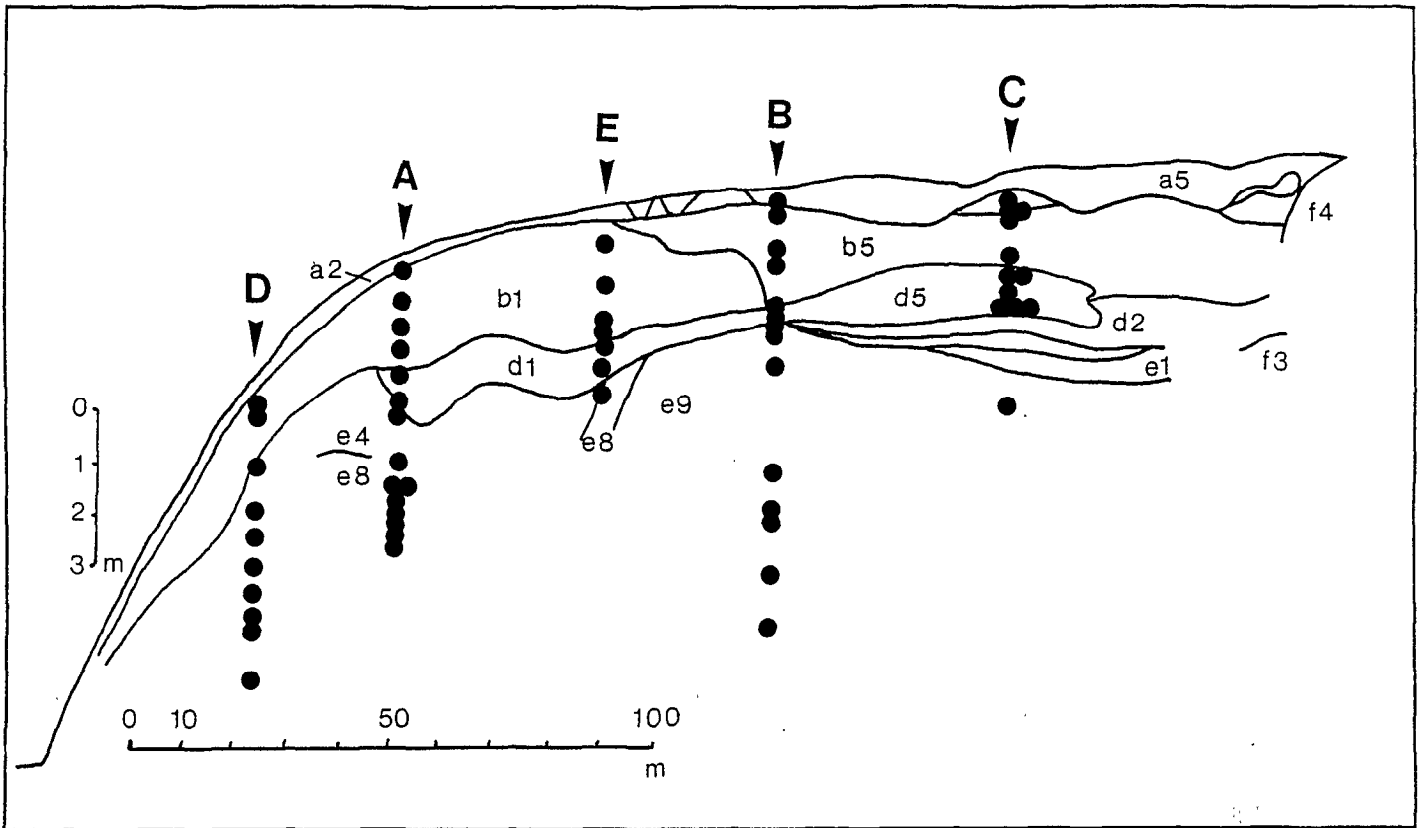


Fig. 7 : Localisation des sites analysés en microscopie

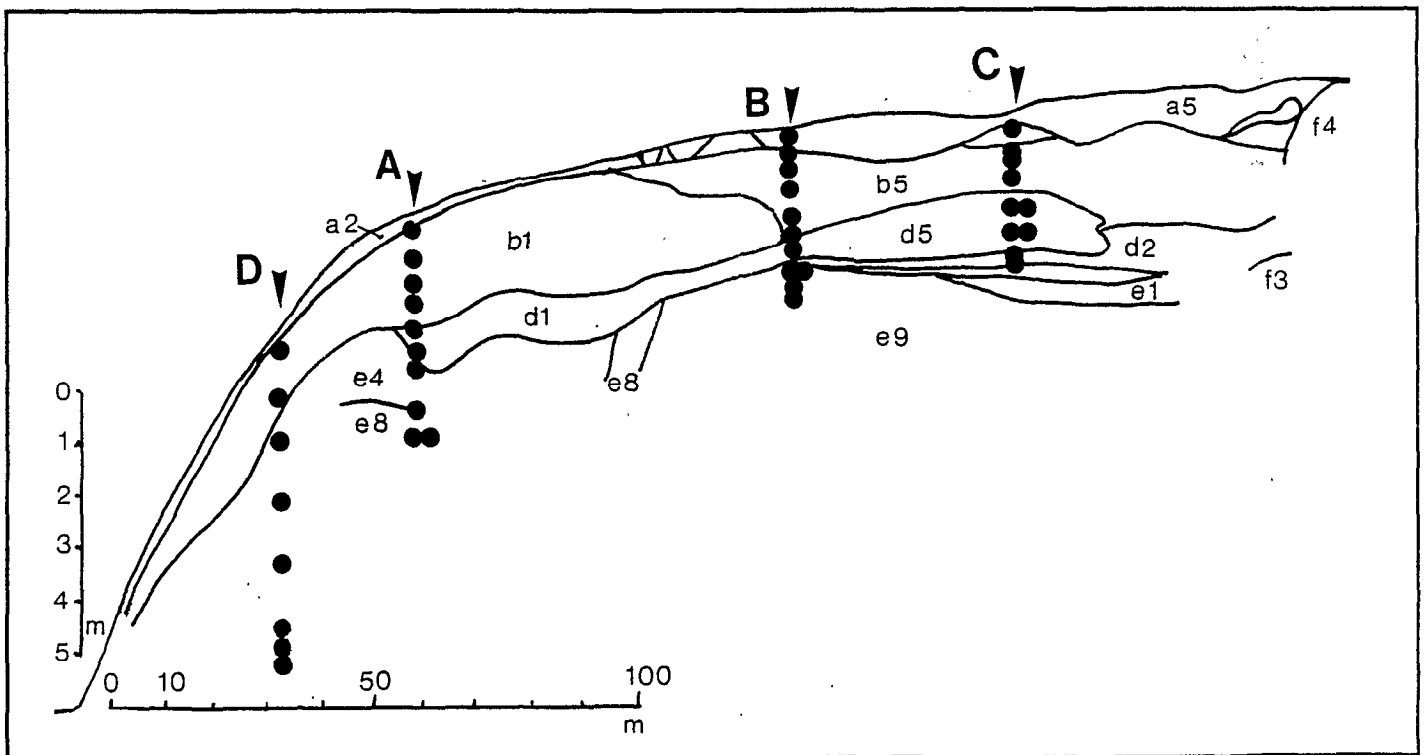
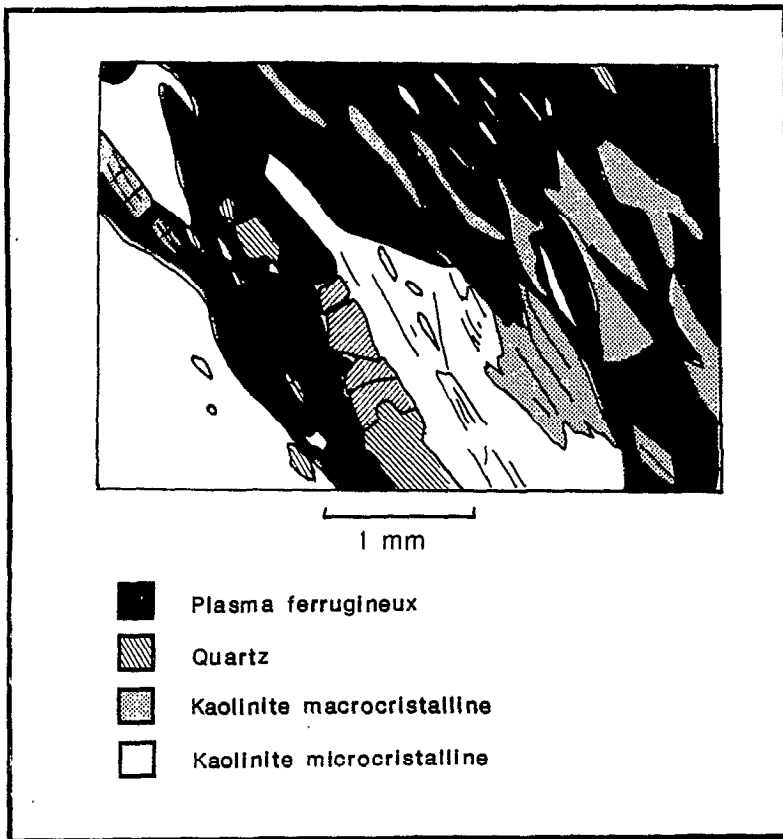


Fig. 8 : Localisation des sites analysés aux R. X



En microscopie optique, on voit que la structure en filons de la roche est conservée (fig. 9). Ces filons de quartz, et pour une plus faible part, de tourmaline, sont en cours de kaolinisation. Il est d'ailleurs possible de trouver des filons recoupés par de la kaolinite néoformée. Ces néoformations occupent parfois des plages de plusieurs millimètres (fig. 10).

Fig. 9 : Altérite e8
Vue en microscopie optique

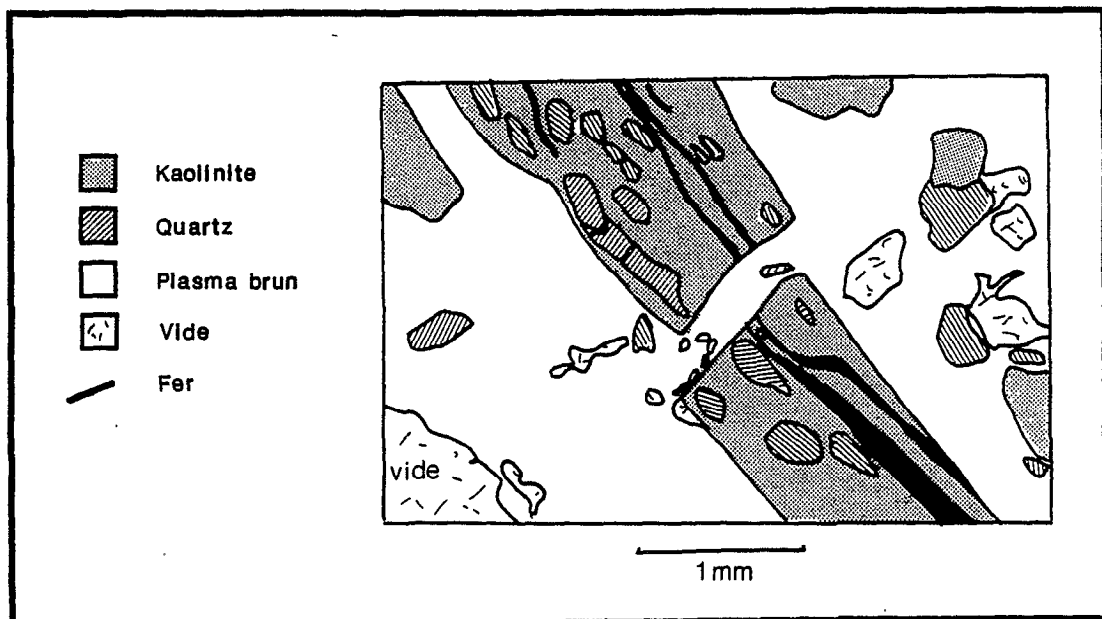


Fig. 11 : Horizon e4. Vue en microscopie optique

Les kaolinites, de taille supérieure à deux microns, y sont empilées en accordéon. Cet horizon e8 est donc une allotérite (CHATELIN - 1972) en cours de transformation.

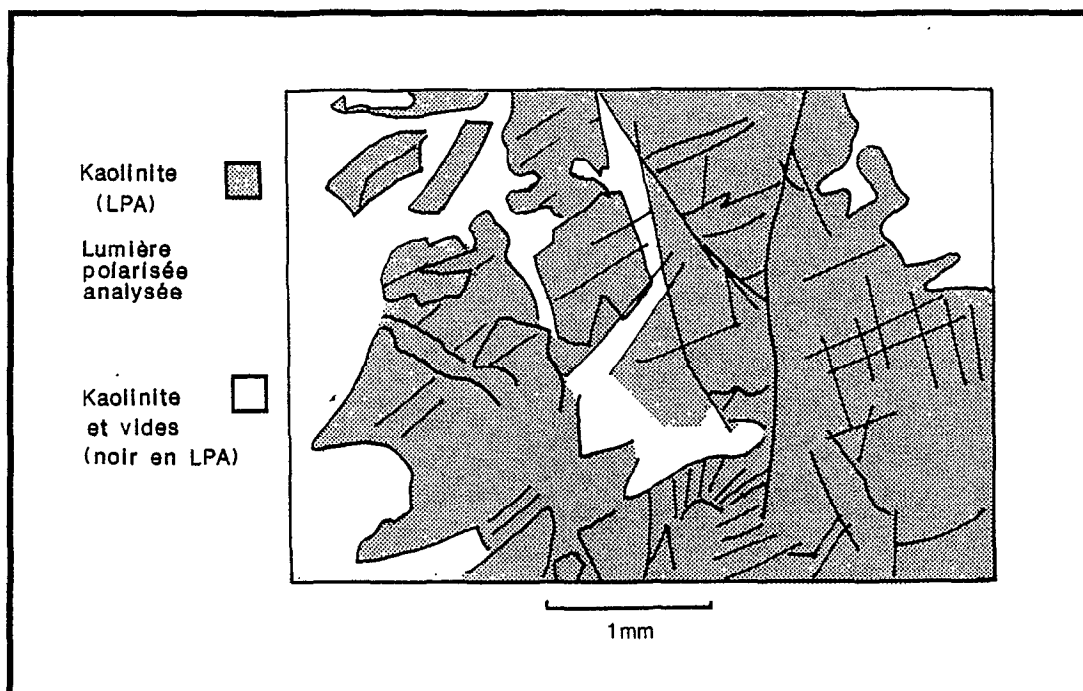
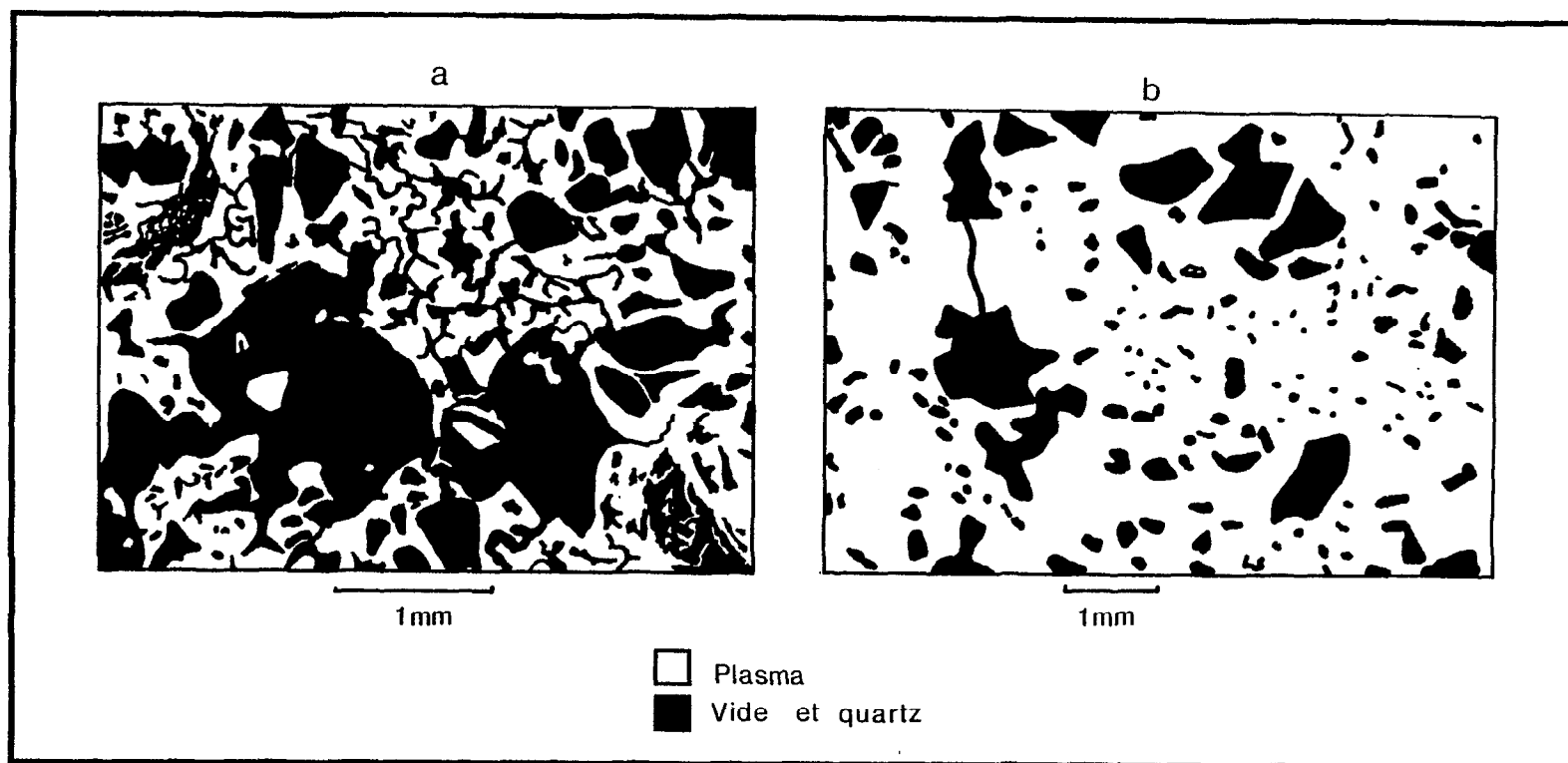


Fig. 10 : Altérite (e8) - Néoformations millimétriques de kaolinite

En montant dans le profil, vers trois mètres cinquante de profondeur, un horizon rouge à volumes violacés centimétriques riches en quartz (e4) succède à l'allotérite à dominante blanche. L'étude micromorphologique de cet horizon nous montre l'existence d'un plasma brun-rougeâtre en lumière naturelle, plutôt isotrope en lumière polarisée. Les quartz sont répartis régulièrement dans le fond matriciel, mais on les trouve par endroits organisés en filons identiques à ceux de l'allotérite e8 (fig.11).

Ces filons sont souvent ferruginisés et sont isolés au sein du fond matriciel pédoturbé : la structure de la roche mère est donc presque entièrement détruite par l'altération : l'horizon e4 est une altérite en cours de pédoturbation.

Au dessus de cet horizon e4 se trouve un matériau rouge à brun rougeâtre, argileux, d'aspect assez homogène (b1). En microscopie, nous voyons que les quartz sont régulièrement répartis, le plasma brun rougeâtre est encore hétérogène, des vides lacunaires sont présents (l'assemblage est porphyroscelique). Au sommet de l'horizon, le plasma est beaucoup plus homogène : la pédoturbation s'accroît de la base vers le sommet de cet horizon. De plus, une micro-agrégation remodèle localement l'assemblage du fond matriciel (fig. 12).



**Fig. 12 : Horizon b1. Vue en microscopie optique
Développement de la macro-porosité et apparition
d'une structure micro-agrégée du bas (b) vers
le haut (a) de l'horizon.**

En surface apparait un horizon humifère peu épais, brun jaunâtre, argilo-sableux (a2).

Nous avons ici une séquence ferrallitique verticale homogène, dans laquelle nous pouvons suivre le passage continu d'une organisation lithologique à une organisation pédologique.

Etudes minéralogiques

Le passage au diffractomètre à rayons X d'échantillons broyés montre la présence de kaolinite et de quartz dans tout le profil. Les filons ferruginisés de l'altérite ont des pics plus petits que ceux observés dans le reste de l'horizon. Le fer est sous la forme d'hématite. Certains échantillons de l'altérite (probablement prélevés dans des sites de néoformations) ne contenaient pratiquement que de la kaolinite. On trouve des traces de smectites et de muscovites en profondeur et jusqu'à 120 cm. Il y a des traces de gibbsite à 200 cm de profondeur : ce minéral n'a pas été décelé à l'étude microscopique¹.

b) Les deux transformations latérales

Morphologie

Discontinuité dans la séquence ferrallitique

En allant vers le podzol, au niveau de la fosse A (fig. 6), apparait en profondeur un horizon rouge à volumes jaunes délavés centimétriques (d1). Sa texture est plus sableuse que les deux horizons qui l'encadrent, et devient de plus en plus sableuse en s'approchant du podzol. Il est également riche en graviers de quartz. Cet horizon apparait en biseau entre l'horizon contenant des reliques d'altérite (e4) et l'horizon pédoturbé rouge (b1). Il vient interrompre la séquence verticale de transformation présentée au paragraphe précédent et dont nous avons montré la continuité.

Il s'agit donc d'une transformation postérieure à l'établissement du profil ferrallitique, qui se propage latéralement. Or, s'il n'existe pas de gros graviers dans l'horizon pédoturbé (b1), nous en trouvons fréquemment au sein de l'altérite. Il semblerait donc que les horizons altéritiques (ou qui en sont directement issus) subissent en d1 un départ d'argile important qui aboutit à une concentration relative en quartz grossiers.

Les géologues interprétaient cet horizon riche en sables grossiers comme un dépôt deltaïque trahissant une discontinuité sédimentaire et imposaient logiquement un caractère également sédimentaire au matériau plus fin le surmontant, sans pouvoir déterminer son origine avec exactitude. Nous voyons qu'il est possible d'expliquer différemment ces concentrations de

¹ Contrairement au site de Petit-Laussat où la nodulation gibbsitique est prépondérante sur le profil ferrallitique.

sables. L'argumentation principale des géologues concernant la Série Détritique de Base est donc mise en défaut¹.

Disparition d'un horizon de la séquence ferrallitique

Un peu plus loin dans la séquence, nous observons le passage de l'horizon à reliques d'altérite (e4) à une isaltérite assez argileuse (e8) puis à une isaltérite sablo-argileuse (e9).

Modification des horizons humifères

En surface, l'horizon humifère a2 est remplacé par un horizon plus épais, plus gris et plus sableux (a5). Cet horizon apparaît d'abord de façon discontinue, puis continue et se maintient jusqu'au podzol. Le passage aux horizons sous-jacents (b1 ou b5) a lieu par interpénétrations de volumes centimétriques analogues à chacun des horizons : des volumes de matière organique imprègnent le sommet des horizons de couleur vive, alors que des reliques de ces mêmes horizons vifs subsistent dans l'horizon humifère : celui-ci est donc en train de se développer progressivement aux dépens de l'horizon sous-jacent.

Modification de l'horizon médian pédoturbé

Cet horizon sous-jacent qui était rouge et argileux (b1) passe, d'abord au sommet puis sur toute son épaisseur, à un horizon brun vif à brun jaunâtre (b5). Parallèlement, sa texture, d'argilo-sableuse, devient sablo-argileuse lorsqu'on s'approche du podzol. Dans le fond matriciel de l'horizon b5, les sables sont très nombreux, le plasma est plutôt micro-agrégé et les vides importants (assemblage agglomératif à intertextique).

Modification de l'horizon profond à redistributions du fer

En profondeur, l'horizon rouge à volumes jaunes, riche en graviers (d1) passe latéralement et de manière progressive à un horizon jaune à volumes centimétriques rouges, dont la texture est de plus en plus sableuse en allant vers le podzol (d5).

Apparition d'un magasin de nappe

L'horizon (b5) surmonte un niveau brun très pâle, très sableux et gorgé d'eau en toutes saisons (d2) : il s'agit d'un horizon de circulation de la nappe. Sous ce matériau très sableux apparaît un horizon blanc porcelané, plus argileux (e1, qui est ici sablo-argileux, contrairement aux autres transects où sa texture est argileuse). Il n'a pas été possible de traverser la nappe pour prélever des échantillons intacts de cet horizon, tant le matériau supérieur est fluant. BOULET et al. (1979 a) interprètent cet horizon comme un niveau de néoformations intenses de kaolinites lié au front de podzolisation.

¹ Le second critère étant la répartition de la Série Détritique de Base sur des plateaux d'altitude comparable, interprétés comme les reliques d'une ancienne terrasse d'épandage deltaïque.

Minéralogie

Le minéral le plus abondant est bien sûr le quartz, qui domine largement le diffractogramme des rayons X dans l'horizon d5. Le pic de la kaolinite est de plus en plus effacé vers le podzol (kaolinite moins abondante et/ou moins bien cristallisée). Enfin, les diffractogrammes des échantillons surmontant l'altérite dans les fosses B et C présentent tous un petit pic de gibbsite bien net (qui dépasse même celui de la kaolinite dans le cas de la fosse C).

c) La podzolisation

Quelques dizaines de mètres avant le podzol¹, nous observons en sub-surface l'apparition discontinue d'un Bh assez marqué (horizon plus sombre f1, contenant 2% de matière organique alors que les horizons qui l'encadrent ne dépassent pas 1%). La transition entre horizon humifères (a5) et horizon vif ferrallitique (b5) est alors de plus en plus épaisse, au point d'occulter localement l'horizon brun jaunâtre homogène (b5).

Enfin, quelques mètres avant le podzol apparaît une concentration de fer à moyenne profondeur (b6), et vers quatre mètres de profondeur un horizon brun noirâtre, riche en fer et en matière organique, très difficile à percer à la tarière (f3). Cet horizon n'a pas été suivi sous le podzol, mais nous avons pu vérifier sur un transect voisin qu'il se prolonge bien sous le sable blanc (f4) (VEILLON - 1984). L'horizon de sable blanc apparaît brutalement : sa limite avec les autres horizons est presque verticale. Remarquons toutefois que les textures sont assez comparables de part et d'autre de la ligne de blanchiment (tout est très sableux).

Un mor (a6) se développe quelques mètres avant l'apparition du podzol.

¹ Défini sur les deux unités comme la superposition d'un mor, d'un horizon de sable blanc codé f4 et d'un horizon d'accumulation de matière organique et de fer codé f3.

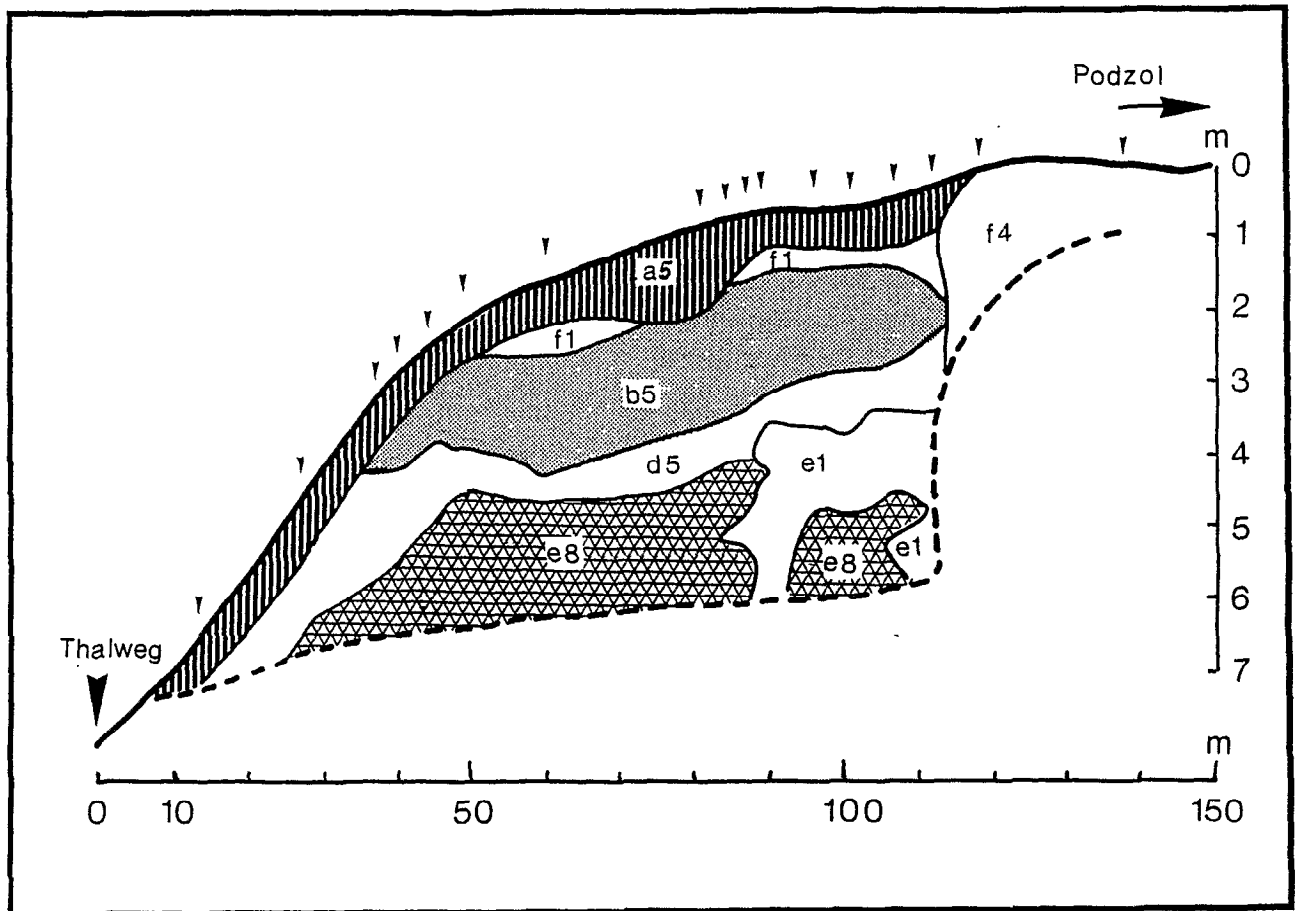


Fig. 13 : Transect 2
(Légende des horizons en annexe).

2) TRANSECT 2

Ce transect (fig. 13) est plus court et présente moins d'horizons que le précédent. En effet :

- Il n'a pas d'horizons de surface vif (a2) mais seulement un horizon gris, sableux et épais (a5) ;
- l'horizon Bh (f1) est très développé, proportionnellement à la longueur du transect ;
- l'horizon médian est brun vif à brun jaunâtre, sablo-argileux (b5). Il n'y a pas d'horizon rouge argileux (b1) ;
- l'horizon à graviers est jaune pâle à volumes rouges (d5). Sa texture est sableuse et il repose directement sur l'isaltérite : il n'y a pas d'horizon rouge argileux à lithoreliques (e4) ;
- enfin, l'allotérite (e8) est recoupée par un horizon de kaolinite pure (e1) beaucoup plus épais que celui du transect 1.

Le passage au podzol ne présente pas de différence avec le transect 1. Nous n'avons pas creusé suffisamment profondément pour atteindre l'horizon spodique (f3) car il existe sur les transects voisins.

Globalement, on peut dire qu'il n'existe sur ce transect que les organisations pédologiques les plus appauvries en argile et probablement en fer (leur couleur est moins rouge). Parallèlement à cet appauvrissement important en argile, on trouve un horizon de kaolinite beaucoup plus épais en profondeur.

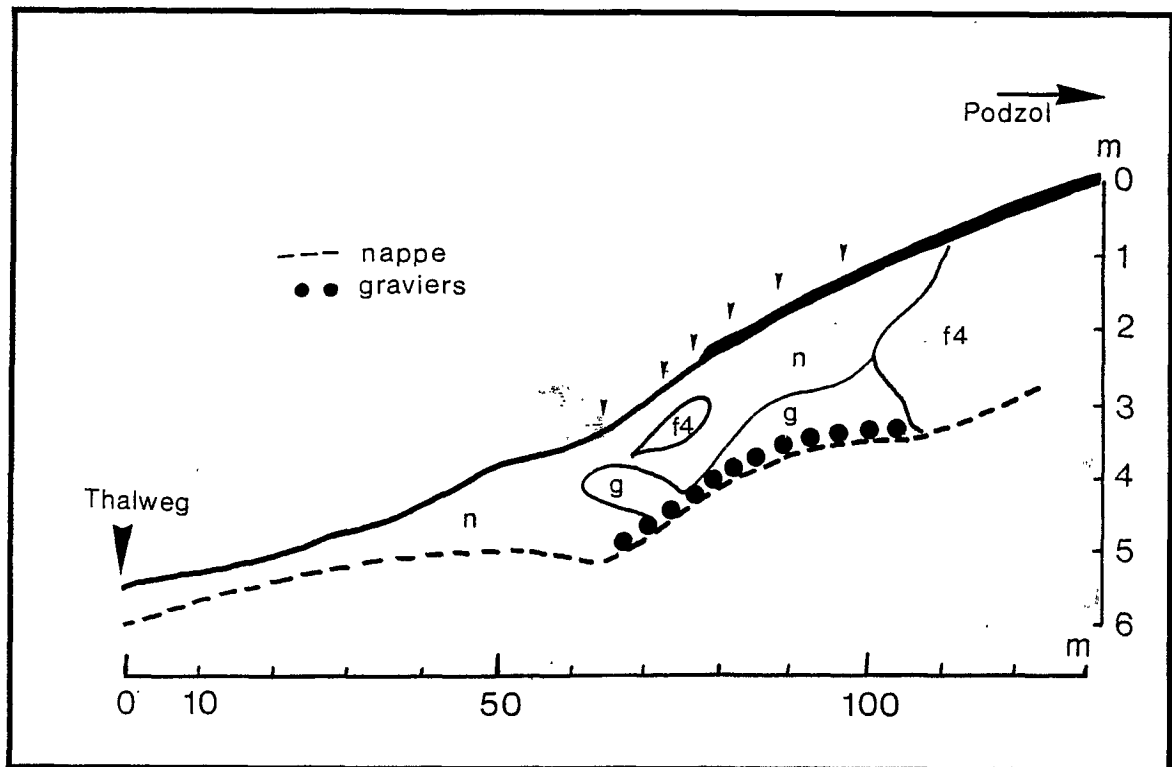


Fig. 14 : Transect 3
(Légende des horizons en annexe volante)

3) TRANSECT 3

Il n'y a plus sur ce transect que trois horizons (fig. 14) : le sable blanc à l'amont (f4, en continuité avec l'horizon blanc des transects 1 et 2), le sable gris au milieu (g) et le sable foncé à l'aval (n). En profondeur, les sondages ont permis de retrouver un niveau riche en graviers. La partie aval de la coupe est engorgée pendant la saison des pluies.

La pauvreté de ce paragraphe égale celle du transect en argile.

4) CONCLUSION DE L'ETUDE MORPHOLOGIQUE DES TRANSECTS

La séquence verticale du transect 1 (à gauche de la fosse A) est la seule séquence de l'unité de modelé dans laquelle nous puissions suivre une évolution continue depuis la roche jusqu'à l'horizon humifère sous l'effet de l'altération, de la pédoturbation puis de l'activité biogéochimique (matière organique).

Lorsqu'on s'éloigne de cette séquence, on observe son interruption par de nouvelles organisations pédologiques discordantes, voire son démantèlement avec la disparition progressive de ses horizons les plus caractéristiques (e4, b1, a2).

Nous pouvons donc admettre que cette séquence ferrallitique constitue le pôle initial de la pédogenèse sur notre unité de modelé, pôle à partir duquel nous pouvons suivre les transformations qui l'ont affecté.

Ces transformations interviennent à deux niveaux :

- en profondeur, avec l'apparition d'un horizon de couleur hétérogène, appauvri en argile et riche en graviers (d1 puis d5) qui se prolonge d'ailleurs près du podzol par un niveau de circulation de la nappe (d2) ;
- en surface, avec l'appauvrissement progressif en argile lié à la migration de la matière organique en profondeur (horizons a5 et f1).

La continuité de ces organisations et leur développement de plus en plus intense lorsqu'on se rapproche du podzol laissent présager une relation entre ces deux transformations et la podzolisation.

Celle-ci a lieu brutalement dans l'espace : l'horizon de sable blanc (f4) se présente comme un mur auquel s'adosent les dernières organisations des transformations appauvrissantes de la séquence ferrallitique.

Peut-on quand même dissocier le processus de podzolisation des deux transformations affectant le pôle ferrallitique ? Il faudrait pour cela trouver une différence dans les paramètres à l'origine des deux pédogenèses. Or, nous savons que :

- le climat est identique entre le cœur podzolisé du plateau et la couronne ferrallitique ;
- la roche apparaît identique. Les variations locales sont toujours possibles, mais de telles variations n'ont pas été mises en évidence au niveau des altérites ;
- le pédoclimat pourrait être différent : on pourrait avancer que la dynamique de l'eau est différente au centre du plateau par rapport à sa couronne. Mais l'étude des transects 2 et 3 nous a montré que la podzolisation pouvait fort bien se développer jusqu'au bord du plateau (transect 2) voire, sur le versant lui-même (transect 3)¹.

En fait, notre hypothèse de transformation signifie que chaque profil vertical s'est développé à la suite d'un profil moins appauvri, dont on peut d'ailleurs observer l'organisation quelques mètres vers l'aval, puisque toute la séquence de transformation s'étale géographiquement sur la couronne du plateau.

Il est alors assez tentant de supposer que le podzol s.s. s'est développé à partir de la séquence très appauvrie dont il est le voisin immédiat.

¹ La géomorphologie aurait pu jouer un rôle : BOULET et al. (1979 b) ont expliqué la différenciation pédologique des bassins versants du site ECEREX par la descente du réseau de drainage dans le modelé. Mais cette interprétation rejoint celle que nous allons faire.

Nous n'avons pas d'arguments décisifs appuyant cette hypothèse à ce stade de l'étude morphologique : nous n'avons pas trouvé de pédoreliques ferrallitiques au sein du sable blanc qui prouveraient de façon irréfutable l'existence d'un épisode ferrallitique antérieur à la podzolisation.

Mais l'appauvrissement progressif que nous avons décelé le long du transect trouverait son terme logique dans la podzolisation. La géométrie légèrement courbée du sable blanc enveloppant les horizons ferrallitiques observée sur certains transects et sur des coupes de carrière confirmerait cette interprétation.

L'étude plus fine des paramètres physiques est maintenant nécessaire pour étayer notre hypothèse.

B) ETUDE ANALYTIQUE

1) PROFILS GRANULOMETRIQUES

La figure 15 représente les profils granulométriques de trois fosses A, B et C du transect 1 (figure 6). Deux points présentent un certain intérêt :

- sur la fosse A, la plus proche du pôle ferrallitique, le taux d'argile est constant et reste supérieur au taux de sable grossier, sauf en deux endroits (indiqués par les flèches) : en surface (horizon humifère), et vers 250 cm de profondeur (horizon riche en graviers d1). Lorsqu'on se rapproche du podzol (fosses B et C), ces zones d'inversion des courbes d'argile et de sable grossier ne cessent de s'agrandir, au point de se rejoindre près du podzol, dans la fosse C, où il y a toujours plus de sables grossiers (aux alentours de 80%) que d'argile. Ces inversions correspondent aux départs d'argile dus aux deux transformations mises en évidence lors de l'étude morphologique (appauvrissement de surface, appauvrissement de profondeur).

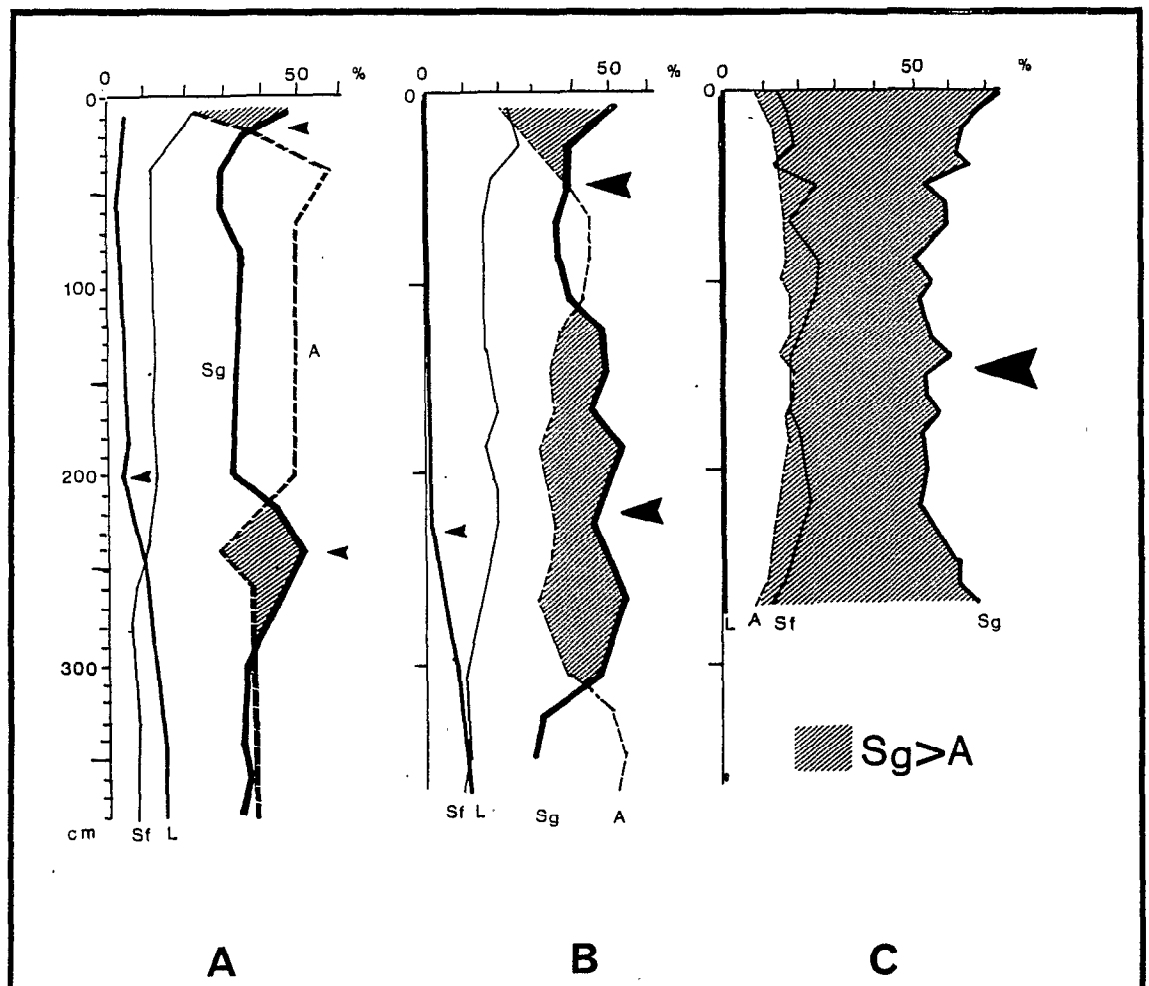


Fig. 15 : Profils granulométriques des fosses A, B et C du transect 1

- le taux de limon est presque nul en surface des trois fosses. Il commence à augmenter dans les altérites, ce qui est logique puisque nous avons vu que ces matériaux sont le siège de néoformations importantes de kaolinite de taille limoneuse. Mais sur le profil A, la courbe de limon commence à augmenter dès l'horizon riche en graviers (d1). Si nous admettons que le limon granulométrique est un marqueur de l'altérite, alors nous voyons que l'horizon riche en graviers (d1) s'est formé aux dépens de l'altérite (au moins en partie). L'appauvrissement de profondeur commence donc au sommet de l'altérite, avant de s'étendre à la totalité du profil en rejoignant celui de surface.

2) GRANULOMETRIE ET TENEUR EN FER SUR LE TRANSECT 1

Une série d'analyses effectuées sur des échantillons provenant de sondages rapprochés a permis de représenter sur la coupe du transect 1 les isovaleurs d'argile, de limon fin, de sable grossier et de fer calculées par krigeage (avec le logiciel BluePack, collaboration de C. GASCUEL-ODOUX). La position des sondages est figurée sur la coupe par un petit trait vertical. Les échantillons (174) ont été prélevés tous les 20 cm jusqu'à 60 cm de profondeur, puis tous les 40 cm.

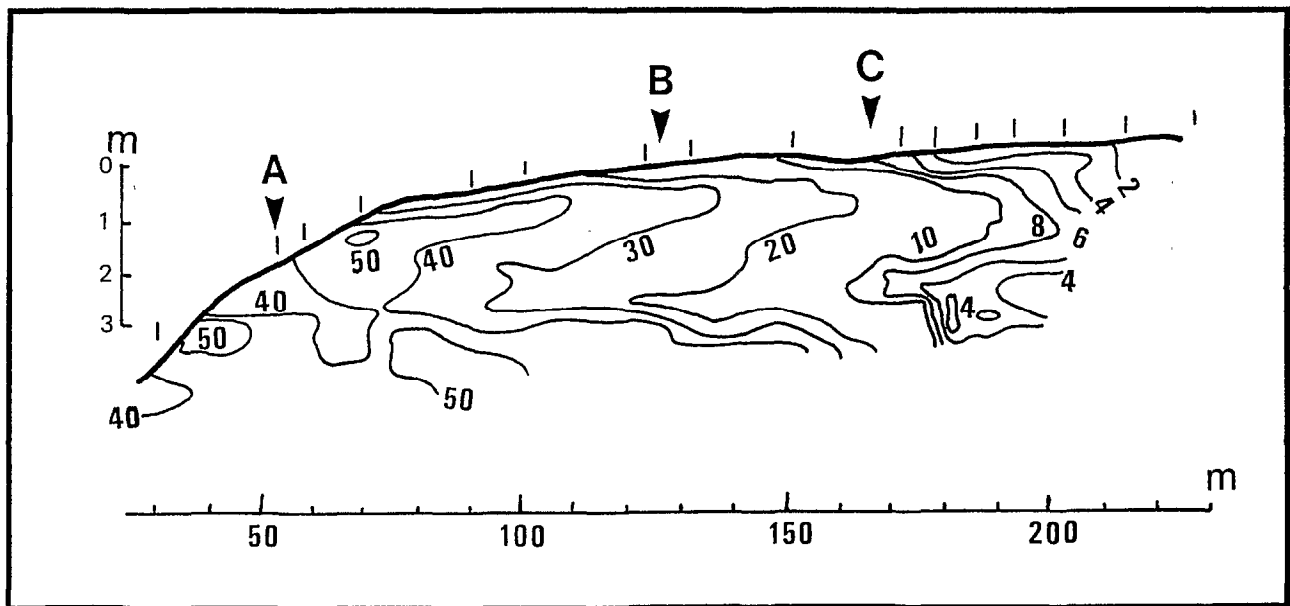


Fig. 16 a : Transect 1 - Courbes d'isovaleurs d'argile

Nous voyons de façon nette les deux fronts d'appauvrissement en argile qui attaquent la séquence ferrallitique initiale, l'un en surface, l'autre en profondeur, interrompant l'évolution normale de l'altérite (fig. 16 a). Le sable grossier a un comportement pratiquement opposé à celui de l'argile (fig. 16 b).

En postulant que la quantité de sables grossiers ¹ n'a pratiquement pas varié depuis leur libération de l'altérite (dissolution négligeable en regard de leur taille et exportation mécanique absente), nous pouvons calculer le départ de matière provoqué par la podzolisation : les deux tiers de l'altérite ont disparu (on passe de 30 à 95% de sable grossier), exportés en solution, puisque nous n'avons vu aucune trace d'accumulation sur les transects. Cette estimation rapide confirme les pourcentages calculés par LELONG (1968) : entre 33 et 37% du granite est constitué de quartz. Les deux tiers des produits issus de la roche ont donc disparu à la fin de la podzolisation. Du fait de la porosité des horizons blanchis et sans tenir compte de la densité des minéraux, le volume de roche disparue est au maximum le double du volume actuel de sable blanc.

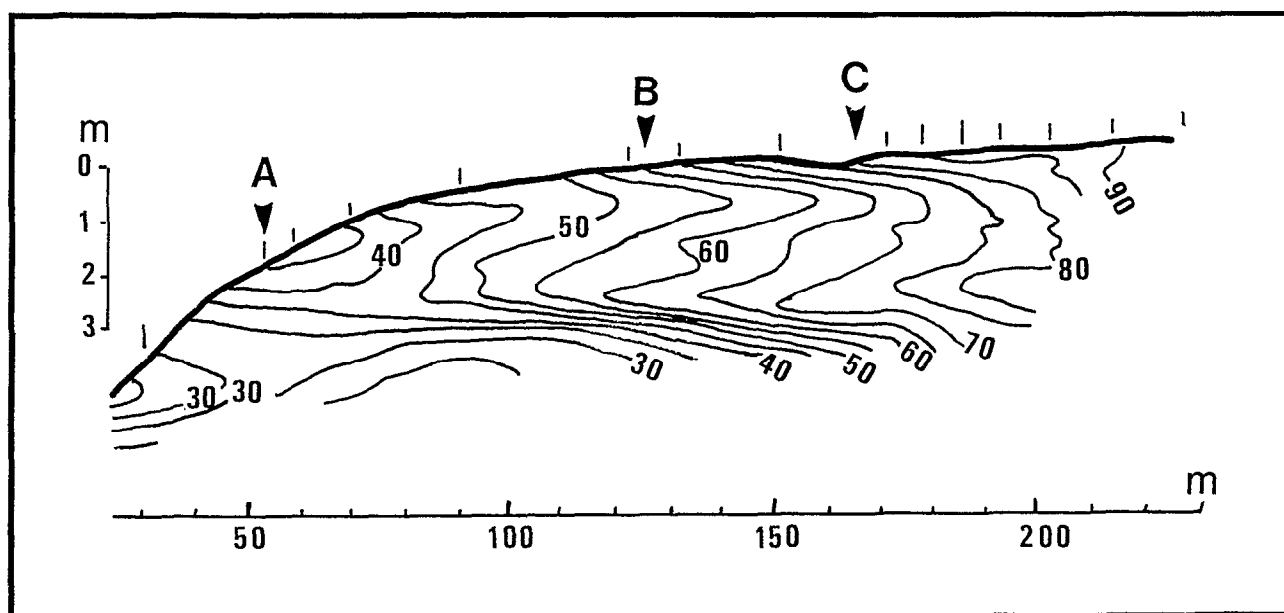


Fig. 16 b : Transect 1 -
Courbes d'isovaleurs de sable grossier

Le limon fin a presque disparu des horizons pédologiques (il n'en reste que 1 à 2 %), mais augmente en profondeur jusqu'à 10% (fig. 16 c). Cela confirme l'étroite relation entre teneur notable de limon et altérite. Le limon grossier a une distribution semblable à celle du limon fin, mais son taux reste faible dans l'altérite (4%).

¹ Le sable fin, distribué régulièrement sur la coupe, est peu abondant

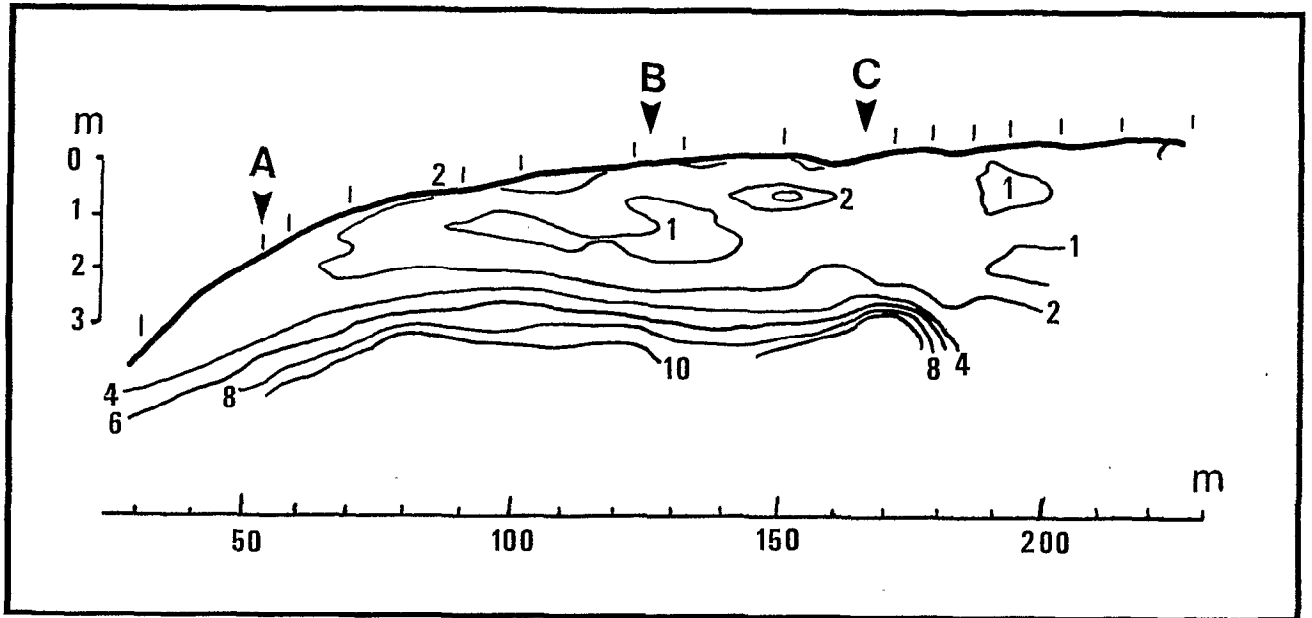


Fig. 16 c : Transect 1 -
Courbes d'isovaleurs de limon fin

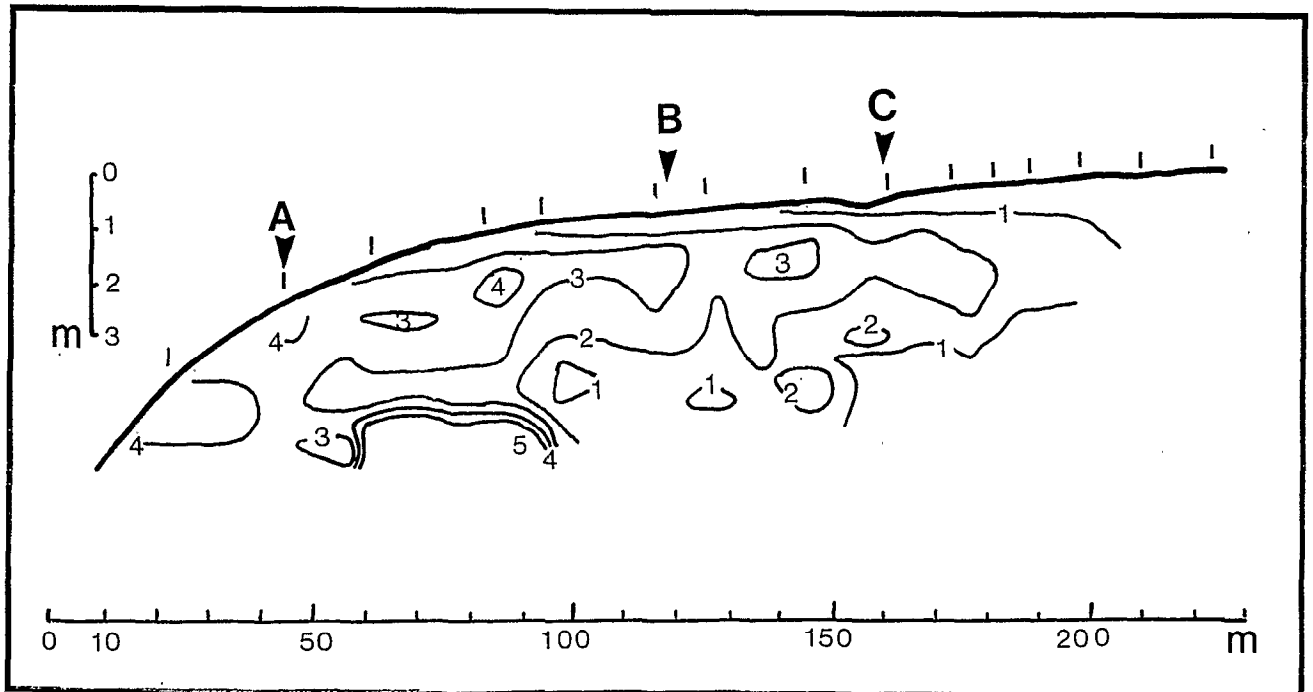


Fig. 16 d : Transect 1 -
Courbes d'isovaleurs de fer

La figure 16 d nous permet de vérifier que le départ du fer coïncide avec celui de l'argile : nous pouvons distinguer les deux fronts d'appauvrissements sur la coupe, en surface et en profondeur.

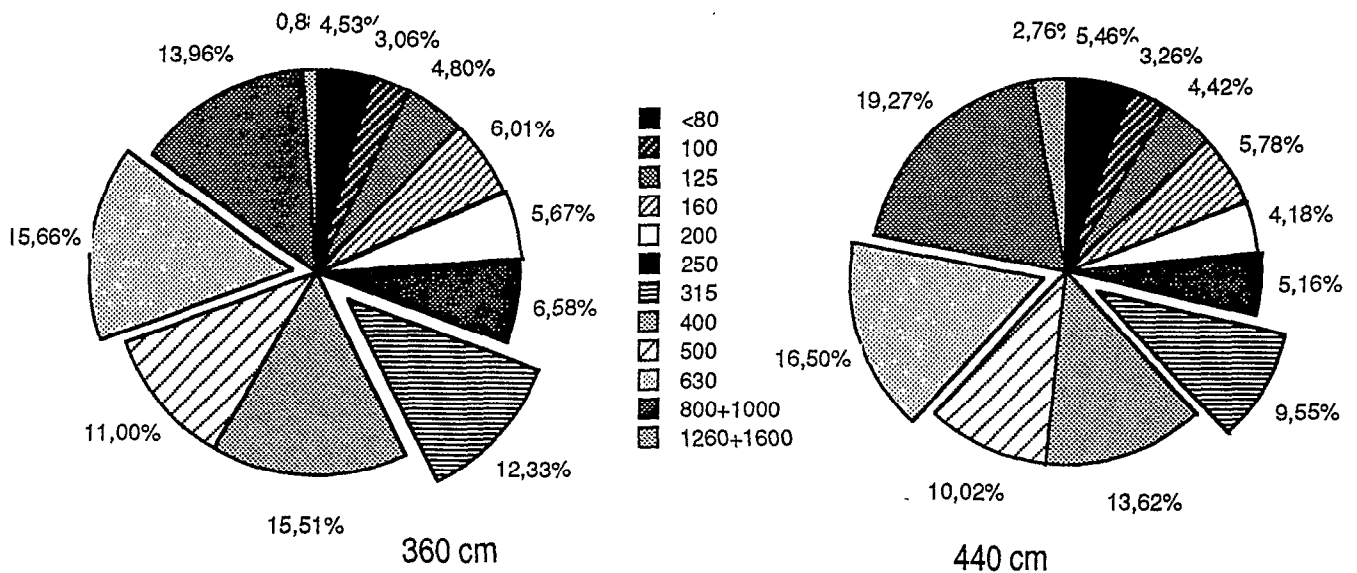


Diagramme 2
Spectre granulométrique - Fosse A - Altérite

3) REPARTITION GRANULOMETRIQUE DES QUARTZ

Nous étudierons les spectres granulométriques du squelette sur des échantillons prélevés dans la fosse A du transect 1, ainsi que sur différents sondages du transect 4 (localisé et développé fig. 17). Les échantillons ont été choisis de manière à balayer la totalité du passage du sol ferrallitique au podzol. Le transect 4 a une organisation comparable à celle du transect 1.

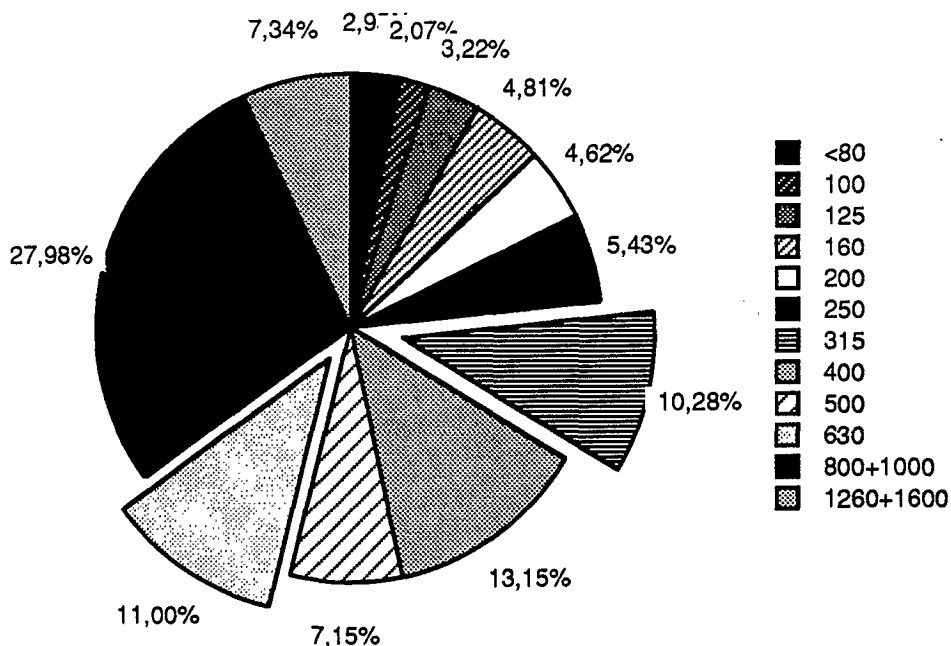
a) Profil A

Le diagramme 2 illustre le spectre granulométrique de l'altérite, qui présente de légères oscillations, principalement dues à la variabilité des fractions les plus grossières (800 µm et plus¹). On remarquera la position « tea-time »² de la classe 315 µm. Un peu plus haut dans le profil A, on atteint le début de l'horizon plus sableux d1. Le spectre granulométrique de son squelette (diagramme 3) est assez différent des deux précédents : la classe 315 µm débute à 3 heures. Elle est proportionnellement comparable à celles de l'altérite (10,3% contre 9,6 et

¹ Les spectres granulométriques calculés sans les fractions supérieures à 630 µm sont quasiment identiques.

² Entre 4 et 5 heures p.m.

12,3%). Son déplacement signifie donc une diminution des fractions fines au profit des fractions grossières.



Fosse A - Spectre granulométrique - Mag. nappe (d1)

Diagramme 3

Le rapport, classe par classe, des fractions granulométriques de l'horizon d1 (début du magasin de nappe) sur celles de l'horizon e8 (altérite), montre que les spectres granulométriques sont identiques jusqu'à 630 µm (diagramme 4). Au delà, la différence s'accroît considérablement : il y a proportionnellement deux fois plus de 800 µm en d1 qu'en e8, et huit fois plus de 1200 µm.

Interprétations

L'analyse morphologique a montré l'interruption de la séquence ferrallitique du versant (e8/e4/b1) par un horizon plus sableux (d1).

L'étude des cinq fractions granulométriques laissait supposer que cette interruption était essentiellement due à une transformation du sommet de l'altérite (e8/e4) en horizon plus sableux (d1).

Nous voyons maintenant que la répartition du squelette est restée inchangée au cours de cette transformation, sauf dans les grandes tailles. La cristallisation pédogénétique de quartz millimétrique étant a priori exclue, nous nous trouvons face à deux hypothèses :

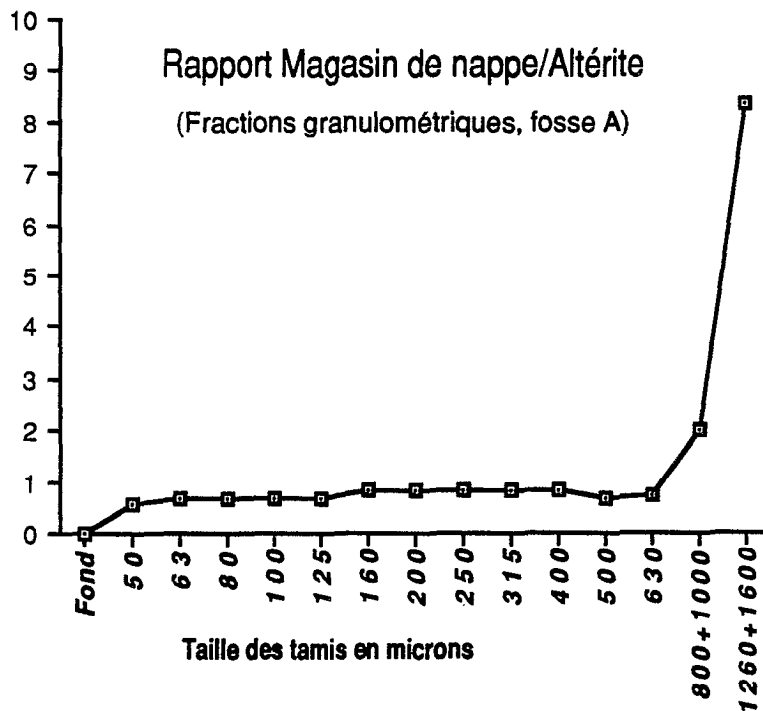
- le matériau initial présentait déjà une différence de granulométrie du squelette (hypothèse des géologues, qui explique cette hétérogénéité par une variation des conditions de dépôt sédimentaire) ;

- le matériau initial étant supposé le même pour les horizons e8, e4 et d1, la pédogenèse a éliminé les fractions fines tout en respectant leurs proportions.

Or la seule variabilité du spectre granulométrique au sein de l'altérite (diagramme 2) ne permet pas d'expliquer la répartition observée dans le magasin de nappe d1. D'autre part, l'hypothèse d'une discontinuité sédimentaire est battue en brèche par les conclusions de l'étude micro-morphologique.

Nous pouvons donc tenir pour acquise la deuxième hypothèse, supposant l'élimination conjointe de toutes les fractions fines. Selon LEGROS (1982 et 1984), la dissolution des particules est le processus permettant le mieux un tel déplacement du spectre.

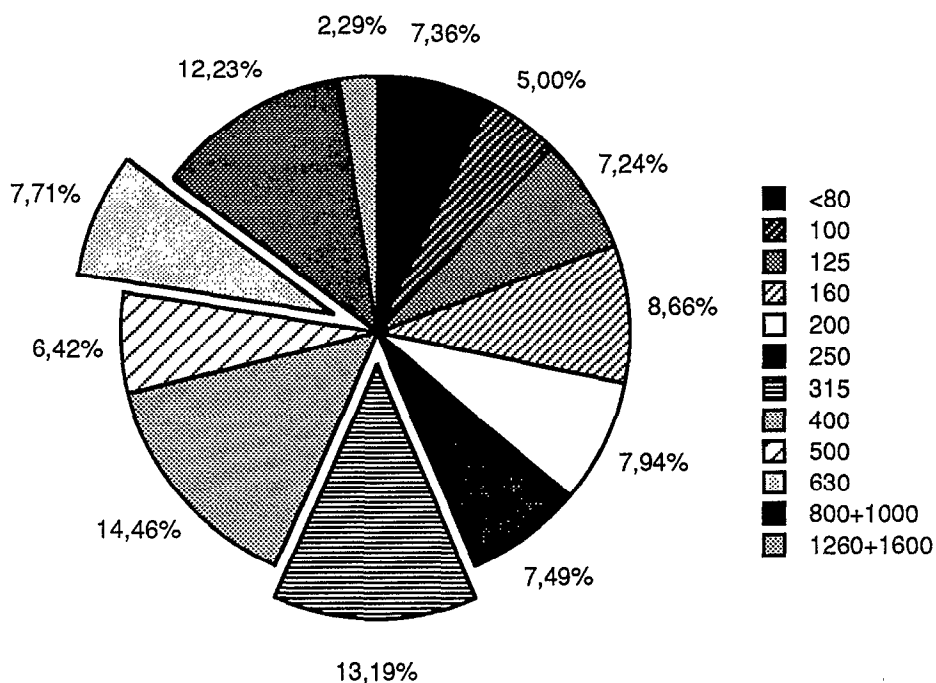
Diagramme 4



Il est d'ailleurs intéressant de comparer le résultat des modèles testés par LEGROS dans sa thèse avec l'évolution du squelette observée sur ORGANABO. LEGROS constate une différence d'évolution de la taille des particules soumises à dissolution en fonction de la solubilité plus ou moins grande du minéral considéré. Plus le cristal est soluble, plus le spectre se déplacera vers les fractions grossières. Ainsi le gypse, minéral des plus solubles, n'existera jamais qu'en blocs : les fractions plus fines ont disparu. Le carbonate de calcium se maintient à

partir des cailloux, le carbonate de magnésium à partir des sables. Quant au quartz, il se maintient à partir des limons, en milieu tempéré.

Nous voyons sur notre site que le quartz se maintient en deça des fractions 800-1000 μm . Il apparaît donc nettement plus solubilisé qu'en conditions tempérées (la limite placée par LEGROS était à 20 μm).



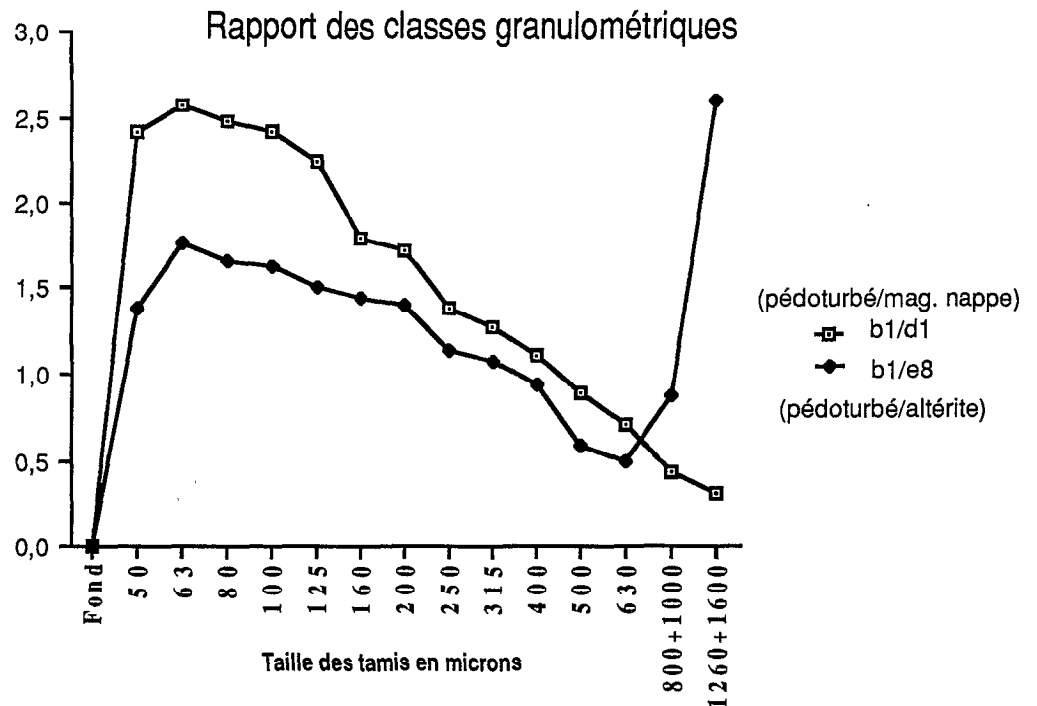
Fosse A - Spectre granulométrique - Hz pédoturbé (b1)

Diagramme 5

Le diagramme 5 présente le spectre granulométrique de l'horizon pédoturbé (b1), à 100 cm de profondeur dans la fosse A. La classe 315 μm est centrée autour de 6 heures dans l'horizon médian argileux et coloré (b1). Ce spectre est caractéristique de tous les horizons médians argileux et colorés, que ce soit à Organabo ou à Petit Laussat, sur les versants ou sur le bord du plateau.

Cette nouvelle position des 315 μm correspond à une diminution notable des fractions grossières et à l'augmentation générale de toutes les fractions fines.

Diagramme 6



Le diagramme 6 rassemble les courbes des rapport de fractions granulométriques de l'horizon b1 sur celles des horizons d1 (début du magasin de nappe) et e8 (altérite). Nous remarquons que

- il y a proportionnellement plus de fractions fines dans l'horizon pédoturbé (b1) que dans le magasin de nappe (d1) ou l'altérite (e8), et ce d'autant plus que le diamètre de la fraction est petit ;

- la courbe du rapport b1/e8 augmente brutalement au niveau de la fraction 800 μm ;
- les courbes sont sensiblement parallèles, mis à part les deux derniers points, correspondant aux fractions les plus grossières.

Interprétations

LEGROS (1982 et 1984) explique l'abondance croissante des particules les plus petites par la fragmentation du squelette, qui provoque un déplacement du spectre granulométrique vers les fractions fines.

Le parallélisme des deux courbes de rapport s'explique par la similitude de répartition des fractions fines du magasin de nappe (d1) et de l'altérite (e8). La seule différence importante qui oppose ces deux horizons est la richesse en fractions grossières du magasin de nappe (d1). La hausse brutale du rapport b1/e8 après 800 μm alors que le rapport b1/d1 continue de décroître est donc cohérente.

De ce fait, nous concluons que l'horizon pédoturbé de versant comme le magasin de nappe, a proportionnellement beaucoup plus de fractions supérieures à 800 μm que l'altérite.

Au vu de ces seules courbes, la filiation génétique des horizons s'établirait comme suit :

- l'altérite subit une dissolution importante qui la transforme en magasin de nappe. Les fractions grossières augmentent alors que la répartition des fractions plus fines n'est pas affectée.

- le squelette du magasin de nappe est ensuite fracturé, menant ainsi à l'horizon pédoturbé de versant. Le spectre est progressivement tiré vers les fractions fines.

Cette fragmentation du squelette quartzeux est un phénomène expliqué¹ et mis en évidence par plusieurs auteurs (CHAUVEL et PEDRO - 1967, De CONINCK et HERBILLON - 1969, HENIN et al. -1968, LENEUF - 1966, WACKERMANN - 1968). FAUCK (1971) en fait un des processus intervenant dans la différenciation des horizons C et B du profil ferrallitique.

Mais l'étude micromorphologique nous a montré qu'il existait un passage continu de l'altérite (e8) à l'horizon pédoturbé (b1). Le magasin de nappe se surimpose à la séquence ferrallitique initiale et ne peut donc être un intermédiaire entre (e8) et (b1), au moins au début.

Il semble donc que la pédoturbation s'accompagne d'une dissolution du squelette (augmentation relative des fractions les plus grossières) associée à une fragmentation des grains (déplacement du spectre vers les fractions fines). L'apparition du magasin de nappe interrompt la fragmentation du squelette : la dissolution agit alors seule pour modifier le spectre granulométrique.

¹ Le fer joue un rôle prépondérant. Nous avons vu que l'horizon pédoturbé contient autour de 4% de fer, avec une composition initiale de la roche comprise entre 2 et 5% selon LELONG (1968).

b) Transect 4

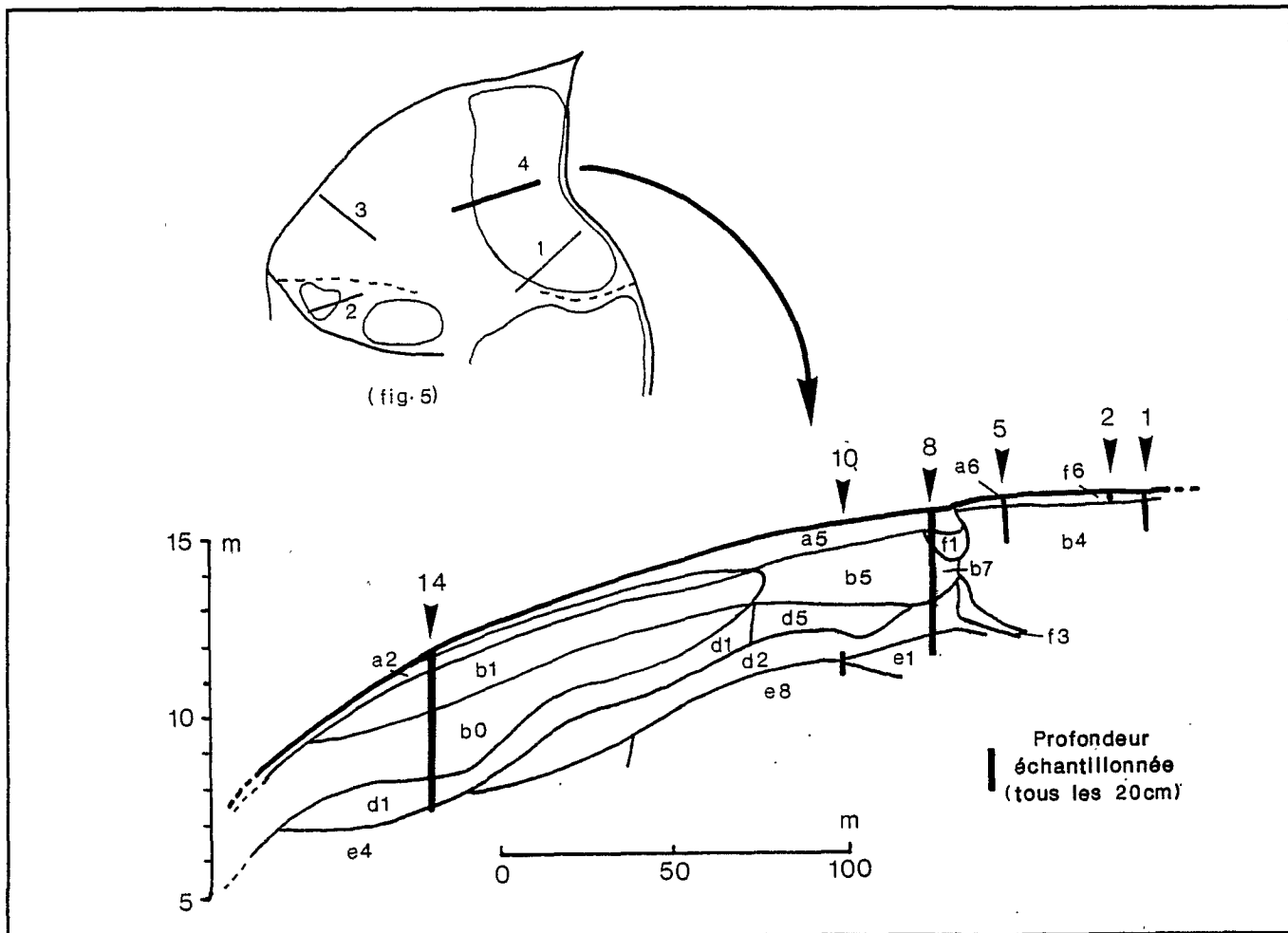
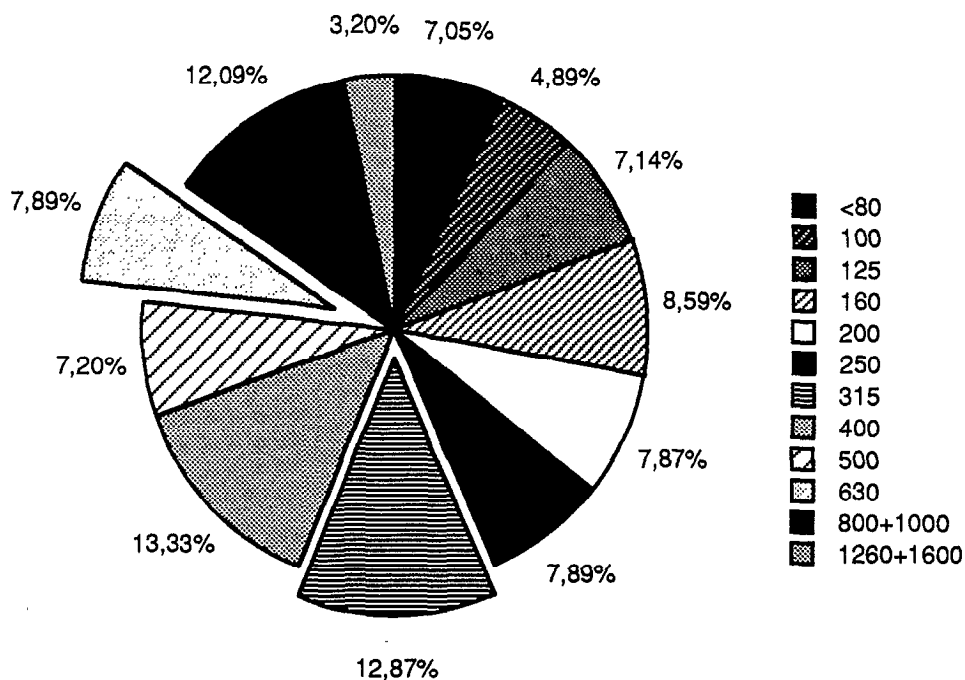


Fig. 17 : Localisation des échantillons analysés en granulométrie des sables

(N.B. : Pour garder le pôle podzolique à droite de la coupe, le transect 4 est inversé par rapport à sa localisation sur le carton de l'unité)

Sondage 14

On retrouve dans le sondage 14 des répartitions de squelette identiques à celles de la fosse A. Le nombre d'échantillons (11) prélevés dans l'horizon (b1) a permis de calculer le spectre granulométrique moyen de cet horizon pédoturbe (b1). Ce spectre est représenté sur le diagramme 7.

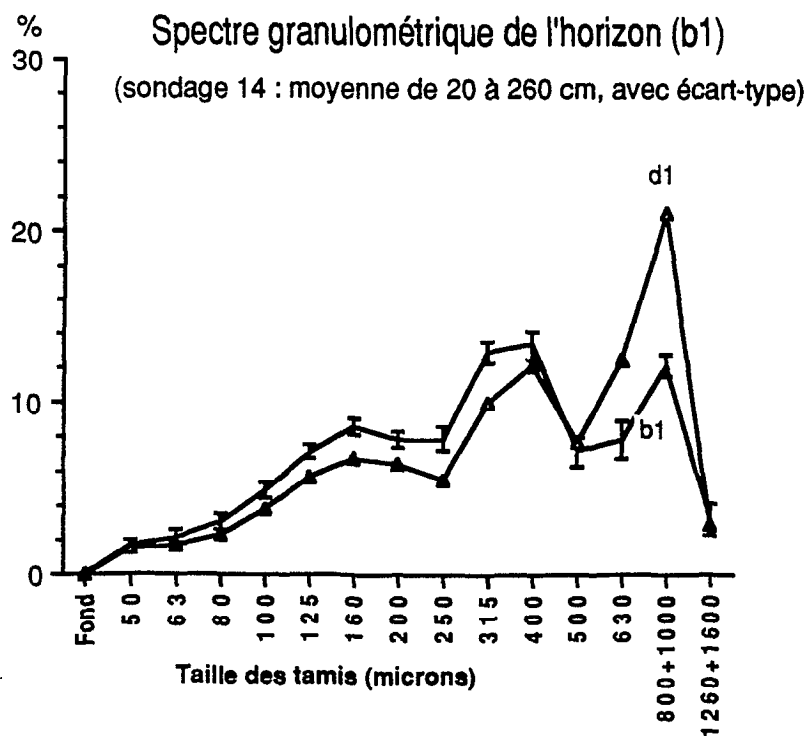


Spectre granulométrique de l'horizon (b1)

Diagramme 7

La remarquable constance du spectre granulométrique de l'horizon pédoturbé (b1) est soulignée sur le diagramme 8, où chaque point de la courbe du spectre moyen est représenté avec son écart-type.

Diagramme 8



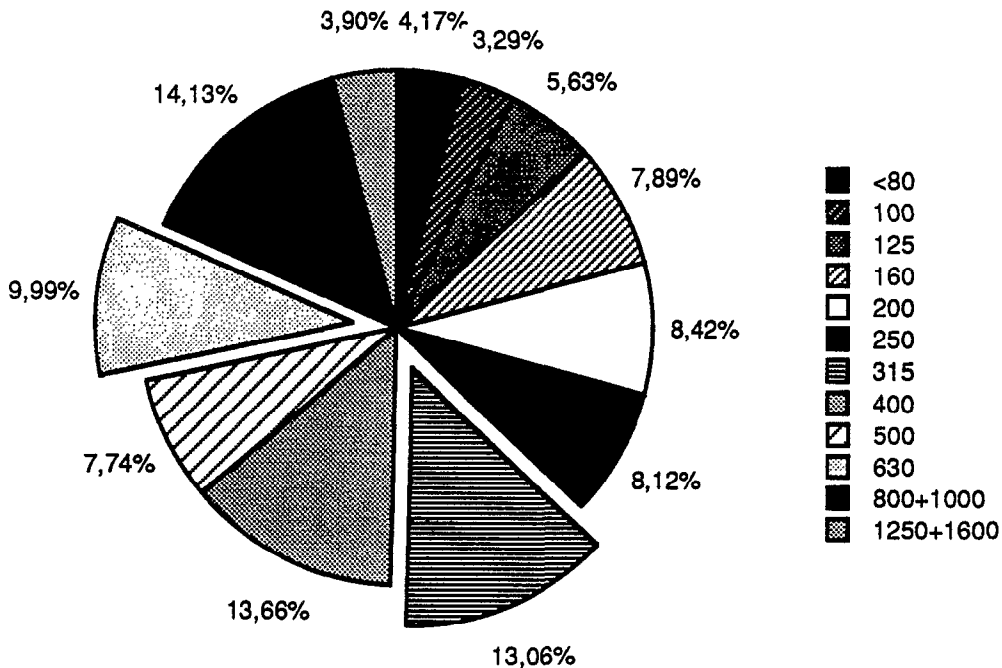
Le diagramme 8 présente également le spectre de l'horizon (d1) : le début du magasin de nappe (d1) se distingue de l'horizon (b1) dès les fractions fines et sort largement de la gamme de variation de cet horizon. Les fractions grossières (à partir de 500 µm) sont beaucoup plus représentées dans le magasin de nappe.

Sondage 10

En allant vers le podzol, sur le sondage 10, on retrouve à 360 cm de profondeur un spectre caractéristique du magasin de nappe : la classe 315 µm démarre à trois heures. Les fractions grossières sont donc prépondérantes.

Sondage 8

L'horizon pédoturbé est fortement appauvri en fer et en argile (on passe de b1 à b5). Son spectre granulométrique (sondages 8, 5, 2 et 1, vers 100 cm de profondeur) est également modifié. Nous voyons sur le diagramme 9 que la classe 315 µm se termine exactement à six heures. Cette répartition est intermédiaire entre celle de l'altérite (classe 315 µm entre quatre et cinq heures) et celle de l'horizon pédoturbé de versant (b1) (classe 315 µm centrée sur six heures).



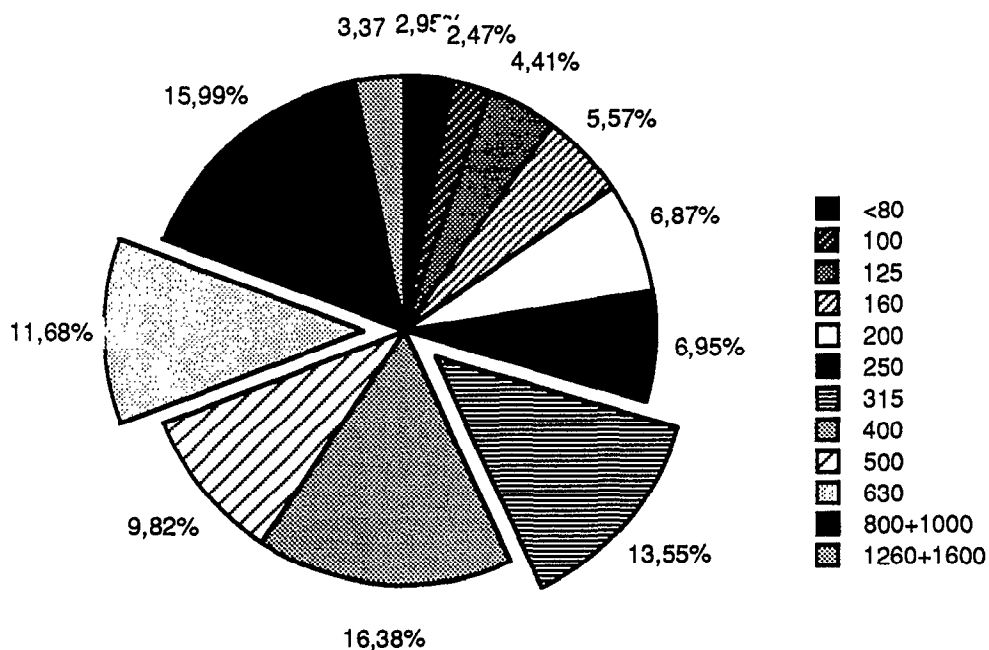
Spectre granulométrique (b5)
Diagramme 9

Interprétations

L'horizon pédoturbé du plateau est-il un intermédiaire génétique entre l'altérite et l'horizon pédoturbé de versant ? Le développement imparfait de la fragmentation du squelette pourrait effectivement donner un spectre aux fractions fines moins développées que dans l'horizon pédoturbé du versant (b1).

Nous avons pourtant supposé à la suite des études morphologique et analytique précédentes que l'horizon pédoturbé de plateau (b5) dérive de l'horizon pédoturbé de versant (b1). Dans ce cas, nous ne pouvons interpréter le spectre de l'horizon pédoturbé de plateau (b5) comme un stade moins avancé de la fragmentation du squelette de l'altérite, mais au contraire, comme un retour en arrière à partir du spectre riche en fractions fines de l'horizon pédoturbé de versant (b1).

L'étude de l'horizon de surface (60 cm) du sondage 8 nous conforte dans cette hypothèse. Nous voyons sur le diagramme 10 que cet horizon a un spectre pratiquement identique à celui de l'altérite.



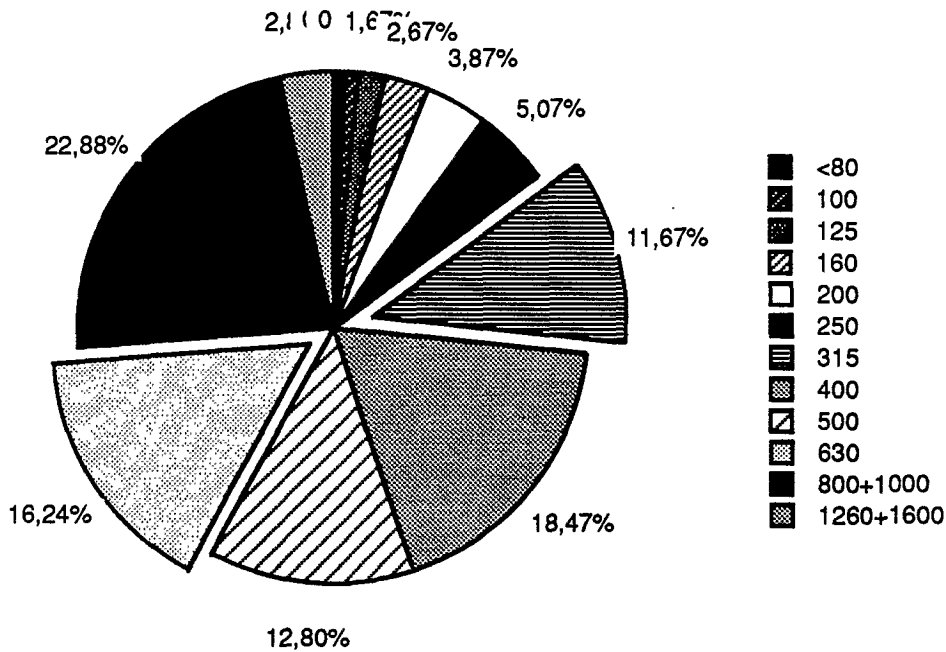
Spectre granulométrique du sondage 8 à 60 cm

Diagramme 10

L'évolution globale des horizons pédoturbés vers le podzol est donc une reprise intense de la dissolution des fractions fines du squelette, déplaçant le spectre vers une répartition analogue à celle de l'altérite. Cette dissolution accompagne celle des éléments fins de la granulométrie (argile, limon fin et limon grossier).

Ce processus de dissolution générale, affectant aussi bien le squelette que le plasma argilo-limoneux a été observé au sein du magasin de nappe, dans des proportions autrement plus importantes.

La formation de l'horizon pédoturbé (b1) fait également appel à la dissolution des grains du squelette (accompagné de leur fracturation). Par contre, le taux d'argile a tendance à croître. Le fonctionnement géochimique n'est donc pas le même, bien que le résultat soit comparable en ce qui concerne le squelette.



Spectre granulométrique du sondage 2 à 20 cm
Diagramme 11

Sondage 2

La disparition des fractions fines atteint son maximum au sommet du podzol (sondage 2, 20 cm). Le spectre granulométrique de cet échantillon (diagramme 11) montre la classe 315µm dépassant à peine la position trois heures. C'est le spectre le plus riche en fractions grossières que nous ayons jamais vu sur ce transect.

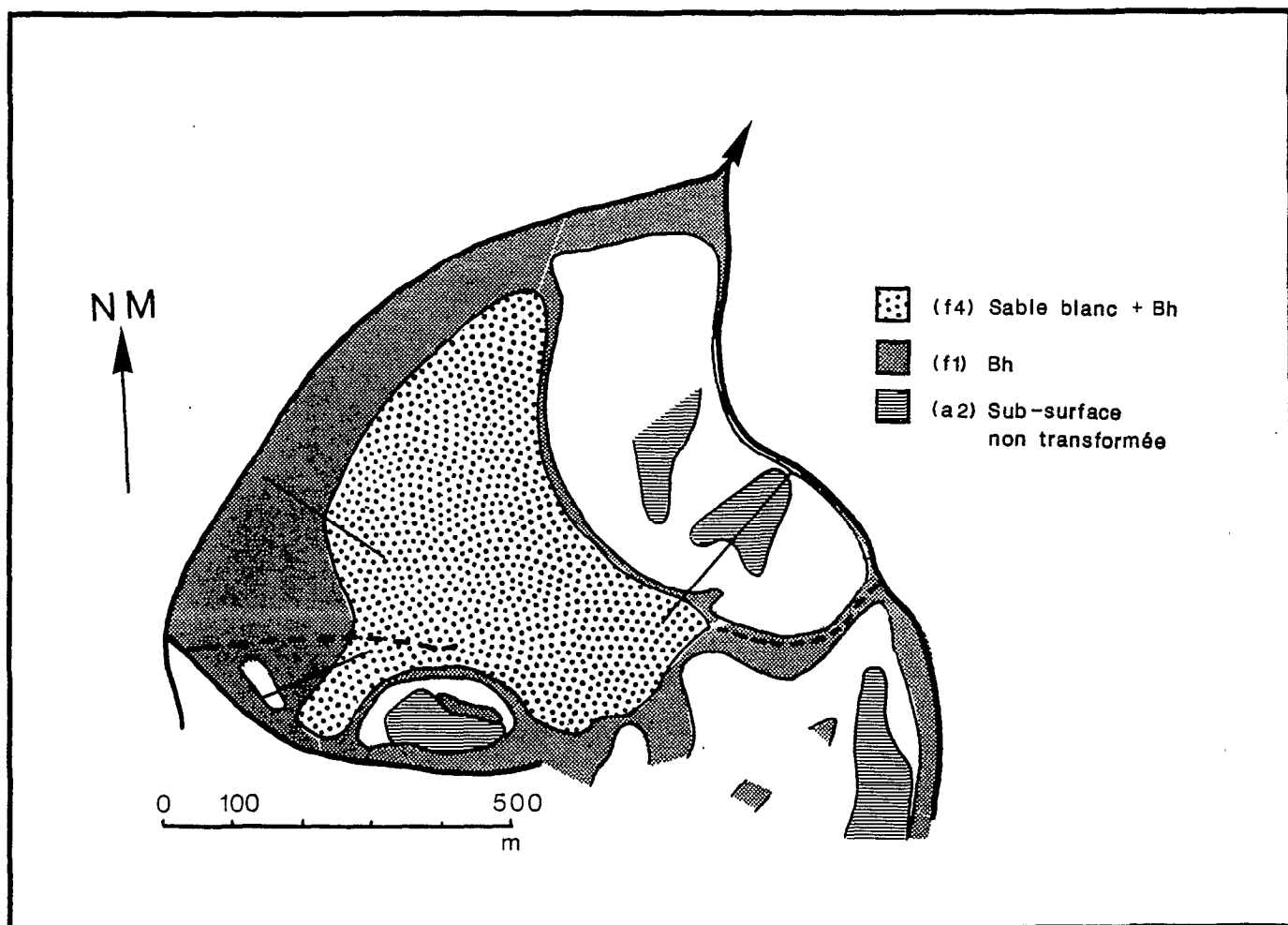
La dissolution générale du squelette rend les raisonnements iso-quartz dangereux à manipuler. Les chiffres avancés au paragraphe II-B-2 (p. 34) sont donc sous-estimés.

C) ETUDE EN PLAN

La projection du contour de l'enveloppe délimitant les horizons (ou autres caractères pédologiques sélectionnés) sur le plan horizontal se nomme « courbe d'isodifférenciation » (BOULET et al. 1982 b). L'étude des relations géométriques entre les différentes courbes

permet de dégager des informations importantes quant à la pédogenèse (dépendance ou indépendance de certains caractères).

Nous allons voir la répartition spatiale des courbes des horizons intervenant dans les deux transformations pédologiques mises en évidence : l'appauvrissement de surface, avec les courbes a2, a5, f1, f4 ; l'appauvrissement de profondeur, avec les courbes des horizons e4, b1, b5, f4.



**Fig. 18 : Organabo -
Vue en plan de la transformation de surface**

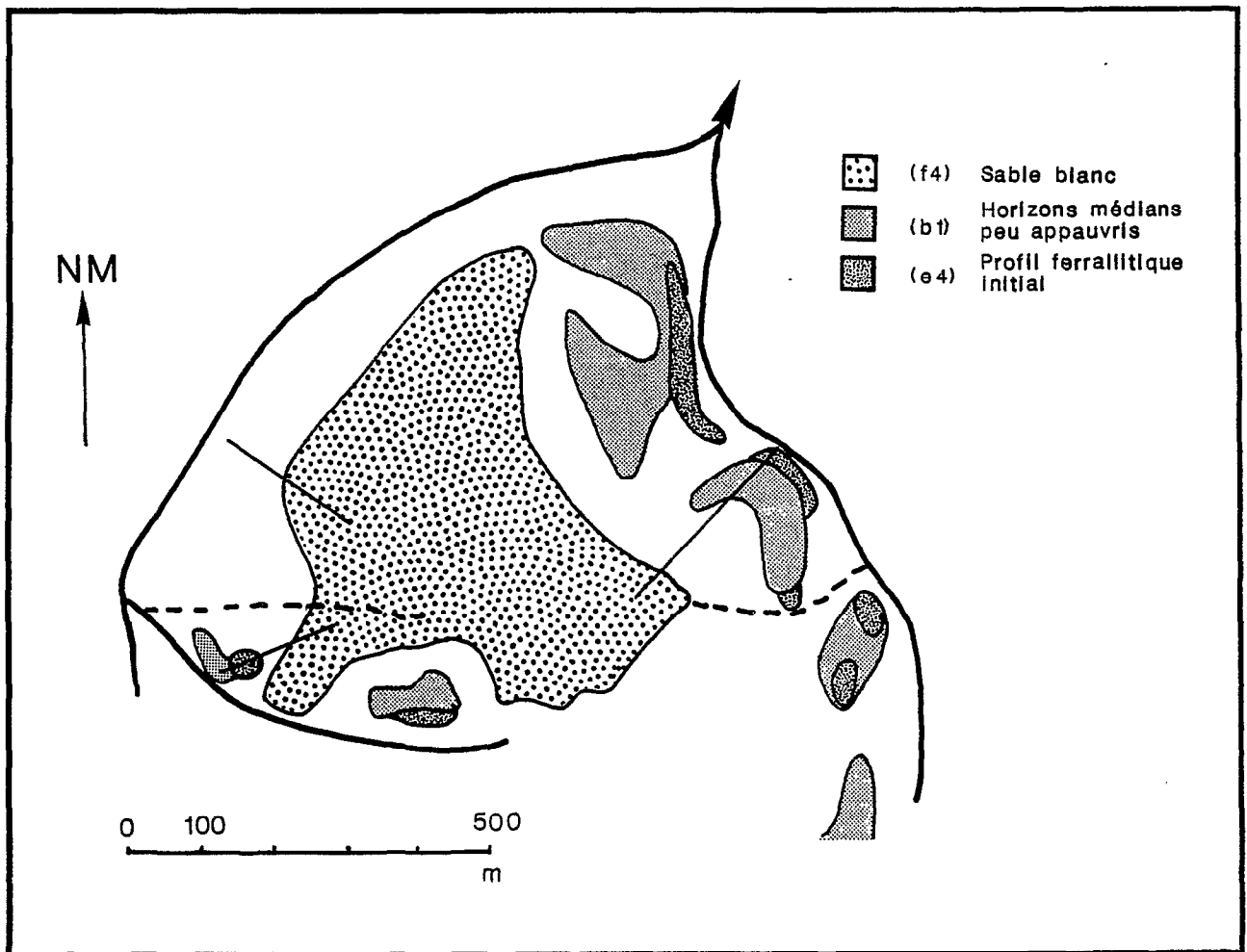
1) MATIERE ORGANIQUE ET TRANSFORMATION DE SURFACE

La figure 18 rassemble les courbes d'isodifférenciation de l'horizon de surface non transformé (a2), du Bh de subsurface (f1) et du sable blanc (f4). L'horizon de surface appauvri (a5) n'a pas été représenté : il apparaît entre l'horizon non transformé (a2) et le sable blanc (f4).

Nous constatons que les courbes du sable blanc (f4) et du Bh de subsurface (f1) sont en contact. En effet, le sable blanc apparaissant brutalement et sur une grande épaisseur, le Bh de subsurface (f1) disparaît au profit d'un Bh de profondeur (f3).

D'autre part, l'horizon non transformé (a2) n'est jamais en contact direct avec le sable blanc (f4) : la podzolisation intervient au dernier stade de la transformation, et ne s'attaque pas au profil ferrallitique initial.

Cet horizon non transformé (e2) n'est pas plus en contact avec le Bh de subsurface (f1) : la migration de matière organique n'a lieu qu'au travers d'un horizon déjà appauvri en argile. La matière organique se maintient en surface dans la mesure où il y a assez d'argile pour la fixer. L'appauvrissement de la surface est donc antérieur au déplacement de la matière organique, ce qui ne veut pas dire que les solutions attaquant l'argile en surface ne soient pas acidifiées par la matière organique.



**Fig. 19 : Organabo -
Vue en plan de la transformation de profondeur**

2) TRANSFORMATION DE PROFONDEUR

La figure 19 illustre les relations entre le profil ferrallitique initial (courbe e4, qui délimite la zone ou la succession altérite (e8)/horizon de pédoturbation (e4)/horizon pédoturbé (b1) n'est pas interrompue par un horizon plus sableux à redistribution de fer (d1 ou d5) et les horizons liés à la transformation de profondeur (courbe b1, qui marque la limite des horizons médians peu appauvris et courbe f4, sable blanc).

Comme pour la transformation de surface, nous constatons que la podzolisation n'a jamais directement lieu sur le profil ferrallitique initial (courbe f4 et e4 disjointes).

De même, l'horizon peu appauvri (b1) n'est pas en contact direct avec le sable blanc (f4), montrant que la podzolisation s'attaque à un horizon médian déjà fortement appauvri (b5 ou b6).

3) RELATIONS ENTRE LES TRANSFORMATIONS DE SURFACE ET DE PROFONDEUR

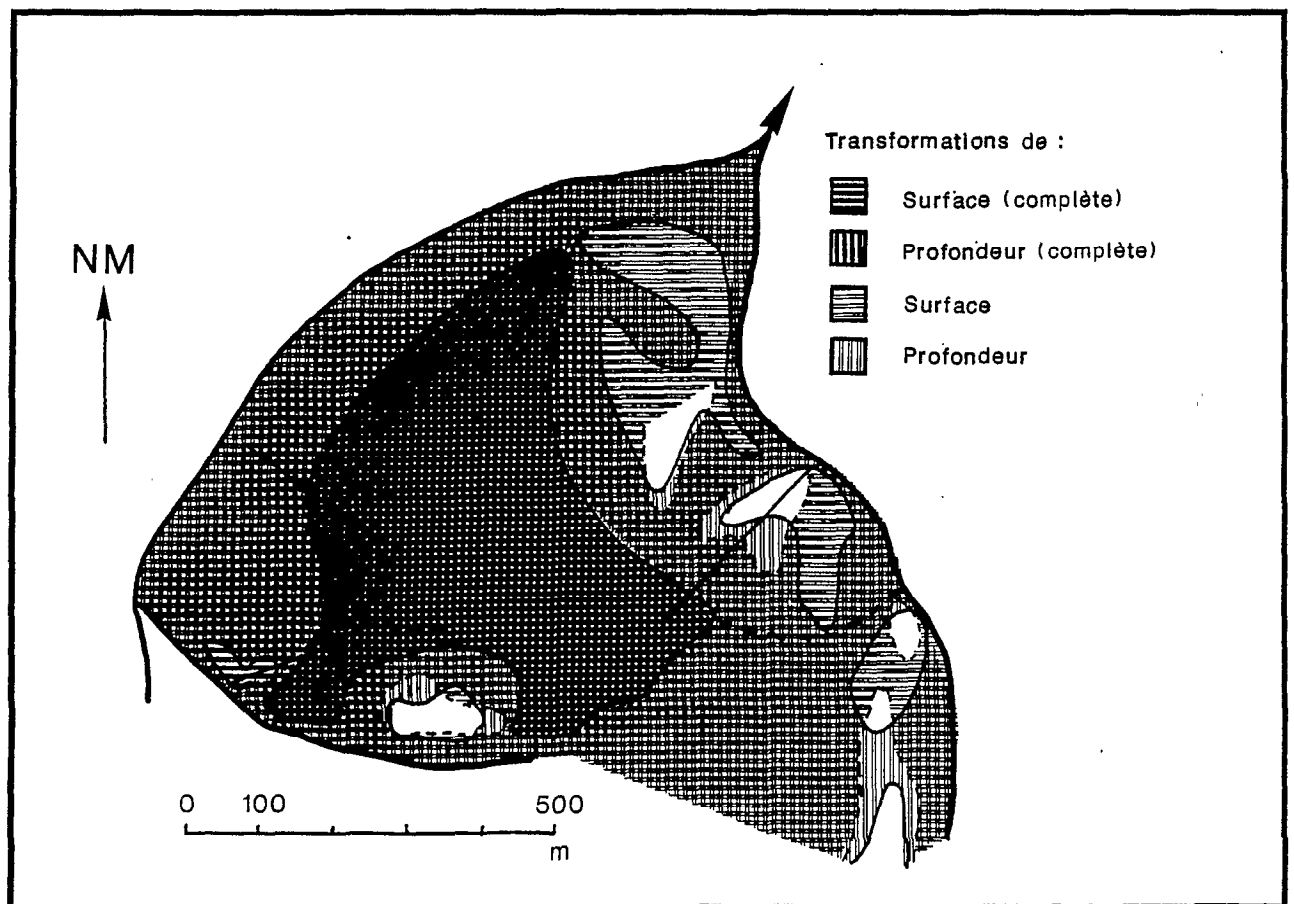


Fig. 20 : Organabo - Vue en plan
Relations entre les transformation de surface et de profondeur

La figure 20 associe les courbes b1 et a2, qui marquent chacune la limite des horizons peu appauvris par les transformations de profondeur et de surface, respectivement.

Nous voyons que les volumes délimitant les horizons encore peu transformés sont disjoints, même s'il y a un certain recouvrement. Les deux transformations sont donc indépendantes dans leur développement et probablement dès leur origine (encore que l'on puisse imaginer un point de départ commun, à l'extérieur des deux volumes).

Ceci nous confirme que les processus en cause sont différents.

D) CONCLUSION ; ELEMENTS SUR L'EVOLUTION PODZOLISANTE DE LA ZONE

Cette analyse tridimensionnelle nous a permis de mettre en évidence un déséquilibre de la couverture ferrallitique observée sur les versants et en bordure de plateau.

Cette couverture ferrallitique pourrait fort bien s'auto-entretenir : la succession verticale des horizons peut se maintenir tout en descendant dans le substrat (« Front d'érosion » de la figure 21), avec les processus suivants entrant successivement en jeu :

- Altération de la roche, tranformation ou dissolution des minéraux primaires, partielle pour le quartz, quelques rares muscovites et la tourmaline ;
- Formation importante de kaolinite bien cristallisée ;
- Ferruginisation progressive à partir des lits riches en minéraux ferro-magnésiens, puis par diffusion générale au sein du fond matriciel ;
- Destruction de la structure lithique héritée ;
- Homogénéisation du plasma et apparition d'une porosité lacunaire par dissolution et/ou activité biologique ;
- Microagrégation du plasma ;
- Destruction limitée des kaolinites et imprégnations par la matière organique.

Le bilan de cette évolution lente est une exportation totale des bases non utilisées par la végétation et une réutilisation partielle de la silice et de l'aluminium dissous au sein des structures cristallines de la kaolinite.

L'homogénéité des spectres granulométriques de l'horizon pédoturbé atteste l'équilibre de ce profil avec les conditions initiales du milieu. La maturation du profil ferrallitique aboutit à cet horizon pédoturbé (d1), dont le vieillissement a lieu dans les derniers centimètres de surface, avec une hydrolyse des argiles et accumulation relative de quartz en surface.

Deux transformations perturbent cet équilibre dynamique.

La figure 21 illustre schématiquement ces transformations dans le cas du transect 1.

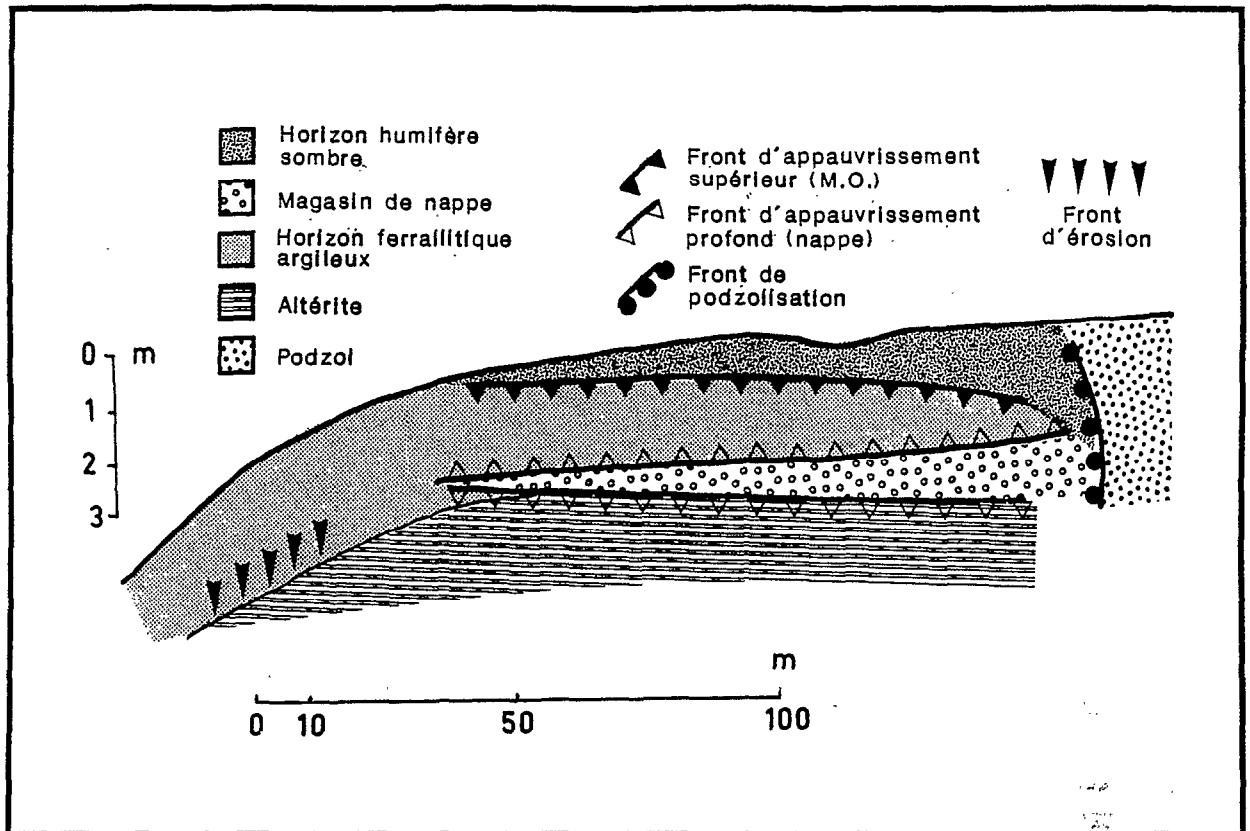


Fig. 21 : Coupe schématique de l'évolution du transect 1

Front d'appauvrissement profond

En profondeur, les horizons appauvris sont en continuité avec un niveau de circulation de la nappe. Or cette nappe n'a pas été détectée dans le profil ferrallitique¹. L'hydrolyse de l'argile nécessitant une grande circulation d'eau, nous pouvons donc en déduire qu'un blocage du drainage vertical du profil ferrallitique est à l'origine d'une accumulation temporaire d'eau et d'une destruction de l'argile. Ce blocage de la circulation d'eau se situe au sommet de l'altérite. Or cette altérite est le lieu de néoformation intense de kaolinite. Nous avons même vu des zones centimétriques entièrement envahies par la kaolinite, sans aucune macro-porosité.

Il semble donc qu'une modification du pédo-climat de profondeur soit à l'origine de la transformation appauvrissante à ce niveau.

Cette modification du pédo-climat peut avoir deux causes :

- l'une, externe, fait intervenir une **modification du climat** : une augmentation notable de la pluviosité provoque une saturation temporaire au sommet de l'altérite qui fonctionnait jusqu'à présent sous un régime moins humide et dont le réseau poral n'est plus en équilibre avec ces nouvelles conditions hydriques ;

¹ Sauf à l'aval, bien entendu, où elle est en continuité avec la nappe générale du thalweg

- l'autre, interne, prend en compte l'évolution probable du **profil ferrallitique** : la kaolinisation de l'altérite finit par obstruer la porosité de cet horizon, pour peu que la descente de la couverture pédologique ne soit pas suffisamment rapide. La zone de néoformation qui doit, pour le maintien du profil, descendre rapidement dans la roche se trouve alors bloquée trop longtemps au même endroit et provoque le colmatage de l'horizon à l'origine de la transformation. Une évolution similaire a été observée sur des sols ferrallitiques de la vallée du Rhône par BORNAND (1978).

Les deux explications sont probablement valables, mais nous sommes raisonnablement certains qu'un changement de climat a eu lieu il y a douze mille ans environ.

Dans les deux cas, le ralentissement du drainage débouche sur une évacuation des solutions par des thalwegs secondaires, qui sont alors des axes privilégiés de développement de la podzolisation (VEILLON et al. 1989).

Front d'appauvrissement supérieur

En surface, la transformation affecte un niveau qui subissait déjà un appauvrissement en argile dans le profil ferrallitique initial. Là aussi, deux explications peuvent intervenir :

- l'hypothèse externe fait intervenir le même changement climatique. Le profil ferrallitique initial présente un ventre argileux au niveau des horizons médians. Une brutale augmentation des pluies peut provoquer un ralentissement temporaire du drainage en surface et une hydrolyse accrue de l'argile. Toutefois, nous n'avons pas observé de marques d'hydromorphie aussi intenses que celles citées par ROBAIN dans sa thèse (1989) et dont le résultat était loin d'aboutir à un podzol de plusieurs mètres d'épaisseur ;

- cette même hypothèse (changement de climat) peut intervenir sur un autre plan : la végétation s'est probablement rééquilibrée plus rapidement que le sol avec le nouveau climat. La matière organique en décomposition peut fournir une quantité plus importante d'acides organiques plus agressifs, d'autant plus actifs qu'ils sont transportés en permanence dans le sol par des pluies abondantes. Nous n'avons pour le moment aucune raison de favoriser cette hypothèse, si ce n'est, là aussi, l'hypothèse raisonnable qu'un passage de la savane à la forêt a eu lieu il y a environ douze mille ans.

- l'hypothèse interne reprend l'auto-évolution du profil ferrallitique. Ce profil, en descendant au sein d'une altérite de plus en plus riche en kaolinite (cet enrichissement sera plus tard à l'origine de la transformation de profondeur) fabrique un horizon médian de plus en plus argileux. Le drainage de sub-surface peut s'en trouver affecté et démarrer une hydrolyse des argiles. Mais, comme pour la première hypothèse, nous n'avons pas de marques notables d'hydromorphie importante en surface.

Dans tous les cas, l'appauvrissement en argile amène la migration généralisée de la matière organique, qui finit par s'accumuler en un Bh, dont les acides concourent probablement à l'entretien de la transformation.

La podzolisation n'a lieu que sur un sol considérablement appauvri, en surface comme en profondeur.

La figure 22 représente une vue en plan du site d'ORGANABO sous forme d'une carte pédogénétique.

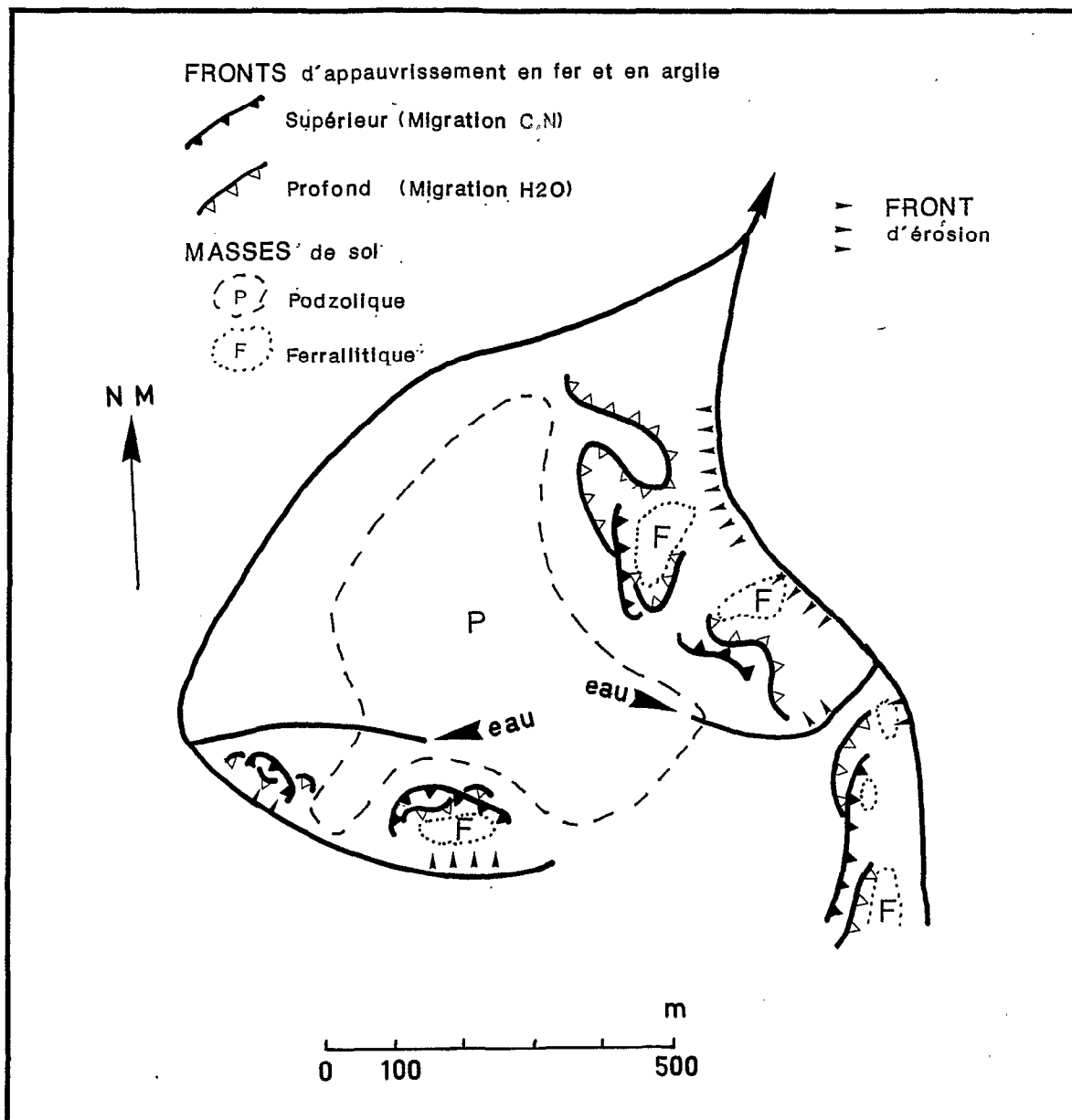


Fig. 22 : Carte schématique d'évolution pédologique du plateau d'ORGANABO

III) PETIT-LAUSSAT

Présentée sur la figure 4, l'unité de modelé de PETIT LAUSSAT est détaillée figure 23. Elle a grossièrement la forme d'un rectangle d'une trentaine d'hectares dont la base est constituée de la crique PETIT LAUSSAT, les deux côtés (Sud et Nord) d'axes de drainage affluents de la crique, et le sommet d'un col la reliant au reste du plateau.

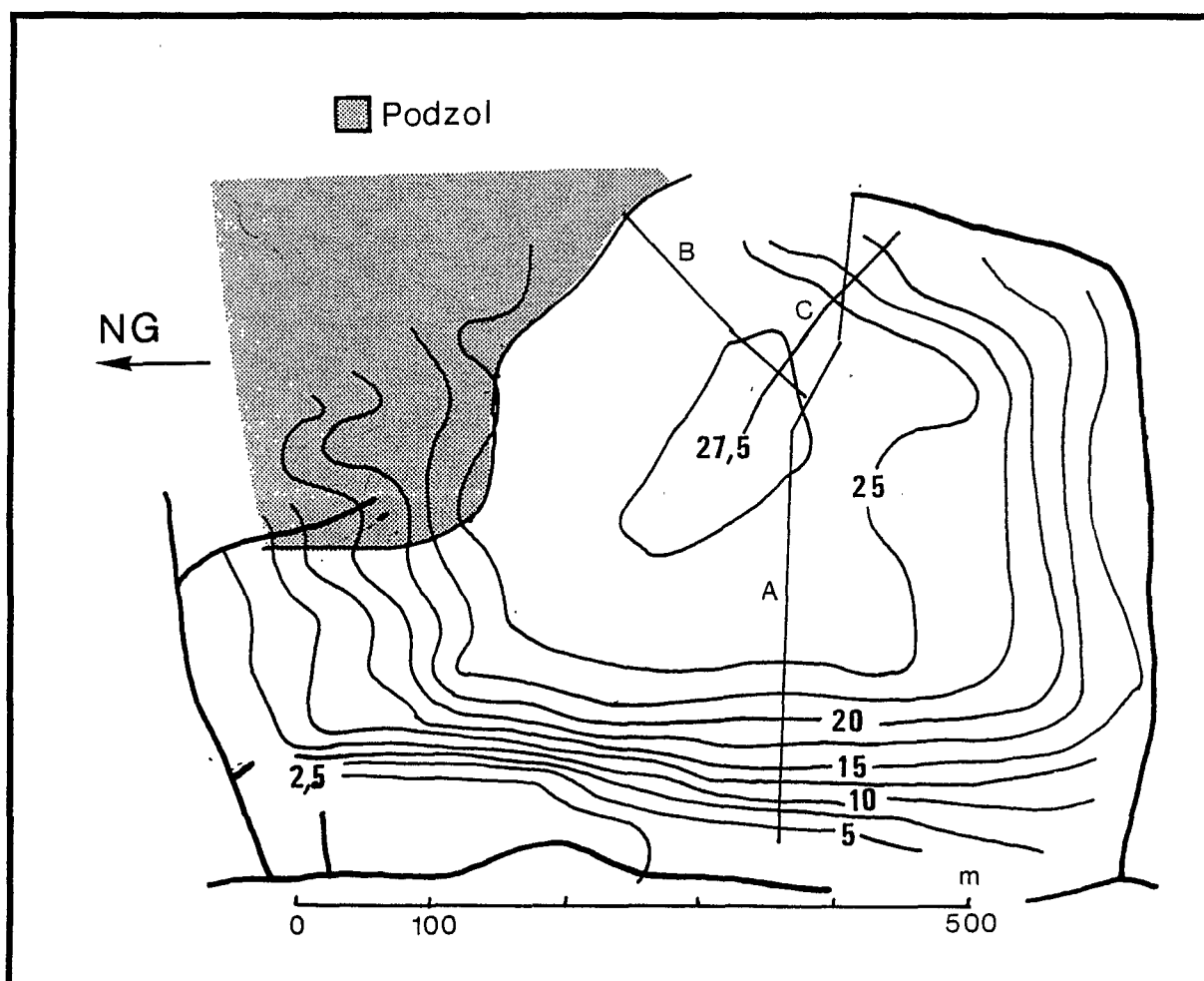
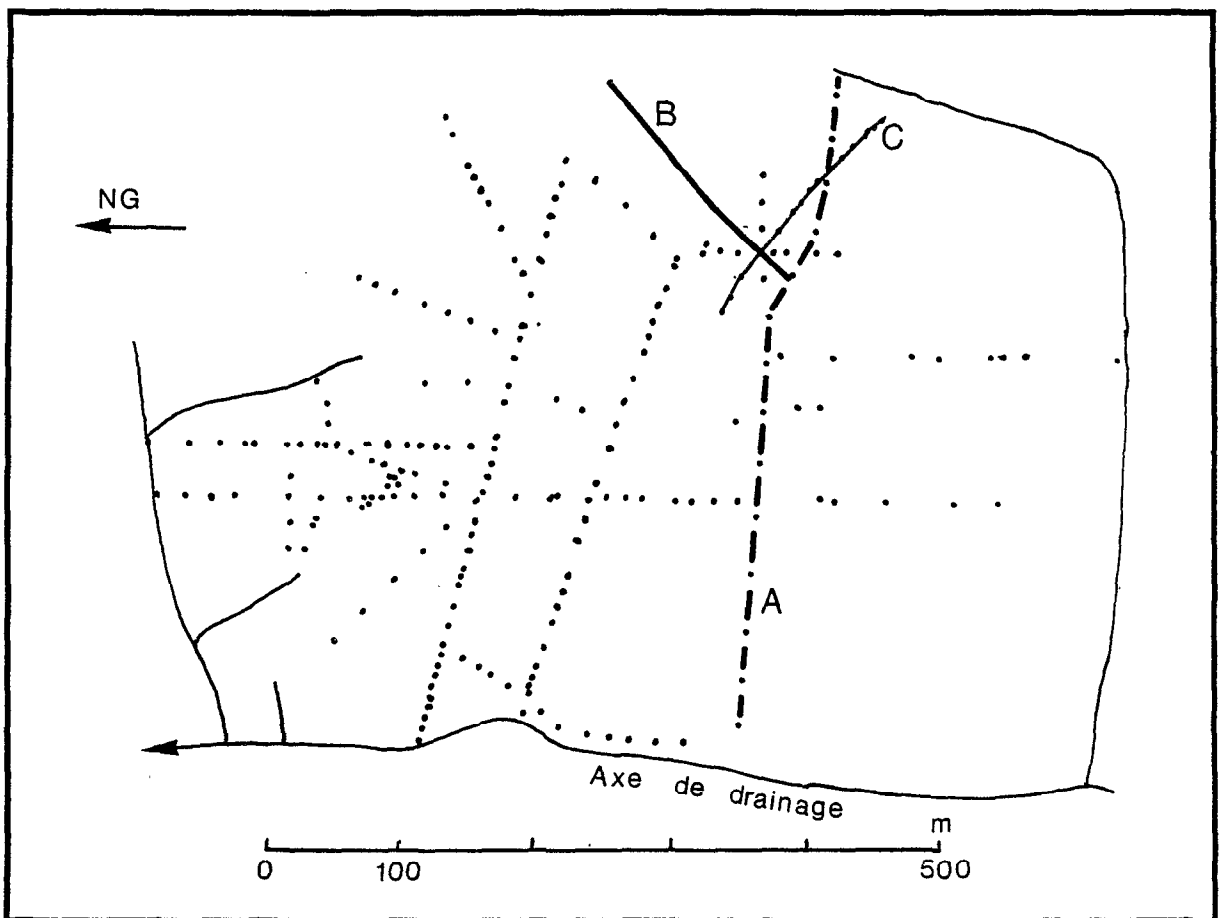


Fig. 23 : Petit Laussat - Vue en plan de l'unité de modelé
Isohypses : tous les 2,5m

La limite des sables blancs a été dessinée sur la figure 23. Nous voyons que le développement du podzol est moins important sur PETIT LAUSSAT qu'il ne l'est à ORGANABO.

L'analyse tridimensionnelle réalisée sur ce site a permis de choisir deux transects rassemblant la totalité des organisations pédologiques de PETIT LAUSSAT. Ces transects sont localisés sur la figure 24, qui repère par ailleurs la totalité des sondages effectués, donnant ainsi un ordre de grandeur de la précision des coupes et plans qui seront présentés dans ce chapitre.

La dénivelée totale est de 27,5 m s'étalant sur 300 m (pente moyenne de 9%). L'unité ayant la morphologie d'un plateau, la pente des versants est en fait de 17% en moyenne. Cette pente est tout à fait comparable à celle des versants du site d'ORGANABO. La seule différence réside dans la pente moyenne qui est ici nettement plus élevée. Ceci s'explique par la longueur des versants proportionnellement au plateau. L'unité de PETIT LAUSSAT est « tout en pente ». La dénivelée globale est de ce fait plus importante qu'à ORGANABO (10 mètres de plus).



Sondage ■
 Transect A - - - , B ——— , C ———

**Fig. 24 : Petit Laussat - Vue en plan de l'unité de modelé
 Emplacement des transects et sondages**

A) ETUDE MORPHOLOGIQUE DES TRANSECTS

La description des horizons fait appel à une nomenclature personnelle, identique à celle d'ORGANABO (une lettre indiquant le groupe auquel appartient l'horizon, un chiffre indiquant sa position dans l'évolution podzolique)¹.

1) LE TRANSECT A : DU VERSANT AU PLATEAU (fig. 25)

Description

Sur le versant, on observe la succession verticale d'horizons suivante :

- en profondeur, un horizon rouge à rouge sombre à caractères altéritiques marqués (filons de quartz, nombreuses muscovites) contenant des volumes ferrugineux et gibbsitiques (e3). Ces nodules évoluent du bas de l'horizon vers son sommet depuis des volumes peu indurés rouges ou blancs à des nodules indurés hématitiques ou gibbsitiques.
- au dessus de cet horizon à caractère altéritique (e3), ces nodules, associés à des graviers de quartz, se concentrent dans un horizon d'une vingtaine de centimètres d'épaisseur.
- sur ce niveau d'accumulation nodulaire se développe une succession d'horizons colorés et argileux (c2 : rouge jaunâtre, b2 : brun vif homogène) contenant encore quelques nodules ferrugineux.
- En surface, l'horizon humifère, brun jaunâtre foncé, argilo-sableux, est épais de quelques dizaines de centimètres (a2).

On constate quelques variations morphologiques le long du versant : les nodules gibbsitiques sont beaucoup plus abondants que les nodules ferrugineux dans le dernier tiers inférieur de la pente, aussi bien dans l'horizon à caractère altéritique (e3) que dans le niveau d'accumulation nodulaire.

Sur le plateau, la succession verticale d'horizons est différente :

- En profondeur, on trouve un horizon dont la couleur est hétérogène (volumes centimétriques rouges à jaunes), à caractères altéritiques (filons de quartz et muscovites), d'aspect compact (e1). A l'échelle décimétrique, cet horizon montre une couleur d'ensemble ainsi qu'une composition granulométrique variables. D'après des observations faites sur des coupes de route, ces variations sont d'origine lithologique. On observe cependant une tendance globale en allant vers le podzol : la couleur du fond devient plus blanche. Au sommet de l'horizon, on trouve des volumes centimétriques blancs ponctués de rouge (« **Nodules blancs persillés de rouge**² »).

¹ La légende des horizons est regroupée sur la feuille volante que vous n'avez pas dû quitter des yeux depuis le chapitre précédent.

² Que les défenseurs de la langue française pardonne cette association de mots incongrue que seul un daltonien pouvait commettre.

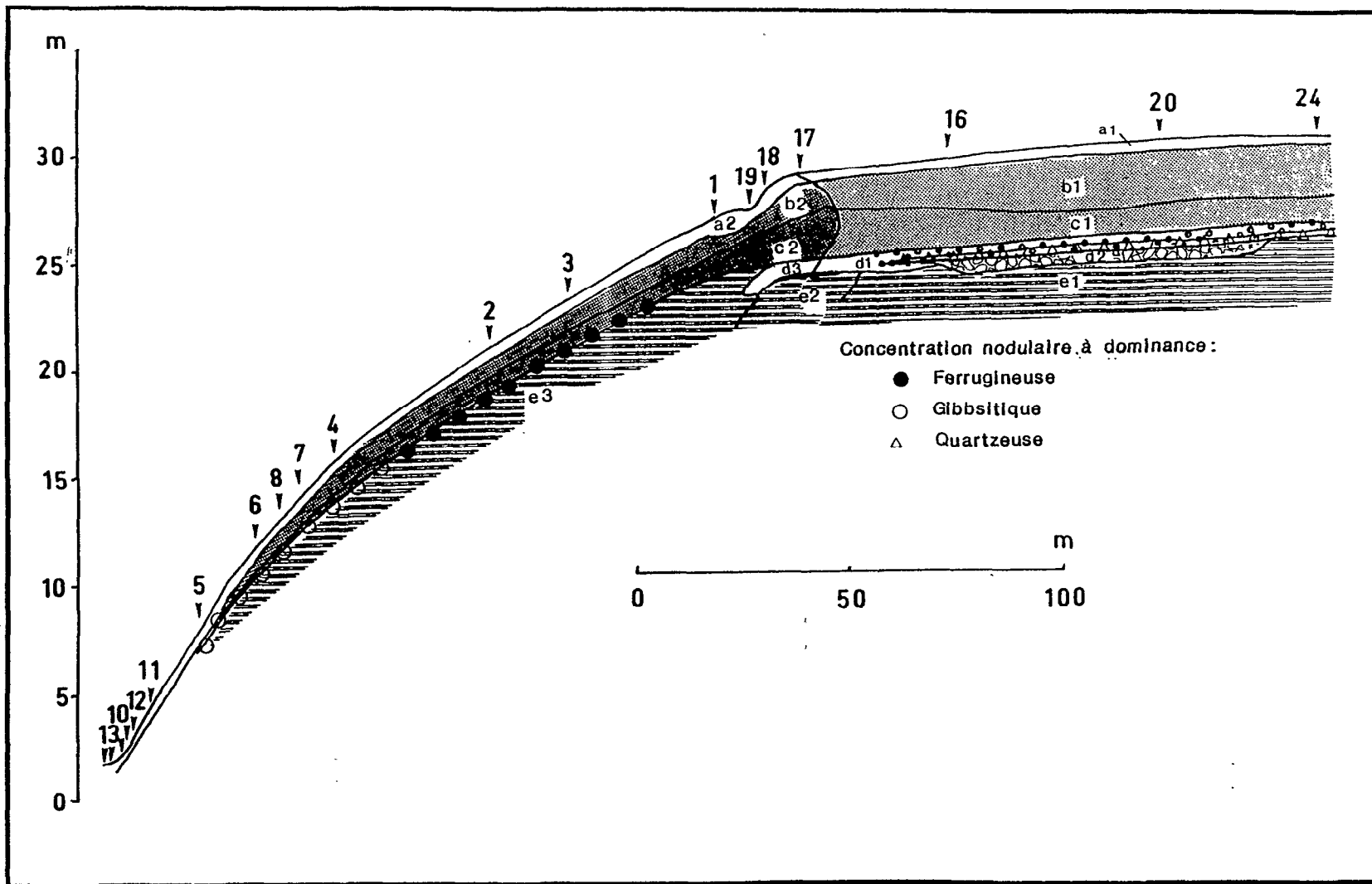


Fig. 25 : Petit Laussat - Transect A - Coupe pédologique
(moitié occidentale)
Légende des horizons en annexe

- au dessus, un horizon rouge jaunâtre plus sableux et friable que les horizons l'encadrant contient des graviers de quartz irrégulièrement répartis (d1). Les observations de terrain montrent que cet horizon forme un magasin de nappe. La transition avec l'horizon à caractère altéritique (e1) est très progressive, tant pour le fond que pour les nodules blancs persillés de rouge qui s'amenuisent, se morcellent et disparaissent dans l'horizon magasin de nappe (d1). Au sommet de cet horizon plus sableux apparaissent des nodules pluricentimétriques rouge sombre, friables, allongés verticalement (« **Nodules rouges friables** »). La transition avec l'horizon sus-jacent est également progressive. Les nodules rouges friables disparaissent rapidement.

- une succession d'horizons colorés et assez homogènes surmonte le magasin de nappe (d1). Il s'agit de l'horizon rouge jaunâtre, argileux à argilo-sableux (c1) puis de l'horizon brun vif argilo-sableux à sablo-argileux (b1). Ces horizons, d'une épaisseur totale de trois mètres, sont micro-agrégés.

- l'horizon humifère est brun foncé à brun, sablo-argileux.

Cette séquence verticale présente aussi quelques variations morphologiques en s'approchant du podzol¹ : les horizons médians, épais et micro-agrégés (b1, c1) sont alors plus sableux et moins rouges.

D'autre part, le magasin de nappe s'épaissit en lentille au niveau d'un enlèvement de l'horizon à caractère altéritique (e1). Un niveau de couleur rouge à brun très pâle (en variations décimétriques), très sableux (d2) apparaît à sa base. Il est également gorgé d'eau en saison des pluies, mais s'assèche rapidement en été. Le sable est fin et bouillant. La transition de cet horizon très sableux (d2) avec l'horizon à caractère altéritique (e1) reste progressive, par enrichissement en plasma du fond matriciel.

Le passage du versant au plateau a lieu de la manière suivante :

- L'horizon plus sableux de magasin de nappe des sols du plateau (d3) pénètre en coin dans l'horizon à caractères altéritiques du versant (e3). Il est d'ailleurs plus rouge que l'horizon magasin de nappe caractéristique du plateau (d1).

- Au dessus de ce coin sableux, les organisations du versant (couleur, texture, présence de lithoreliques) se maintiennent encore pendant quelques mètres avant de passer très progressivement aux horizons micro-agrégés du plateau (b1, c1), parallèlement à la décoloration du magasin de nappe (passage de d3 à d1) et à l'hétérogénéité grandissante de l'horizon à caractère altéritique (e3 : rouge et rouge jaunâtre, e2 : rouge, e1 : rouge clair et blanc jaunâtre).

Interprétations

Ce transect présente quelques similitudes avec ceux d'ORGANABO, mais s'en distingue sur des points importants.

Les points communs concernent la répartition globale des organisations sur l'unité de modelé. On trouve toujours une séquence ferrallitique d'apparence continue (en macromorphologie) sur le versant, avec une évolution par altération puis pédoturbation le long du profil. Cette séquence d'évolution ferrallitique est interrompue sur le plateau par l'insertion

¹ Situé perpendiculairement et derrière la coupe, à environ deux cent mètres.

entre l'horizon à caractères altéritiques (e) et les horizons médians pédoturbés (b et c) d'un magasin de nappe plus sableux.

L'argumentation d'ORGANABO semble utilisable sur ce site (sous réserve des résultats de l'étude micromorphologique). Nous avons même un nouvel argument morphologique : le magasin de nappe (d3) pénètre en coin au milieu d'une séquence continue. Surmonté d'horizons conservant des lithoreliques (e3 puis c2), il ne peut que leur être postérieur. Nous avons donc là un élément incompatible avec une origine sédimentaire des horizons du plateau et qui appuie au contraire l'hypothèse d'un système de transformation.

Les différences concernent aussi bien le versant que le plateau. Sur le versant, une séquence nodulaire ferrugineuse et gibbsitique apparaît depuis l'horizon à caractères altéritiques (e2) jusqu'à l'horizon médian coloré et argileux (c2), trouvant son paroxysme dans un niveau d'accumulation d'une vingtaine de centimètres d'épaisseur. Nous avons sur le site d'ORGANABO une succession de volumes lithorelictuels ferruginisés de l'altérite à l'horizon de démantèlement et pédoturbation de cette altérite, mais qui n'atteint nulle part l'importance qu'elle a sur les versants de PETIT LAUSSAT. L'accumulation de ces nodules en un niveau assez épais montre que la couverture pédologique descend rapidement dans le modelé, concentrant ainsi au sommet de l'altérite les nodules qui s'y forment.

La présence de gibbsite et l'existence d'un niveau d'accumulation de nodules sont donc les deux points qui différencient le plus les versants de PETIT LAUSSAT de ceux d'ORGANABO.

Sur le plateau, l'apparition localisée d'un horizon très sableux (d2) à la base du magasin de nappe constitue la différence essentielle séparant les deux sites. D'autre part, des organisations telles que les nodules blancs à persillage rouge et les nodules rouges friables revêtent ici une importance qu'ils n'avaient pas à ORGANABO, faute d'être aussi évolués¹.

2) LE TRANSECT B : VERS LE PODZOL

Morphologie

Le transect A ne nous permet pas d'atteindre le podzol. La transition des sols de plateau aux sables blancs sera donc étudiée le long du transect B (fig. 26), qui démarre au niveau de la lentille très sableuse (d2) reposant dans l'ensellement de l'horizon à caractère altéritique (e1).

Cette lentille est d'ailleurs beaucoup plus épaisse sur ce transect (plus de deux mètres) que celle que nous avons observée sur le transect A.

Le passage au podzol présente les caractères suivants :

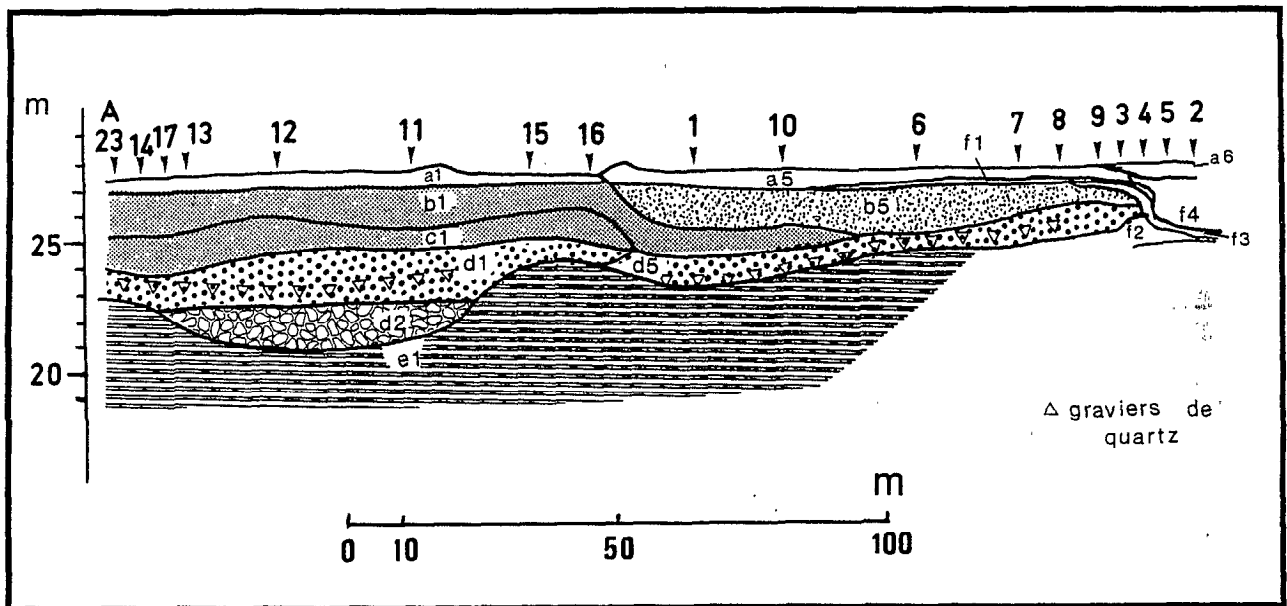
- en profondeur, l'altérite (e1) devient de plus en plus pâle ;
- le magasin de nappe (d1) est de plus en plus sableux et épais (on passe à l'horizon d5) ;
- les horizons médians s'éclaircissent et s'appauvrissent en argile. L'horizon rouge jaunâtre argilo-sableux (c1) disparaît au profit de l'horizon brun vif sablo-argileux (b1), qui est lui-même surmonté d'un nouvel horizon jaune brunâtre à jaune sablo-argileux à sableux (b5). Ce dernier horizon finira (cinquante mètres plus loin) par remplacer totalement l'horizon brun vif (b1).

¹ Il y a des redistributions ferrugineuses au sommet de l'altérite et dans le magasin de nappe à ORGANABO, mais elles n'ont pas un caractère nodulaire aussi tranché que celles de Petit Laussat et sont plus des taches ou des imprégnations centimétriques que des concentrations nodulaires.

- un horizon brun foncé (f1) s'intercale vers 40 cm de profondeur entre le nouvel horizon humifère brun jaunâtre foncé sablo-argileux (a5) et l'horizon jaune brunâtre (b5). Il s'agit d'un Bh diffus.

- le sable blanc apparaît en coin en haut et à la base des matériaux colorés (sondage 3). Le contact entre matériau coloré (b5) et sable blanc (f4) est brutal et souligné d'un liseré brun foncé. Des horizons brun foncé et brun rougeâtre (f2 et f3) sont accolés aux parties inférieures et supérieures de la langue de matériau coloré (b5). Ces horizons correspondent à des Bh et Bfe. Une nappe est présente dans le sable blanc (f4) à une profondeur variant en fonction de la pluviosité saisonnière.

- la paire d'horizons Bh et Bfe (f2, f3) se maintient vers trois mètres de profondeur, sous le sable blanc (f4), et ceci pendant au moins une trentaine de mètres vers le centre du plateau. Ces horizons sont alors très difficiles à percer.



**Fig. 26 : Petit Laussat - Transect B - Coupe pédologique
(Légende des horizons en annexe)**

Interprétations

On note l'absence de toute discontinuité pouvant être d'origine sédimentaire entre les sols ferrallitiques et le podzol, la géométrie de la transition entre matériaux colorés et sable blanc étant même incompatible avec une telle hypothèse.

La succession des organisations pédologiques depuis les sols de plateaux jusqu'au podzol est similaire à celle mise en évidence sur le site d'ORGANABO. Mise à part la présence de la lentille sableuse sous le magasin de nappe (horizon d2), le transect B aurait pu être tiré du plateau d'ORGANABO.

Le sable blanc podzologique se développe donc en place et progresse latéralement aux dépens des matériaux colorés : l'ensemble constitue un système de transformation sols ferrallitiques-podzol. Sur un autre système de transformation sols ferrallitiques-podzol, TURENNE (1975) a montré que la nappe joue un rôle primordial dans cette évolution : la circulation latérale d'eaux chargées en acides organiques agressifs permet un soutirage des éléments fins et entraîne une dégradation des formations ferrallitiques. La matière organique et le fer mis en solution en surface précipitent en profondeur (lorsque les conditions physico-chimiques ne permettent plus leur maintien en solution).

B) ETUDE GRANULOMETRIQUE DES TRANSECTS

Les isovaleurs des coupes granulométriques ont été dessinées avec l'aide du logiciel de traitement de données SEMREG et du logiciel de cartographie d'isovaleurs CONDOT mis au point par le laboratoire de pédologie du centre ORSTOM de Cayenne (cf annexe 1 pour les détails mathématiques de l'interpolation).

Une comparaison entre les résultats obtenus à partir d'une interpolation manuelle, d'une cartographie par krigeage (logiciel BLUEPACK) et d'une interpolation gravitaire (logiciel SEMREG) effectuée sur le jeu de données du transect 1 d'ORGANABO a montré un résultat sensiblement comparable (GASCUEL-ODOUX 1987) des trois méthodes. Outre la rigueur mathématique qu'elle apporte, la géostatistique offre un intérêt dans ce type de travail lorsque les données présentent une variabilité locale très importante (effet de pépite non négligeable) : l'interpolation manuelle devient très délicate à faire dans ce cas-là, et les bases mathématiques de l'interpolation gravitaire sont beaucoup plus floues (du fait du poids différent que l'on tend instinctivement à accorder à l'axe des distances et à celui des profondeurs).

Dans le cas de données ayant une faible variation locale et d'un rendu compatible avec la précision des mesures en laboratoire (espacement des isovaleurs dépassant largement la précision de la mesure), l'extrapolation manuelle donne de bons résultats.

Les données granulométriques de PETIT LAUSSAT sont relativement bien structurées dans l'espace et présentent (pour la plupart) une faible variabilité locale. Les trois méthodes donneraient donc des représentations comparables.

1) TRANSECT A

La figure 27a situe la position des sondages et des échantillons analysés.

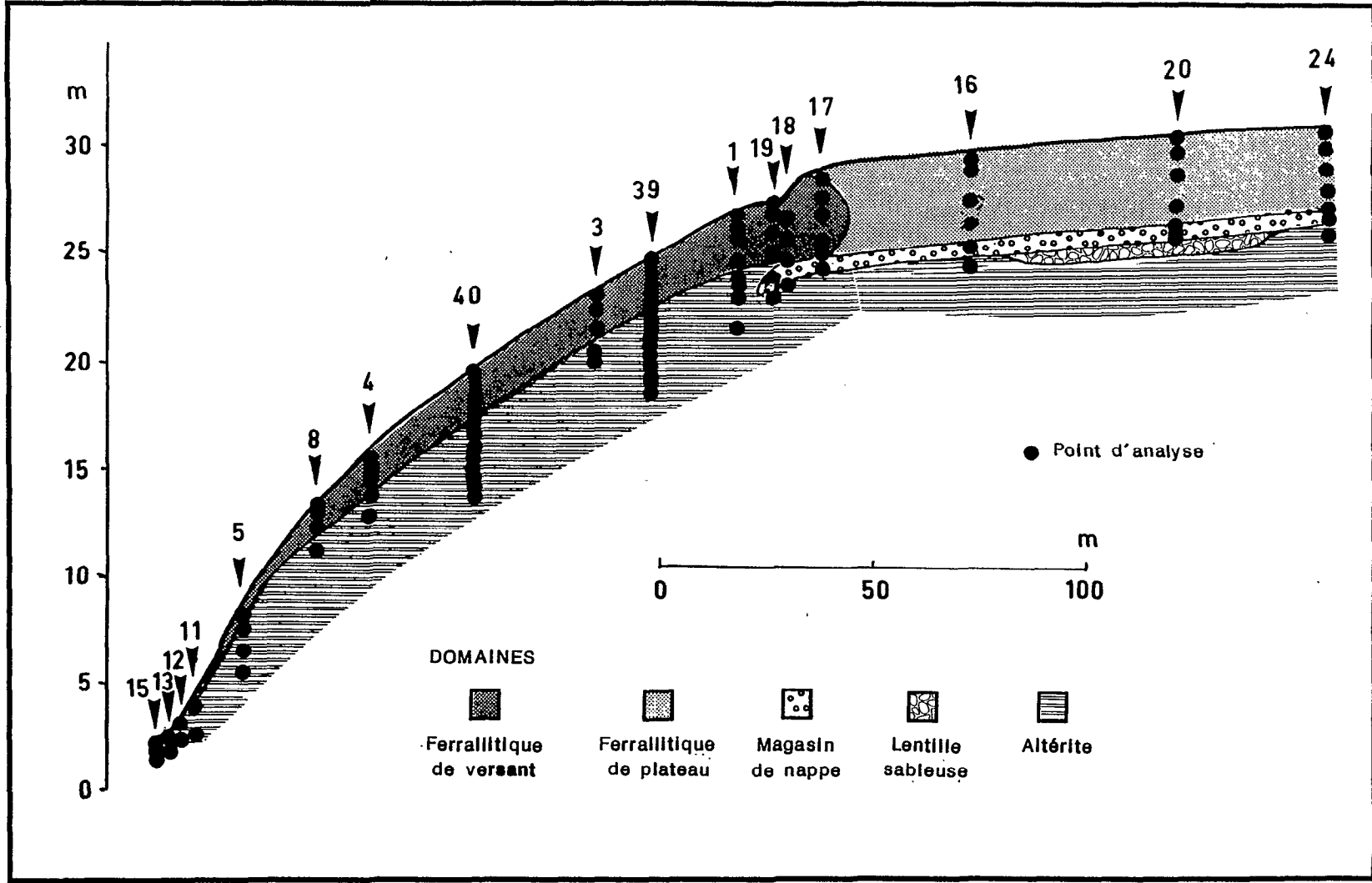


Fig. 27a : Transect A - Position des échantillons analysés en granulométrie

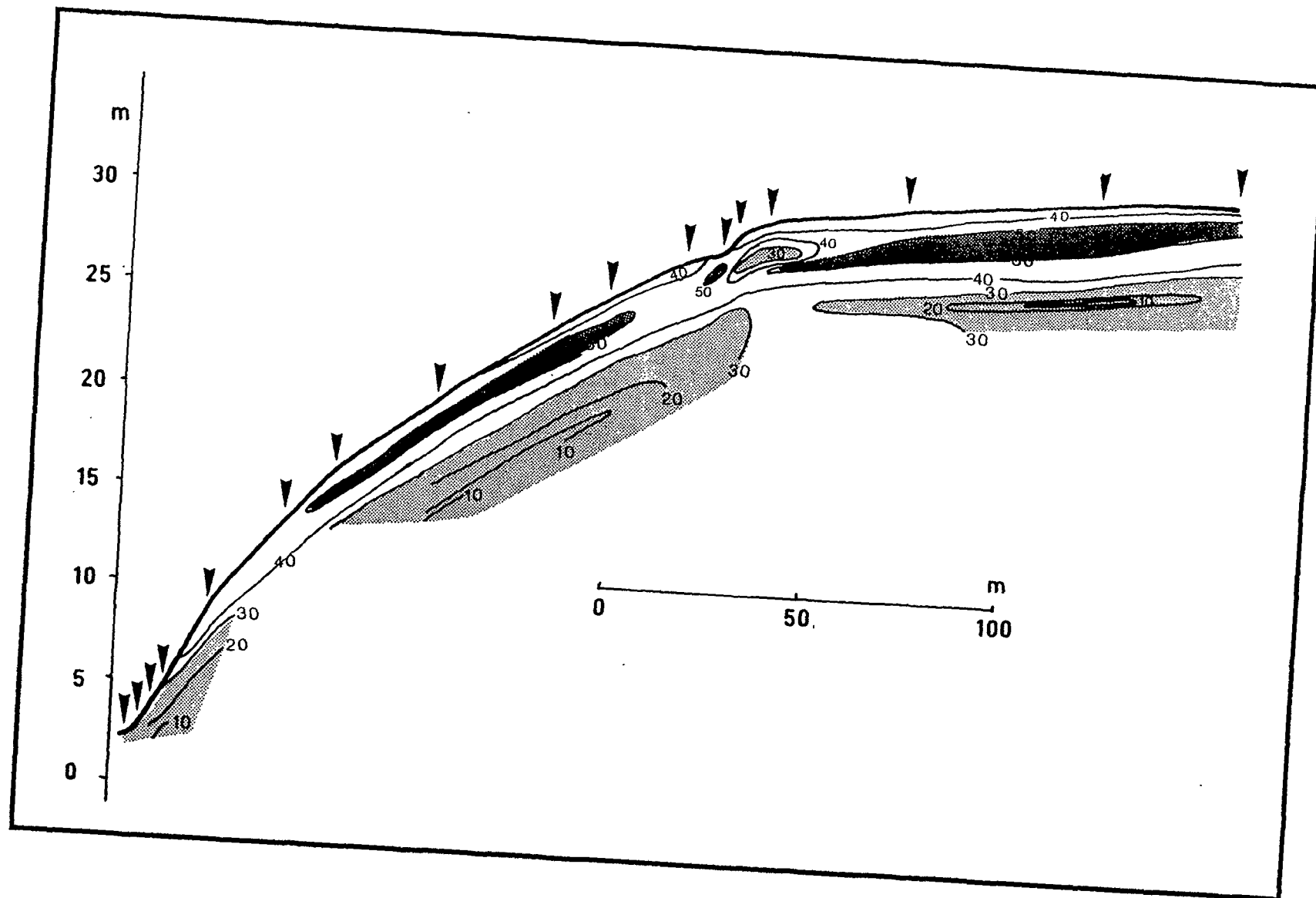


Fig. 27b : Transect A - Courbes d'isovaleurs d'argile (tous les 10%)

a) Argile

Description

On retrouve (fig. 27 b) la richesse en argile des horizons médians, que ce soit sur le versant (horizon b2 et c2) ou le plateau (horizon b1 et c1). Il y a plus de 50% d'argile au cœur de ces horizons.

L'horizon de surface descend à 35% sur le versant, 30% sur le plateau.

Le magasin de nappe du plateau atteint même moins de 10% d'argile, au niveau de la lentille sableuse (d2).

Ces trois observations confirment ce que nous avons vu lors de l'étude morphologique.

Par contre, cette coupe révèle deux anomalies qui n'avaient pas été décelées lors de l'étude de terrain.

La première concerne l'horizon à caractères altéritiques du versant, qui est beaucoup moins argileux qu'on aurait pu a priori l'imaginer à partir de l'étude d'ORGANABO : en milieu de pente, le taux d'argile est aussi faible qu'en plein cœur du magasin de nappe. Il y a même une relative continuité des courbes d'isovaleur entre le versant et le plateau, au niveau de la limite supérieure de l'altérite et du magasin de nappe. Toutefois, l'appauvrissement maximum en argile de la lentille du plateau n'est pas en continuité avec celui du versant. Les isovaleurs 30 et 25% montrent même une pente non négligeable¹ vers le centre de cette lentille sableuse.

La deuxième anomalie se situe au contact versant/plateau, à la profondeur des horizons médians. Nous avons vu une transition progressive entre les organisations du versant et celle du plateau. La coupe nous montre au contraire une discontinuité en forme de pépite, qui vient recouper les ventres argileux correspondants aux horizons b2-c2 d'une part, b1-c1 d'autre part.

Enfin, l'aval du versant a progressivement moins d'argile. La variabilité locale des données est ici plus importante, et trouve probablement son origine dans les remaniements liés à la divagation de l'axe de drainage au cours des temps, et au cycle érosion/sédimentation que cela induit.

Interprétations

Il est prématuré d'expliquer les anomalies citées plus haut en l'absence des autres paramètres granulométriques. Remarquons simplement la morphologie de la pépite pauvre en argile, en contact avec la zone peu argileuse de l'altérite du versant.

Les autres observations concordent tout à fait avec l'hypothèse du système de transformation évoquée à ORGANABO.

¹ L'utilisation d'une même échelle pour la topographie et les horizons permet d'observer sur la coupe l'inclinaison des horizons, bien que très accentuée.

b) Limon fin**Description**

L'anomalie précédente trouve ici son explication : correspondant exactement au volume pauvre en argile, nous voyons sur cette coupe (fig. 27 c) une pépite riche en limon fin au contact versant/plateau. Les valeurs atteignent 25% de limon fin¹. Cumulées à celles d'argile au même endroit, on retrouve 55% d'éléments fins, valeur tout à fait concordante avec celles des horizons médians sur le reste de la coupe (50% d'argile + 5% de limon fin).

Comme sur le site d'ORGANABO, le limon fin est pratiquement absent des horizons pédoturbés (moins de 5%, en fait quelques traces seulement) et n'apparaît qu'une fois la limite de l'altérite atteinte. Ses valeurs augmentent avec la profondeur pour atteindre 15% (voire 25%) au milieu du versant. L'altérite du plateau n'atteint pas des valeurs aussi élevées.

Interprétations

Les valeurs modestes du plateau (5% au milieu de la coupe) s'expliquent aisément : l'altérite « saine » n'apparaît qu'assez profondément à cet endroit, puisqu'elle est surmontée par la lentille très sableuse (d2). En s'éloignant de cette lentille l'altérite est plus proche de la surface, ce qui se traduit par une augmentation notable du limon fin, perceptible à l'extrême droite de la coupe (15%).

La correspondance entre matériau d'altération et richesse en limon fin que nous avons décelée à ORGANABO se vérifie sur le versant. Il faudra l'étude micromorphologique pour s'en assurer. Si cette hypothèse est admise, l'observation de l'isovaleur 5% nous renseigne sur l'histoire de la lentille sableuse. En effet, la courbe des 5% de limon fin reste relativement plane sur tout le plateau, malgré l'apparition plus profonde de l'altérite sous la lentille sableuse (d2) : cette lentille serait alors issue de l'altérite dont elle aurait hérité une partie du limon fin.

Il nous reste maintenant à expliquer l'anomalie du contact versant/plateau au niveau des horizons médians. Deux hypothèses doivent être examinées :

- le limon fin est un héritage de l'altérite, conformément à ce que nous avons observé jusqu'à maintenant ;
- le limon fin est néoformé à cet endroit précis, qui se trouve sur le front de transformation du sol ferrallitique initial en sol ferrallitique appauvri.

¹ On ne peut exclure des problèmes de dispersion, à l'origine de pseudo-limons. Le traitement des échantillons ayant été identique, cela traduit malgré tout une différence locale de comportement des argiles et limons.

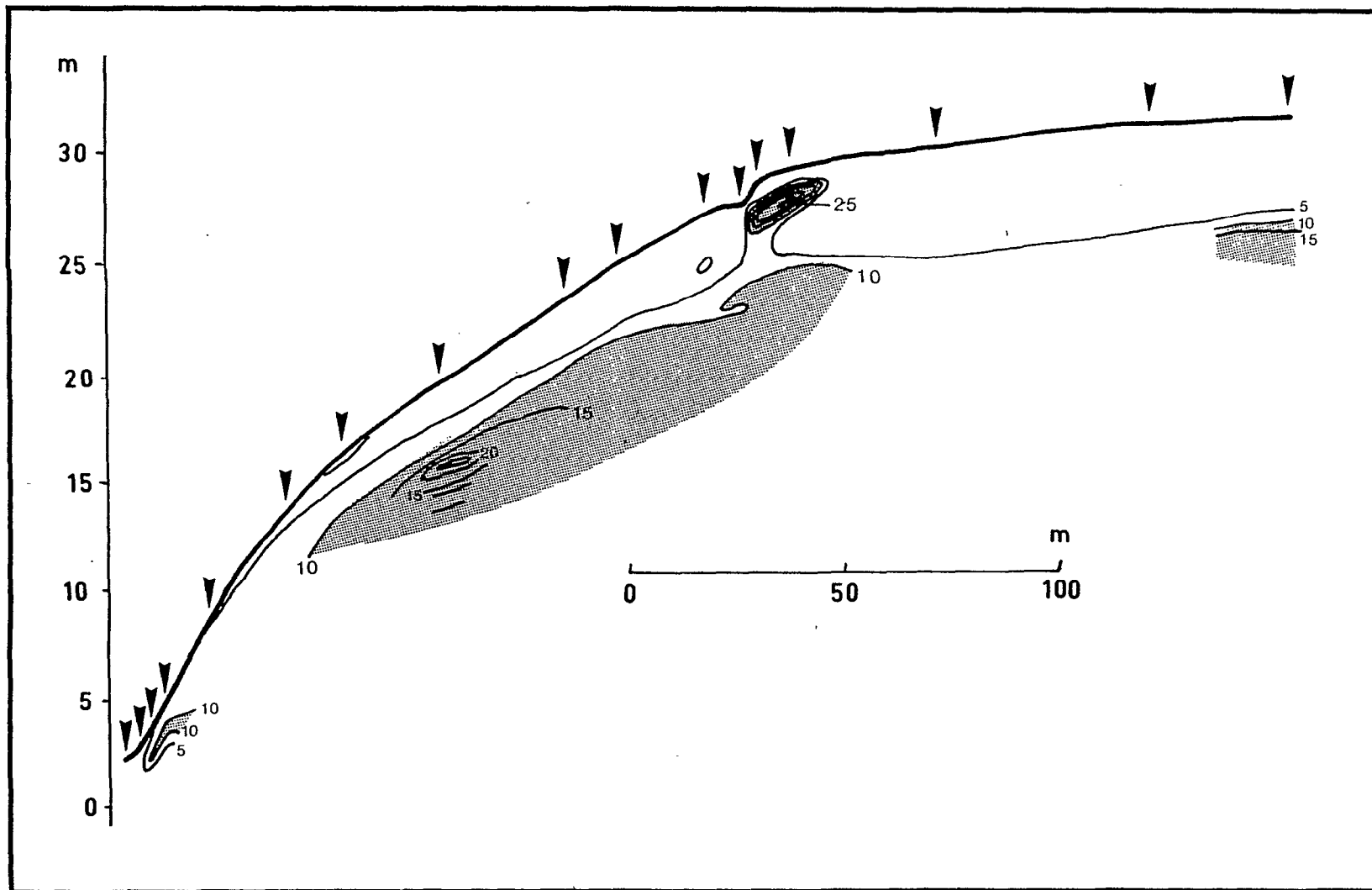


Fig. 27c : Transect A - Courbes d'isovaleurs de limon fin (tous les 5%)

Cette dernière hypothèse n'apparaît pas très solide : aucun site de néoformation de kaolinite n'a été observé lors de l'étude de terrain¹. De plus, le front de transformation, qui apparaissait déjà très progressif sur le terrain ne semble pas avoir modifié sensiblement les choses de part et d'autre de la pépîte : le ventre argileux des horizons médians se maintient sur le plateau, la pauvreté en éléments fins de l'horizon humifère est comparable de chaque côté de la pépîte et le peu d'argile du magasin de nappe fait suite à celui de l'altérite du versant.

Il faut donc retenir l'hypothèse d'un héritage. Or cette pépîte se trouve être le premier endroit que nous étudions où les remontées de limon fin issu de l'altérite sont aussi proches de la surface. Partout ailleurs, cette classe granulométrique a disparu à la suite de la pédoturbation. Faut-il en conclure que le sommet du versant n'a pas subi cette pédoturbation ?

Cette pépîte est coincée entre une pédogenèse agressive et appauvrissante conduisant à la podzolisation (sur le plateau) et une pédogenèse ferrallitique provoquant une descente rapide et importante du profil sur lui-même, comme en témoigne la présence d'un niveau d'accumulation de nodules relativement épais.

Elle pourrait être le témoin d'une couverture pédologique ancienne actuellement démantelée sur les versants par la descente rapide de l'altération et sur les plateaux par la podzolisation.

Limon grossier

Le limon grossier ne présente pas d'intérêt majeur à côté du limon fin : son taux est négligeable dans tous les horizons pédoturbés, qu'ils soient du versant ou du plateau, et n'augmente qu'au sein de l'altérite du versant. Il reste absent des magasins de nappe du plateau. Il n'y a aucune morphologie correspondant à la pépîte étudiée précédemment.

c) Sable grossier

La figure 27 d illustre la répartition du sable grossier sur la coupe du transect A. Le taux le plus bas est atteint par les horizons médians du versant et du plateau (40%). Le magasin de nappe (d1), et surtout la lentille sableuse (d2), vont jusqu'à 70%. La variabilité locale est assez forte au sein de l'altérite du versant, mais ne permet en aucun cas d'atteindre les valeurs élevées du magasin de nappe. A notre grand soulagement, nous vérifions la différence qui sépare ces deux organisations, malgré la similitude de leur taux d'argile.

¹ Et ne le sera pas plus lors de l'étude micromorphologique, alors que les restes d'altérite apparaîtront abondants.

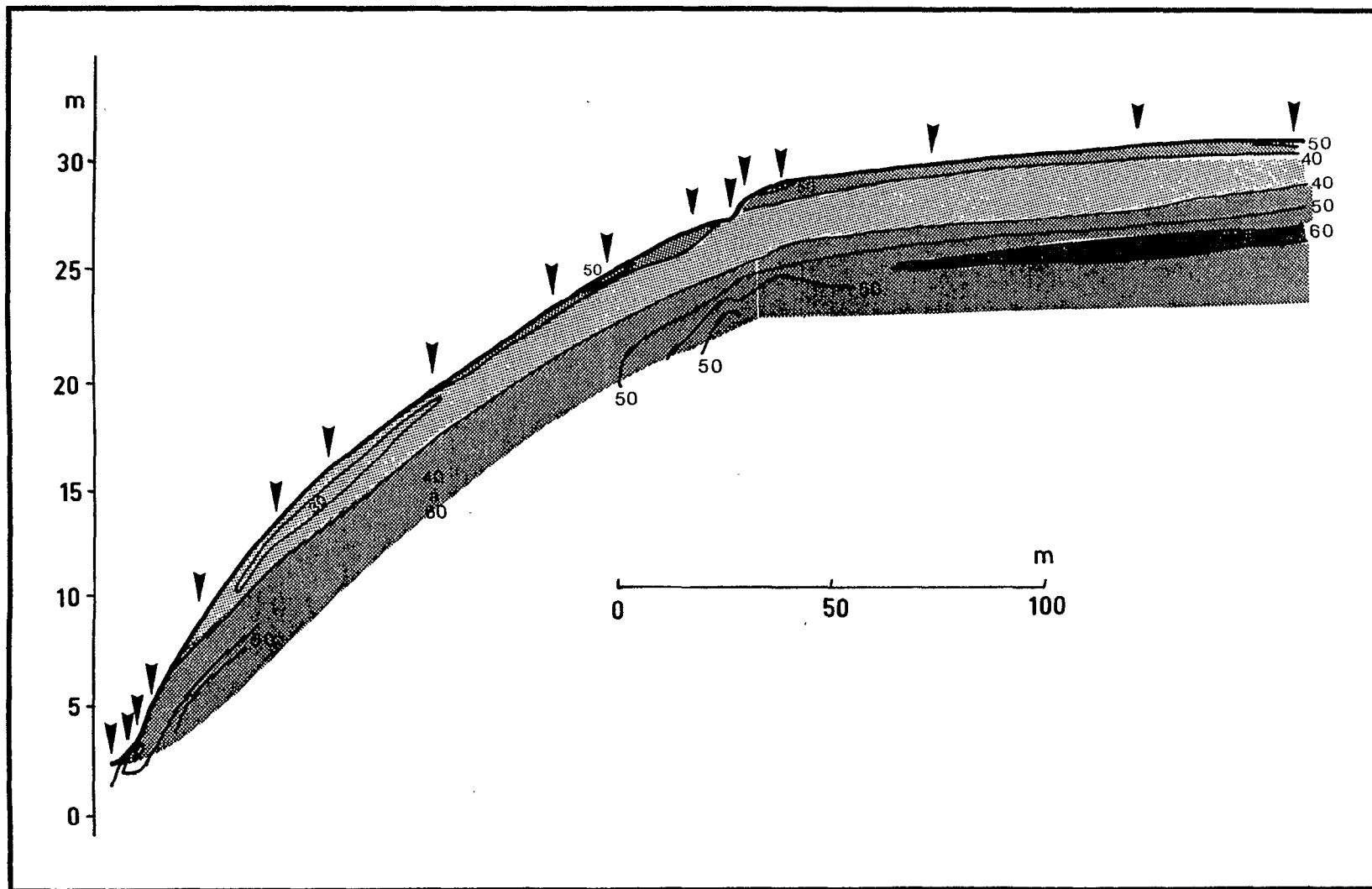


Fig. 27d : Transect A - Courbes d'isovaleurs de sable grossier (tous les 10%)

Sable fin

Le taux de sable fin est assez homogène sur toute la coupe et varie entre 10 et 15%. Il augmente légèrement (25%) dans l'altérite du versant et diminue un peu au milieu du magasin de nappe du plateau (5 à 10%)¹.

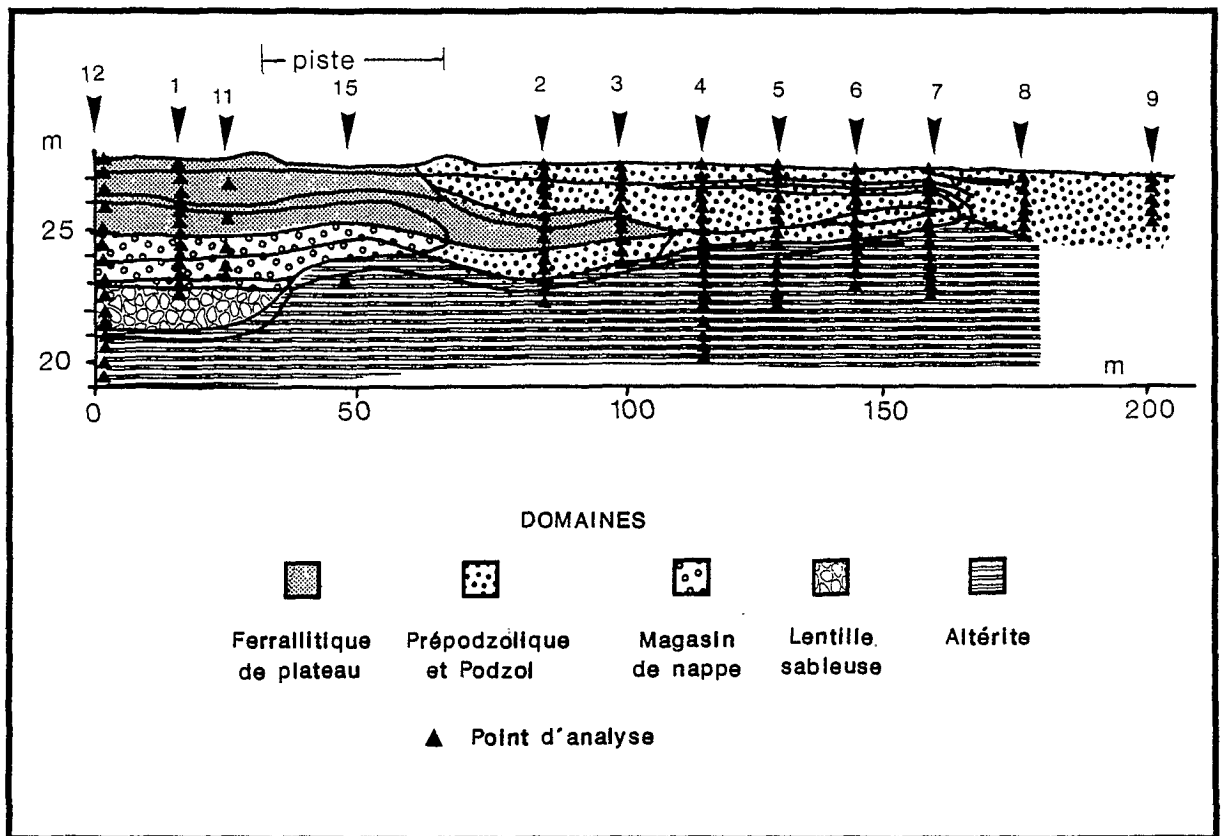


Fig. 28a : Transect B - Position des échantillons analysés en granulométrie

2) TRANSECT B

Les prélèvements sont localisés sur la figure 28 a. Toutes les isovaleurs ont été calculées sur la fraction inférieure à 2 mm, sauf dans le paragraphe des sables grossiers où une étude comparative des valeurs tenant compte ou non des refus présente un certain intérêt.

¹ Ceci trouvera son explication lors de l'étude microscopique, avec le granoclassement que l'on observe localement au niveau de la lentille sableuse (d2).

Il n'y a pas de différences notables dans le dessin des isovaleurs des autres classes granulométriques si l'on prend en compte le taux de refus.

a) Argile

On retrouve sur la gauche de la coupe (fig. 28 b) le ventre argileux des horizons médians colorés, déjà appauvris (30% au maximum). De même que sur le transect d'ORGANABO, nous distinguons deux fronts d'appauvrissement en argile : l'un en surface correspondant aux horizons humifères, l'autre en profondeur correspondant au magasin de nappe. Ces deux fronts d'appauvrissement finissent par se réunir en un seul entre les sondages B5 et B6. L'isovaleur 5% d'argile, qui marque la réunion de ces deux fronts anticipe l'apparition du podzol s.s. de quelques dizaines de mètres.

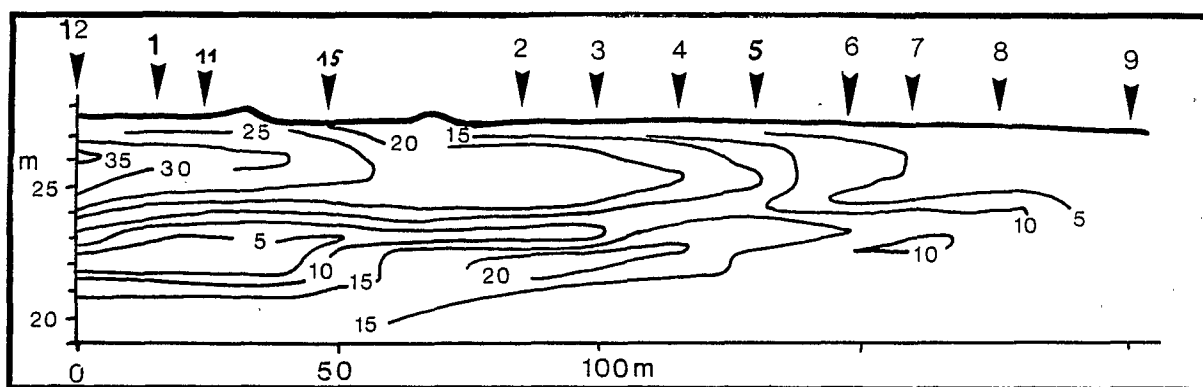


Fig. 28b : Transect B - Courbes d'isovaleur d'argile (tous les 5%)

Mais contrairement au site d'ORGANABO, l'appauvrissement de profondeur prend aussi de l'ampleur en s'éloignant du podzol. L'influence de la lentille sableuse (d2) dont l'extension est limitée au sondage 12 et 11 se fait sentir jusqu'au sondage B5 où elle est relayée par le front lié à la progression du podzol. La pente des isovaleurs 10 et 5% s'incline d'ailleurs nettement vers la lentille sableuse.

Cet appauvrissement en argile du magasin de nappe et de la lentille sableuse contraste avec le relatif enrichissement de l'altérite sur sa partie sommitale. L'altérite descend ensuite au dessous des 20% d'argile.

Interprétations

Le schéma mis en évidence sur ORGANABO d'un départ d'argile préalable à la podzolisation s.s. se vérifie sur le transect B de PETIT LAUSSAT, mais sur une distance considérablement plus courte. Un phénomène d'appauvrissement centrifuge lié à la lentille sableuse s'y surimpose. Cet appauvrissement isole les horizons pédoturbés à 20% d'argile du sommet de l'altérite à 20% d'argile également. Deux hypothèses se présentent :

- La pédogenèse ferrallitique a profondément entamé l'altérite, comme en témoigne le contour global de l'isovaleur 20% (argile de néoformation ou de transformation au sommet de l'altérite). Un magasin de nappe s'est ensuite intercalé au milieu du volume en cours de pédoturbation.

- Le magasin de nappe est apparu à la base du volume pédoturbé. L'argile a été lessivée et transportée dans l'horizon sous-jacent, à savoir le sommet de l'altérite qui s'est ainsi enrichi jusqu'à 20% d'argile (argile d'illuviation).

Les isovaleurs 10% du magasin de nappe et 20% du sommet de l'altérite se terminant approximativement au sondage 4, l'aspect « en miroir » de leur disposition incite à privilégier l'hypothèse d'un couple éluvial-illuvial. Néanmoins, le taux d'argile n'augmente pas sous la lentille sableuse (d2), là où le lessivage serait le plus important. Le volume riche en argile a même tendance à se réduire en peau de chagrin. L'observation isolée des taux d'argile ne permet donc pas de statuer sur ce point.

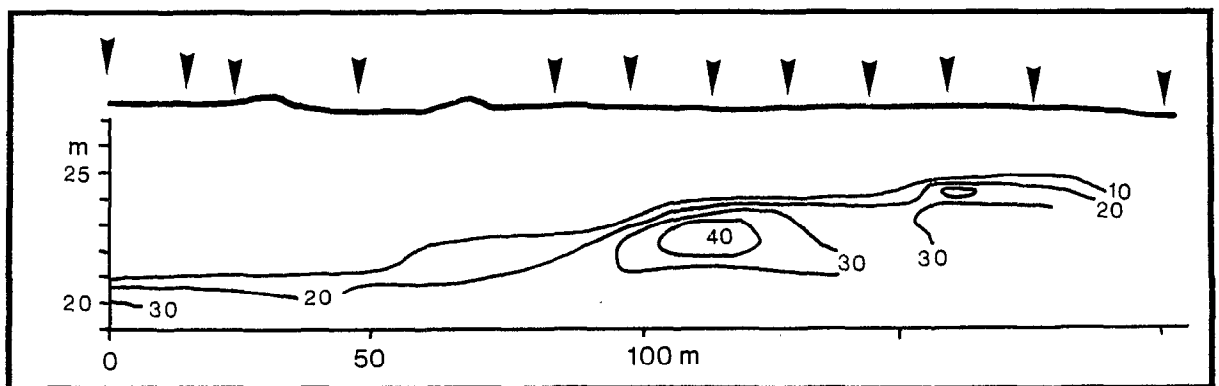


Fig. 28c : Transect B - Courbes d'isovaleur de limon fin
(tous les 10%)

b) Limon fin

La répartition des limons fins (fig. 28 c) concorde avec ce que nous savons déjà : les horizons pédoturbés en sont pratiquement dépourvus. L'altérite est au contraire caractérisée par cet élément, qui apparaît à plus de 40% sur le profil B4.

Il est intéressant de remarquer la remontée progressive d'altitude de l'isovaleur 10% depuis la lentille sableuse (d2) jusqu'au podzol. Notons tout d'abord que l'absence de sondage sous la piste n'a pas permis de dessiner avec exactitude la géométrie de l'altérite à la limite de la lentille sableuse (d2). Mais la tendance à la remontée de cette altérite est confirmée par la morphologie des isovaleurs de limons.

Interprétations

Les fronts de transformation conduisant au podzol aboutissent également à une diminution de l'épaisseur des horizons surmontant l'altérite. Curieusement, le départ de matière dû à la podzolisation aboutit ici à la rectification du relief jusqu'à un plan horizontal (la topographie varie à peine de quelques dizaines de centimètres, les seules buttes notables de la coupe étant d'origine humaine). Considérant que le podzol se développe principalement à partir d'horizons ferrallitiques pédoturbés, la limite de l'altérite donne une idée du relief initial de

l'unité de modelé : on avait auparavant une pente douce menant au centre du plateau (25 à 27,5 m).

Cette pente douce semble toujours fonctionnelle en profondeur, puisque le front d'appauvrissement en argile de la lentille sableuse en est dépendant. Cette organisation sableuse serait donc la trace d'un thalweg dont les pentes ont été gommées par la podzolisation. L'étude en plan de la lentille sableuse s'avère donc un élément important pour la compréhension de la pédogenèse de ce site.

c) Limon grossier

Le limon grossier a une répartition comparable à celle du limon fin. Les horizons pédoturbés en sont dépourvus (moins de 2%), alors que l'altérite monte à 6%, voire à 14% là où le limon fin dépasse 40%. Cette fraction reste néanmoins négligeable par rapport aux limons fins.

d) Sable fin

La répartition du sable fin (fig. 28 d) est assez difficile à corréliser aux observations précédentes. Seul le podzol présente un semblant d'organisation : le taux de sable fin passe de 5% en surface à 15% à la base de l'horizon de sable blanc. Cette répartition évoque un granoclassement. Ce phénomène sera effectivement observé au sein des horizons sableux du thalweg et de la lentille d2. L'absence de lames minces prélevées au sein du podzol ne nous permet pas d'établir avec certitude cette hypothèse en ce qui le concerne.

Par contre, l'analyse des spectres granulométriques du sable dans les horizons pédoturbés d'ORGANABO a montré l'importance des phénomènes de fragmentation : si ce processus est confirmé sur PETIT LAUSSAT, l'étude des isovaleurs de sable fin permettra de déterminer la zone d'activité de la pédoturbation. Sur le transect B, l'isovaleur 10% dessine effectivement le contour des horizons pédoturbés du plateau.

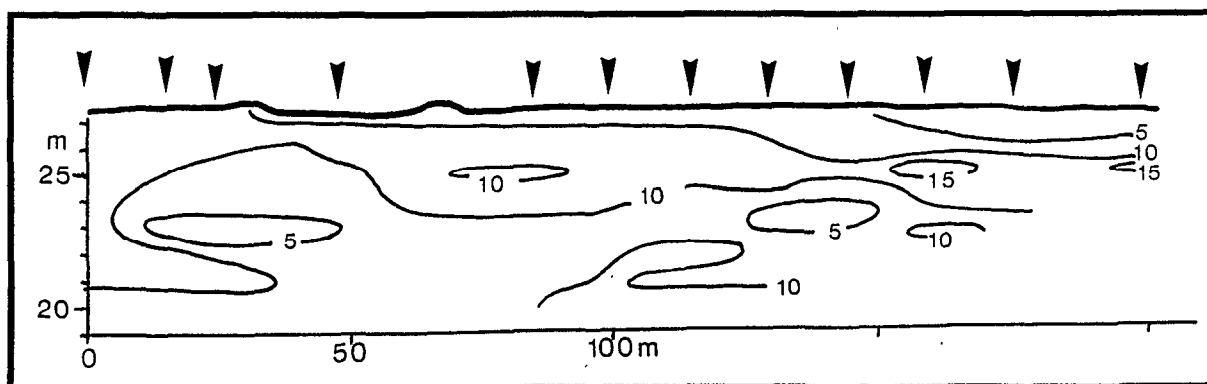


Fig. 28d : Transect B - Courbes d'isovaleur de sable fin (tous les 5%)

e) Sable grossier et fractions grossières

La figure 28 e illustre la répartition des sables grossiers (taux calculé au sein de la fraction inférieure à 2mm). La morphologie des isovaleurs est comparable si on calcule le taux de sables grossiers en intégrant les refus dans la masse totale, et le reste également si on considère le taux de fractions grossières (sables grossiers + refus).

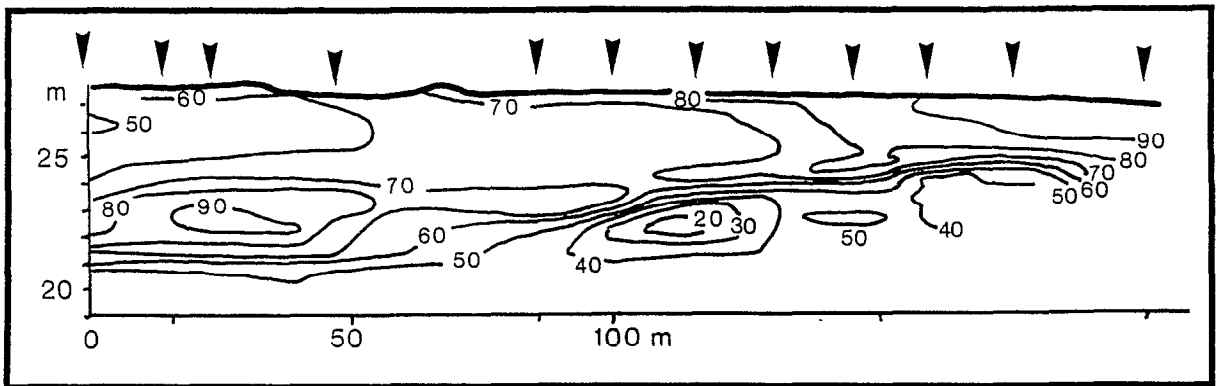


Fig. 28e : Transect B - Courbes d'isovaleur de sable grossier (tous les 10%)

Nous remarquons la similitude presque parfaite entre les courbes d'argile et celles de sables grossiers. Nous retrouvons ainsi les fronts riches en fractions grossières de surface (horizons humifères) et de profondeur (magasin de nappe) près du podzol, ainsi que la lentille sableuse (d2).

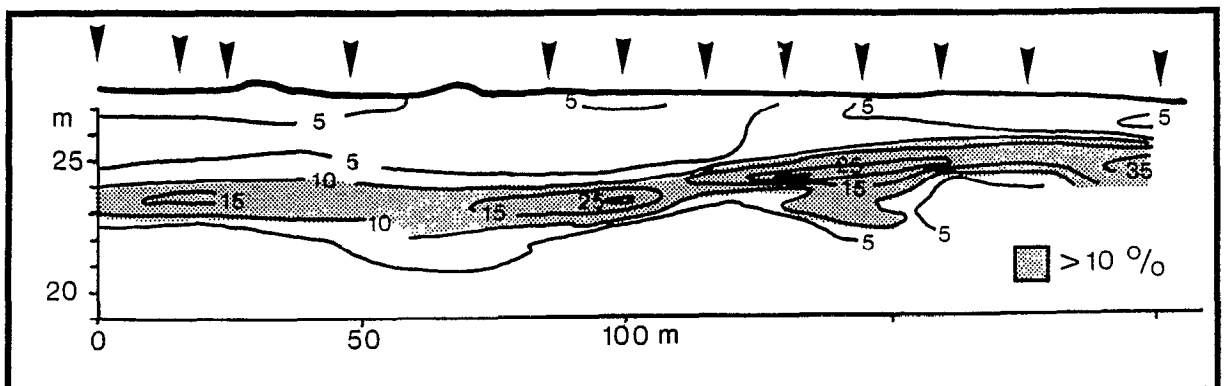


Fig. 28f : Transect B - Courbes d'isovaleur de refus (tous les 5%)

La figure 28 f concerne le taux de refus (non compris le sable grossier). Nous observons nettement une couche riche en éléments supérieurs à 2 mm qui surmonte l'altérite et suit assez fidèlement le magasin de nappe. La superposition de cette figure avec la 28 c (limon fin) nous permet de vérifier que cette couche apparaît juste au sommet des horizons riches en limon fin.

Interprétations

Cette couche de graviers était l'un des arguments utilisés par les géologues pour expliquer le podzol et les horizons colorés de la Série Détritique de Base par un schéma sédimentaire, les graviers marquant une rupture granulométrique lors d'un dépôt fluvial.

Ces graviers apparaissent comme un élément fondamental du fonctionnement de ce système : expliquer leur concentration au sommet de l'altérite permettra de comprendre l'évolution de la pédogenèse.

Il faut remarquer que ces graviers sont présents dans l'altérite, mais en quantité trois à cinq fois plus faibles (5% au lieu de 15 à 25% dans le filon). Ils sont également présents au sein des horizons pédoturbés et du sable blanc du podzol dans des proportions comparables à celle de l'altérite (5%).

Si nous admettons l'homogénéité de la roche mère à l'échelle du transect, nous pouvons prendre cette valeur de 5% de graviers comme base commune à tous les matériaux du transect. Le magasin de nappe contenant le filon de graviers correspond alors à une concentration d'un facteur au moins supérieur à trois du matériau originel. Cette concentration se retrouve chez les sables grossiers : représentant entre 70 et 90% de la fraction inférieure à 2 mm du magasin de nappe, ils sont moins de 40% (voire de 20% par endroits) dans l'altérite.

L'augmentation du taux de graviers, pour impressionnante qu'elle soit au toucher, reste donc tout à fait compatible avec l'appauvrissement en éléments fins de l'altérite, et de l'altérite seulement. En effet, il y a plus de 60% de sables grossiers¹ dans les horizons pédoturbés ferrallitiques, et plus de 90% dans le sable blanc du podzol, et pourtant, le taux de graviers n'est que de 5%.

Si le magasin de nappe avait concentré le matériau sus-jacent, nous n'aurions pas autant de graviers dans le filon (en fait il n'y aurait pratiquement pas eu de concentration en éléments grossiers, puisque ces éléments sont déjà très abondants dans le matériau sus-jacent).

La similitude des taux de graviers dans l'altérite et dans le matériau sus-jacent au magasin de nappe pose un nouveau problème : la différence du taux de sables grossiers de ces deux matériaux ne peut plus s'expliquer uniquement par la perte en éléments fins. La pédogenèse a donc concentré les sables grossiers dans les horizons pédoturbés sans modifier le taux de graviers.

L'argile et le limon disparu ne s'étant pas changé en grains (de quartz), il faut admettre que la quantité de graviers a diminué lors de la pédogenèse (par dissolution-fractionnement) mais que son pourcentage est resté constant grâce à la disparition des fractions fines.

Le magasin de nappe, marqué par une couche de graviers, a une origine altéritique. L'étude des spectres granulométriques des sables nous permettra de préciser son évolution.

¹ Toujours calculés par rapport à la fraction inférieure à 2 mm

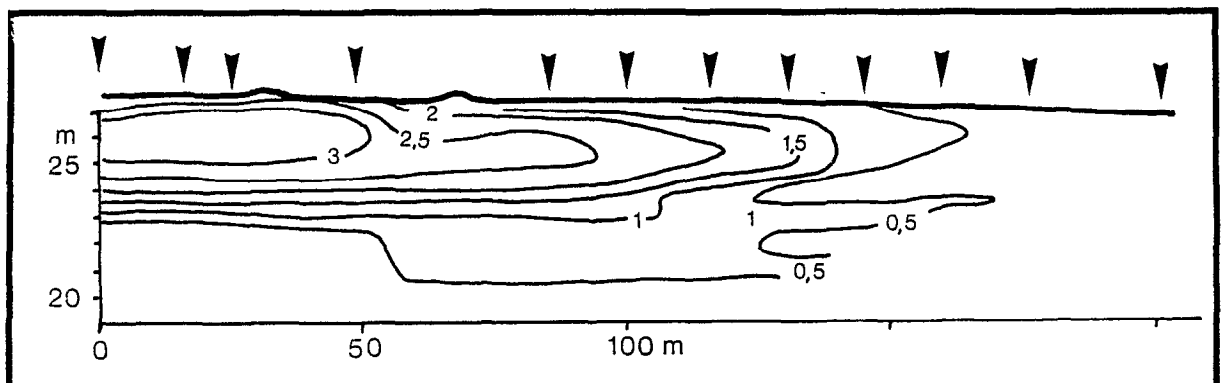
f) Fer

Contrairement aux fractions granulométriques, les isovaleurs de fer (fig. 28 g) ne trahissent pas la présence de la lentille sableuse. Les deux fronts d'appauvrissement du métal sont aussi nets que sur le transect d'ORGANABO. L'altérite est aussi dépourvue de fer que le podzol, alors qu'elle en contenait près de 5% à ORGANABO.

Interprétations

Le fer des horizons ferrallitiques situés sur la gauche de la coupe devant bien provenir du matériau initial, nous en déduisons que l'altérite a perdu la presque totalité du sien. Il apparaît alors que le sommet de l'altérite est le siège d'une lixiviation du fer, avant même que les éléments fins ne disparaissent (au niveau du magasin de nappe).

Cette exportation du fer hors du plateau est à opposer aux concentrations nodulaires importantes que nous avons observées sur les versants (transect A).



**Fig. 28g : Transect B - Courbes d'isovaleur de fer
(tous les 0,5%)**

3) TRANSECT C

Les prélèvements sont localisés sur la figure 29 a, qui comprend également les contours des horizons.

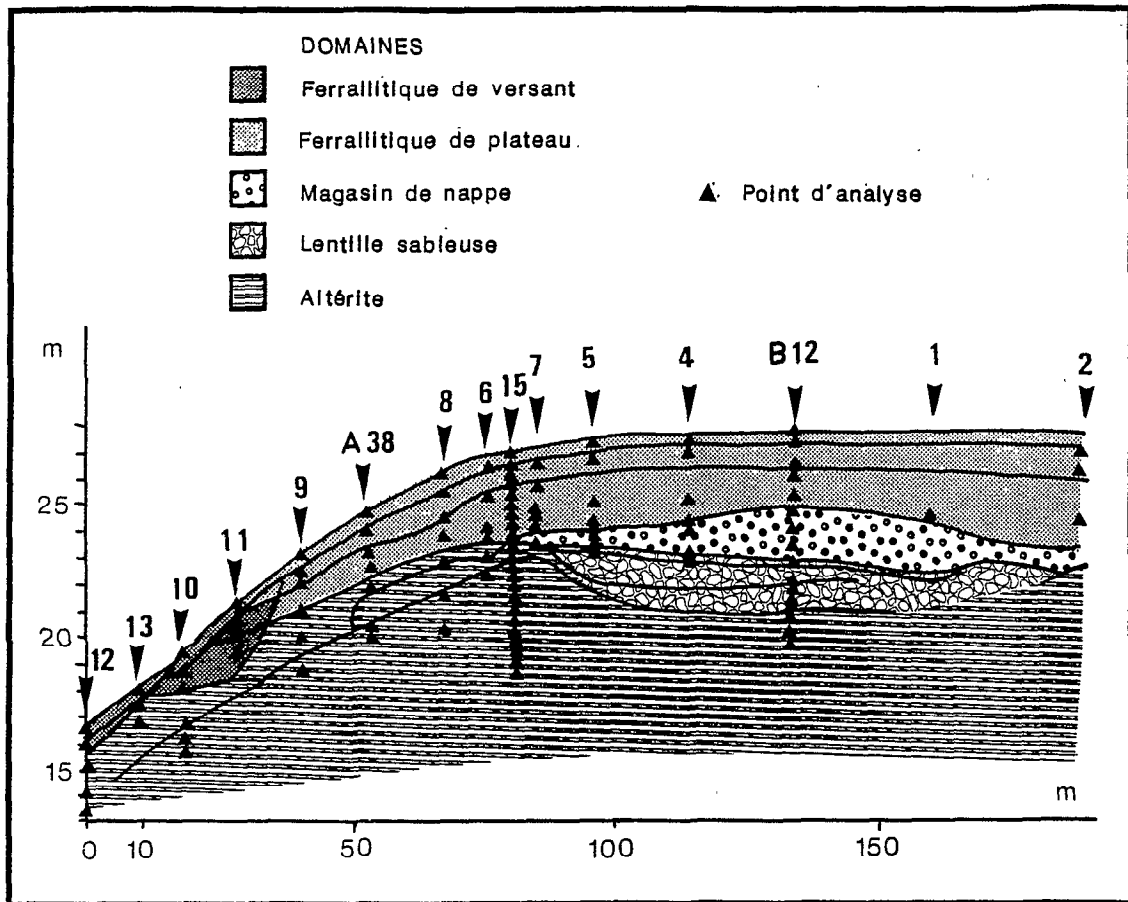
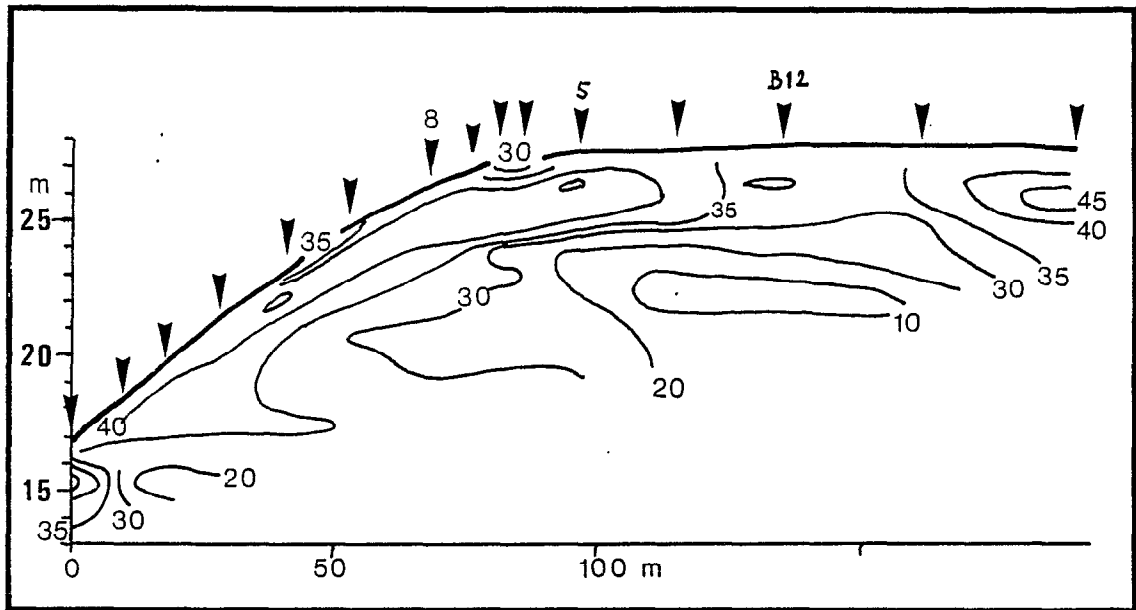


Fig. 29a : Transect C - Position des échantillons analysés en granulométrie



**Fig. 29b : Transect C - Courbes d'isovaleur d'argile
(tous les 5%)**

a) Argile

Les isovaleurs d'argile (fig. 29 b) montrent :

- un ventre d'argile (40 à 45%) dans les horizons médians du versant ;
- un ventre d'argile (40 à 45%) dans les horizons médians du plateau, à l'extrémité droite de la coupe ;
- un appauvrissement important (moins de 10% d'argile) au niveau de la lentille sableuse (d2) ;
- un appauvrissement en argile des horizons médians surmontant la lentille sableuse (d2).

Interprétations

La morphologie des isovaleurs d'argile confirme ce que nous avons sur les transects A et B. Mais le transect C présente un appauvrissement en argile à la verticale de la lentille sableuse (d2) qui n'avait pas été observé auparavant.

Le transect B nous avait appris que l'influence de cette lentille se faisait sentir horizontalement jusqu'au podzol par l'intermédiaire du magasin de nappe. Il existe également une influence verticale de cette lentille, que nous pourrions assimiler à un « puits » d'appauvrissement.

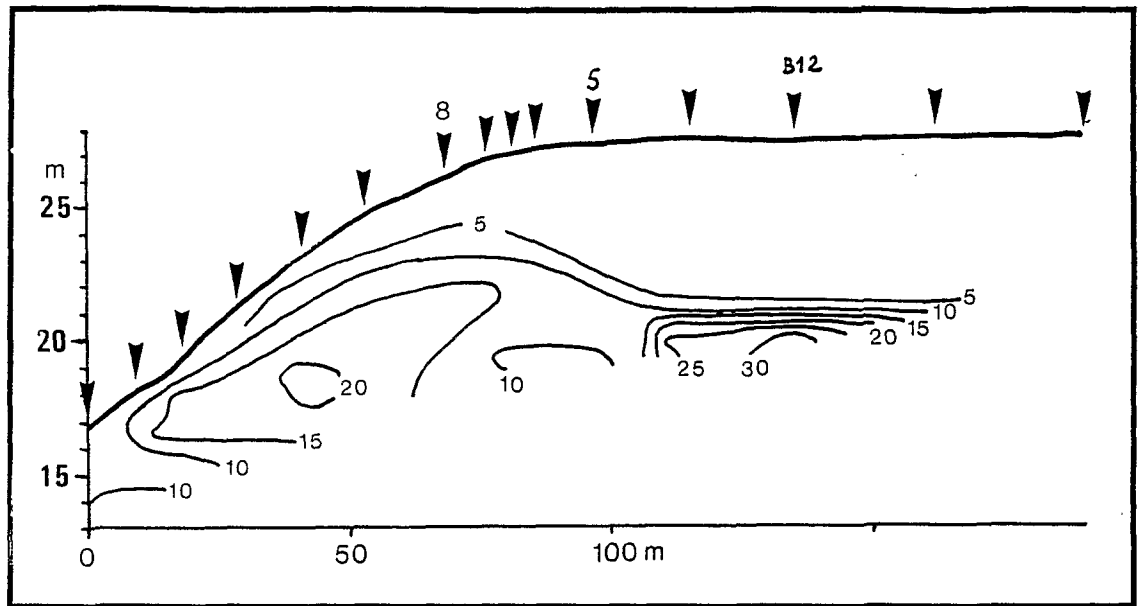


Fig. 29c : Transect C - Courbes d'isovaleur de limon fin (tous les 5%)

b) Limon fin

La répartition du limon fin (fig. 29 c) marque la séparation entre altérite et horizons pédoturbés. On remarquera que ces derniers diminuent d'épaisseur dans le versant. La base de la lentille sableuse est développée sur un matériau plus riche en limon fin.

Interprétations

Nous avons utilisé l'isovaleur 10% de limon fin comme marqueur du relief antérieur de l'unité de modelé dans le transect B. Si nous utilisons le même procédé pour le transect C, l'inversion de relief est encore plus marqué, et la lentille sableuse (d2) apparaît nettement comme la trace d'une cuvette (ou d'un thalweg en coupe) dont la pente a été gommée par la progression latérale du versant principal: l'érosion des horizons pédoturbés qu'elle induit (« Front d'érosion » précédemment mis en évidence à ORGANABO) a masqué la légère élévation de l'altérite sous le sondage 8.

c) Limon grossier

Les isovaleurs de limon grossier sont à peu de choses près comparables à celle de limon fin.

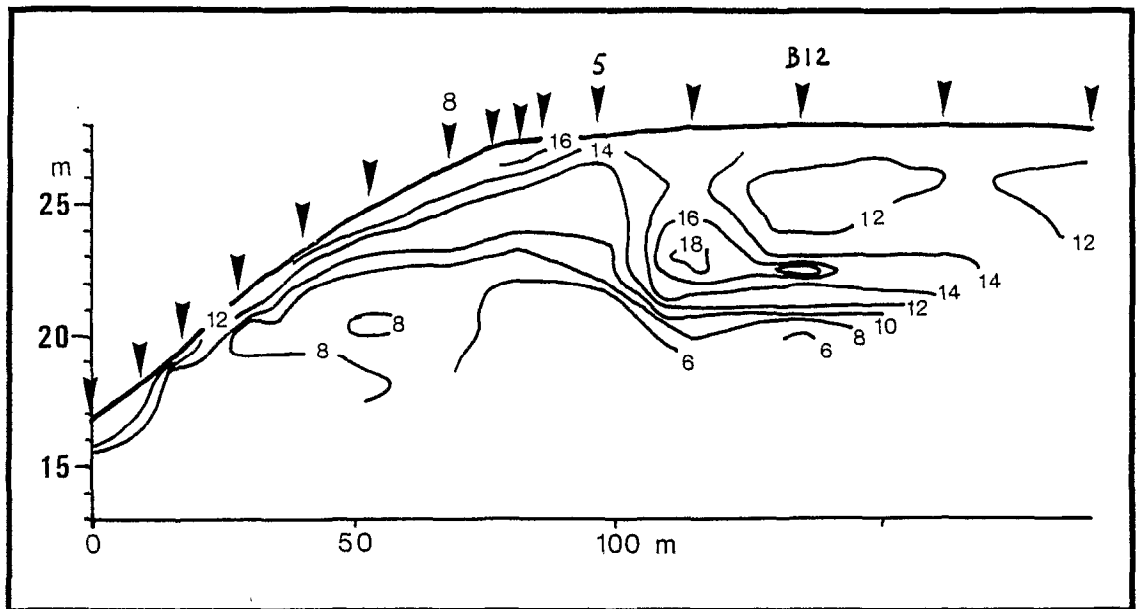


Fig. 29d : Transect C - Courbes d'isovaleur de sable fin
(tous les 2%)

d) Sable fin

Les isovaleurs de sable fin sont dessinées figure 29 d. Le comportement de cette classe granulométrique est assez original. Contrairement au sable fin des transects A et B, il a ici une répartition assez comparable à celle du limon fin, avec un gradient inverse : il y a moins de sable fin dans l'altérite que dans les horizons pédoturbés de versant ou de plateau. Sa gamme de variation est également plus faible (de 6 à 18%). Enfin, l'influence du « puits » se fait sentir : l'isovaleur 14% est interrompu de part et d'autre du sondage 5, qui marque le début de la lentille sableuse en profondeur. Cette lentille sableuse apparaît d'ailleurs nettement sur cette figure : son sommet est l'endroit le plus riche en sable fin de la coupe (18%).

Interprétations

A partir d'une altérite assez pauvre en sable fin, la pédogenèse ferrallitique a permis l'émergence de cette classe granulométrique. La disparition des argiles au niveau du puits (de la surface jusqu'à la lentille sableuse d2) provoque même leur augmentation relative.

L'effet « puits » est ici souligné par la morphologie de ces isovaleurs, montrant nettement une conduite verticale accolée au dôme altéritique et qui permet de joindre la surface du plateau au magasin de nappe en profondeur.

L'étude complète du spectre granulométrique s'avère nécessaire pour préciser les processus aboutissant à cette augmentation du sable fin.

e) Sable grossier

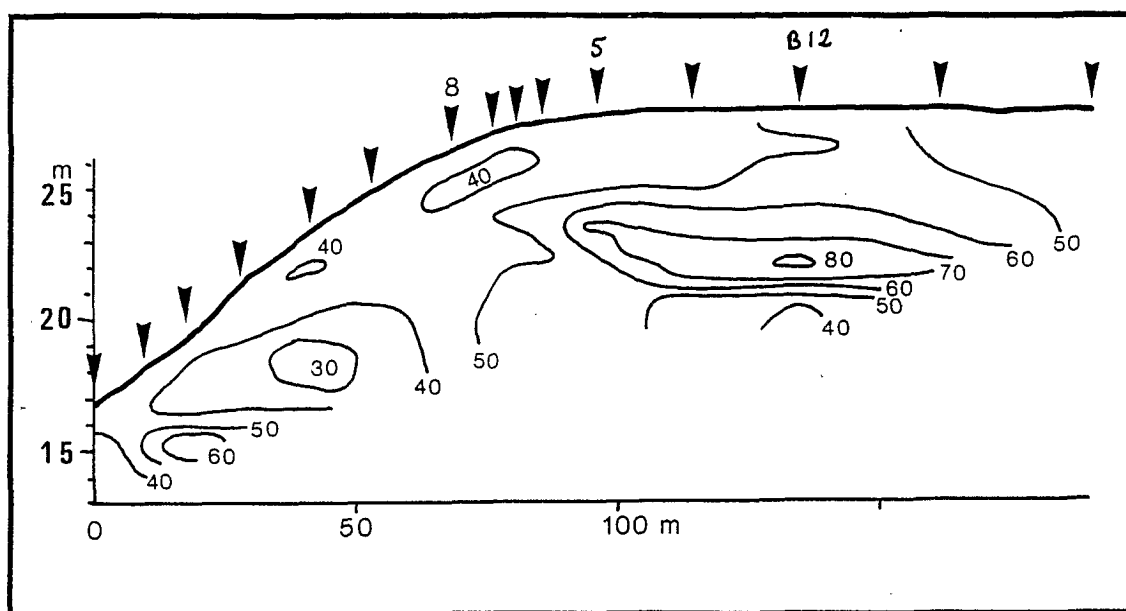


Fig. 29e : Transect C - Courbes d'isovaleur de sable grossier (tous les 10%)

La figure 29 e montre les isovaleurs de sable grossier sur le transect C. La coupe est classique. Nous y voyons :

- la très légère diminution du sable grossier au sein des horizons pédoturbés du versant (isovaleur 40%) ;
- la marque très nette de la lentille sableuse, constituée à plus de 70% de sable grossier¹ ;
- un léger effet « puits », avec la fermeture de l'isovaleur 50% de part et d'autre du sondage B12.

Il y reste cependant quelques originalités :

- l'altérite est très peu différenciée des horizons pédoturbés sur le versant ;
- la position du puits diffère sensiblement de celle du sable fin, et présente plus d'analogies avec celle de l'argile.

Interprétations

La pédogenèse ferrallitique du versant est certainement moins poussée sur ce transect qu'elle ne l'est sur le transect A, ou sur les transects d'ORGANABO. Le maintien des sables grossiers assez haut dans le profil en est la preuve. Ceci ne signifie pas que le versant du transect C soit jamais passé par un stade ferrallitique aussi développé que sur les transects

¹ On arrive donc à 84 % de sables, toutes fractions confondues, ce qui donne à cet horizon une texture pratiquement comparable à celle des horizons jouxtant le podzol, bien qu'il en soit encore assez éloigné.

précédents. Il est au contraire probable, comme le laisse penser l'étude des isovaleurs de limon fin, qu'une érosion rapide a provoqué une descente du modelé au sein de l'altérite sans permettre à la pédogenèse ferrallitique d'agir à fond sur la granulométrie (par les processus de dissolution et fracturation que nous avons mis en évidence sur le site d'ORGANABO).

La correspondance entre les positions de puits marquées par l'argile et le sable grossier est due à un simple rééquilibrage des pourcentages granulométriques : l'argile et le sable grossier étant les deux fractions majeures de ces horizons, la disparition d'une des deux classes profite essentiellement à l'autre : les limons et sable fin augmentent aussi, mais dans des proportions négligeables.

Ceci nous montre que le processus à l'origine du puits en B12 est essentiellement lié à la disparition des argiles, alors qu'il est beaucoup plus complexe sous le sondage C 5, où l'abondance de sable fin le caractérise.

4) RAPPEL DES UNITES MISES EN EVIDENCE

L'étude granulométrique dont nous venons de voir les points principaux permet de diviser notre zone d'étude en secteurs présentant un comportement homogène du point de vue de la répartition granulométrique.

Les unités mises en évidence sont les suivantes :

Le versant

Présent sur les transects A et C, cette unité se caractérise par une altérite apparaissant à profondeur variable, mais en général plus proche de la surface que dans le reste de la zone.

Le passage aux horizons pédoturbés, colorés et argileux est souligné par la concentration en lits ou horizons de nodules ferrugineux et/ou gibbsitiques.

Les horizons pédoturbés contiennent encore des reliques de ces nodules.

La répartition granulométrique montre :

- la richesse en limon fin de l'altérite ;
- la richesse en argile des horizons pédoturbés ;
- la légère diminution du sable grossier de l'altérite aux horizons pédoturbés ;
- la légère augmentation des sables grossiers en surface ;
- un marquage de l'érosion par le limon fin (dont l'ampleur et la netteté du gradient donnerait une idée de la vitesse de descente du modelé).

Le plateau

Cette unité a également été mise en évidence sur le site d'ORGANABO. Elle occupe le sommet de l'unité de modelé. Les pentes sont pratiquement nulles. L'altérite, assez profonde, est surmontée par un horizon assez sableux servant de magasin de nappe. Les horizons

pédoturbés ne sont plus homogènes mais présentent un gradient net de couleur et de texture en allant vers le centre du plateau (vers le podzol)¹.

Des concentrations nodulaires caractérisent également le passage de l'altérite aux horizons pédoturbés : ce sont les **nodules rouges friables** (quartz et plasma ferruginisés), et les **nodules blancs persillés de rouge**.

La répartition granulométrique montre :

- la richesse en limon fin de l'altérite ;
- des isovaleurs d'argile emboîtées montrant une diminution progressive du taux d'argile des horizons pédoturbés en allant vers le podzol ;
- des isovaleurs de sable grossier emboîtées montrant une augmentation progressive du taux de sable grossier du magasin de nappe en allant vers le podzol.

Le podzol

Située au centre du plateau principal, comme à ORGANABO, cette unité se caractérise par le passage de l'altérite à des horizons d'accumulation (de fer, de matière organique, éventuellement d'argile) vers quatre mètres de profondeur, puis par un horizon de sable blanc, surmonté d'un mor, en surface.

Il n'y a plus aucune trace de traits pédologiques tels que les nodules observés sur les unités précédentes.

La répartition granulométrique montre :

- la richesse en limon fin de l'altérite ;
- un matériau « zéro éléments fins » qui la surmonte.

Le puits

Cette unité n'a pas été décelée sur le site d'ORGANABO. Au sommet du plateau, elle se caractérise par la présence d'une lentille très sableuse épaississant le magasin de nappe de l'unité du plateau. L'altérite apparaît alors plus profondément qu'ailleurs. Le profil pédologique est sans cela tout à fait semblable à celui du plateau.

La répartition granulométrique montre :

- un appauvrissement en argile remontant depuis le magasin de nappe jusqu'en surface ;
- un enrichissement correspondant en sables ;
- la richesse très grande de la lentille sableuse en sable...
- la richesse de l'altérite en limon fin ;
- la présence de limon fin à la base de la lentille sableuse.

L'aval

Nous avons peu parlé des organisations aval, les expédiant d'un bref « de façon évidente liées à l'hydromorphie du thalweg ».

Témoin ultime du versant après érosion par l'axe de drainage, cette unité offre des arguments intéressants dans le cadre de notre étude. Nous y étudierons le devenir des traits pédologiques du versant, ainsi que la correspondance étonnante qu'elle offre avec le puits, ce qui nous apportera des éléments importants quant à l'interprétation de cette dernière unité.

¹ Rappelons que l'unité de Petit Laussat n'est qu'un interfluve latéral d'un grand plateau allongé dont le centre est podzolisé (fig. 4b).

C) ETUDE EN PLAN

Parmi tous les horizons et traits pédologiques qu'il était possible de cartographier en plan, nous avons choisi les paramètres les plus représentatifs dans chacune des unités mises en évidence au chapitre précédent.

La précision des courbes d'isodifférenciation est donnée par le plan de sondage (fig. 24).

1) LES COURBES DEFINISSANT LE PODZOL

Trois courbes ont été sélectionnées qui jalonnent l'apparition du podzol :

- le passage à une texture sableuse dans les horizons supérieurs (b et c de la coupe, fig. 25) ;
- la décoloration (7,5YR à 10YR) de ces horizons supérieurs ;
- l'apparition du sable blanc.

Le premier caractère est lié à un départ des argiles, le second est fortement corrélé au départ du fer ¹, le troisième étant la résultante des deux.

Nous voyons sur la figure 30 que :

- les courbes de texture sableuse et de décoloration peuvent précéder celle du sable blanc de plusieurs dizaines de mètres ;
- ces deux courbes se croisent largement à l'est de la zone ;
- la courbe de texture de sable s'avance en langue vers une tête de thalweg (nord-ouest de la zone).

Interprétations

L'appauvrissement en argile et en fer est un préalable indispensable à la podzolisation et l'apparition du sable blanc. Nous avons déjà remarqué ce fait lors de l'étude des transects. La vue en plan des courbes le confirme.

Le seul endroit où la podzolisation s'attaque directement à un horizon vif et encore argileux (au nord de la zone) correspond à la progression vers l'amont d'un axe de drainage : les évolutions y sont précipitées sur une courte distance. Cette juxtaposition des trois courbes est plus étonnante qu'il n'y paraît. L'étude d'ORGANABO, suivie de celle des transects de PETIT LAUSSAT nous a montré que la mise en déséquilibre de la couverture pédologique (sans doute à la suite d'une modification de pédoclimat, d'origine externe ou interne) était à l'origine de la podzolisation. Comment peut-on avoir, ne serait-ce qu'en un point, une podzolisation directe du profil ferrallitique peu transformé ?

¹ Il pourrait être aussi lié à un changement d'état du fer. Les isovaleurs de fer du transect B permettent de conclure qu'il s'agit essentiellement d'une exportation de cet élément.

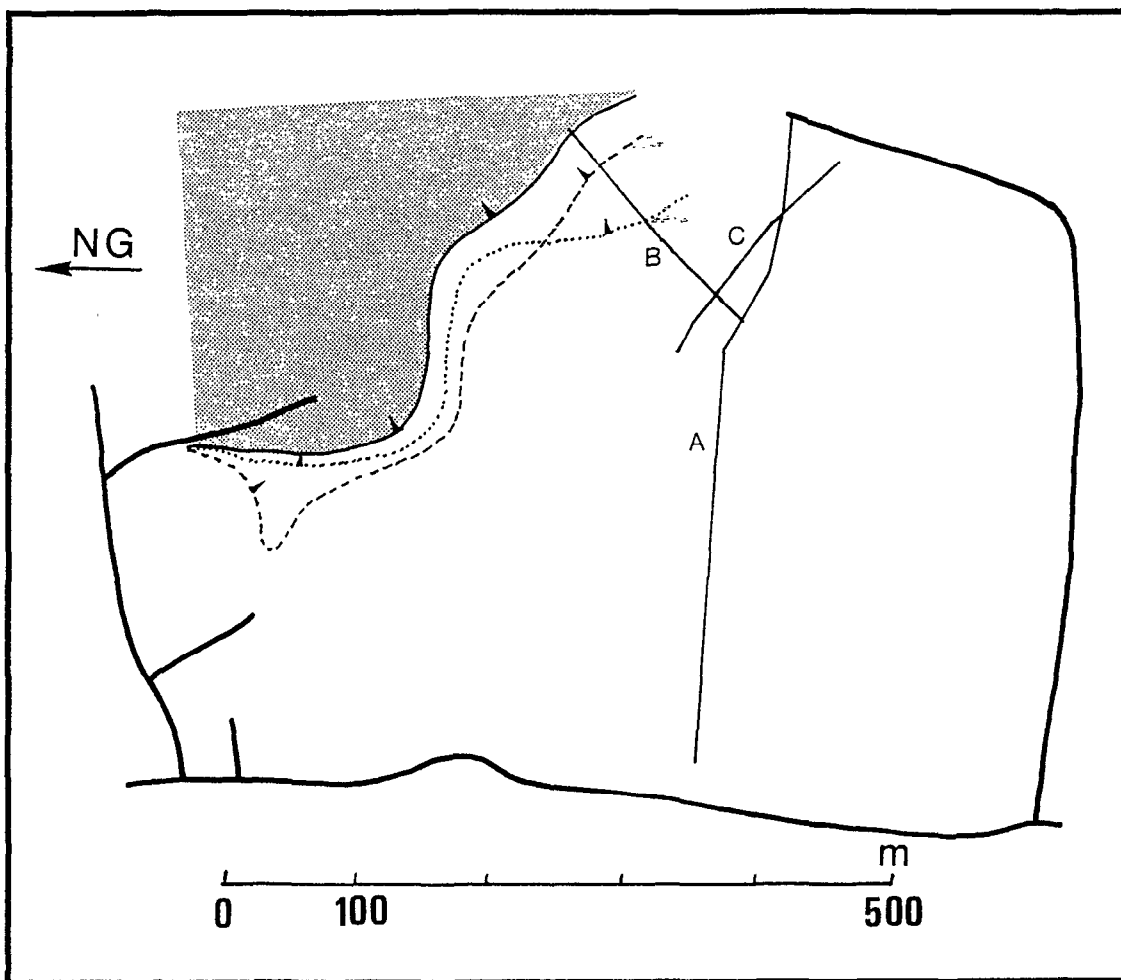


Fig. 30 : Courbes d'isodifférenciation liées au podzol

- : Le sable blanc apparaît à moins de vingt centimètres de la surface
- : La couleur de l'horizon pédoturbé passe de 7,5YR à 10YR
- - - - : La texture de l'horizon pédoturbé devient sableuse

Les flèches accolées aux courbes indiquent le sens d'apparition du caractère concerné

La présence de l'axe de drainage en est sans doute la cause. Deux hypothèses contradictoires permettent d'intégrer cette observation à notre schéma explicatif :

- la nappe liée à l'axe de drainage favorise une avancée foudroyante de la podzolisation, écrasant dans le temps et dans l'espace les différentes transformations préparant le podzol ;
- les appauvrissements en argile et en fer ont bien précédé la podzolisation de plusieurs dizaines de mètres. Lorsque ils sont arrivés sur l'axe de drainage, l'évacuation directe de la nappe a modifié le parcours et le temps d'immobilisation de l'eau dans les horizons. La progression des processus s'est ralentie, permettant à la podzolisation de rattraper ses prémisses.

Dans le premier cas, la podzolisation reste dynamique et tendra au contraire à s'étendre plus rapidement autour du thalweg ; dans le second elle est immobilisée.

Un développement analogue du podzol a été étudié en Amazonie péruvienne (VEILLON et SORIA-SOLANO - 1989). Il s'est avéré que la podzolisation profitait des exutoires (axes de drainage secondaires) du plateau pour progresser : les courbes d'appauvrissement et de blanchiment des horizons avaient des formes en langues très caractéristiques. De part et d'autre de l'axe de drainage servant de vecteur de propagation, apparaissaient en miniature toutes les étapes de la transformation conduisant au podzol, rassemblées sur moins d'un mètre.

Il semble donc que la première hypothèse soit la plus justifiée : le thalweg favorise la podzolisation qui progressera le long de cet axe privilégié beaucoup plus rapidement qu'ailleurs (avec effet rétro-actif sur le développement du thalweg).

Le croisement des courbes de texture sableuse et de décoloration montre que les deux types d'appauvrissement (en argile et en fer) sont relativement indépendants. Ils dépendraient donc de processus géochimiques différents.

L'avancée en langue de l'appauvrissement en argile vers une tête de thalweg (NE de la carte) nous permet de vérifier le rôle primordial de la nappe dans l'hydrolyse ou le transport des éléments fins : la position topographique de la tête de thalweg lui permet de recueillir l'eau du magasin de nappe venant du plateau. L'argile ayant disparu dans l'axe de collecte du thalweg, on peut estimer les deux événements liés.

2) LES COURBES DEFINISSANT LE MAGASIN DE NAPPE

Quatre courbes ont été choisies pour délimiter le magasin de nappe dépendant des paramètres suivants :

- la profondeur d'apparition (à plus ou moins de un mètre cinquante) ;
- l'épaisseur (très épais¹, ou peu épais) ;
- la texture (sableux ou non)

¹ Plus du mètre.

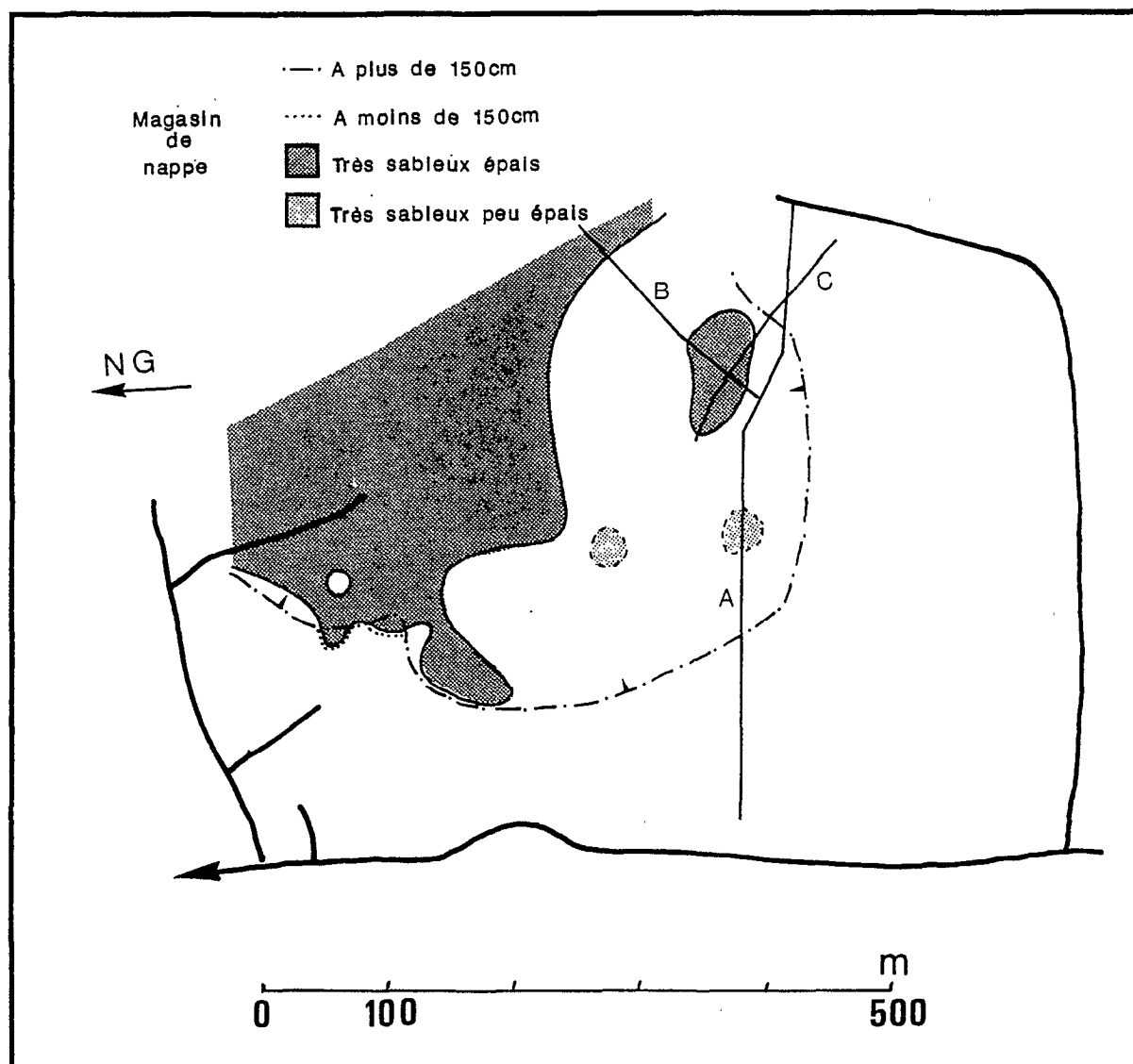


Fig. 31 : Courbes d'isodifférenciation liées au magasin de nappe

Les flèches accolées à la courbe indiquent le sens d'apparition du caractère concerné

Le critère de texture permet bien entendu de sélectionner ce que nous avons appelé « lentille sableuse » lors de l'étude des versants.

Quelques points méritent une attention particulière (figure 31) :

- la présence d'un magasin de nappe à grande profondeur sur tout le plateau ;
- la présence d'un magasin de nappe à faible profondeur sur le bord du plateau, près des thalwegs secondaires au nord-ouest de la zone ;
- la forme très contournée du magasin de nappe épais et sableux, suivant d'assez loin le podzol ;
- la présence de volumes arrondis de magasin de nappe sableux et épais isolés du magasin général associé au podzol ;
- l'absence de magasin de nappe épais et sableux sur un petit volume circulaire au nord-ouest de la zone, au milieu du magasin général associé au podzol.

Interprétations

La présence du magasin de nappe reposant sur le sommet de l'altérite atteste d'un mauvais drainage général sur le plateau. Le modelé ne permet pas l'évacuation rapide des eaux pluviales sous les conditions climatiques régnant actuellement. Le réseau hydrographique n'est pas en « équilibre » avec le climat (au sens d'équilibre climacique). Le problème qui reste à résoudre est de savoir :

- s'il l'a jamais été (dans ce cas, l'origine du système de transformation serait externe et due à un changement de climat déséquilibrant couverture pédologique et modelé)

ou

- s'il n'a pas encore eu le temps de l'être (le système de transformation aurait une origine interne, l'auto-évolution du sol précédant le rééquilibrage géomorphologique, le climat n'ayant pas changé).

Les seuls endroits où le magasin de nappe affleure sont en bordure du plateau, en tête de thalweg. Ceci nous apprend que l'eau a réellement du mal à s'écouler à travers l'altérite (l'imperméabilité relative de cet horizon s'en trouve confortée) et qu'elle s'évacue latéralement. Lorsqu'une tête de thalweg est suffisamment proche pour la recueillir, la nappe du plateau sort le long du versant. Il est probable que partout ailleurs elle s'écoule au sommet ou dans l'altérite avant de rejoindre le thalweg principal. Nous n'avons pas décelé de trace de cet écoulement lors de l'étude de terrain, mais l'étude des isovaleurs d'argile laissait entrevoir cette hypothèse au chapitre précédent. Nous verrons au cours de l'analyse des spectres granulométriques de nouveaux arguments qui confirment cette évacuation (pro parte) de la nappe du plateau par l'altérite des versants.

Le magasin de nappe du podzol est évidemment épais et sableux : rappelons qu'il s'agit de la base du sable blanc, puisque l'eau circule sur le Bh-Bfe et les horizons plus argileux sous-jacents. Mais ces caractères épais et sableux précèdent d'assez loin le podzol lui-même. Ils précèdent également la courbe de texture sableuse des horizons supérieurs dont nous avons suivi la morphologie au paragraphe précédent. L'appauvrissement en argile de profondeur est bien lié à la circulation de la nappe.

Les volumes isolés de magasin épais et sableux correspondent à ce que nous avons appelé les « puits » lors de l'étude des transects. Ils en ont effectivement la forme. Nous avons supposé l'existence d'un réseau de drainage antérieur, correspondant à un modelé aujourd'hui profondément modifié par la descente différentielle de la couverture pédologique. Ce réseau de drainage permettait d'expliquer les lentilles sableuses et les puits. La projection plane de ces unités laisse entrevoir la marque d'anciennes cuvettes plutôt que d'anciens axes de drainage.

L'œil trouant le magasin de nappe épais et sableux montre une forme contournée du front de progression de cet horizon, probablement liée à un micro-relief des horizons argileux profonds (altérite). La limite extérieure du magasin général présente des invaginations importantes. Si le départ d'argile n'est pas égal sur la totalité du front de progression de cet horizon, de petits volumes plus argileux peuvent subsister à l'intérieur même du magasin de nappe, avant d'être totalement transformés. Les lentilles sableuses seront également absorbées par l'avancée du magasin général : le volume en forme de presque-île à l'ouest de la zone pourrait fort bien être une ancienne lentille rejointe par le front d'appauvrissement en argile général du magasin de nappe.

3) LES COURBES JALONNANT LES ACCUMULATIONS NODULAIRES DU VERSANT

Nous avons choisi pour le versant de privilégier les accumulations nodulaires (ferrugineuses ou gibbsitiques), en suivant deux courbes :

- les accumulations nodulaires apparaissent à moins de 60 cm de la surface ;
- les accumulations nodulaires apparaissent à moins de 200 cm de la surface.

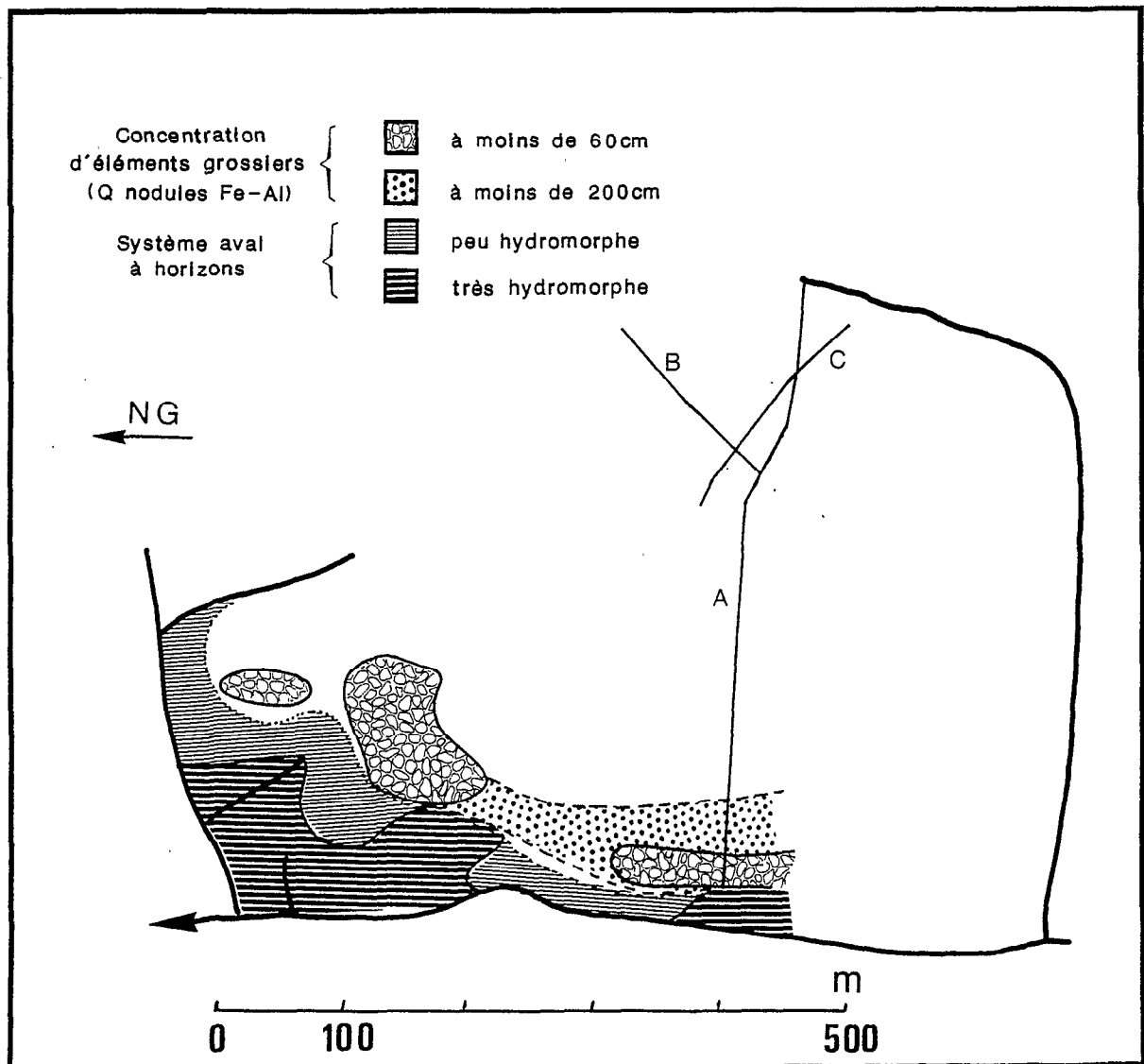


Fig. 32 : Courbes d'isodifférenciation liées au versant et à l'aval

Nous constatons sur la figure 32 (qui regroupe également les courbes du système aval) que :

- les accumulations nodulaires apparaissent plus près de la surface en bas de pente ;
- les accumulations nodulaires sont limitées au versant de la crue principale ;

- lorsque les accumulations nodulaires affleurent à la surface, les horizons du système aval qui les jouxtent sont très hydromorphes¹.

Interprétations

Les nodules ferrugineux et gibbsitiques sont déjà présents dans l'altérite. Leur concentration à moyenne profondeur correspond à une érosion importante de la matière fine. Cette exportation d'éléments implique un affaissement du modelé. Les concentrations en nodules sont plus importantes à l'aval qu'à l'amont : cela peut être dû à une genèse plus intense des nodules ou à un départ de matière fine plus rapide à l'aval (ce que l'on obtiendrait si l'axe de drainage avait rapidement entaillé le plateau une fois les organisations nodulaires mises en place).

Cette modification du modelé (affaissement des versants, avec éventuellement une reprise de l'érosion par descente du thalweg) dont la cause reste à déterminer, est un élément supplémentaire à placer dans notre schéma explicatif : le déséquilibre global de la couverture pédologique pourrait en découler.

En effet, notre « hypothèse interne » plaçait une auto-évolution du profil à l'origine du déséquilibre pédologique. Mais l'éloignement (en altitude) de la nappe phréatique peut jouer un rôle équivalent. BOULET et al (1979 b) ont mis en évidence une descente des axes de drainage qu'ils expliquent par la surrection continentale du massif guyanais. Le site qu'ils étudiaient² est suffisamment proche de PETIT LAUSSAT pour que leur hypothèse reste valable. Le changement de climat ne serait pas dans ce cas la seule hypothèse externe pouvant être à l'origine de la transformation.

Nous avons également remarqué que les concentrations nodulaires sont proches de la surface lorsque les horizons du système aval sont très hydromorphes : ceci confirme le rôle du thalweg dans l'érosion qui est à l'origine de l'accumulation des nodules. Mais il apparaît surtout que cet érosion n'a lieu qu'en certains endroits précis, à l'émergence de thalwegs secondaires. L'enfoncement relatif du réseau hydrographique déjà établi (crique Petit Laussat) peut expliquer la reprise de la dissection du modelé par des thalwegs secondaires. Toutefois, l'intervention de la tectonique n'est pas indispensable : la seule accumulation d'eau sur le plateau cherchant un exutoire suffirait à les créer.

Dans ce cas, ce n'est pas le déséquilibre tectonique (déséquilibrant à son tour la couverture pédologique) qui serait à l'origine des thalwegs secondaires mais le déséquilibre (par évolution interne) de la couverture pédologique après blocage du drainage vertical.

Le système de transformation de PETIT LAUSSAT apparaît plus complexe que celui d'ORGANABO. Il s'agit d'une suite de processus agissant en cascades les uns sur les autres.

¹ En avant-première du paragraphe suivant...

² Bassins-versants ECEREX, à quatre vingt kilomètres de PETIT LAUSSAT.

4) ORGANISATION DU SYSTEME AVAL

Les courbes d'isodifférenciation correspondantes sont rassemblées sur la figure 32. Il s'agit du caractère plus ou moins hydromorphe des horizons du système aval (qui n'a pas été décrit lors de l'étude des transects). Nous remarquerons simplement que ce système aval n'apparaît que le long de la crique PETIT LAUSSAT. Les interprétations les plus utiles ont été faites dans le paragraphe précédent.

L'influence de la tectonique est néanmoins plausible au vu de cette répartition du système aval : la crique PETIT LAUSSAT constitue l'axe de drainage principal de cette région des plateaux. S'il y a eu descente relative du niveau de base du réseau hydrographique, le rééquilibrage commencera par le niveau marin puis les axes de drainage les plus importants, avant de gagner les affluents. Nous serions sur le site de PETIT LAUSSAT dans une phase transitoire, au début d'une érosion régressive de ces petits affluents, la crique PETIT LAUSSAT ayant atteint son niveau d'équilibre (avec développement d'une « vallée » hydromorphe).

D) ETUDE DES SPECTRES GRANULOMETRIQUES

La figure 33, où sont rassemblés les trois transects de PETIT LAUSSAT, indique la position de chacun des sondages étudiés en granulométrie des sables.

Les échantillons sont espacés de 20 cm chacun sur la partie supérieure du sondage (jusqu'à un mètre vingt) puis de 40 cm.

Nous verrons successivement les caractéristiques du versant, du plateau, puis du podzol. Le puits n'a pas été spécialement étudié, pour deux raisons : la quantité d'échantillons prélevée était insuffisante pour avoir des résultats fiables, et le climat très pluvieux n'a pas permis d'extraire plus de matériau tant l'horizon était bouillant ; d'autre part, l'étude micromorphologique montrera la très grande hétérogénéité du squelette, et ceci à une échelle millimétrique : un spectre granulométrique réalisé sur un quelques centimètres cube de terre aurait perdu toute signification.

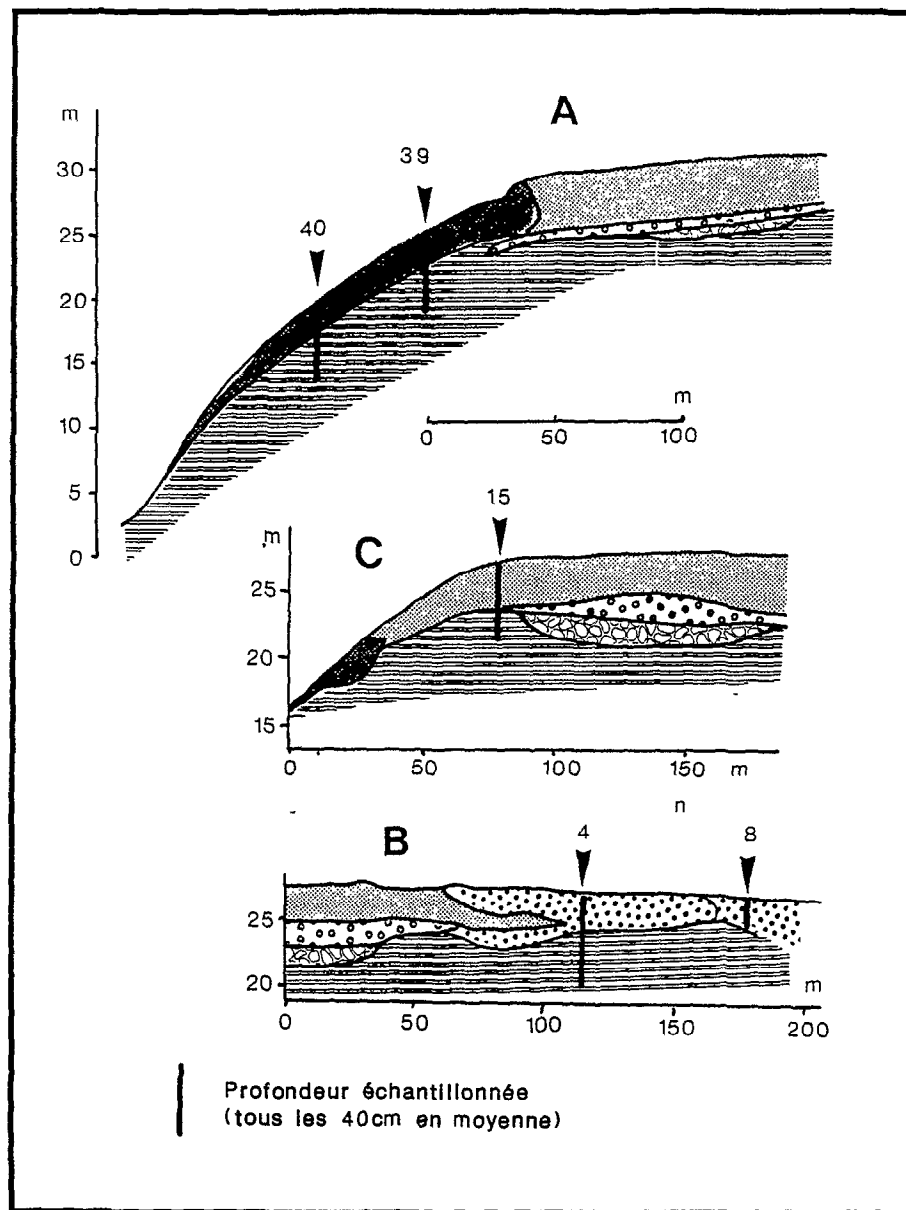
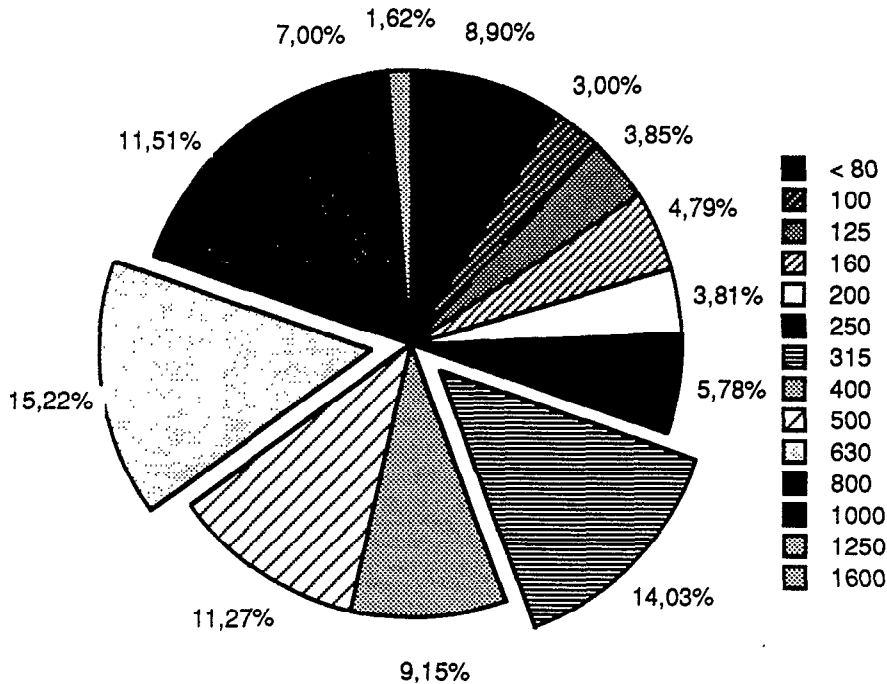


Fig. 33 : Localisation des échantillons analysés en granulométrie des sables

1) Le versant

Le sondage A40 nous a permis d'étudier l'altérite à une profondeur de six mètres. C'était juste suffisant pour retrouver un spectre caractérisant l'altérite, tel que nous l'avons déterminé sur le site d'ORGANABO. On remarquera, en comparant le diagramme 12 avec le diagramme 2 la grande similitude qui règne entre les deux échantillons d'altérite.



Spectre granulométrique altérite (e3)

Diagramme 12

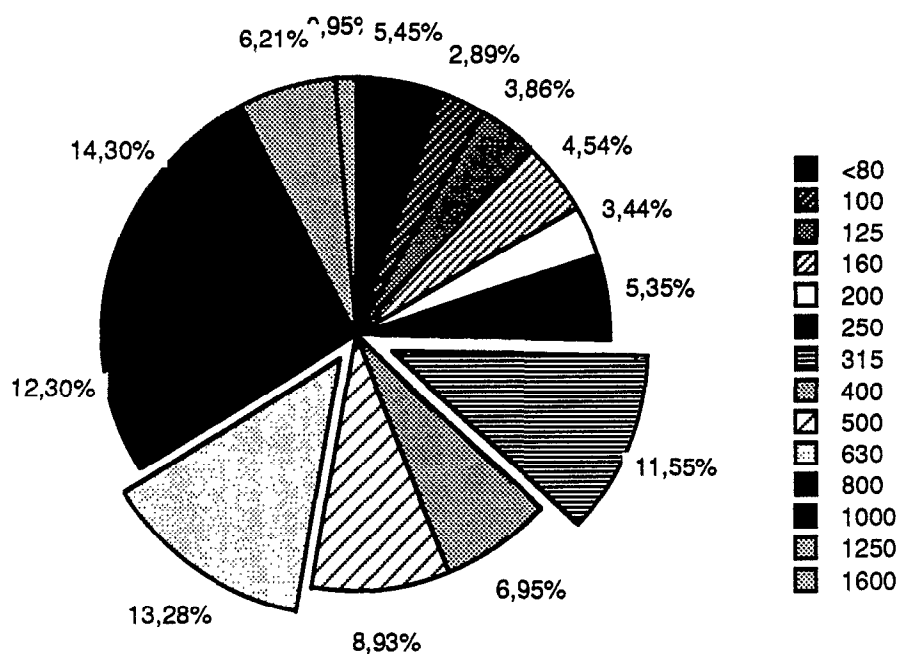
La carte géologique nous a pourtant indiqué une différence de roche mère opposant les deux sites de notre étude. Deux hypothèses se présentent :

- les roches mères ont un spectre granulométrique des quartz et tourmaline comparable.

Ce n'est pas totalement aberrant lorsqu'on pense à l'origine commune de ces roches, issue du même épisode granitique (le schiste de PETIT LAUSSAT a été métamorphisé lors de l'intrusion du granite migmatitique d'Organabo) ;

- bien que (au moins légèrement) différentes par leur composition minéralogique et leur spectre granulométrique, les deux roches ont évoluées sous l'action de processus identiques (l'altération, à définir) vers le même état transitoire. Dans ce cas, cet état transitoire constitue un équilibre dans lequel l'altérite se stabilise avant d'être à nouveau reprise par la pédogenèse ferrallitique ou par le système de transformation.

Il était important d'analyser des échantillons aussi profonds : en effet, dès cinq mètres vingt, le sondage A40 présente le spectre granulométrique qui caractérisait le début du magasin de nappe sur le site d'ORGANABO. Le diagramme 13 montre la position de la classe 315 μm débutant à trois heures, typique d'un horizon riche en fractions grossières (on remarquera que les fractions 800+1000 μm représentent à elles-seules 25% du squelette).

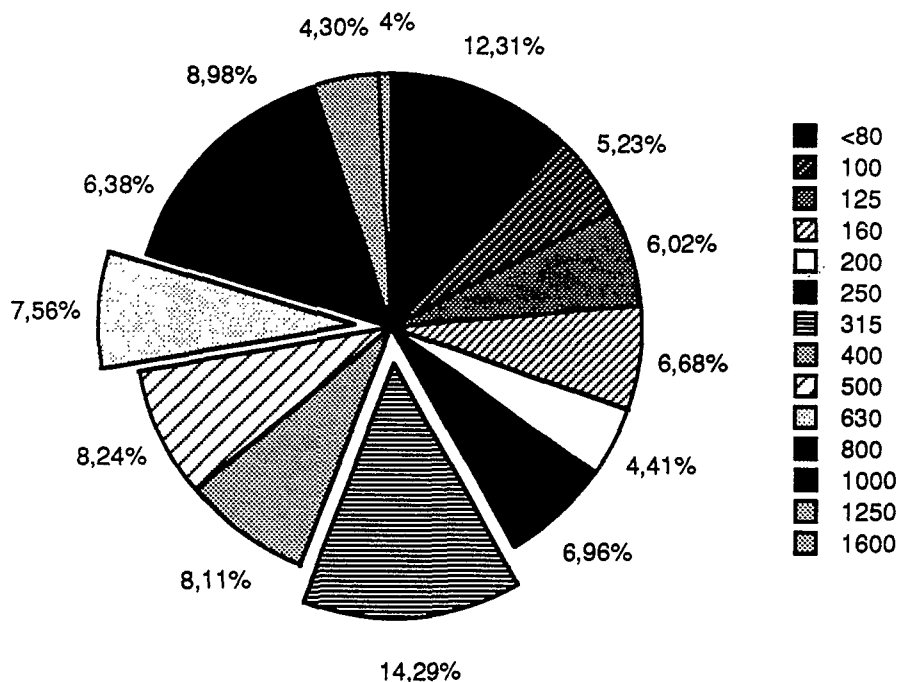


Spectre granulométrique altérite à 520 cm

Diagramme 13

L'étude morphologique n'a pas montré l'existence d'un magasin de nappe à cette profondeur. Il n'existe pas d'horizon de ce type sur le versant. Par contre, les courbes d'isovaleur d'argile montrent un appauvrissement en matière fine au sommet de l'altérite et l'étude en plan du magasin de nappe laissait supposer une évacuation latérale de la nappe du plateau.

Il y a donc actuellement sur le versant, au milieu de l'altérite, en continuité probable avec la lentille sableuse du plateau (comme semble le montrer la morphologie des isovaleurs d'argile sur le transect A) une mise en solution importante des grains de squelette les plus fins.



Spectre granulométrique (e3) à 400 cm

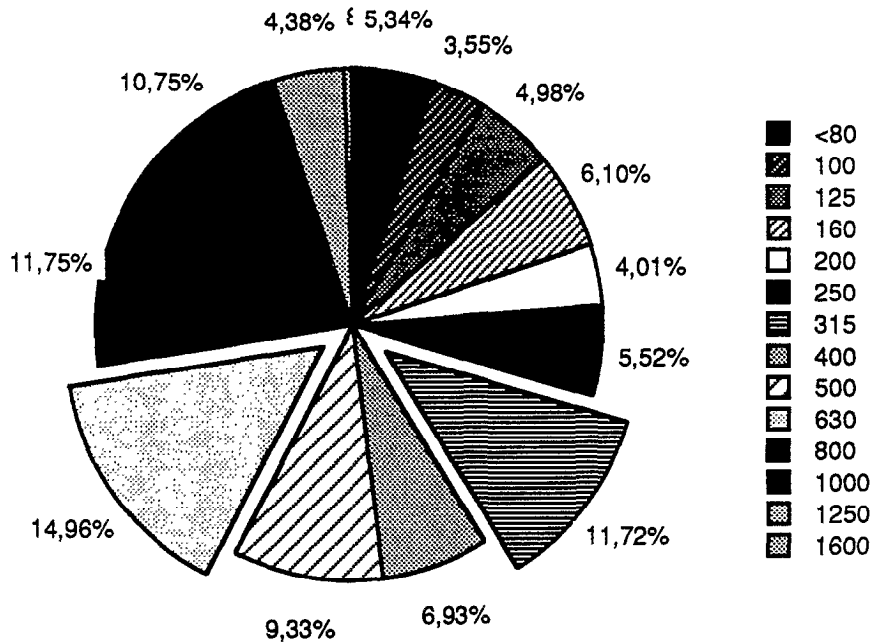
Diagramme 14

En remontant un peu plus haut dans le profil A40, on trouve vers quatre mètres de profondeur (diagramme 14) un volant granulométrique assez proche de celui qui caractérise les horizons pédoturbés de versant à ORGANABO. Malgré la position presque centrée sur six heures de la classe 315 µm, une observation attentive montre de petites différences au niveau des fractions inférieures à 315 µm. L'altérite (e3) évolue néanmoins rapidement vers une organisation du squelette typique des horizons pédoturbés, puisque ceux-ci n'apparaîtront qu'un mètre soixante plus haut.

Le spectre des magasins de nappe apparait bien avant la mise en place macroscopique de ces horizons. Le spectre des horizons pédoturbés se dessine plus d'un mètre avant leur apparition : le versant de PETIT LAUSSAT semble se caractériser par une évolution du squelette anticipant les transformations macroscopiques affectant l'ensemble du fond matriciel.

Les processus de dissolution et de fragmentation du squelette précèdent donc les phénomènes de dissolution-néoformation des argiles, de redistribution du fer et de restructuration du matériau.

Lorsqu'on atteint le contact entre l'altérite (e3) et les horizons pédoturbés (c2 puis b2), vers deux mètres quarante de profondeur, on retrouve un volant granulométrique orienté vers les fractions grossières (diagramme 15). La classe 315 µm remonte entre 4 et 5 heures



Spectre granulométrique du contact Altérite-Hz pédoturbé
Diagramme 15

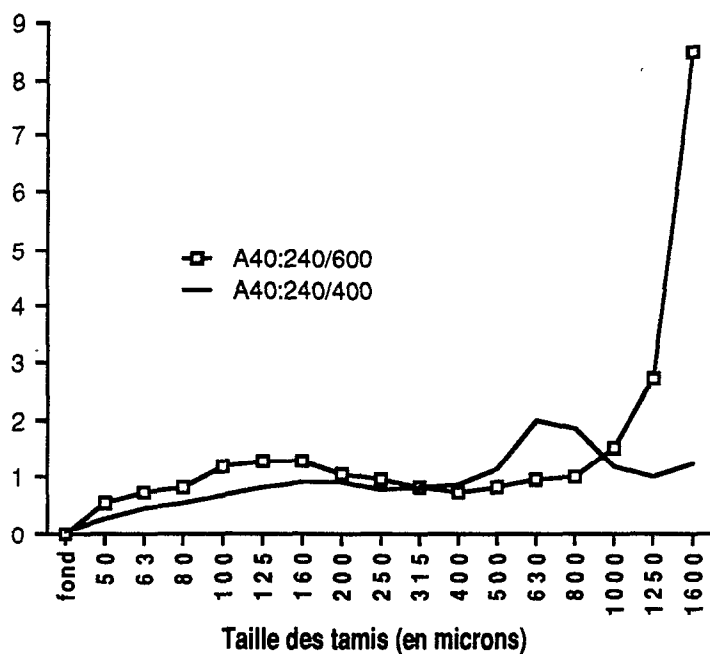
Ce spectre n'est pas aussi marqué que celui de cinq mètres vingt, mais il présente des caractères commun aux magasins de nappe.

Les rapports des fractions granulométriques (classe par classe) de ce contact avec celles des profondeurs 400 et 600 cm du même profil dessinent des courbes intéressantes (diagramme 16).

Rapport 240 cm/600 cm

La courbe, proche de 1 pour les fractions fines, augmente rapidement à partir de 1000 µm. Nous avons déjà vu ce type de courbe lors de l'étude des spectres d'ORGANABO. Il y a proportionnellement beaucoup plus de fractions grossières à 240 cm qu'à 600 cm : un phénomène de dissolution est donc intervenu.

La régularité de la courbe laisse penser que le niveau 240 cm dérive directement de l'altérite « saine » (telle qu'on la voit à 600 cm) par dissolution du squelette.



Contact (e3)-(c2) : Rapport avec les horizons sous-jacents

Diagramme 16

Rapport 240 cm/400 cm

La courbe a une forme en cloche originale dans le cadre de cette étude. Les fractions 630 et 800 μ m sont nettement plus représentées à 240 cm qu'à 400 cm.

En admettant que le niveau 240 cm dérive directement de 400 cm, les modélisations de LEGROS (1982) offrent un schéma correspondant à notre courbe. Il s'agit du processus de fragmentation qui, selon l'intensité, conduit à une étape transitoire d'accumulation des fractions intermédiaires. LEGROS compare cette prédominance fugace des classes moyennes¹ à une vague se déplaçant des classes grossières aux classes fines lors de la fragmentation.

Les deux hypothèses sont plausibles si on se limite à l'étude des modèles théoriques de LEGROS. Il semble toutefois peu probable qu'il s'agisse uniquement d'une fragmentation incomplète et saisie sur le vif : il existe déjà des phénomènes de dissolution en profondeur ; de plus, ce niveau (passage entre l'altérite et les horizons pédoturbés) se caractérise à ORGANABO par une dissolution du squelette précédant la formation du magasin de nappe.

¹ Concept initialement développé par K. MARX.

Nous constatons donc que la continuité verticale du profil vue sous l'angle de la pédogenèse est rien moins qu'assurée : tout se passe au contraire comme si, à partir d'un matériau de base (l'altérite à 600 cm) plusieurs évolutions parfois divergentes s'attaquaient au profil sur des profondeurs différentes : les premiers prémisses d'un horizon de circulation d'eau vers 520 cm, une évolution de type ferrallitique de versant à 400 cm, de nouveau un horizon au squelette proche de celui d'un magasin de nappe vers 240 cm.

Une fois dépassé le contact entre l'altérite (e3) et l'horizon pédoturbé de versant (c2), le spectre granulométrique reprend exactement le modèle des horizons pédoturbés, tel que nous l'avons décelé à ORGANABO.

Le profil A39 présente une organisation tout à fait comparable à celle de A40, au moins dans sa partie supérieure :

- les échantillons des horizons pédoturbés sont remarquablement constants en présentant tous le spectre caractéristique de ce niveau ;
- à la profondeur 240 cm (sur une épaisseur d'une soixantaine de centimètres), le spectre montre un net accroissement des fractions grossières, comme nous l'avons vu à une profondeur équivalente sur le sondage A40 ;
- sous ce niveau précurseur d'un magasin de nappe réapparaît un matériau aux caractéristiques proches des horizons pédoturbés, analogue à l'échantillon A40 -400 cm.

La différence majeure est liée à la disparition du spectre de l'altérite ou, plus exactement, à sa non-apparition¹ avant 600 cm.

L'échantillon le plus profond que nous ayons caractérisé (600 cm) est au contraire envahi par les fractions fines, phénomène que nous n'avons décelé nulle part ailleurs : 75% de son squelette a un diamètre inférieur à 315 µm. L'hétérogénéité de la roche ou la progression très irrégulière du front d'altération peuvent en être la cause.

Nous constatons que le processus de dissolution marque le contact entre le matériau à caractère altéritique (e3) et les horizons pédoturbés. Ce contact est aussi le lieu d'une accumulation résiduelle importante de nodules, ce qui confirme notre hypothèse.

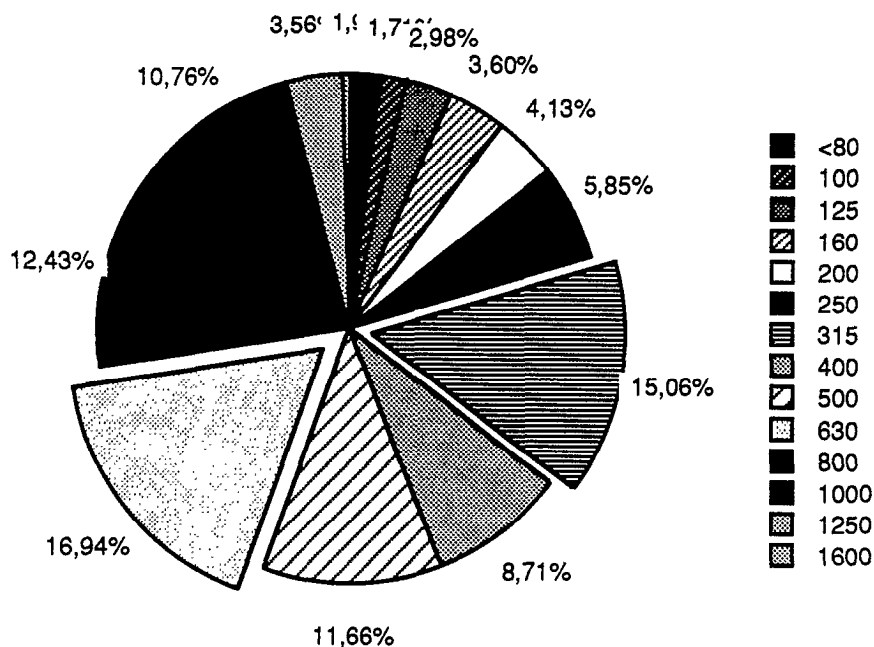
Quant à l'altérite du versant, elle a subi sur une grande épaisseur une « pré-évolution » vers l'horizon pédoturbé, coloré et argileux, avant même que les processus pédologiques aient macroscopiquement modifié son aspect général².

¹ Seul James Bond pourrait faire le ménage dans tous ces SPECTRES.

² Nous verrons au cours de l'étude minéralogique qu'il existe des précurseurs microscopiques d'horizon pédoturbé au sein de l'altérite.

2) Le plateau

Deux sondages nous permettent d'étudier le squelette des horizons du plateau : C15 se situe au début du plateau, à l'apparition du magasin de nappe ; B4 est déjà bien avancé dans l'appauvrissement et précède le podzol de quelques dizaines de mètres seulement.



Spectre granulométrique de l'altérite en C15
Diagramme 17

L'horizon à caractères altéritiques (e1) du plateau a un spectre granulométrique (diagramme 17) légèrement décalé par rapport aux altérites que nous avons étudiées sur les versants de PETIT LAUSSAT et d'ORGANABO. La classe 315 µm débute un peu avant trois heures, alors qu'elle commence un peu après sur l'altérite des versants. Toutefois, 50 % du squelette est compris entre 315 et 800 µm (les deux portions détachées du volant sont alignées sur le même diamètre, trait commun à tous les spectres d'altérite).

A trois mètres vingt de profondeur au sondage C15 commence le magasin de nappe (d1). Le spectre granulométrique de cet échantillon est caractéristique de l'horizon : la classe 315 µm débute à trois heures, et les classes 800+1000 µm représentent plus de 25% du squelette. Le diagramme 13 (niveau 520 cm de l'altérite de versant) est tout à fait représentatif de ce type d'horizon.

Lorsqu'on remonte un peu plus haut dans le sondage (à 240 cm), le spectre granulométrique se modifie sensiblement : la classe 315 μm se déplace entre 4 et 5 heures, les fractions 800+1000 μm diminuent un peu : on retrouve un spectre comparable à celui du contact entre les horizons pédoturbés et l'altérite de versant (diagramme 15).

Le spectre de l'horizon sus-jacent est caractéristique des horizons pédoturbés (cf diagramme 5, 7 et 8), avec une classe 315 μm centrée sur six heures.

Le sondage C15 montre donc, à partir du magasin de nappe (d1), une évolution progressive de la granulométrie vers les fractions fines puisque la classe 315 μm se déplace progressivement de trois heures à six heures (diagramme 18 a).

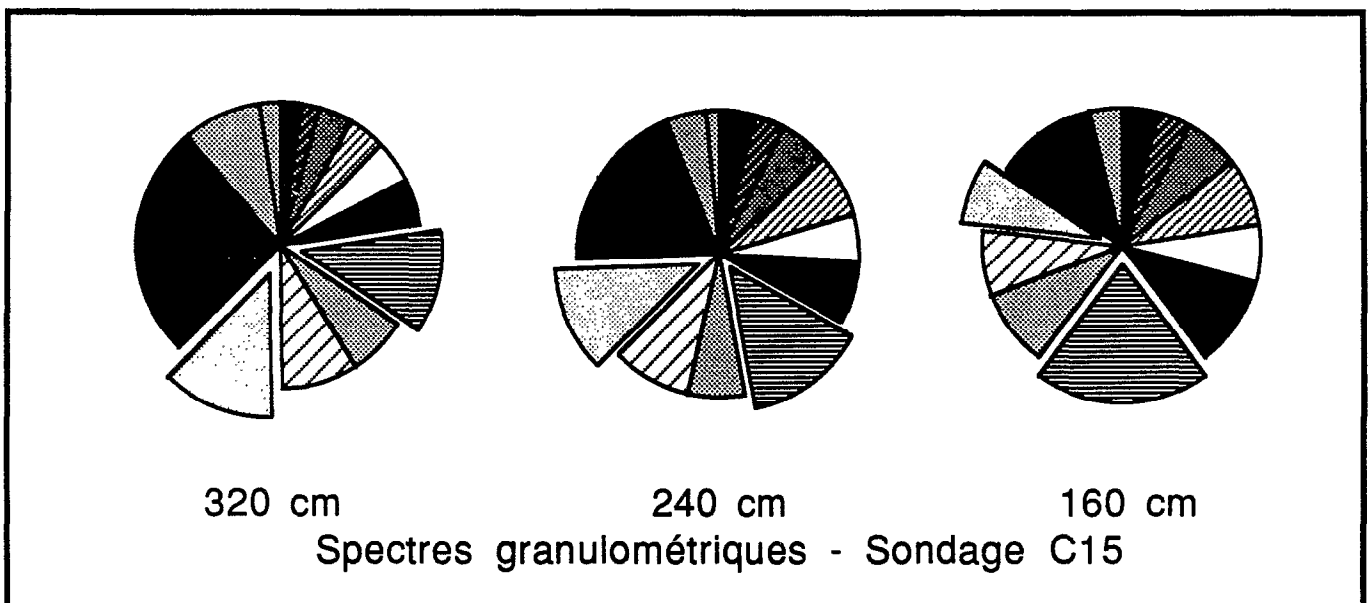


Diagramme 18 a

De même que nous avons calculé les rapports des fractions granulométriques (classe par classe) entre quelques niveaux du profil A40 et l'altérite prise à 600 cm, il nous a paru ici intéressant de faire les rapports de chacun des trois échantillons précédents à cette altérite du versant.

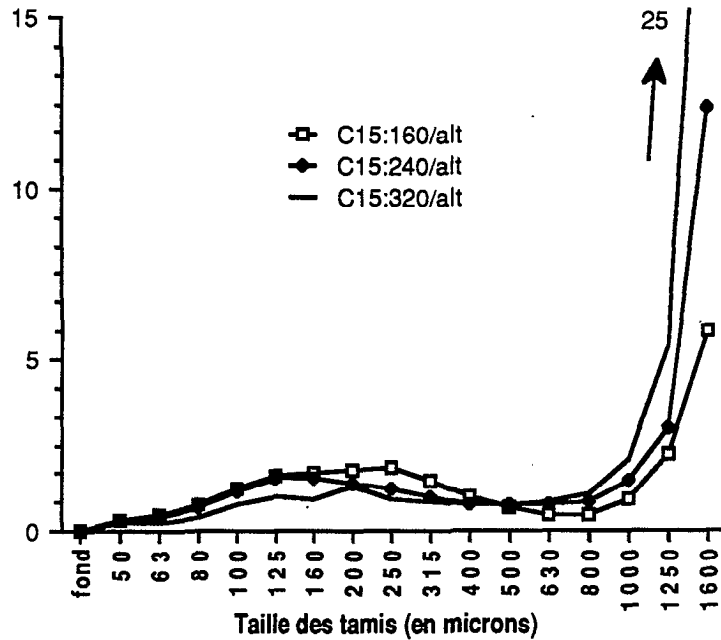
Le diagramme 18 b rassemble les trois courbes. Il ressort très nettement sur chacune d'elles la hausse brutale de ce quotient à partir de la classe 1000 μm . Mais on note également une décroissance des courbes de C15-320 cm (magasin de nappe) à C15-160 cm (horizon pédoturbé). Ceci signifie que les horizons du profil C15 ont proportionnellement beaucoup plus de fractions grossières que l'altérite initiale, le magasin de nappe étant de loin le plus avancé dans cette modification du squelette.

La partie gauche de ce graphique mérite également qu'on s'y attarde. La courbe concernant le magasin de nappe (C15-320 cm) est assez plate. Comme nous l'avons déjà vu, le

magasin de nappe pourrait dériver directement de l'altérite par dissolution du squelette, enrichissant proportionnellement le matériau en fractions grossières.

Diagramme 18 b

Sondage C15 - Rapport des spectres à l'altérite A40-600cm



Les courbes C15-240 cm et C15-160 cm (base et milieu des horizons pédoturbés) ont une forme en cloche. L'épicentre de ce bombement est à 125 μm pour la base de l'horizon pédoturbé, à 250 μm pour son milieu. Cette courbure était décelable sur le profil A40 lui-même (diagramme 15), sur la courbe du rapport A40-240 cm (contact e3-c2) à l'altérite A40-600 cm.

Nous en déduisons que les horizons pédoturbés ont proportionnellement plus de fractions moyennes (125 ou 250 μm) que l'altérite. L'interprétation que nous pouvons faire de ce fait à la lumière des modèles de LEGROS fait intervenir la fragmentation des grains du squelette : selon l'intensité de cette fragmentation, la granulométrie accuse le passage d'une onde dans les fractions moyennes, avant que le processus soit totalement terminé.

Dans le cas du sondage C15, le processus de fracturation serait moins avancé au milieu de l'horizon pédoturbé qu'à sa base (puisque le pic est censé se déplacer dans le sens 250 μm ---> 125 μm au cours du temps).

Il n'est effectivement pas exclu que la dissolution intense supportée par le matériau accentue la fragmentation des grains, augmentant ainsi fugitivement les fractions moyennes.

Si cette hypothèse se vérifie, elle modifie l'interprétation que nous faisons de l'évolution du profil au cours des transformations conduisant au podzol. Après l'étude d'ORGANABO, nous avons proposé le système évolutif suivant :

- A partir d'une altérite, une dissolution/fragmentation prépare les horizons pédoturbés, dont l'équilibre est atteint à moyenne profondeur (avant que la dissolution n'agisse seule en surface, laissant ainsi une granulométrie riche en fractions grossières).

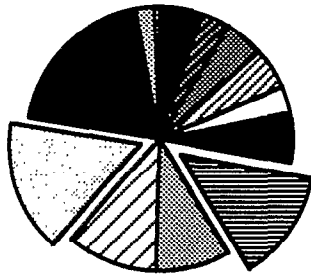
- Vient s'insérer entre l'altérite et les horizons pédoturbés un niveau d'hydrolyse des argiles où le processus prédominant pour le squelette devient la dissolution : les fractions grossières sont favorisées.

- Cette dissolution s'étendant à tout le profil, le spectre granulométrique finit par être tiré vers les fractions grossières.

- Le sommet du podzol constitue l'aboutissement de ces transformations : plus des trois-quarts du squelette sont dans les fractions grossières.

Sur le site de PETIT LAUSSAT, la partie centrale de l'horizon pédoturbé ne serait plus l'état d'équilibre ultime en ce qui concerne la fragmentation puisque ce processus se poursuivrait à sa base.

Lorsqu'on se rapproche du podzol, au niveau du sondage B4, on retrouve en profondeur (à six mètres quatre vingt) un spectre caractéristique de l'altérite.



B4-680 cm

Les échantillons sus-jacents sont pourtant très différents : leurs spectres montrent une hétérogénéité prononcée : les fractions grossières sont parfois très favorisées (600 cm), ou disparaissent presque entièrement (520, 480, 440 cm).

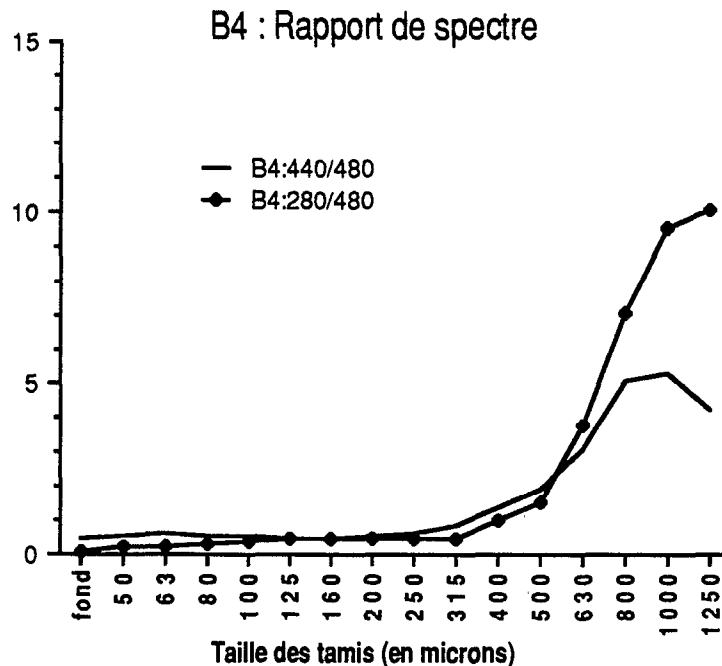
Entre ces déplacements extrêmes, le niveau 560 cm garde un profil plus équilibré, rappelant les spectres de l'horizon pédoturbé de versant, ou plus exactement, celui de l'altérite de versant « pré-transformée » du diagramme 14.

Ces oscillations du spectre disparaissent sitôt atteint la base du magasin de nappe : on retrouve alors une répartition des sables qui favorise progressivement les fractions grossières, jusqu'à atteindre le volant granulométrique caractéristique du magasin de nappe (diagramme 21, 280 cm). Ce passage progressif est illustré sur le diagramme 20, où sont représentés les rapports des fractions granulométriques (classe par classe) des niveaux 280 et 440 cm sur l'altérite très riche en fractions fines de 480 cm¹. Les courbes ont la forme correspondant à un processus de dissolution de plus en plus poussée vers le magasin de nappe (à 280 cm). La fraction 1600 µm n'a pas été représentée sur le diagramme : elle était absente de l'échantillon B4-480 cm.

¹ Nous avons déjà rencontré un spectre d'altérite très riche en fractions fines : c'était sur le versant, au sondage A39, à 600 cm de profondeur.

Bien que partant d'un spectre classique à 680 cm, l'altérite présente des oscillations granulométriques que nous n'avons pas vu sur le reste du plateau ou sur le versant.

Diagramme 20



Ces oscillations peuvent s'expliquer de la façon suivante :

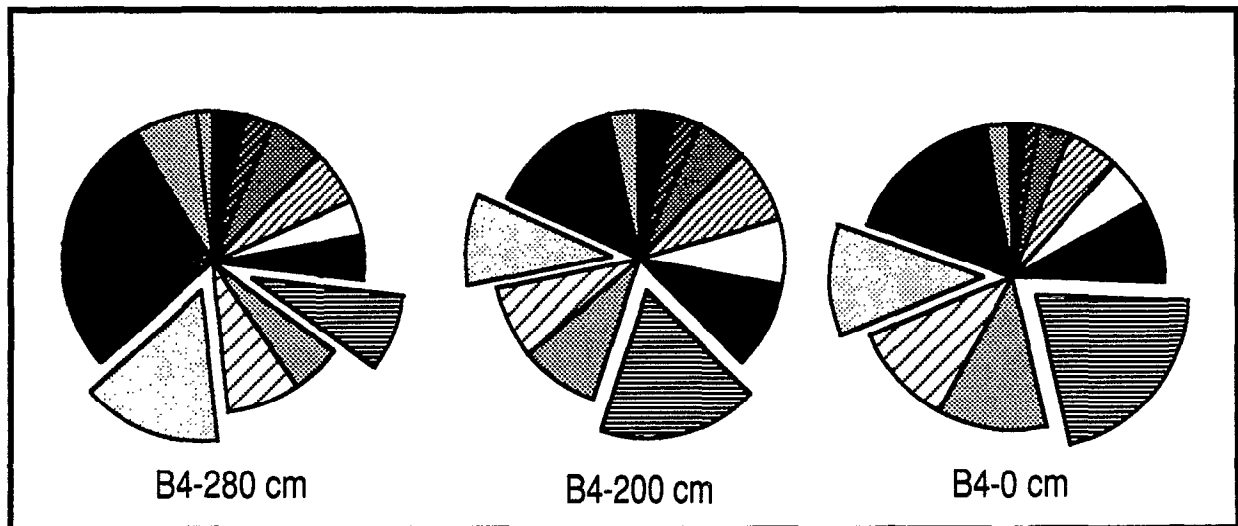
La roche présente une hétérogénéité granulométrique importante. Il était d'ailleurs curieux de ne pas retrouver cette hétérogénéité au sein de l'altérite. Nous l'avons expliqué par l'homogénéisation dû à un processus commun conduisant l'altérite à un état transitoire caractérisé par un spectre unique. Dans le cas présent, l'arrêt de la pédogenèse ferrallitique conduit le profil de plateau à atteindre une altérite hétérogène, qui n'a pas subi les modifications granulométriques observées ailleurs. Le spectre de l'échantillon 680 cm montre que l'altérite a commencé à subir ce processus homogénéisant, au moins par places, le long de filons ou de lignes structurales privilégiées.

Le sommet de l'altérite (480 cm), caractérisé par l'abondance de fractions fines, évolue vers le magasin de nappe (280 cm) par dissolution importante du squelette : le spectre est tiré vers les fractions grossières.

On retrouve en partie dans les horizons pédoturbés les fractions fines, absentes du magasin de nappe : le spectre (diagramme 21, 200 cm) a presque l'allure de l'horizon pédoturbé de versant. Sa classe 315 μm est toutefois trop abondante et légèrement décalée vers cinq heures pour que la correspondance soit parfaite. On pouvait déjà déceler cette évolution dans

l'horizon pédoturbé du plateau en C15 : la classe 315 μm était un peu plus large que la moyenne des horizons pédoturbés de versant, mais restait centrée sur six heures.

En surface, la dissolution attaque l'horizon pédoturbé : le spectre est de nouveau tiré vers les fractions grossières (diagramme 21, 0 cm). Nous avons déjà vu ce phénomène sur ORGANABO, près du podzol.



L'horizon pédoturbé du plateau est attaqué à sa base et à son sommet par les transformations appauvrissantes précédant le podzol. Son spectre granulométrique garde un aspect général d'horizon pédoturbé, mais se déplace peu à peu vers les fractions grossières. La dissolution modifie largement le squelette dans le magasin de nappe. Elle le modifie dans une moindre mesure, et sur une épaisseur plus faible, dans l'horizon humifère. En ce qui concerne le squelette, l'intensité du front de transformation de profondeur est sans comparaison avec celle du front de transformation de surface (moins efficace).

3) Le podzol

L'horizon d'accumulation de fer et de matière organique du podzol (à 240 cm de profondeur) présente le même spectre granulométrique (diagramme 22) que la profondeur correspondante sur le sondage B4 (vers 200 cm, base de l'horizon pédoturbé très appauvri et peu coloré de plateau). On remarquera que ces spectres sont peu différents de ceux des horizons pédoturbés de versant (même s'ils présentent quelques irrégularités les excluant de la gamme de variation obtenue pour cet horizon, cf diagramme 8).

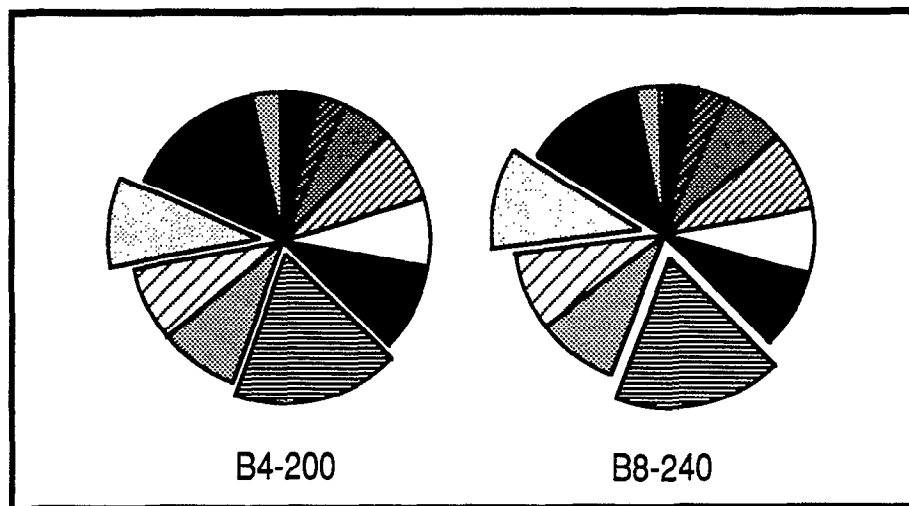


Diagramme 22

Interprétations

Le Bh-Bfe a donc figé l'organisation du squelette existant dans l'horizon sur lequel il s'est développé. Il conserve donc toujours un spectre assez comparable à celui des horizons pédoturbés du versant, dont il est génétiquement issu.

Surmontant le Bh-Bfe du podzol, la base de l'horizon de sable blanc (vers 200 cm) présente un spectre assez différent des précédents : les fractions grossières sont beaucoup plus abondantes. La courbe des rapports des fractions granulométriques (classe par classe) est représentée diagramme 23. Elle a une forme exponentielle, le début de la montée étant à 800 μm .

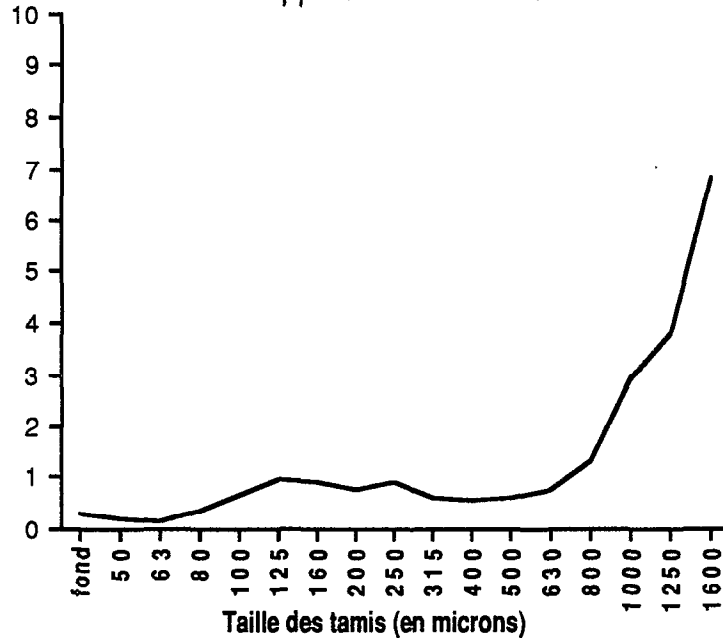
Interprétations

C'est une courbe caractéristique d'un processus de dissolution : il y a proportionnellement beaucoup plus de fractions grossières au dessus du Bh-Bfe (200 cm) que dedans (240 cm). L'accumulation de fer et de matière organique a protégé le squelette des agressions dues aux solutions traversant le podzol. Ces agressions se font par contre sentir quelques centimètres plus haut.

Nous avons vu qu'une nappe temporaire circule pendant la saison des pluies sur le Bh-Bfe, à la base du sable blanc. Le passage momentané de cette eau chargée en acides organiques est à l'origine de cette dissolution du squelette.

Diagramme 23

B8 : Rapport 200 cm/240 cm



Quatre échantillons de l'horizon de sable blanc du podzol ont été étudiés en granulométrie des sables (diagramme 24). A moyenne profondeur (120 cm), l'échantillon présente un spectre peu différent de celui du Bh-Bfe sous-jacent ou d'un horizon pédoturbé de versant. En remontant vers la surface, nous constatons que :

- la classe 315 μm (en écorché rayé) remonte progressivement (centrée sur six heures à 120 cm, elle finit centrée sur trois heures en surface) ;
- tout en remontant, cette classe augmente très légèrement (de 18 à 24%) ;
- la classe 630 μm (en écorché à points) double pratiquement d'importance (de 9 à 16%) ;
- les limites des classes 315 et 630 μm tendent à se rapprocher par le haut, ce qui signifie que les fractions supérieures à 800 μm d'une part, et inférieures à 315 μm d'autre part, diminuent dans le squelette, au détriment de la fraction comprise entre 315 et 800 μm .

Interprétations

Nous nous retrouvons de nouveau face à l'émergence d'une classe moyenne, ce qui nous indiquerait le passage d'une onde de fragmentation. La partie supérieure d'un podzol est soumise à des tassements, pressions et microdéplacements du squelette qui ne sont plus amortis par le fond matriciel, puisque la totalité de la matière fine a disparu. Ce déplacement vers les fractions moyennes a d'ailleurs été observé par LEGROS (1982) à la surface de podzols de pays tempérés.

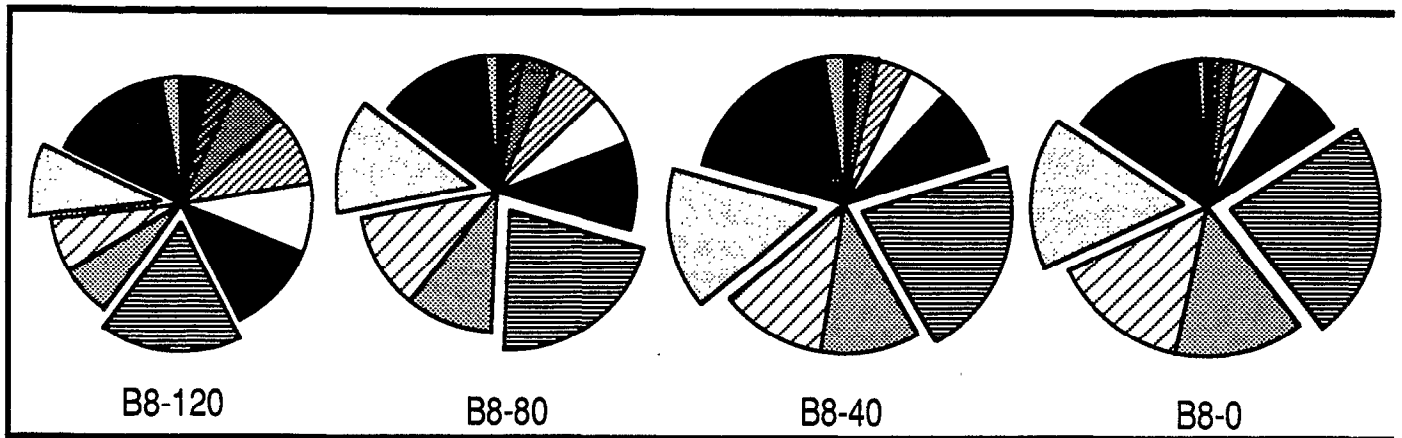


Diagramme 24
Spectres granulométriques du podzol (profil B8)

D'autre part, la cristallisation dans les micro-fissures d'éléments minéraux (fer, solutions organiques chargées en éléments dissous) provoque l'éclatement des grains sur ce type de sable (expériences malheureuses de culture en hydroponie).

Les grains subissent finalement des contraintes suffisantes pour relancer la fragmentation et masquer le processus de dissolution, qui ne semble plus (ou moins) actif dans cette zone.

Le point de départ de cette transformation, à 120 cm, a un spectre analogue au Bh et horizons pédoturbés : la dissolution que nous avons mise en évidence à la base du sable blanc est masquée (ou inactive) à 120 cm. Ceci confirme le rôle important de la nappe temporaire (la dissolution domine nettement dans les zones les plus fréquemment immergées). La fragmentation prend logiquement le dessus en surface, la dissolution (de toute manière moins efficace sur la granulométrie) ayant diminué d'intensité.

4) Conclusions de l'étude des spectres granulométriques

Cette étude exhaustive des spectres granulométriques nous a permis de caractériser plusieurs échantillons balayant une grande partie du système de transformation que nous cherchons à comprendre.

Toute l'interprétation repose sur une comparaison des évolutions des spectres avec des modèles théoriques caractérisant les différents processus pouvant agir sur la taille du squelette.

Les deux processus qui peuvent intervenir sur les sables sont essentiellement la dissolution et la fragmentation. Le lavage est surtout actif pour les particules fines et n'intervient probablement sur le squelette que dans les zones très fluantes, comme la lentille sableuse¹. La transformation minéralogique (ou néoformation en place) ne touche pas non plus le squelette uniquement composé de grains de quartz, de tourmaline ou de staurotide qui ne sont

¹ L'étude micromorphologique de cette lentille confirmera effectivement l'existence de déplacements des sables fins. Les distances en jeu sont toutefois très faibles (sans doute millimétriques).

pratiquement pas transformés dans les horizons que nous étudions¹. Des transformations minéralogiques peuvent avoir lieu (concernant d'autres minéraux du squelette), mais elles sont déjà largement terminées à la profondeur où nous commençons nos études.

Bien que la fiabilité des modèles proposés par LEGROS puisse être discutée, de grandes tendances s'en dégagent : un spectre attiré vers les fractions grossières indique une probable dissolution ; un spectre attiré vers les fractions fines est la marque d'une fracturation. LEGROS et PEDRO (1985) remarquent néanmoins que la dissolution modifie peu la répartition granulométrique, à moins qu'elle ne soit très élevée (sols les plus évolués). Dans ce cas, les particules les plus fines ayant une surface proportionnellement plus élevée que les particules plus grossières finissent par disparaître. LEGROS et PEDRO (1983) constatent également que la fragmentation tend à masquer l'effet de la dissolution quant à la répartition granulométrique². La détermination d'un processus de fragmentation ne doit donc pas exclure une dissolution éventuelle. Certaines interprétations seront toutefois considérées avec précaution (comme la discussion sur les « ondes » de fractions moyennes dénotant une fracturation en cours).

Nous avons donc une image globale des processus fonctionnant au niveau du squelette sur l'unité de modelé. L'étude de la granulométrie nous ayant permis d'extraire les processus généraux intervenant sur le plasma, nous pouvons déjà établir un schéma de fonctionnement de ce système de transformation (fig. 35). La figure 34 rassemble les principales informations que nous avons tiré de l'étude morphologique et granulométrique d'ORGANABO.

Commentaires

Unité de modelé d'ORGANABO

Sur le versant :

- l'altérite est le siège de néoformation de kaolinite macrocristallisée (**fortes valeurs en limon fin**), d'un début de dissociation des filons de squelette et d'une ferruginisation du plasma s'étendant depuis les fissures.

- le passage aux horizons pédoturbés correspond à une dissolution des quartz accompagnée d'une fracturation importante (**équilibre sur le spectre granulométrique à classe 315 µm centrée sur six heures**) et à un **enrichissement en argile** (issues d'une fracturation des kaolinites limoneuses - **disparition du limon fin** - ou à des néoformations à partir de solutions Si/Al).

- au sommet, l'hydrolyse liée aux acides organiques détruit les argiles (**diminution des valeurs d'argile**) et dissout de nouveau le squelette (**spectre tiré vers les fractions grossières**).

Au sommet du versant :

- cette séquence est interrompue par l'insertion entre l'altérite et les horizons pédoturbés du magasin de nappe, correspondant à une dissolution largement prépondérante sur la fracturation du squelette. Cette dissolution est générale (**spectre granulométrique à classe 315 µm centrée sur trois heures, disparition des argiles**).

¹ avec une exception pour la staurotide, dont nous verrons qu'une transformation en oxyde d'aluminium peut avoir lieu sur le versant. Toutefois, ce minéral représente un très faible pourcentage du squelette et n'intervient donc que peu dans les modifications du spectre granulométrique.

² Simulation sur ordinateur, appliquée à des sols tempérés

- le magasin de nappe s'attaque, au moins au début, à l'altérite (**fortes valeurs en limon fin** à la base du magasin de nappe).
- l'horizon pédoturbé peut éventuellement se développer aux dépens du magasin de nappe si la couverture pédologique descend toujours (par fracturation du squelette, mais il n'y a aucun argument morphologique en ce sens).

Sur le plateau :

- En se rapprochant du podzol, les processus de dissolution envahissent la totalité du profil pédoturbé (**spectre granulométrique progressivement tiré vers les fractions grossières, disparition de l'argile, disparition du fer**).

Au centre du plateau :

- Le podzol représente l'aboutissement de ces processus de dissolution affectant aussi bien le squelette que le plasma.

Unité de modelé de PETIT LAUSSAT

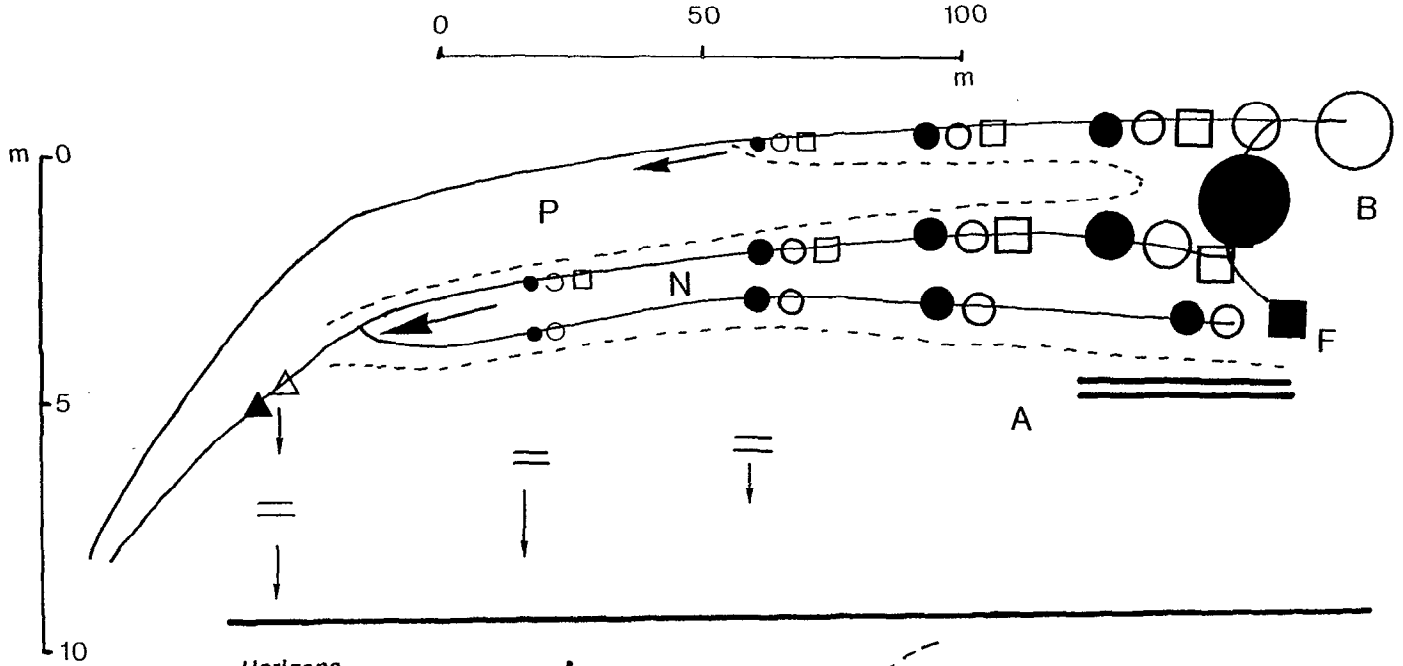
Le schéma de fonctionnement d'ORGANABO reste valable au dessus de l'altérite. Par contre, les niveaux profonds présentent des phénomènes plus complexes.

Sur le versant :

- l'altérite « saine » n'apparaît qu'à plus de six mètres de profondeur.
- au dessus, l'altérite est traversée par un niveau **au spectre caractéristique d'un magasin de nappe** à cinq mètres vingt (**faibles valeurs d'argile** dénotant une hydrolyse du plasma parallèlement à la dissolution du squelette), puis par un niveau **au spectre proche des horizons pédoturbés**.
- le sommet de cette altérite est le siège de dissolutions importantes (**concentrations nodulaires, spectre tiré vers les fractions grossières**).

Au sommet du versant :

- l'altérite saine est toujours aussi profonde.
- le niveau profond analogue à un magasin de nappe a disparu, au profit d'une altérite aux variations granulométriques très importantes : on passe en quelques centimètres des fractions fines aux fractions grossières. La perte d'argile n'est plus aussi sensible (**valeurs d'argile moyennes**), il y a par contre beaucoup de limon fin (**fortes valeurs de limon fin**).
- il y a toujours dans l'altérite un niveau **au spectre proche de l'horizon pédoturbé**.
- le sommet de l'altérite est toujours le siège de dissolutions importantes (**spectre tiré vers les fractions grossières**).



Horizons

- P Pédoturbé
- N Magasin de nappe
- A Altérite
- B Sable blanc
- F Bh-Bfe

Limite des fronts

Sens de progression
des processus

Processus :

Dissolution

Fragmentation

Néof ormation

Précipitation

Phase :

Argile

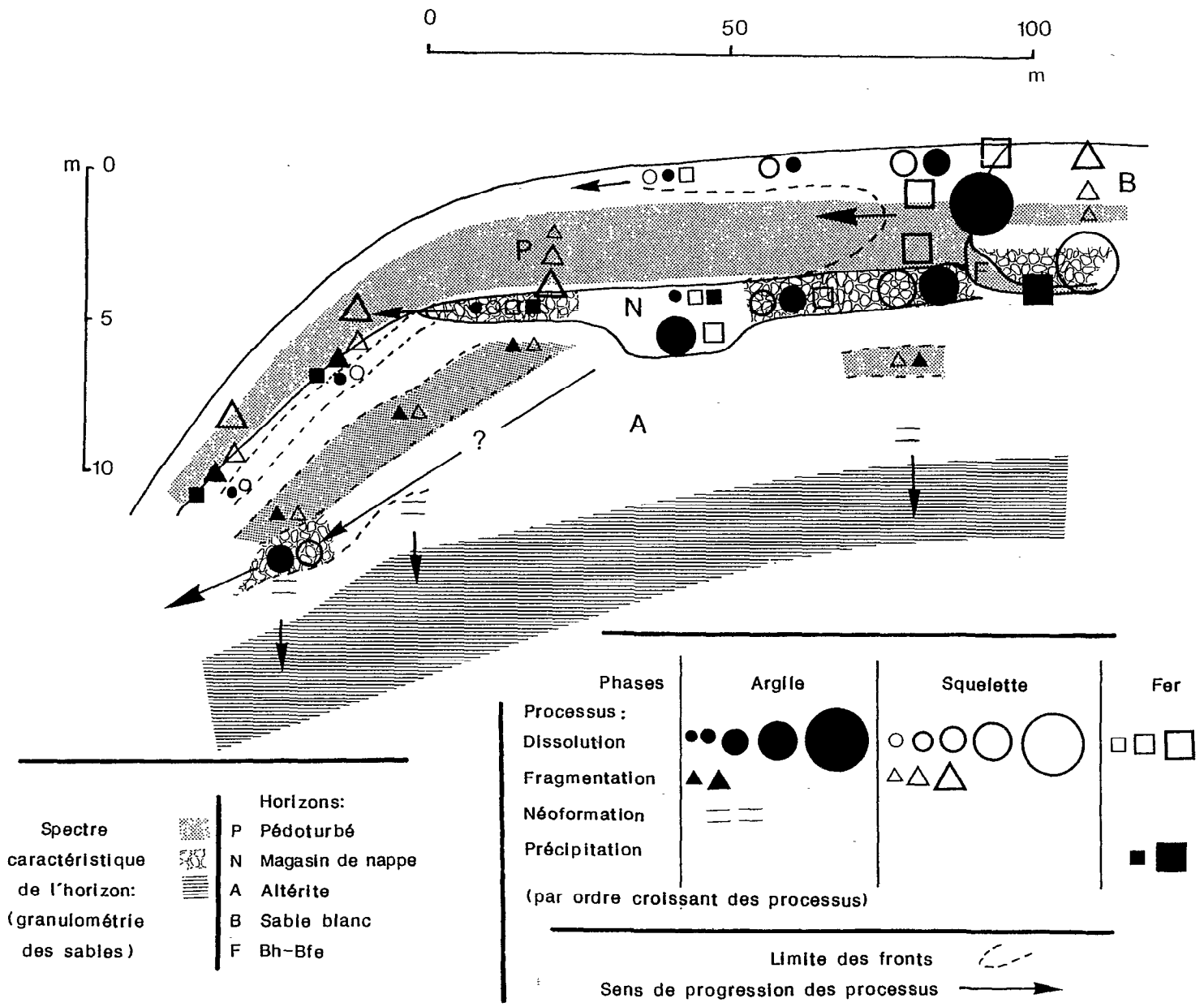
Squelette

Fer

(par ordre d'intensité croissante)

Fig. 34 : Schéma de fonctionnement du plateau d'ORGANABO

Fig. 35 : Schéma de fonctionnement du plateau de PETIT LAUSSAT (page suivante)



Sur le plateau :

- l'altérite contient encore un niveau **au spectre proche de l'horizon pédoturbé** et des niveaux de granulométrie très variable (squelette plutôt fin, ou très grossier).
- l'apparition d'un vrai magasin de nappe est confirmée par l'étude granulométrique (**spectre à classe 315 μm centrée sur trois heures**).
- ce magasin de nappe est le siège de dissolutions intenses (**faibles valeurs en argile**).
- ces dissolutions s'attaquent à la base de l'horizon pédoturbé : le **spectre est tiré vers les fractions grossières**, comme sur le versant. Il y a aussi des concentrations de nodules, mais ceux-ci sont différents de ceux du versant.
- la fracturation semble augmenter à la base de l'horizon pédoturbé (**spectre montrant un pic dans les fractions moyennes**), alors que le maximum de fracturation du squelette était atteint au milieu de cet horizon sur le site d'ORGANABO.

Au niveau du puits :

- l'horizon pédoturbé est fortement appauvri en argile au dessus de la lentille sableuse, ce qui dénote la remontée jusqu'en surface des phénomènes d'hydrolyse du magasin de nappe.

Vers le podzol :

- l'altérite saine apparait toujours profondément.
- Elle est toujours surmontée de niveaux à granulométrie très variable et d'un niveau **au spectre proche de l'horizon pédoturbé**.

Sur le podzol :

- le Bh-Bfe fige une organisation comparable à celles des horizons pédoturbés.
- Il est surmonté d'un magasin de nappe où la dissolution est très active (**spectre marqué par les fractions grossières**).
- on retrouve à mi-profondeur du sable blanc un squelette **au spectre proche de l'horizon pédoturbé**.
- la fracturation prend ensuite le pas sur la dissolution en s'approchant de la surface (**spectres aux fractions moyennes de plus en plus importantes**).

RIGHI et al. (1989) ont également étudié la répartition granulométrique des quartz sur un système de transformation décrit par LUCAS (1984). Ils concluent à la combinaison des phénomènes de fragmentation et de dissolution pour expliquer le passage des oxisols aux spodosols tout en conservant le même spectre de répartition granulométrique. Or ces podzols sont situés sur les versants, contrairement à ceux des plateaux septentrionaux de Guyane : la dynamique hydrique diffère considérablement. Il semblerait que les horizons blanchis de Manaus conservent le spectre des horizons pédoturbés, de même que la partie médiane de l'horizon blanchi de PETIT LAUSSAT (épargnée par la dissolution liée à la circulation de la nappe ou retravaillée par une fragmentation due à la cristallisation des éléments en solution) garde les caractères de l'horizon pédoturbé du plateau.

Le podzol de PETIT LAUSSAT est marqué par une dissolution importante à sa base et une fragmentation importante à son sommet. Les modélisations de RIGHI et al. (1989) expliqueraient le maintien du spectre par la conjonction des deux processus à mi-profondeur.

Le processus de dissolution est donc décroissant de bas en haut alors que la fragmentation diminue de haut en bas.

Selon cette hypothèse, le maintien du spectre granulométrique de l'horizon pédoturbé au milieu de l'horizon blanchi correspond à un point d'équilibre qui tient plus du hasard que d'un héritage protégé par l'absence de tout processus agressant le squelette.

Il nous paraît cependant plus probable que la remarquable concordance des spectres granulométriques de l'horizon pédoturbé d'une part et de l'altérite d'autre part révèle un état d'équilibre des processus de modification du squelette.

E) CARACTERISATION CHIMIQUE ET MINERALOGIQUE DES UNITES MISES EN EVIDENCE

Nous venons de proposer un schéma de fonctionnement des plateaux de la région d'ORGANABO et de PETIT LAUSSAT. Ce schéma n'ayant pris en compte que les analyses granulométriques est limité aux grands processus : dissolution et fracturation du squelette, néoformation de kaolinite de la taille des limons fin, dissolution ou transport de l'argile, lixiviation du fer.

Il est maintenant nécessaire de compléter ce modèle en le renseignant sur les évolutions minéralogiques. L'étude micromorphologique qui va suivre est plus poussée que celle d'ORGANABO. Nous verrons successivement chacune des unités mises en évidence aux chapitres précédents.

Les évolutions minéralogiques que nous pourrions déterminer nous permettront de déduire les grandes lignes d'évolution géochimique de ces plateaux sur « Série Détritique de Base ».

Il va de soi que la compréhension du système réclamerait une étude géochimique digne de ce nom. Nous proposerons à la fin de ce chapitre quelques pistes de prospection.

Les données chimiques obtenues par la microsonde à dispersion d'électrons et utilisées dans les paragraphes à venir sont regroupées dans l'annexe 7.

1) LE VERSANT

a) Observations

Toutes les analyses et observations mentionnées dans ce paragraphe sont référées à une profondeur et à un numéro de sondage. La figure 36 localise ces sondages sur le transect A.

Le versant est caractérisé par un horizon d'accumulation nodulaire qui apparaît entre les horizons pédoturbés et les horizons à caractères altéritiques. Nous avons vu lors de l'étude macroscopique que les nodules sont de plus en plus gibbsitiques vers l'aval.

L'étude minéralogique confirme la prépondérance de la gibbsite dans le profil et le rôle important qu'elle joue lors de la genèse du « système pédologique de versant ».

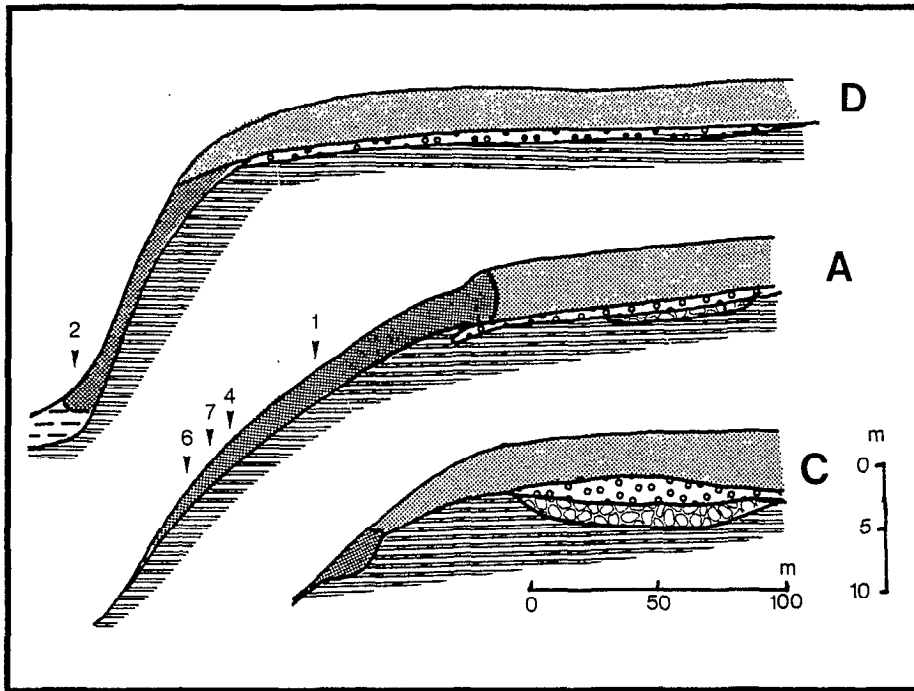


Fig. 36 : Localisation des sondages étudiés

Les diffractogrammes présentés permettent de déceler la présence de minéraux bien cristallisés. On ne peut donc s'en servir pour établir des relations quantitatives entre les minéraux (certains pouvant être abondants mais mal cristallisés).

Les diffractogrammes aux rayons X (figure 37) montrent tous un pic de gibbsite important. Nous remarquons cependant les particularités suivantes :

- l'altérite profonde (240 cm) garde un pic de kaolinite prépondérant sur la gibbsite dans la fraction argileuse. Le pic de quartz est dominant sur l'échantillon brut¹ ;
- au sommet de l'altérite, la phase blanche du matériau est presque exclusivement constituée de gibbsite. Il reste encore un peu de kaolinite, dont le pic est comparable à celui de la muscovite. Il y a peu de quartz ;
- au sommet de l'altérite, la phase colorée du matériau a toujours beaucoup de gibbsite, mais un peu plus de kaolinite. Les muscovites et quartz restent peu abondants mais présents, de même que la staurotide ;
- dans l'horizon nodulaire (global), la gibbsite perd de son importance, le quartz domine, alors que la kaolinite est toujours peu abondante.
- dans l'horizon pédoturbé, la fraction argileuse² est à dominante de kaolinite. Il reste encore un pic de gibbsite.

¹ Non représenté sur la figure 37.

² Il n'y a pas eu de diagramme X sur échantillon brut. Mais le reste de l'étude nous a montré que le quartz était largement présent dans cet horizon.

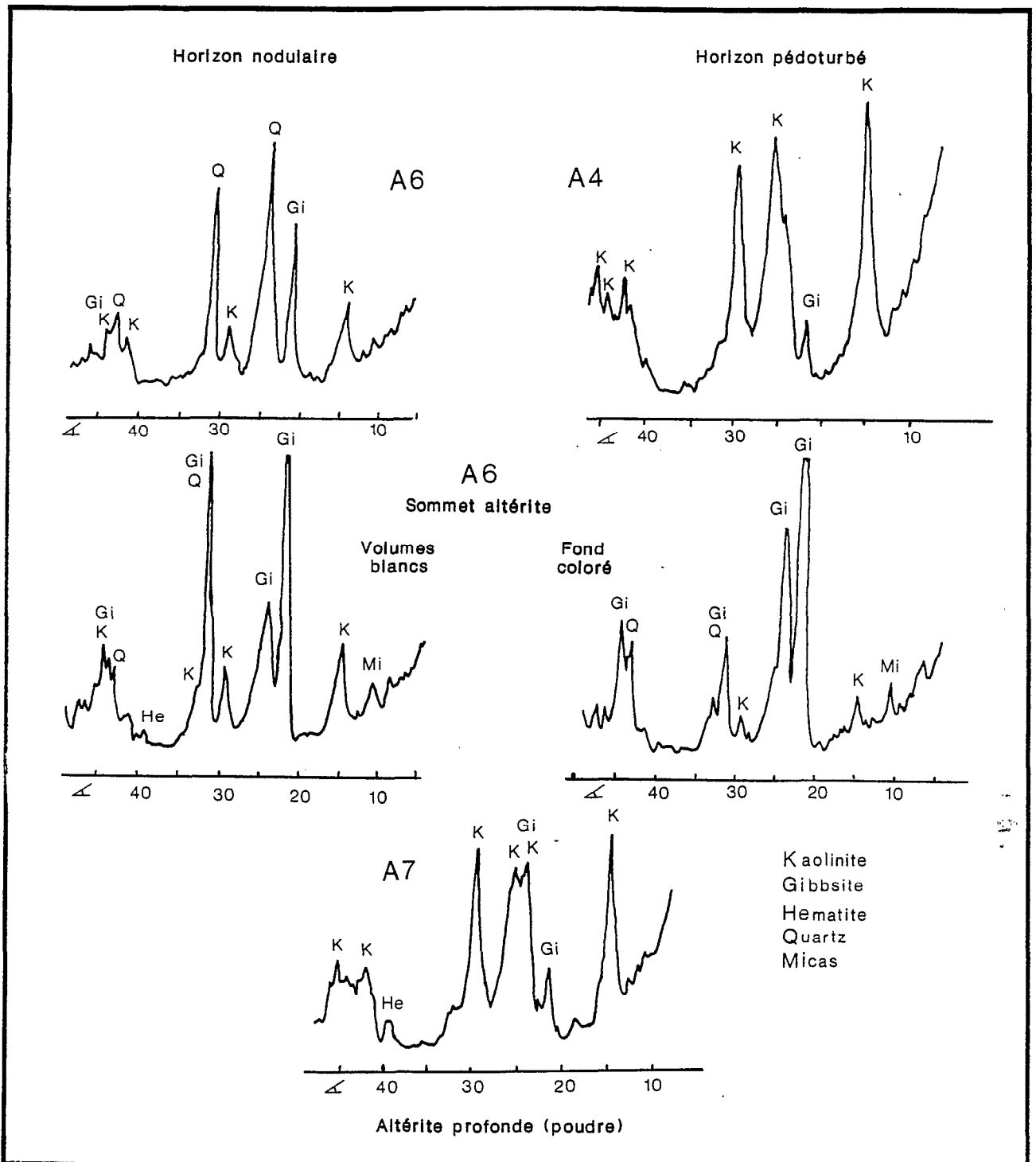
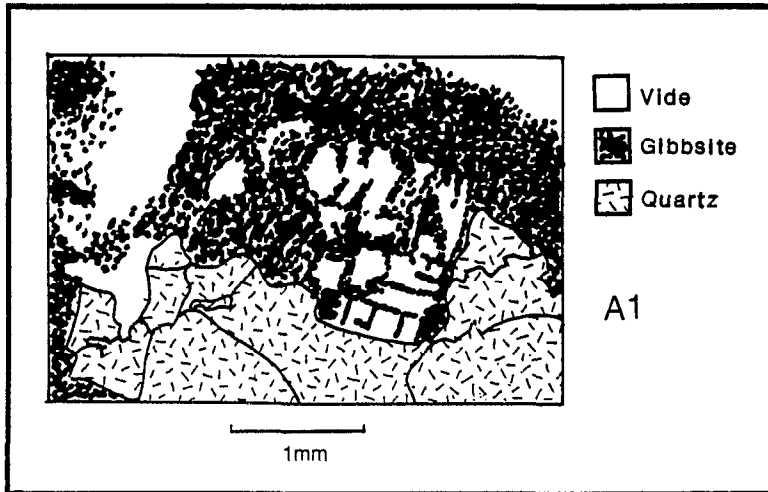


Fig. 37 : Diffractogrammes R.X. d'échantillons du versant

Commentaires

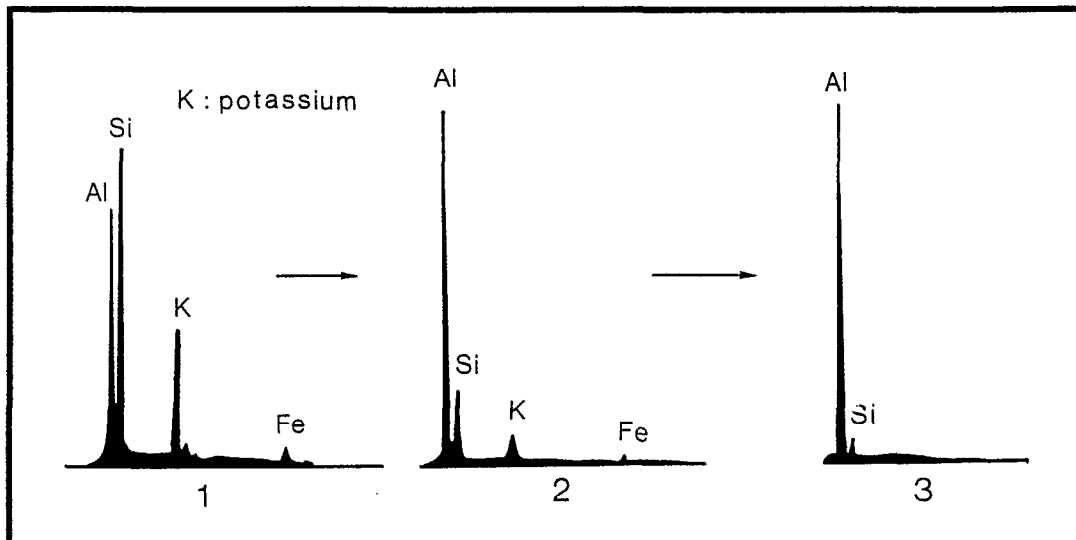
Le maximum de gibbsite est atteint au sommet de l'altérite. Ce minéral commence à décroître dès l'horizon nodulaire.



Nous voyons sur la figure 38 que la gibbsite épigénise les minéraux primaires de l'altérite (dont on distingue encore les formes) et fige des filons de quartz intacts dans un fond matriciel cristallin composé de cristaux de gibbsite.

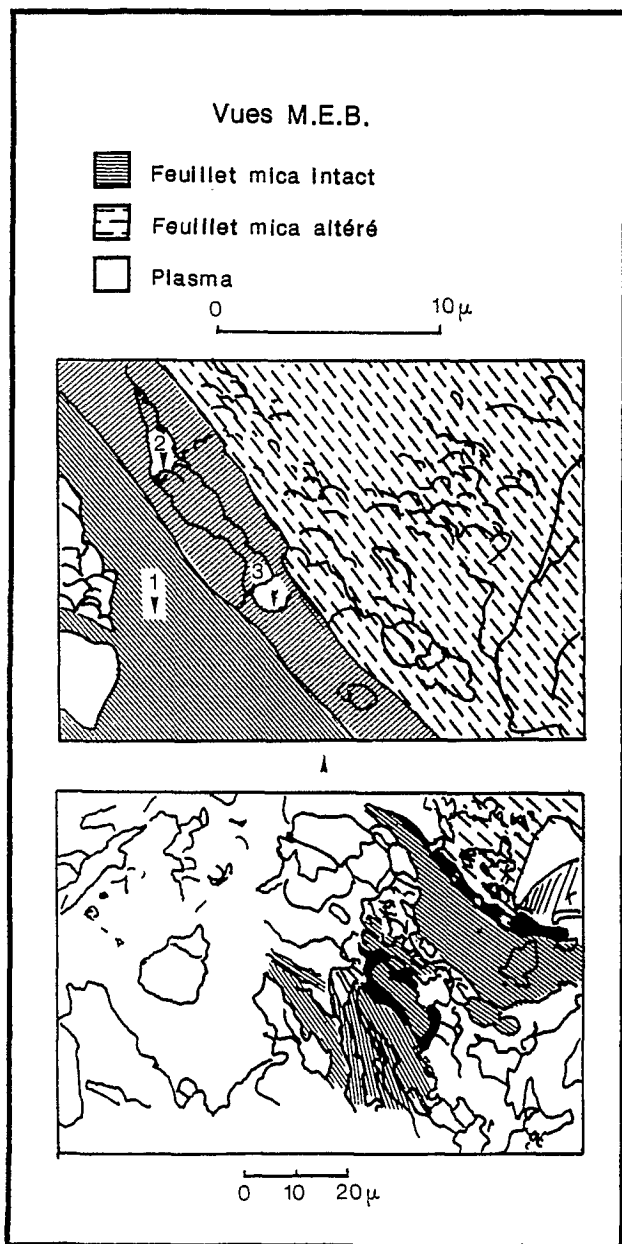
Fig. 38 : Gibbsitisation de l'altérite

Trois exemples illustrent cette évolution générale vers la gibbsite des minéraux de l'altérite.



Diagrammes sonde de la figure 39
Evolution d'un cristal de muscovite sur le versant

Muscovite



La figure 39 montre une vue au MEB d'un feuillet de muscovite. Le feuillet supérieur, très morcelé et dont on ne distingue sur la photo que quelques festons est déjà altéré. Les trois diagrammes de composition atomique (analyses à la microsonde) marquent le passage progressif de la muscovite intacte à l'oxyde d'aluminium pur par départ de Si, K et Fe.

Fig. 39 : Altération d'une muscovite sur le versant

Staurotide

La figure 40 montre une vue au MEB de la surface d'un gros cristal de staurotide. Cinq spots analysés sur une surface d'aspect apparemment homogène montrent une progression continue vers l'oxyde d'aluminium. La staurotide se transforme par départ de Si, Fe et des traces de Ti.

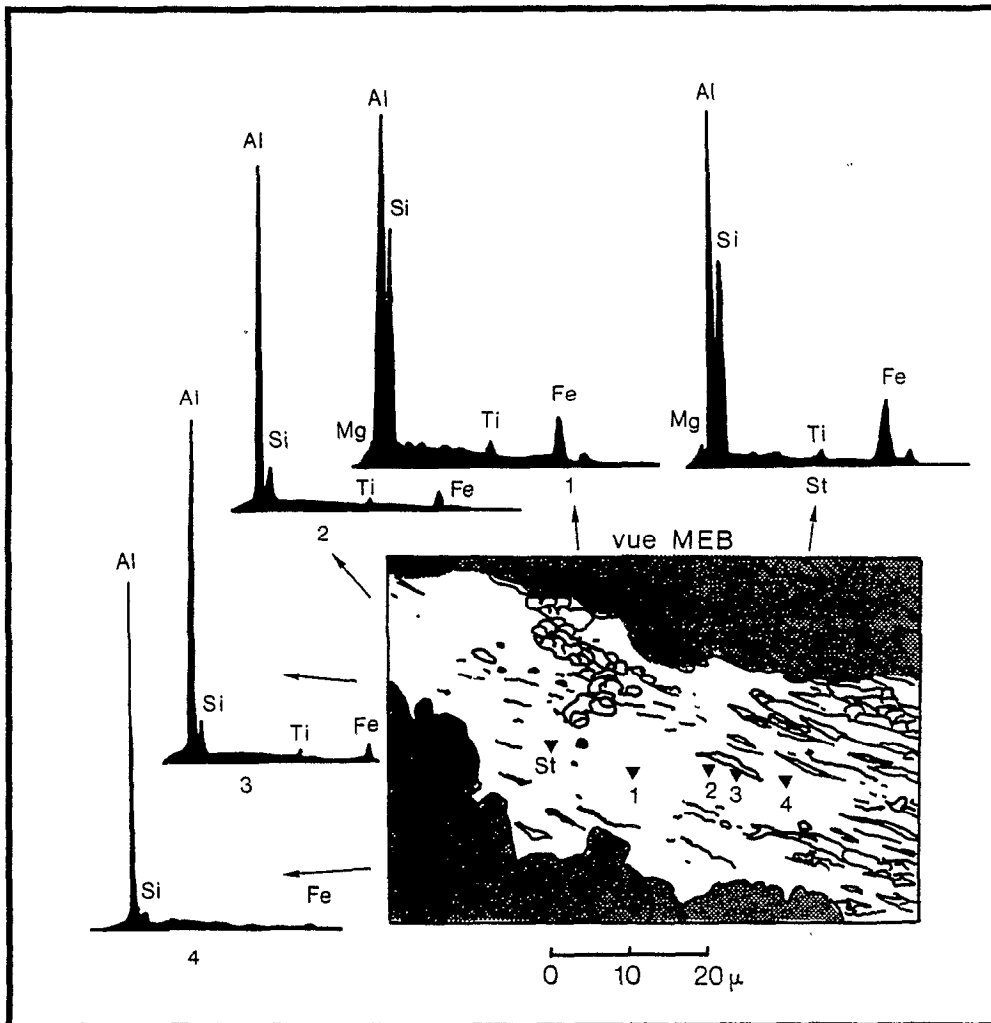


Fig. 40 : Altération de la staurotide sur le versant
(St = Staurotide intacte)

Kaolinite

La kaolinite macrocristalline fait partie des minéraux présents au sommet de l'altérite. Bien que peu abondante dans la zone très gibbsitisée, on peut vérifier sur les quelques cristaux qu'elle est également détruite et transformée en gibbsite. La figure 41 reprend une vue en

microscopie optique de l'altérite¹. Une série de spots reliant un feuillet à un autre du même cristal montre un passage continu vers l'oxyde d'aluminium.

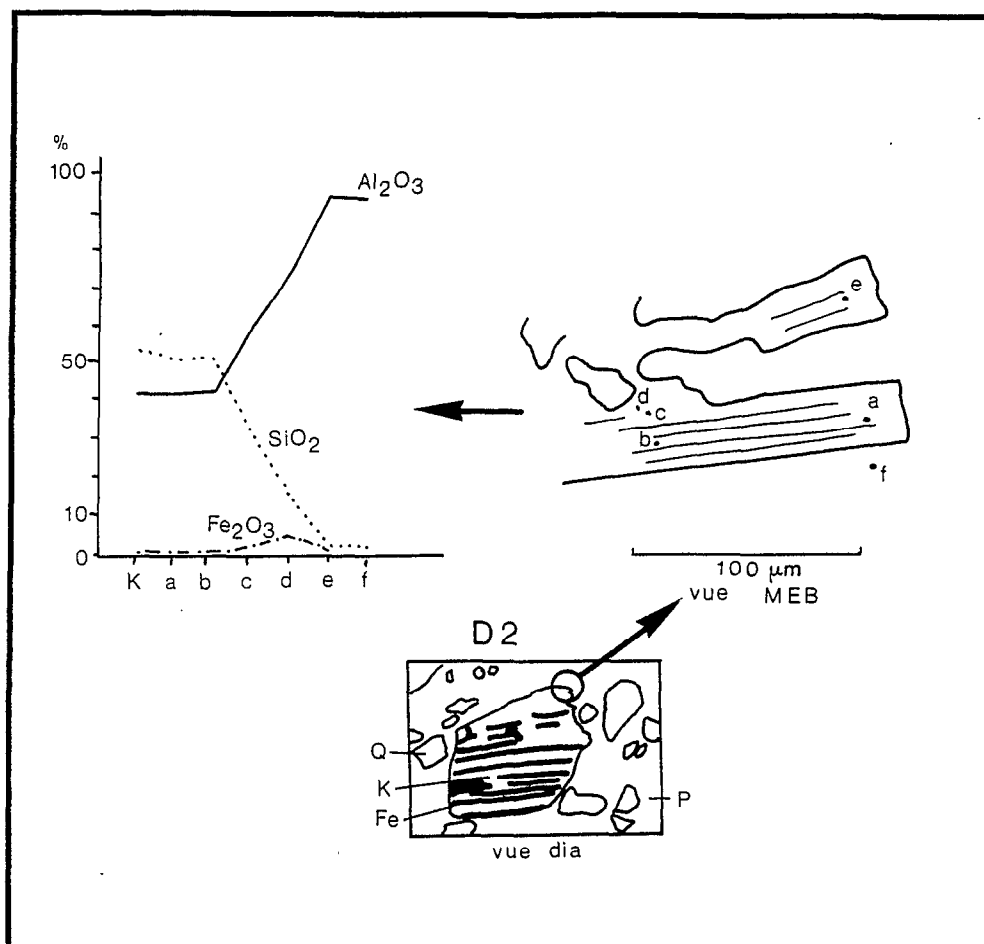


Fig. 41 : Altération d'une kaolinite sur le versant

Commentaires

Sur les trois exemples que nous venons de voir, les minéraux primaires (plus la kaolinite) gardent leur aspect initial (structure en feuillet, ou état de surface) alors qu'ils ont déjà perdu tous leurs éléments chimiques excepté l'aluminium : il s'agit donc bien d'une épigénisation de l'altérite et de ses minéraux constitutifs par la gibbsite. La nature gibbsitique de l'oxyde d'aluminium est attestée par les diffractogrammes R. X.

Les nodules gibbsitiques sont pourtant détruits au sommet du profil. Souvent associés à une ferruginisation importante (qui agit à partir des fissures), ils sont démantelés au sein de l'horizon nodulaire puis de l'horizon pédoturbé (fig. 42).

¹ Sur le transect D, à l'aval. Ce transect n'a pas été décrit dans le cadre de cette thèse mais présente une organisation comparable à celle du transect A, aussi bien pour ses organisations pédologiques que sa topographie et la disposition des différentes unités décrites plus haut.

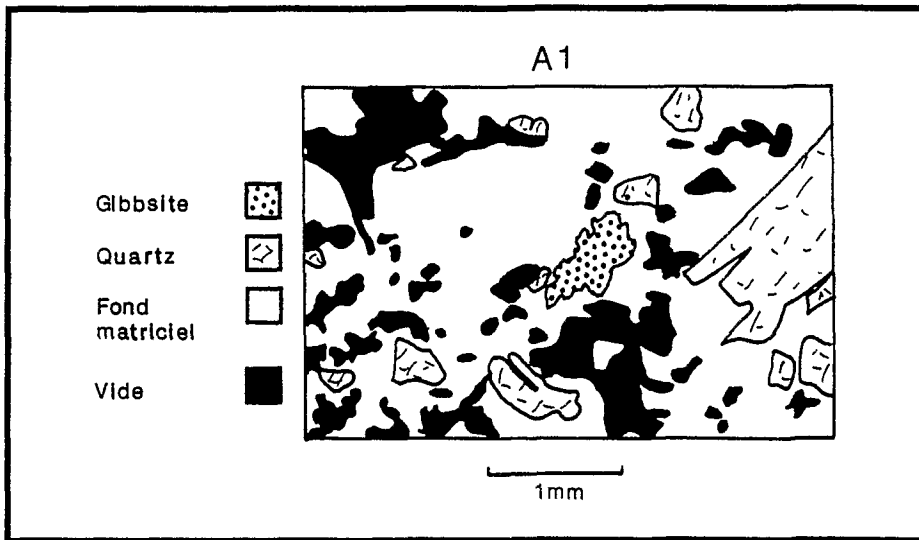


Fig. 42 : Destruction des nodules gibbsitiques

La ferruginisation a probablement contribué à protéger les cristaux de kaolinite et de muscovite, puisque les rares reliques qu'on peut encore observer dans l'horizon pédoturbé ont leurs fissures beaucoup plus ferruginisées que le reste du plasma environnant (fig. 43). Des tourmalines subsistent également depuis l'altérite jusqu'au sommet des horizons pédoturbés.

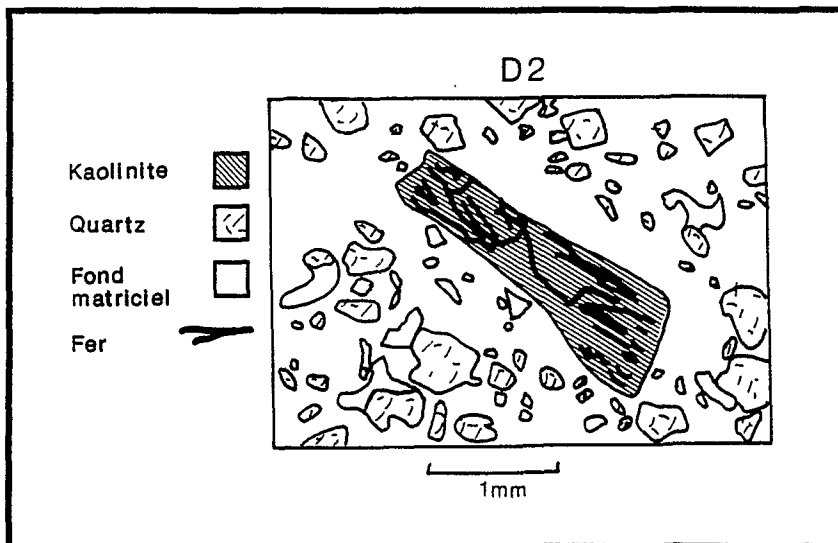


Fig. 43 : Kaolinite relique dans l'horizon pédoturbé de versant

Il est également possible de trouver au sein de l'horizon pédoturbé des « micro-nodules » (d'une taille limoneuse ou de sable fin), d'aspect noir mat en microscopie optique et composés essentiellement d'oxydes de fer et de titane. Les nodules centimétriques concentrés au sommet de l'altérite ont parfois des zones riches en titane. Il semble donc que les micro-nodules de titane et de fer soient issus des nodules centimétriques plus profonds. L'évolution de ces nodules sera étudiée en détail dans le paragraphe concernant le plateau.

b) Conclusions

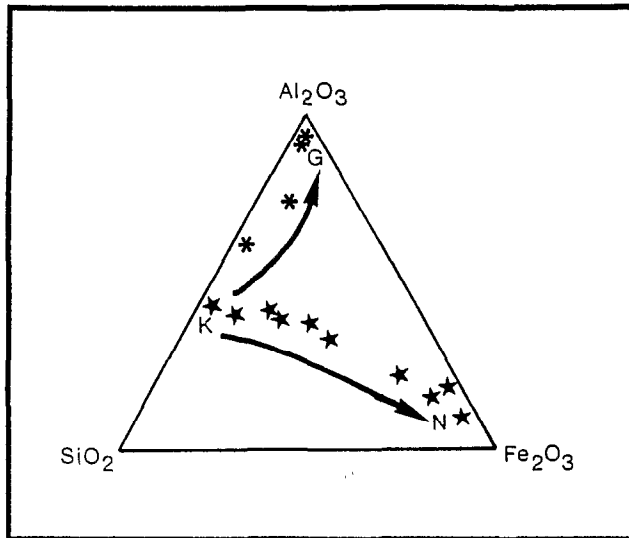
L'étude micromorphologique complète les conclusions des observations macroscopiques et des études granulométriques.

Nous avons vu que l'altérite est traversée de niveaux ayant un squelette marqué par la dissolution. Ce processus se traduit également par une exportation sélective des éléments chimiques : la silice, le fer et éventuellement le potassium sont mis en solution puis exportés. Le fer se redistribue rapidement dans les fissures, contribuant à l'individualisation de nodules. La silice reste en solution et disparaît du sommet de l'altérite, puisqu'on n'en voit plus aucune trace. Le bilan de l'aluminium est alors positif. Il y a accumulation relative de cet élément.

L'altération proprement dite a eu lieu beaucoup plus profondément : les macrocristaux que nous avons trouvés au sommet de l'altérite témoignent d'une étape kaolinisante. Les isovaleurs de limon fin témoignent également en ce sens.

Le manque de lames minces ne nous permet pas d'élucider les variations profondes de l'altérite, où la répartition du squelette se rapproche par endroits de celle des horizons pédoturbés : l'étude du plateau expliquera cette particularité.

Une nouvelle kaolinisation a lieu en sub-surface, sur l'horizon à concentrations nodulaires. Les reliques de nodules gibbsitiques perdues dans un fond matriciel d'argile kaolinite prouvent que la pédoturbation s'accompagne d'une mise en solution de la gibbsite immédiatement suivie d'une recristallisation de kaolinite microcristallisée et associée au fer. Les grains de quartz diminuant notablement dans cet horizon pédoturbé (cf isovaleurs d'argile et de sable) et subissant à la fois fracturation et dissolution (cf granulométrie des sables), il est permis de penser que la silice utilisée lors de la cristallisation de kaolinite vient du quartz.



La figure 44 rassemble les différents trajets géochimiques du sommet de l'altérite, lors de l'individualisation des nodules gibbsitiques et de la ferruginisation des kaolinites sur un triangle $\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-Fe}_2\text{O}_3$.

Fig. 44 : Trajet géochimique de la nodulation du sommet de l'altérite.

(K : Kaolinite
G : Gibbsite
N : Nodule ferrugineux)

Ce type de profil, à séquence nodulaire gibbsitique et ferrugineuse aboutissant à une stone-line développée in-situ, a été décrit par plusieurs auteurs dans des sols ferrallitiques (BOULET et al. - 1979 b, LUCAS et al. - 1984, COLIN et LECOMTE - 1986).

2) LE PLATEAU

a) Observations

La figure 45 localise les sondages dont il sera fait mention dans ce paragraphe.

L'analyse triacide d'échantillons jalonnant le passage du versant au plateau (transect A) montre une dérive progressive vers le pôle siliceux lorsqu'on arrive sur le plateau (fig. 46). La gibbsitisation de l'altérite qui est encore marquée au sommet du versant disparaît sitôt que l'on atteint les magasins de nappe.

Fig. 45 : Localisation des sondages étudiés sur le plateau
(haut de page suivante)

**Fig. 46 : Passage du versant au plateau -
Trajet géochimique**
(bas page suivante)

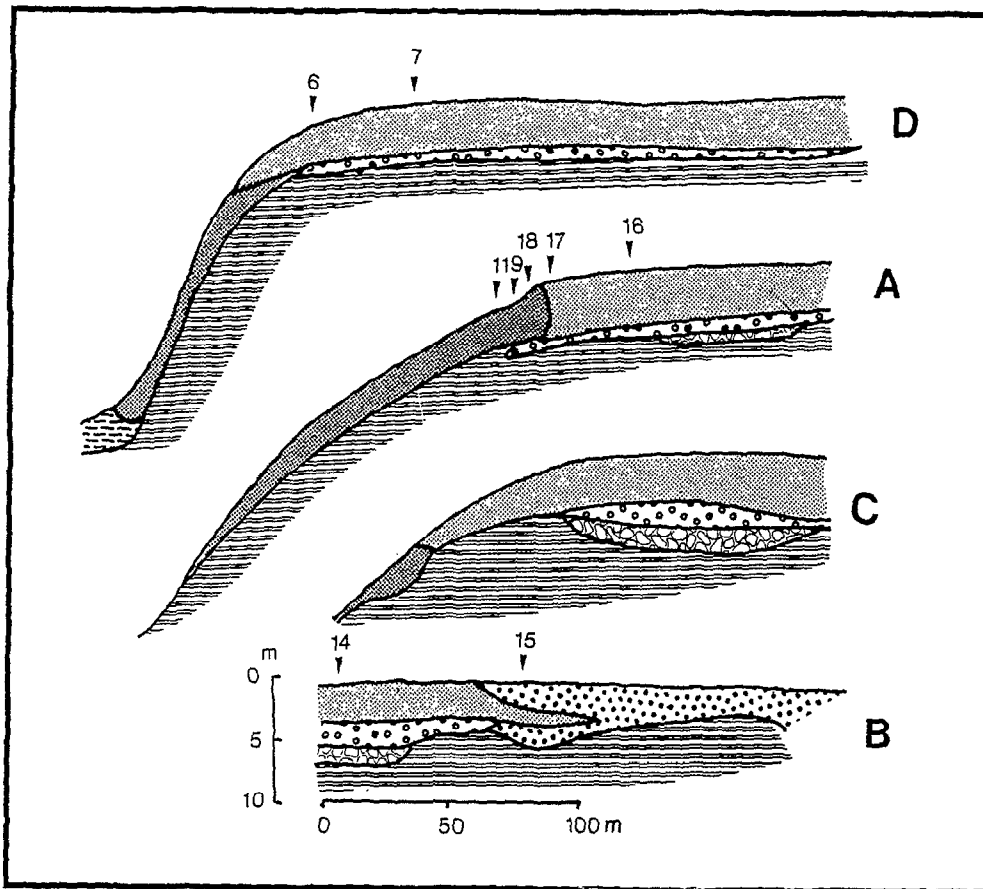


Fig. 45

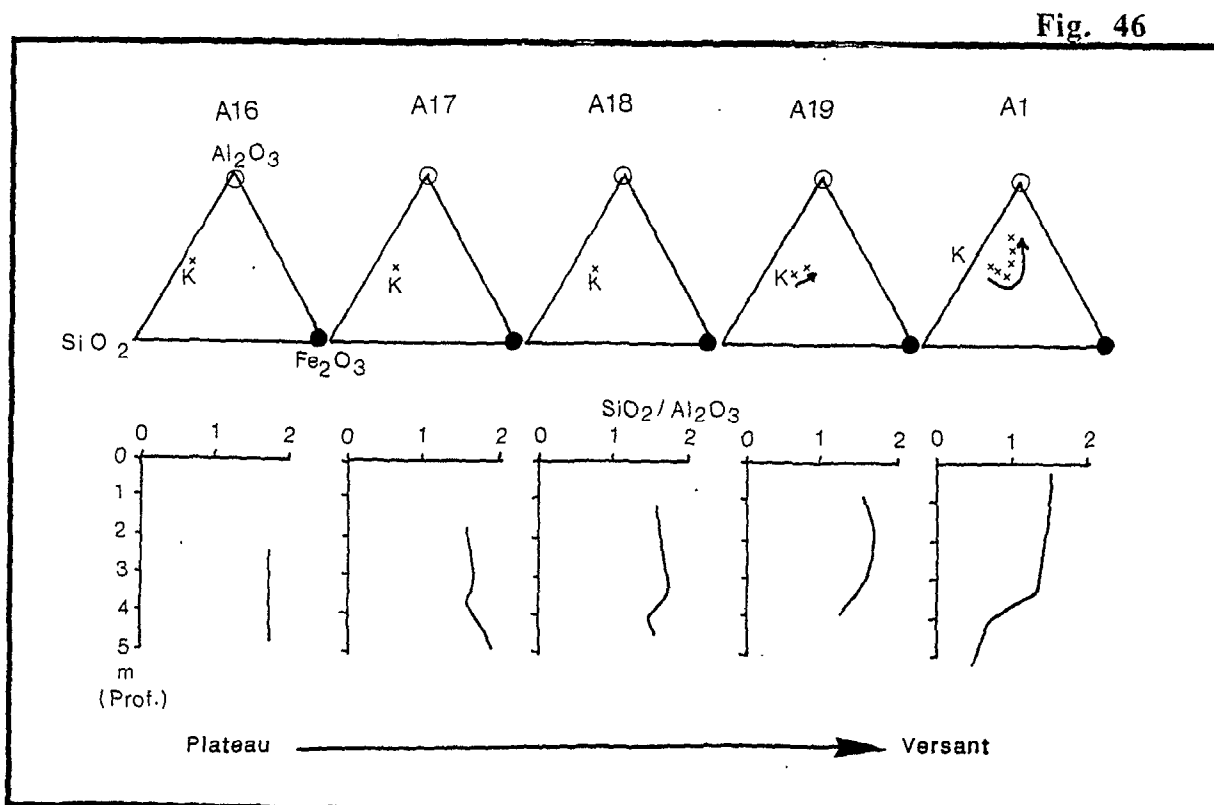


Fig. 46

L'analyse des diffractogrammes R.X. confirme l'absence de gibbsite. Le fond matriciel est constitué de kaolinite et de quartz. Le fer des nodules blanc persillé de rouge est constitué d'hématite (fig. 47).

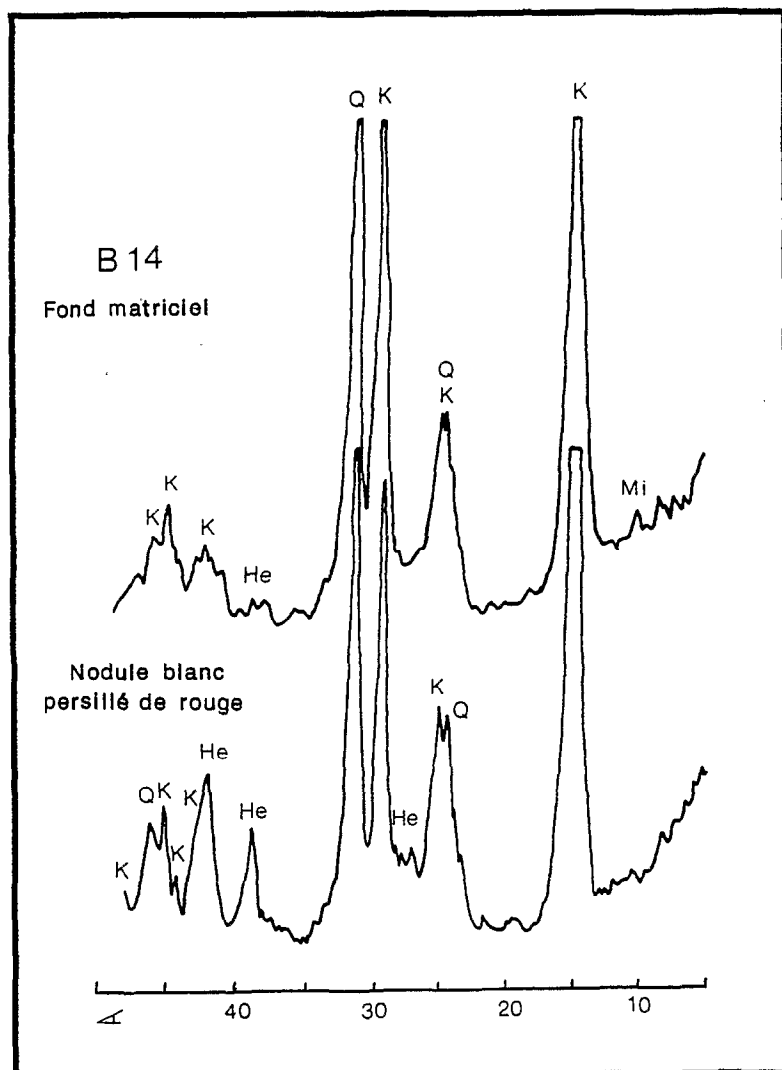


Fig. 47 : Diffractogrammes R.X. du plateau

L'altérite du plateau est le siège de néoformations importantes de kaolinite (fig. 48).

Les **nodules blancs persillés de rouge** et les **nodules rouges friables** sont les traits pédologiques originaux de cette unité. Ils sont bien individualisés dans le magasin de nappe mais apparaissent également au sommet de l'altérite. On en trouve enfin des reliques dans les horizons pédoturbés.

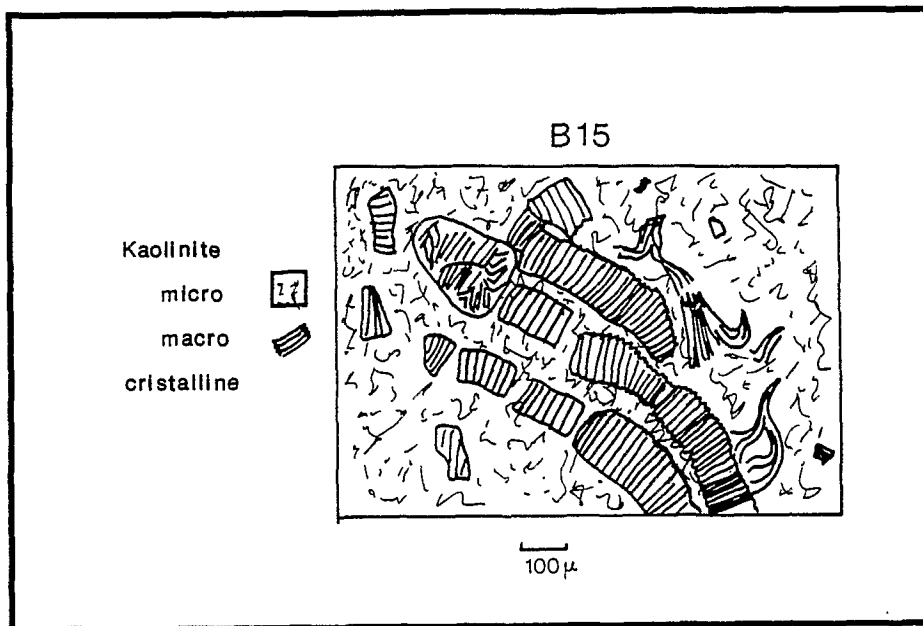
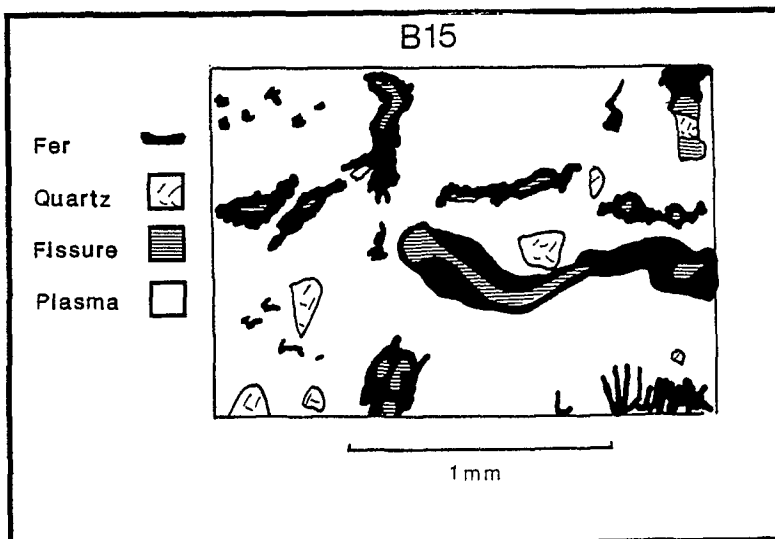


Fig. 48 : Kaolinite macrocristalline au sommet de l'altérite du plateau

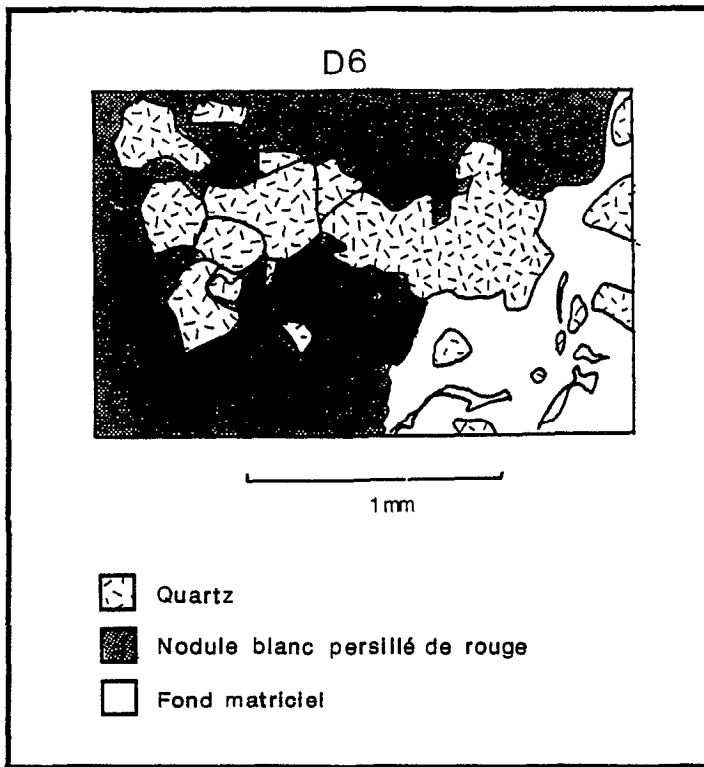
Nous pouvons suivre en micromorphologie la séquence de formation des nodules blancs persillés de rouge dans l'altérite, puis leur destruction qui débute dès le magasin de nappe pour se conclure au sein des horizons pédoturbés.

Formation des nodules blancs à persillage rouge



Le fer s'accumule dans les fissures du fond matriciel déjà largement pédoturbé : il reste encore des cristaux de muscovite et de kaolinite, mais les structures lithiques sont moins abondantes que dans l'altérite du versant (fig. 49).

Fig. 49 : Nodule blanc persillé de rouge en formation



Néanmoins, il est possible de trouver des nodules blancs à persillage rouge contenant des muscovites ou des filons de quartz (fig. 50), et ceci, en dehors de l'altérite.

Fig. 50 : Filon de quartz dans un nodule blanc persillé de rouge

Les fissures ont un taux de fer très variable. Il peut être localement, remplacé par le titane (sur quelques microns). Le plasma blanc du nodule a un aspect gris lissé en lumière polarisée analysée. Il est pratiquement dépourvu de fer. Le tableau 2 rassemble les moyennes pour chacune des organisations du nodule.

Glébule :	Oxydes : Phases :	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	MnO ₂
nodules blancs	plasma gris lissé (23)	53,5 ± 1.2	41,0 ± 1.5	1,2 ± 0.9	2,4 ± 1.7	0
persillé de rouge	fissure rouge (11)	24,0 ± 15.2	19,5 ± 9.5	47,2 ± 27.3	7,6 ± 22.5	0 0

Tableau 2 - Composition chimique des différentes phases du nodule blanc persillé de rouge¹

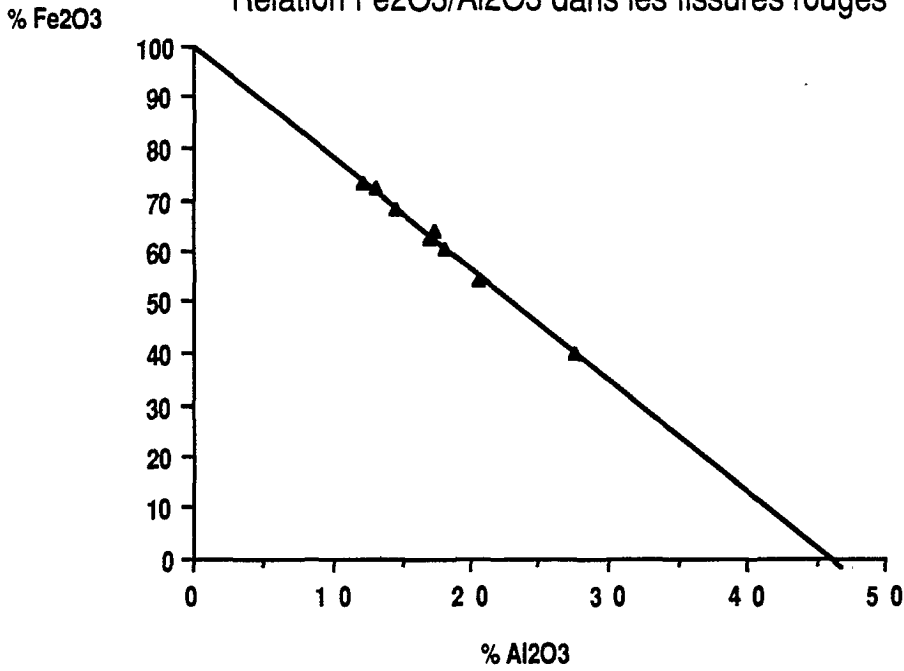
La variabilité en fer et titane des fissures rouges est énorme, comparée à celle du plasma gris lissé. Mais cette variabilité n'est pas aléatoire : nous voyons sur le diagramme 25 que le fer² augmente lorsque l'aluminium et la silice décroissent simultanément. Les droites ont pour équation :

¹ Moyenne accompagnée de l'écart-type, nombre d'échantillons entre parenthèses

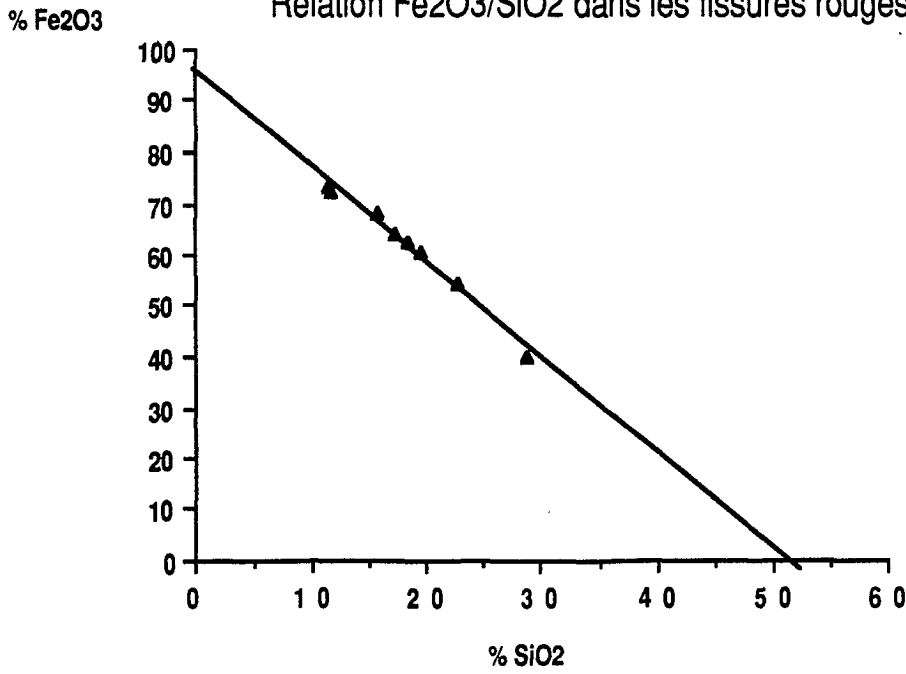
² Sur les spots ayant peu de titane.

Diagramme 25

Relation Fe₂O₃/Al₂O₃ dans les fissures rouges



Relation Fe₂O₃/SiO₂ dans les fissures rouges



$$\text{Fe}_2\text{O}_3 = 100 - 100/46 \text{ Al}_2\text{O}_3$$

$$\text{Fe}_2\text{O}_3 = 96 - 100/53 \text{ SiO}_2 \quad (\text{en pourcentage pondéral})$$

La conversion en moles donne approximativement l'équilibre suivant :

A poids égal, l'arrivée d'une mole Fe_2O_3 au bord d'un vide du nodule implique le départ de 1,4 mole de kaolinite.

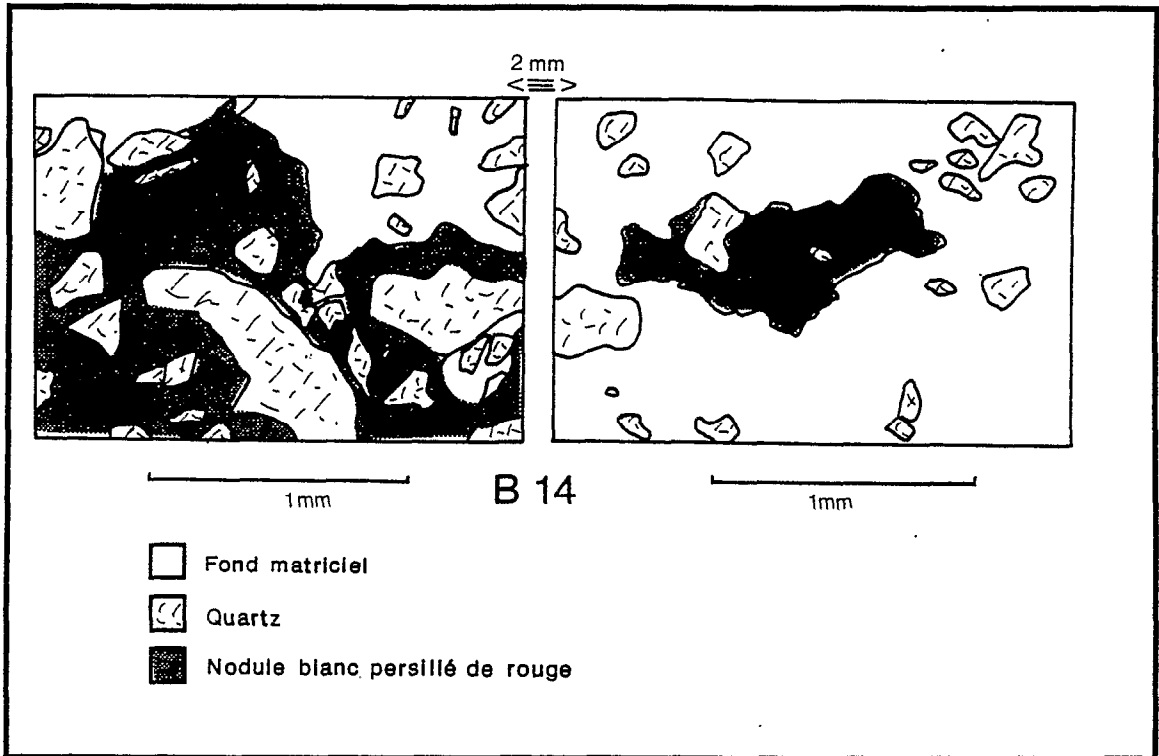


Fig. 51 : Destruction du nodule blanc persillé de rouge

Destruction des nodules blancs à persillage rouge

Les nodules se désagrègent dans le fond matriciel : ils présentent des isthmes, tombolos et autres figures d'érosion. Des reliques de taille variable témoignent d'un épisode nodulaire (fig. 51) jusqu'au sommet du magasin de nappe.

Sur la figure 52, une staurotide isolée dans le fond matriciel de l'horizon pédoturbé (près du magasin de nappe) contient encore dans ses fissures le plasma gris lissé strié de rouge du nodule blanc persillé de rouge.

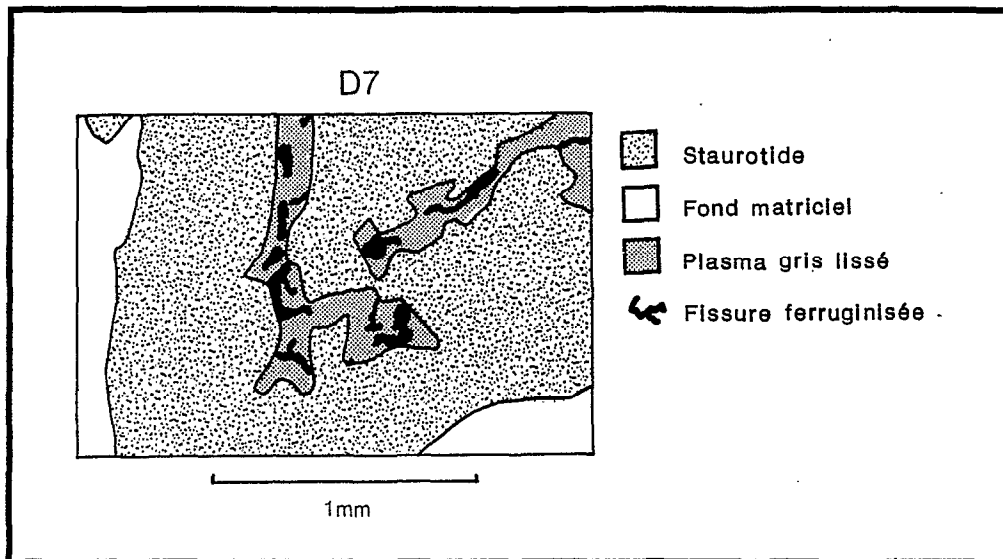


Fig. 52 : Staurotide abritant dans une fissure une relique de nodule blanc persillé de rouge

L'étude micromorphologique nous permet également de suivre la formation des nodules rouges friables dans le magasin de nappe, puis leur destruction à la base des horizons pédoturbés.

Formation des nodules rouges friables

Ces nodules sont constitués d'un squelette quartzeux très abondant, aux grains parfois jointifs et d'un ciment ferrugineux. La concentration en squelette est comparable de part et d'autre du nodule.

Destruction des nodules rouges friable

Les nodules sont démantelés dans les horizons pédoturbés. Ils gardent une très forte charge en squelette, qui ne correspond plus à l'environnement extérieur (fig. 53) : le fond matriciel de l'horizon pédoturbé contient beaucoup moins de quartz que les nodules (nous avons vu lors de l'étude granulométrique que le magasin de nappe est nettement plus sableux que l'horizon pédoturbé sus-jacent).

On retrouve des quartz aux fissures ferruginisées presque jusqu'en surface.

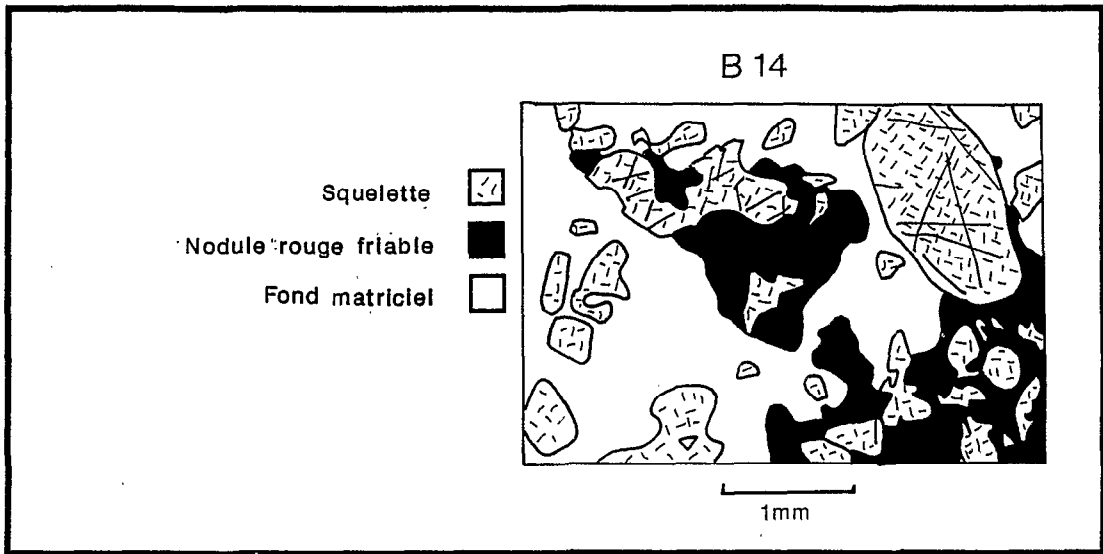


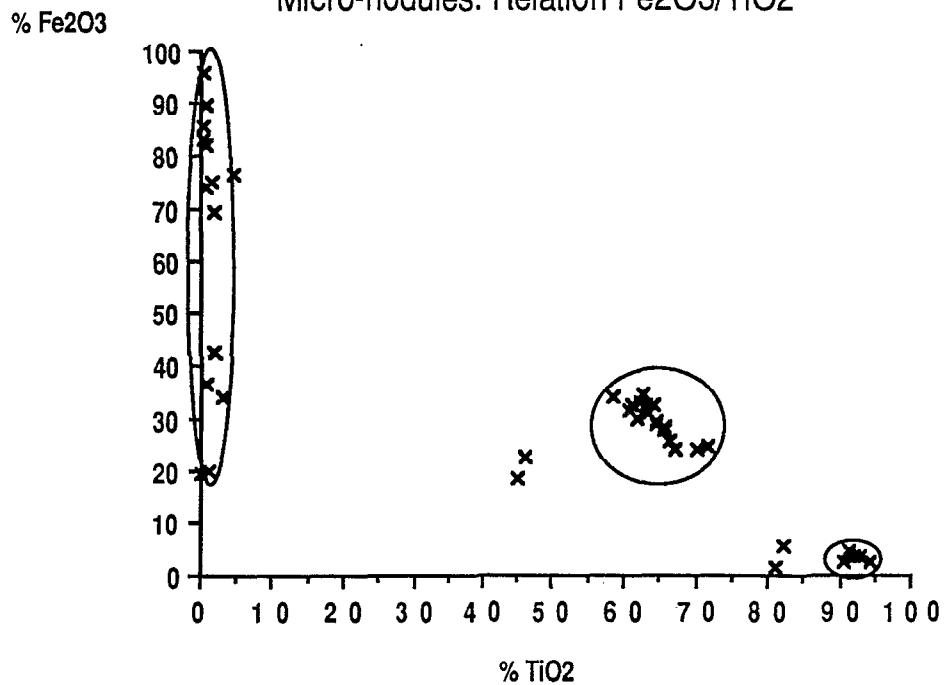
Fig. 53 : Destruction des nodules rouges friables

Micro-nodules

Les micro-nodules (d'une taille allant de la dizaine à la centaine de microns) sont les reliques des nodules blancs persillés de rouge et des nodules rouges friables. Leur taux souvent important de titane laisse penser que les zones riches en titane des gros nodules ont été préférentiellement épargnées par la dissolution.

Diagramme 26

Micro-nodules. Relation Fe_2O_3/TiO_2

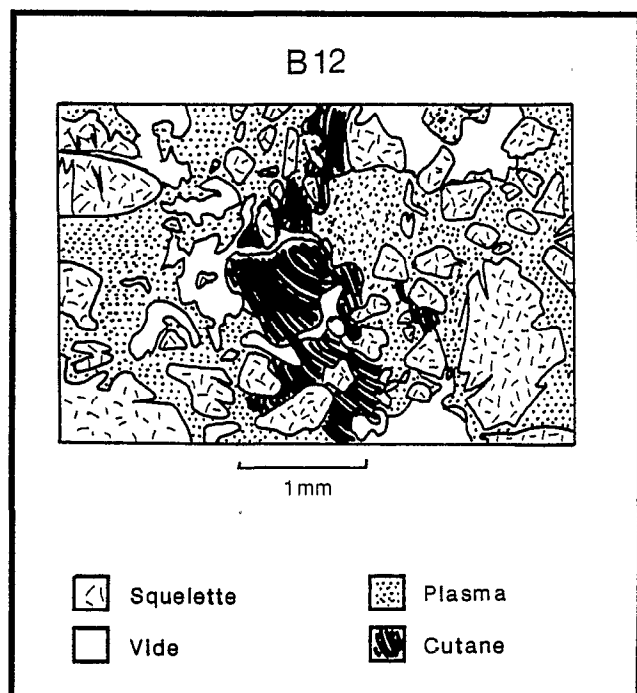


Le diagramme 26 regroupe une série de spots d'analyse à la microsonde réalisés sur quarante micro-nodules. Les échantillons contenant du titane se divisent en deux groupes principaux. L'un correspond à $2/3 \text{ TiO}_2$, $1/3 \text{ Fe}_2\text{O}_3$, l'autre à $9/10 \text{ TiO}_2$, $1/10 \text{ Fe}_2\text{O}_3$. Ces proportions caractérisent les formes minéralogiques sous lesquelles cristallise le titane. Ce sont vraisemblablement des leucoxènes.

Cutanes

L'étude micromorphologique a permis de mettre en évidence l'existence de cutanes au sommet de l'altérite et dans tout le magasin de nappe. Ces cutanes épais et dorés en lumière naturelle tapissent le bord de vides lacunaires ou tubulaires (fig. 54).

Fig. 54 : Cutane doré



Horizon :	Oxydes : Phases :	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	MnO ₂
Magasin de nappe	Cutanes dorés (22)	39,8 ± 12,6	35,7 ± 10,4	18,2 ± 17,5	4,5 ± 12,5	traces
Magasin de nappe	Plasma brun (54)	47,7 ± 6,3	41,7 ± 3,0	7,0 ± 6,0	1,8 ± 0,7	0
Sommet altérite	Plasma gris (17)	50,0 ± 13,2	38,5 ± 10,2	4,3 ± 7,8	5,3 ± 13,8	0,1 ± 0,5
Horizon pédoturbé	Plasma jaune (50)	47,8 ± 6,6	42,2 ± 2,8	6,4 ± 4,2	1,9 ± 1,4	0
Horizon pédoturbé de versant	Plasma rouge (28)	40,2 ± 9,4	41,4 ± 7,3	11,6 ± 6,6	2,0 ± 1,4	0
Kaolinite relique	(30)	47,0 ± 12,1	38,1 ± 8,5	8,2 ± 16,8	1,9 ± 5,3	

Tableau 3 : Composition chimique de différentes phases du plateau

De tous les plasmas du versant et du plateau, les cutanes sont les plus riches en fer (mis à part les nodules ferrugineux). Ils témoignent d'une migration du fer importante au travers des pores du magasin de nappe. Le plasma du fond matriciel environnant (le plasma brun, qualifié ainsi par son apparence en micromorphologie) a moins de fer et de titane que les cutanes. Ce plasma brun a une composition analogue au plasma jaune des horizons pédoturbés du plateau.

Nous remarquons (tableau 3) que le sommet de l'altérite est riche en titane mais pauvre en fer. Au niveau de l'altérite, le fer se concentre donc uniquement dans les fissures rouges des nodules blancs persillés de rouge.

Evolution du squelette

Les minéraux primaires subissent une gibbsitisation importante sur le versant. L'évolution qu'ils suivent sur le plateau les mène vers la kaolinite. La figure 55 montre ce qu'il reste d'un cristal de staurotide sortant d'un épisode nodulaire, comme le prouvent les restes de nodules titano-ferrugineux encastés dans les criques d'altération. Le passage au plasma kaolinitique est progressif, par départ de l'excès d'aluminium.

Le squelette quartzueux montre par ailleurs des figures de dissolution très marquées (triangles surcreusés).

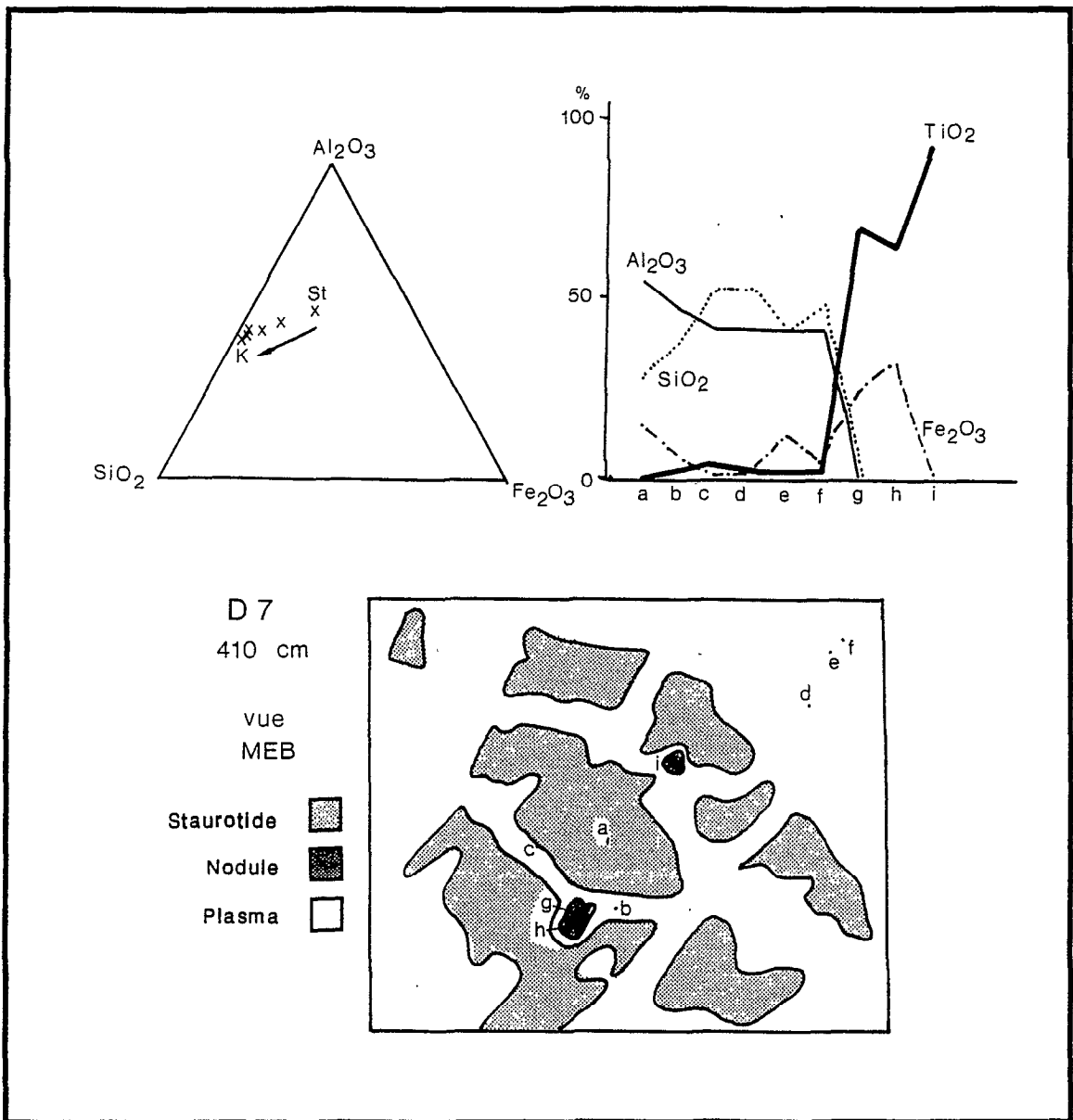


Fig. 55 : Altération d'une staurotite sur le plateau
(St : Staurotite intacte - K : Kaolinite - a, b, c : staurotite altérée -
d, e, f : plasma hors cristal - g, h, i : micro-nodules encastrés)

Des cristaux de kaolinite et de muscovites subsistent dans les horizons pédoturbés du plateau, comme il y en avait sur ceux du versant.

b) Conclusions

L'évolution géochimique du plateau est tournée vers la kaolinite : les sites de néoformation sont actifs dans l'altérite, ce qui se traduit par de fortes valeurs de limon fin (cf. étude granulométrique).

Les cristaux de kaolinite sont présents sur tous les horizons : les horizons actuels du plateau sont donc passés par un épisode kaolinisant, alors qu'on ne trouve aucune trace d'un passé gibbsitique.

L'apparition du magasin de nappe se traduit par un départ de l'argile et une redistribution du fer.

Cette redistribution présente plusieurs formes :

- une concentration momentanée autour des pores lacunaires et tubulaires du magasin de nappe, sous forme de cutanes ;
- une concentration plus permanente sous forme d'un ciment liant les grains de squelette entre eux dans les nodules rouges friables du magasin de nappe ;
- une concentration beaucoup plus stable, dans les fissures des nodules blancs persillés de rouge au sommet de l'altérite.

La stabilité des traits pédologiques ferruginisés nous donne quelques éléments chronologiques :

- la permanence des nodules blancs persillés de rouge dans le magasin de nappe, voire à la base de l'horizon pédoturbé alors que ces nodules sont formés au sommet de l'altérite montre que le magasin de nappe se développe aux dépens de l'altérite ;
- le maintien temporaire des nodules rouges friables à la base des horizons pédoturbés alors qu'ils sont formés au milieu du magasin de nappe montre que la couverture pédologique descend encore sur elle-même, les horizons pédoturbés se développant à partir du magasin de nappe (contrairement à ORGANABO) ;
- la présence de quartz ferruginisés au sommet des horizons pédoturbés témoigne du passage de ces grains par un épisode nodulaire (qui peut être un des deux types de nodules, voire un des trois si l'on fait intervenir les nodules ferrugineux de versant).

Les reliques de nodules rouges friables nous montrent qu'il y a, au moins sur une petite épaisseur, création de plasma argileux et destruction du squelette, puisque le fond matriciel des horizons pédoturbés a un squelette beaucoup plus dispersé que le magasin de nappe.

Or l'étude des spectres granulométriques du squelette suggérerait la poursuite du phénomène de pédoturbation au sommet du magasin de nappe : la fragmentation-dissolution, qui avait son maximum au milieu de l'horizon pédoturbé à ORGANABO ou sur le versant à PETIT LAUSSAT, est au contraire plus active à la base de cet horizon pédoturbé sur le plateau de PETIT LAUSSAT. Ces deux types d'observation sont donc concordants pour conclure à un maintien relatif de la couverture pédologique du plateau sur elle-même, puisque tous les horizons qui en constituent le profil peuvent se former à partir de ceux qu'ils surmontent.

Le bilan de cette évolution étant néanmoins une exportation d'éléments par le magasin de nappe, son maintien est précaire, comme nous allons le vérifier en passant à l'étude de la transition au podzol.

3) LE PODZOL

a) Observations

La figure 56 localise les sondages étudiés dans ce paragraphe.

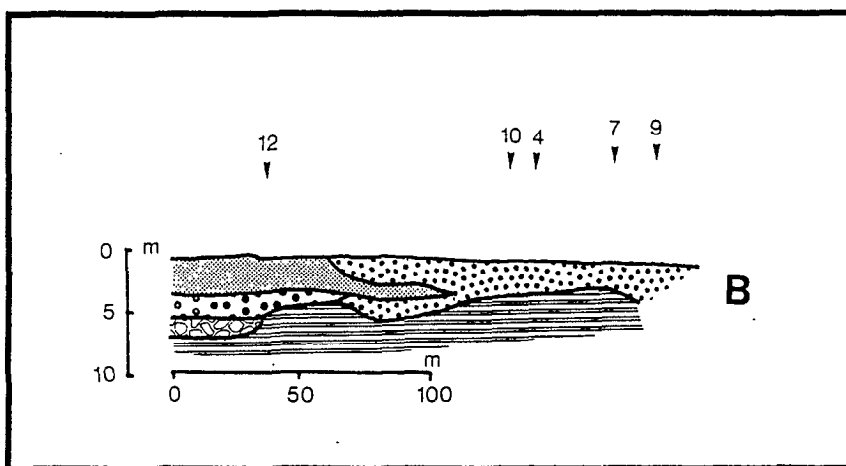


Fig. 56 : Localisation des sondages étudiés sur le puits et le podzol

Contrairement au reste du plateau, le diffractogramme R.X. du passage au podzol (fraction argileuse) a un pic de gibbsite non négligeable (fig. 57). La kaolinite reste toutefois largement dominante.

Le squelette est essentiellement composé de quartz, mais on trouve sur la totalité du profil des staurotides, tourmalines et muscovites. Des macro-cristaux de kaolinite sont également présents dans les horizons pédoturbés de la transition au podzol, comme ils le sont sur le reste du plateau ou sur les versants.

Le plasma disparaît progressivement du fond matriciel, laissant d'abord des lacunes qui sont ensuite comblées par mise en contact des grains de squelette les uns contre les autres (fig. 58 : B10 puis B7).

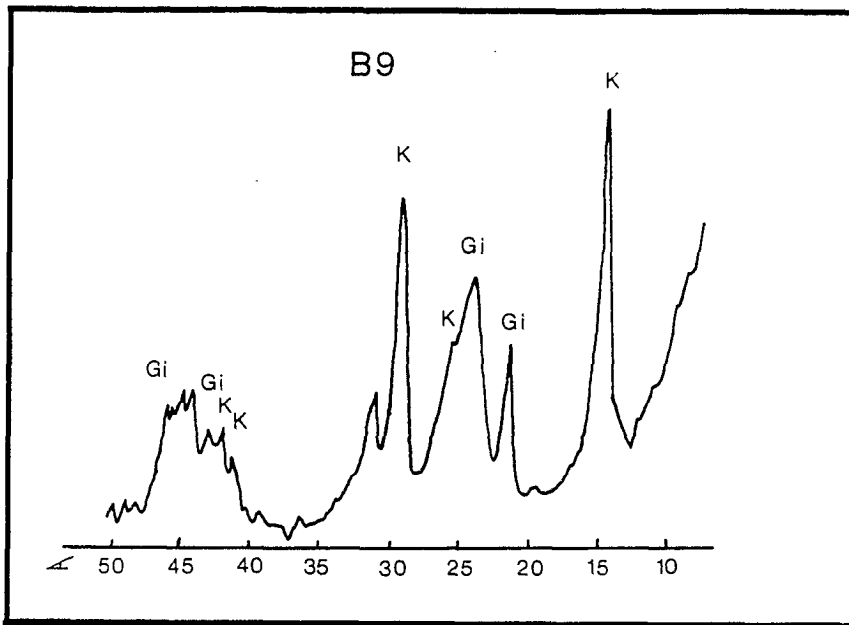


Fig. 57 :
Diffractogramme R.X. de
la transition au podzol

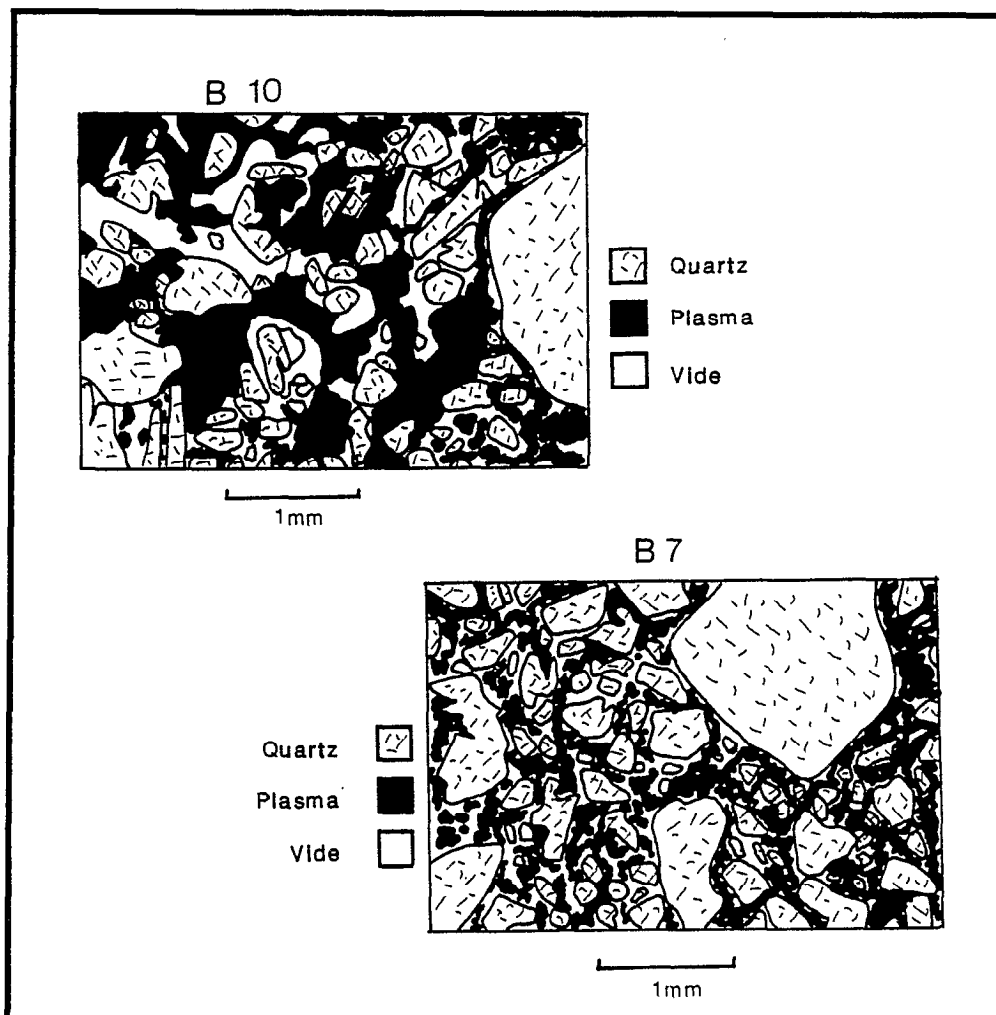


Fig. 58 : Départ du plasma précédant la podzolisation

En profondeur, l'altérite est le siège de néoformations intenses de kaolinite qui peuvent faire disparaître la totalité des minéraux primaires sur plusieurs millimètres carrés (fig. 59).

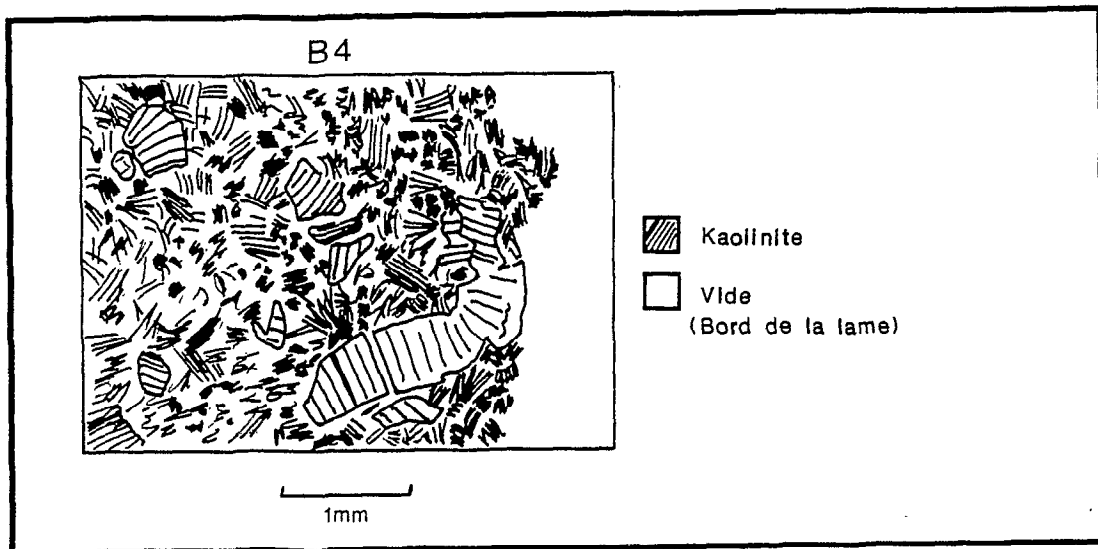


Fig. 59 : Néoformations de kaolinite au sommet de l'altérite, près du podzol.

Des traits lithorelictuels sont toutefois perceptibles (fig. 60).

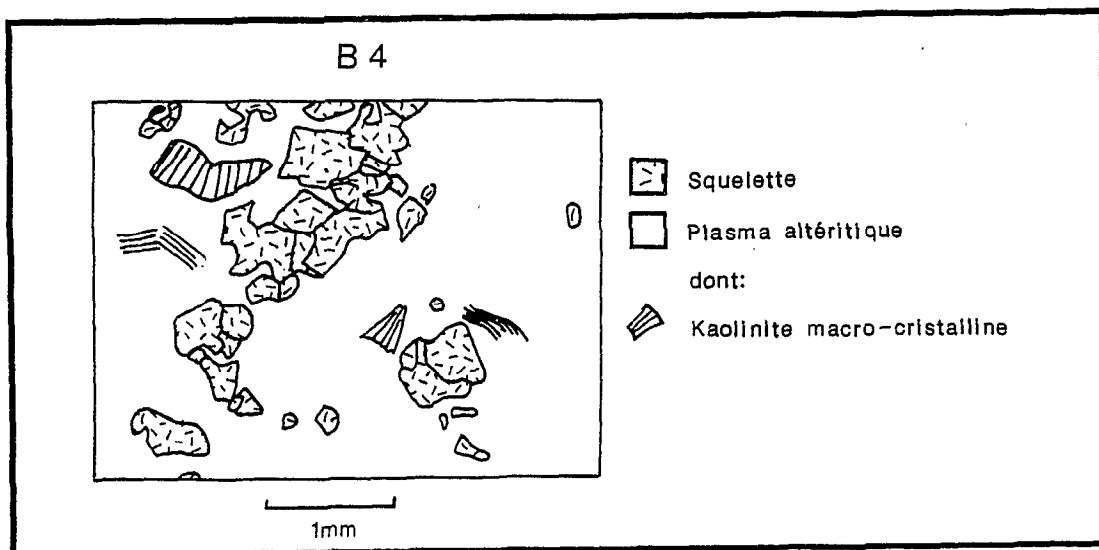


Fig. 60 : Filons de quartz au sommet de l'altérite, près du podzol.

Tous ces caractères altéritiques coexistent avec des volumes de fond matriciel comparable à celui des horizons pédoturbés (fig. 61).

Ces volumes d'altérite « pré-évolués » en horizon pédoturbé sont encore présents dans l'altérite lorsque le podzol commence (sondage 7).

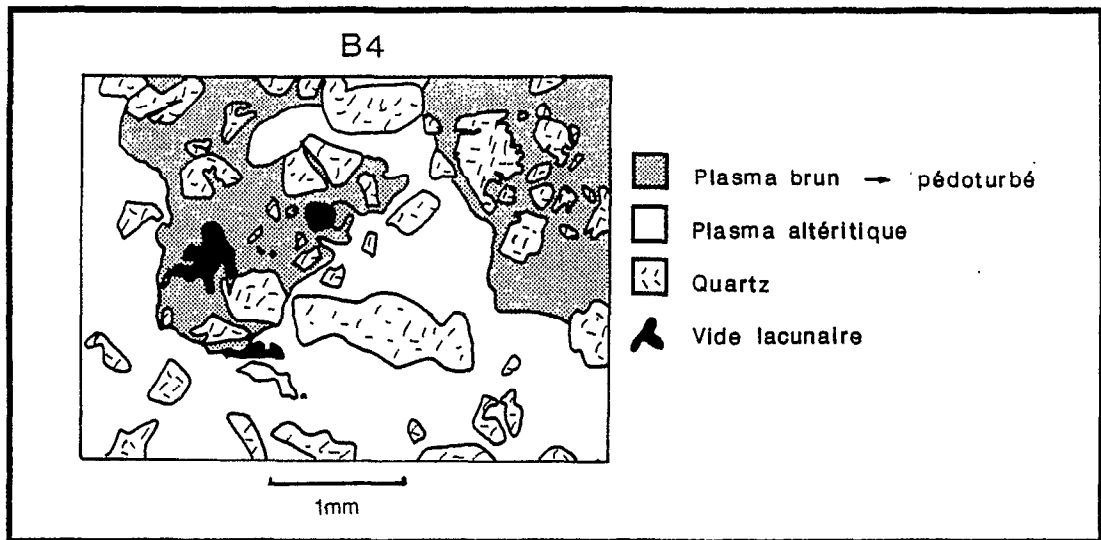


Fig. 61 : Volumes pédoturbés dans l'altérite, près du podzol.

b) Conclusions

L'étude micromorphologique permet de vérifier les observations granulométriques : le fond matriciel se vide de son argile, l'équilibre structural se rétablissant un peu plus loin par écrasement de la structure du matériau : l'hypothèse d'affaissement du relief dû à la podzolisation trouve ici sa vérification.

Les deux éléments originaux de l'analyse microscopique concernent :

- la réapparition de gibbsite micro-cristalline (parce qu'invisible en lames minces) dans les horizons pédoturbés du podzol ;
- la pré-évolution de l'altérite profonde (jusqu'à six mètres de profondeur) vers un matériau aux caractères d'horizons pédoturbés.

Nous avons supposé qu'une telle évolution avait lieu, au moins pour le squelette, à la suite de l'étude des spectres granulométriques de l'altérite du transect B. Il se confirme que l'évolution du plasma accompagne celle du squelette pour donner des volumes de fond matriciel pédoturbé.

La pédoturbation - qui se caractérise par la dégradation des kaolinites de taille limoneuse en kaolinites de taille argileuse et par un effacement des structures, la ferruginisation homogène du plasma, la fracturation et dissolution des grains de squelette - ne progresse pas selon un front unique mais par poches, profitant sans doute de la structure même de l'altérite.

En ce qui concerne l'épisode gibbsitique, il semble que l'hydrolyse de l'argile qui précède la podzolisation s.s. libère la silice et l'aluminium, ce dernier élément se cristallisant momentanément sous forme de micro-gibbsite. L'importante dissolution subie par les grains de squelette (cf. étude granulométrique) confirme la solubilité importante de la silice.

L'environnement géochimique de la transition au podzol impliquerait alors :

- l'instabilité de la kaolinite ;
- l'instabilité des quartz ;
- la possibilité de précipitation de gibbsite (au moins temporairement).

4) LE PUIT

a) Observations

Le sondage étudié (B12) est localisé sur la figure 56.

Les diffractogrammes R.X. montrent toute l'abondance du quartz le long du puits, jusqu'à la lentille sableuse. Le pic de kaolinite s'amenuise jusqu'à affleurer le bruit de fond au milieu de la lentille sableuse, avant de reprendre de l'importance en se rapprochant de l'altérite.

Il n'y a aucune trace de gibbsite.

Certaines organisations pédologiques sont communes au puits et au plateau : on retrouve les nodules rouges friables dans le magasin de nappe surmontant la lentille sableuse. Les cutanes y sont abondantes comme les nodules blancs persillés de rouge.

L'originalité de cette unité réside essentiellement dans l'organisation de la lentille sableuse.

Nous voyons en microscopie optique que deux types d'assemblage totalement différents peuvent coexister à la même profondeur (fig. 62).

Des zones porphyrosquelique, au plasma abondant noyant les grains de squelette, côtoient des zones granulaires d'où tout plasma a pratiquement disparu. La porosité est encore forte dans ces zones d'assemblage granulaire.

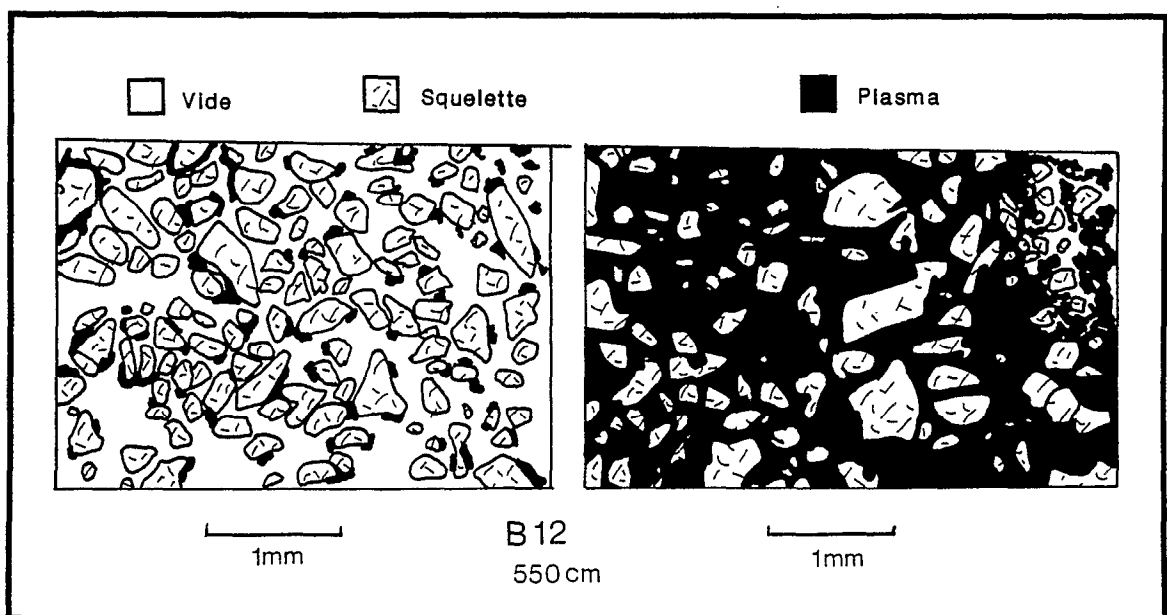


Fig. 62 : Structure du fond matriciel dans le puits

Nous voyons sur la figure 63 des quartz de taille limoneuses coincés entre des grains de plus grande taille (infra-millimétrique). Il y a une réorganisation du matériau impliquant des mouvements de squelette.

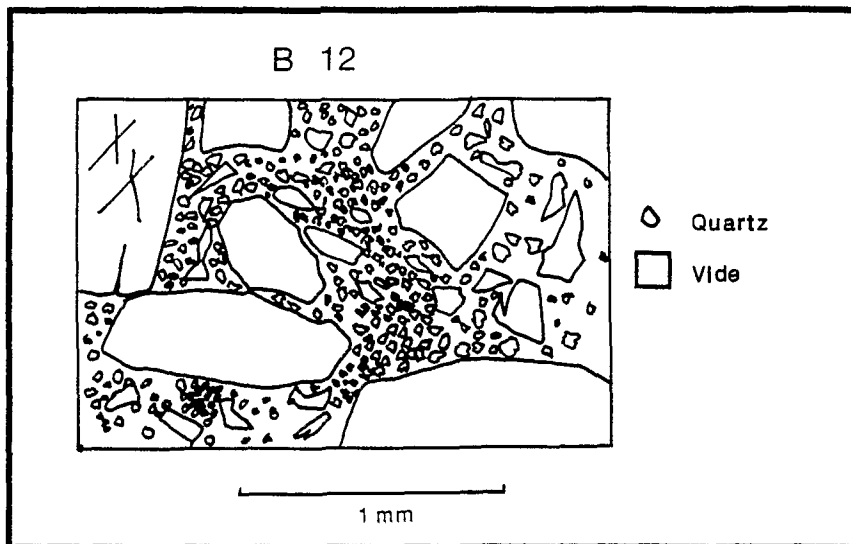


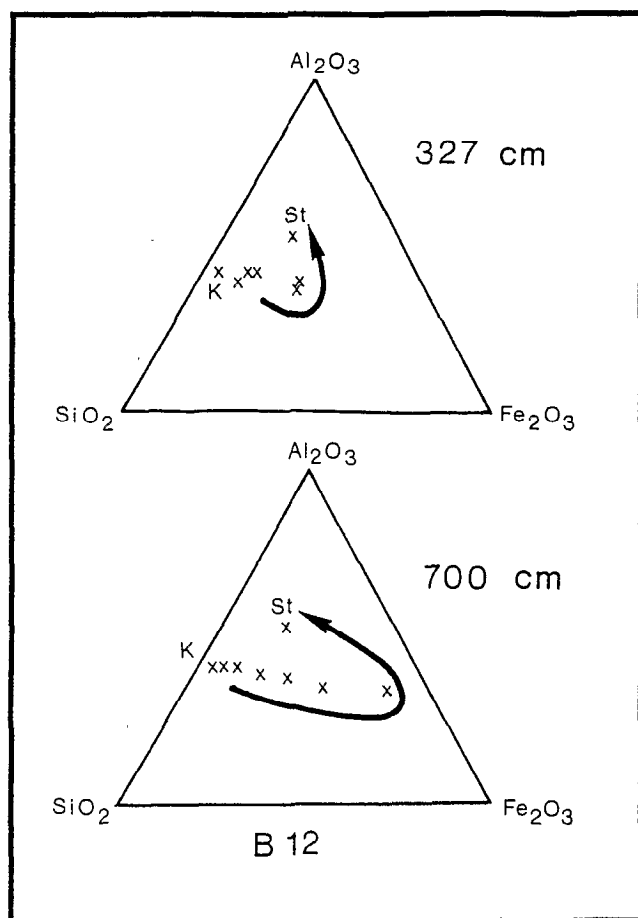
Fig. 63 : Assemblage des quartz dans la lentille sableuse

Des micro-nodules se mêlent aux grains de quartz dans les poches riches en squelette. Il n'y a sinon aucune autre organisation ferrugineuse dans la lentille sableuse.

A la base de la lentille sableuse (7 m de profondeur), on retrouve un fond matriciel argileux : il n'y a pas de kaolinite macro-cristallisée. Le plasma est gris, semblable à celui de l'altérite du plateau dans les zones sans macro-cristaux et sans nodules blancs persillés de rouge en formation. C'est un plasma intermédiaire entre les kaolinites bien cristallisés et le plasma argileux des horizons pédoturbés : la fragmentation des limons a déjà eu lieu, mais la ferruginisation n'est pas encore homogène.

Evolution du squelette

Le squelette non quartzeux est remplacé par de la kaolinite sur le plateau. Cette évolution n'est pas modifiée dans le puits quant au but ultime (la kaolinite) mais diffère sensiblement quant à l'itinéraire chimique emprunté.



La figure 64 illustre sur deux triangles $\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-Fe}_2\text{O}_3$ le chemin suivi par la staurotide lors de son altération en kaolinite. Cette altération commence par un enrichissement relatif en fer d'autant plus important que la staurotide se situe profondément dans la lentille sableuse.

Fig. 64 : Trajets géochimiques de l'altération d'une staurotide sur le plateau

b) Conclusions

La base du puits fonctionne comme la transition au podzol : un départ important du plasma laisse une organisation squelettique encore lâche, avant qu'une restructuration du matériau ne resserre le tout. Cette restructuration est l'occasion d'un granoclassement à l'échelle microscopique.

Les quartz les plus fins ont tendance à descendre dans le profil et se retrouvent piégés par des grains plus gros situés en contre-bas. Cette descente des grains limoneux semble confirmée par la présence au milieu du squelette de micro-nodules riches en titane dont nous avons vu qu'ils dériveraient des gros nodules ferrugineux. Les gros nodules étant absents de la lentille, les micro-nodules proviennent des horizons sus-jacents par transport mécanique ou se sont formés in-situ après disparition totale des gros nodules ferrugineux.

L'influence de la lentille sableuse se fait sentir assez profondément dans l'altérite puisqu'elle efface toute trace de néoformation de kaolinites sur une zone qui contiendrait déjà de nombreux traits lithorelictuels sur les unités du plateau et de la transition au podzol.

La dynamique préférentielle de l'eau induite par le puits, vérifiée sommairement sur le terrain et attestée par la migration des micro-nodules est éventuellement un facteur permettant la pénétration des phénomènes de pédoturbation au sein de l'altérite profonde.

En effet, le puits traverse la zone de néoformation de kaolinite (qui sert de plancher à la nappe) et lui est donc postérieur. Il permet à l'eau d'atteindre une altérite moins compacte et de suivre ses traits structuraux (fissures, failles, filons) pour pousser la pédogenèse assez profondément. Ceci expliquerait l'apparition de poches d'altérite « pré-évoluée » au milieu de l'altérite du plateau.

Le fonctionnement géochimique traduit par l'étude des staurotides suppose un départ conjoint de l'aluminium et la silice avant la mise en solution du fer. Pourtant, ce schéma n'est pas forcément révélateur des conditions géochimiques du puits, et peut simplement trahir la bonne stabilité du fer dans la structure cristalline de la staurotide mise en déséquilibre dans le puits.

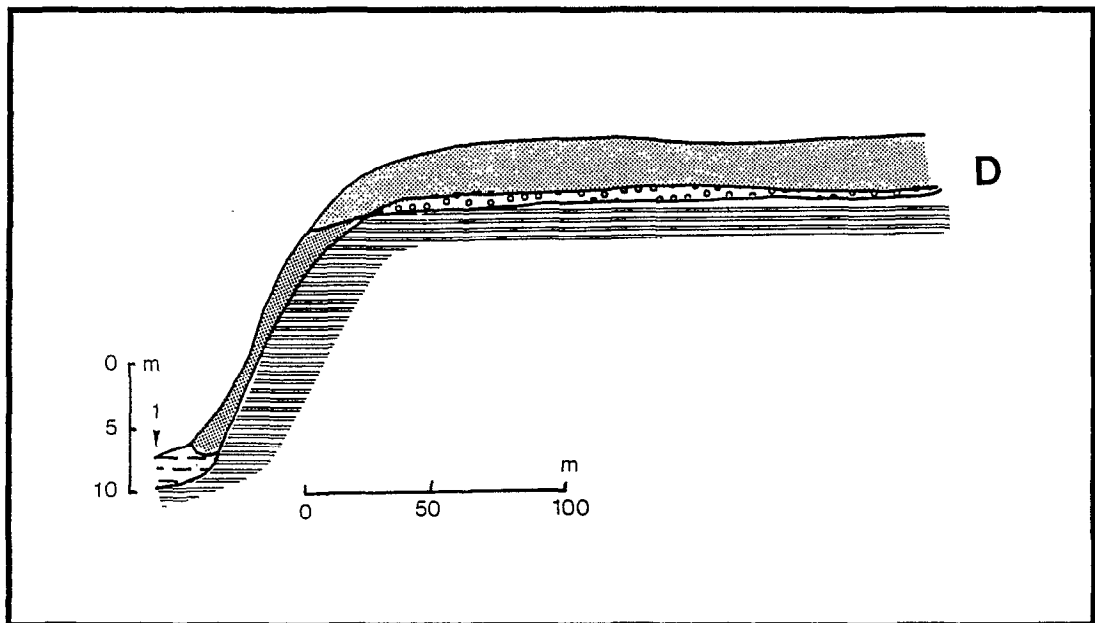


Fig. 65 : Localisation du sondage étudié à l'aval

5) L'AVAL

a) Observations

La figure 65 localise sur le transect D le sondage étudié dans ce paragraphe.

Comme sur le passage au podzol et dans la lentille sableuse, le plasma est exporté hors du fond matriciel.

Des zones encore porphyrosqueliques subsistent au même niveau que des zones granulaires, où la totalité du plasma a disparu.

La réorganisation du squelette est comparable à celle du puits : les gros quartz servent de support aux cristaux limoneux (fig. 66).

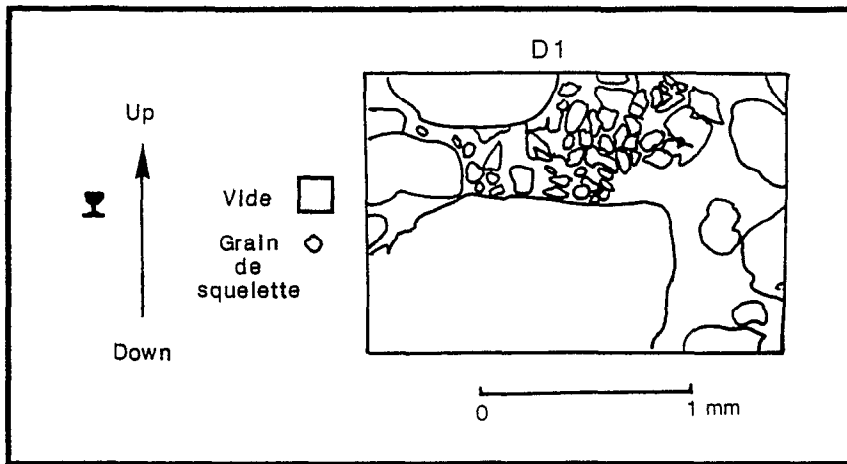


Fig. 66 : Empilement des grains de squelette à l'aval

Un élément intéressant de l'observation microscopique est la découverte de nodules gibbsitiques et de micro-nodules riches en titane au milieu des grains de quartz, tourmalines et staurotides du squelette.

Globalement, le squelette a une composition comparable à celle des autres zones (quartz à 95%, staurotides et quelques tourmalines).

b) Conclusions

L'unité aval fonctionne avec la nappe phréatique générale, dépendant de la crique PETIT LAUSSAT. Les horizons sableux de cette unité sont des horizons balayés par le flux général descendant des versants et s'écoulant vers la mer.

Ils présentent pourtant la même morphologie que la lentille sableuse au sommet du plateau, qui n'est qu'un conduit temporaire de circulation d'eau en saison des pluies.

Il y a concordance morphologique entre deux organisations dont la mise en place dépend de processus différents, même si le dénominateur commun reste évidemment la traversée de l'horizon par un flux d'eau important.

Cette concordance confirme d'ailleurs l'importance de la dynamique de l'eau dans la mise en place du puits, au milieu du plateau.

6) Evolution minéralogique du plateau

La figure 67 récapitule les informations rassemblées dans ce chapitre.

A partir d'une roche mère contenant principalement

- Quartz
- Staurotide, tourmaline, muscovite
- Autres minéraux (biotite, feldspaths...)

l'altération provoque :

- un départ des bases (K, Mg, Na, Ca)
- une redistribution Fe
- une combinaison Si-Al sous forme de kaolinite.

Cette altération entre ensuite en déséquilibre près de la surface. La nature de ce déséquilibre varie selon la position topographique.

Sur le versant, interviennent:

- une redistribution localisée du fer protégeant certains minéraux primaires
- une exportation Si et K (potassium des micas)
- une réutilisation Al sous forme de gibbsite.

Sur le plateau, interviennent :

- une redistribution localisée du fer le long des fissures, protégeant des volumes de plasma
- la destruction des kaolinites macrocristallines et recristallisation de kaolinite argileuse.

Où qu'il soit, le sommet de l'altération subit actuellement des dissolutions importantes, qui provoquent donc :

- une mise en solution de la gibbsite et des quartz, libérant Al et Si réutilisés en kaolinite microcristalline sur le versant
- une mise en solution de la kaolinite et des quartz, libérant Al et Si, exportés par le puits ou le magasin de nappe sur le plateau.

Les horizons pédoturbés réutilisent en partie cet héritage pour terminer la pédogenèse par :

- sur le versant, une ferruginisation homogène des kaolinites micro-cristallines et la quasi-disparition de la gibbsite et des dernières concentrations ferrugineuses
- sur le plateau, une dissolution des quartz libérant Si, une recristallisation de micro-kaolinite, utilisant Si et Al, une ferruginisation homogène des kaolinites avec la quasi-disparition des concentrations ferrugineuses.

La recristallisation de kaolinite observée sur le plateau, au sommet du magasin de nappe sableux pose un problème quant à l'origine de l'aluminium indispensable à cette néoformation.

En surface, les horizons pédoturbés sont détruits par :

- mise en solution du fer
- hydrolyse des kaolinites, libérant Si et Al.

Cette hydrolyse du complexe argilo-ferreux est d'autant plus importante qu'on se rapproche du podzol : c'est peut-être là l'origine de l'aluminium utilisé au sommet du magasin de nappe pour fabriquer de la kaolinite à partir du quartz lors de la descente des horizons pédoturbés.

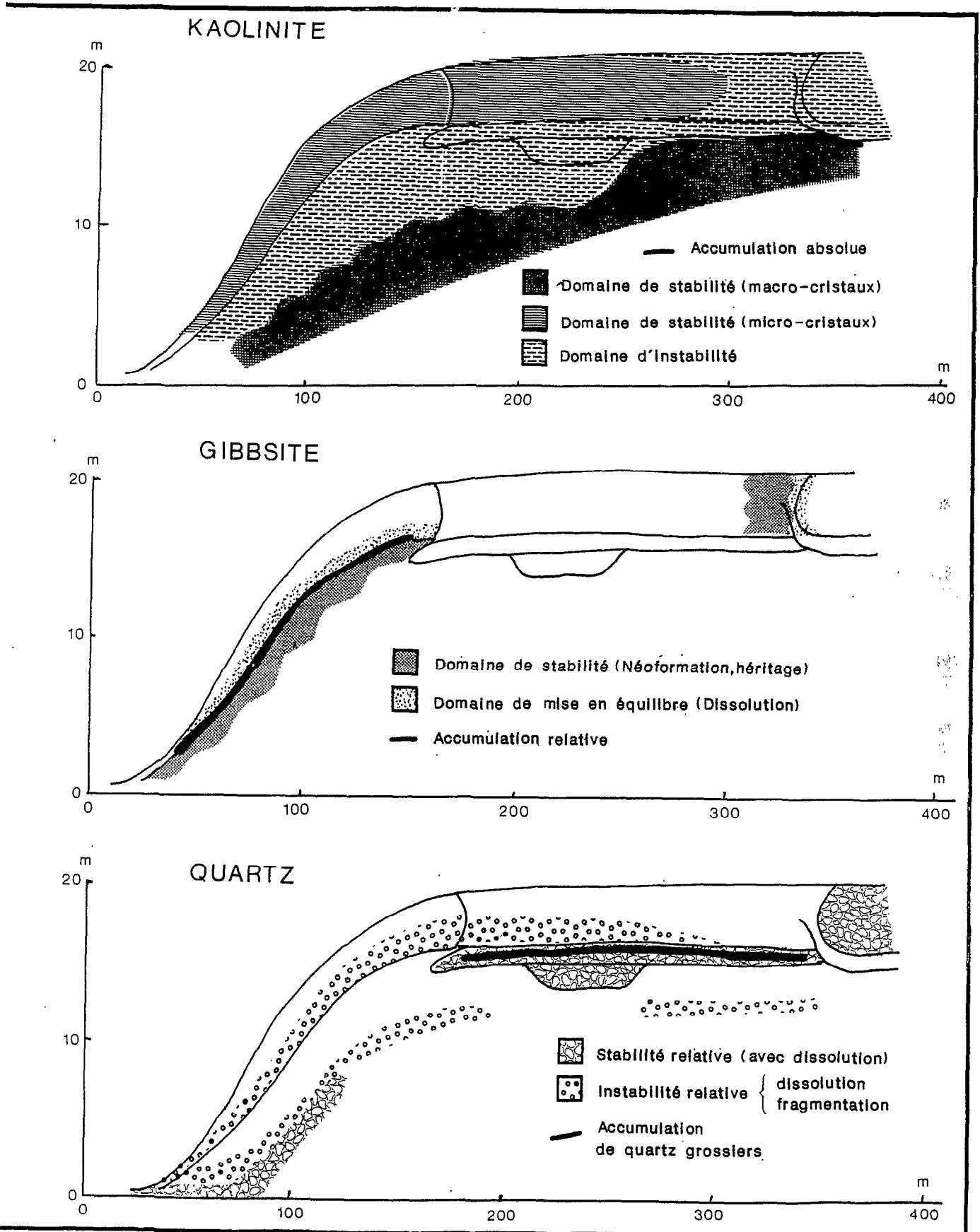
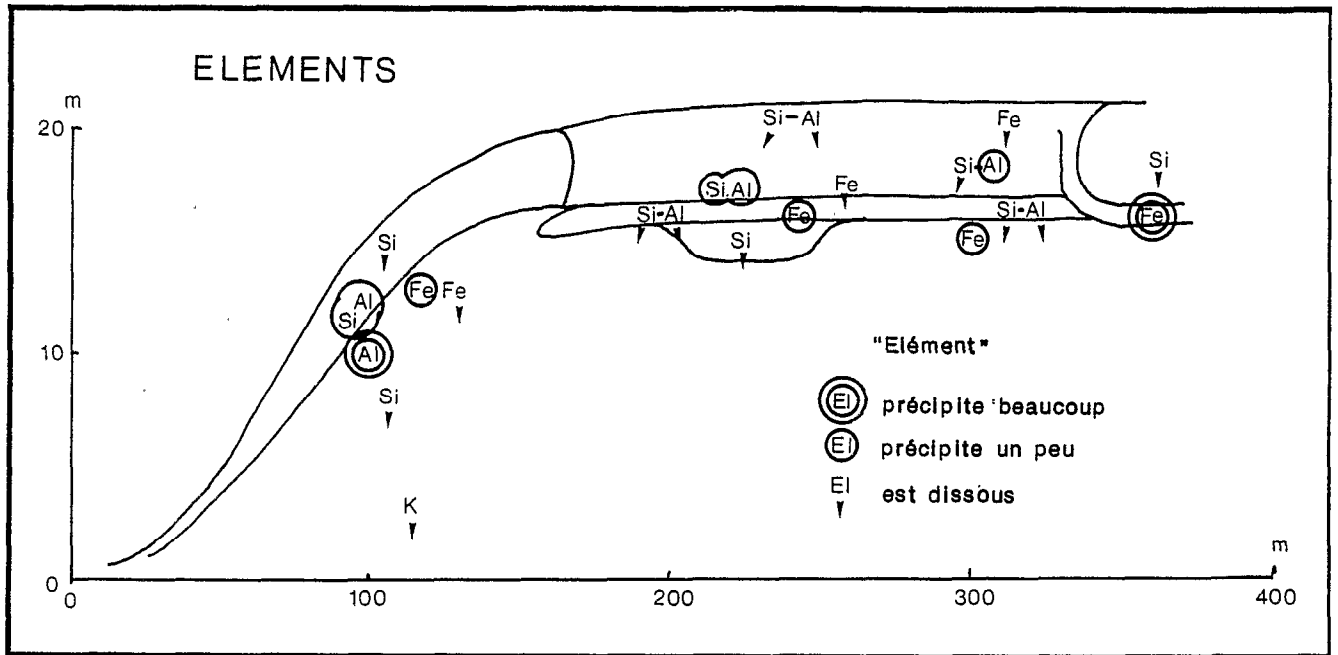


Fig. 67 : Schéma de l'évolution minéralogique du plateau de PETIT LAUSSAT (page précédente : stabilité des minéraux - ci-dessous : devenir des éléments chimiques)



Près du podzol, on assiste à :

- une dissolution intense et totale des kaolinites, libérant Si et Al
- une réutilisation fugace de Al dans les horizons pédoturbés sous forme de gibbsite
- une mise en solution du fer sur tout le profil pédoturbé
- une précipitation du fer et de la matière organique en profondeur, près de la nappe.

Le résultat final est alors :

- une concentration de quartz surmontant une concentration de fer, qui elle même repose sur une concentration de kaolinite, soit la succession de haut en bas Si/Fe/Si-Al.

IV) CONCLUSION : INTERPRETATION REGIONALE

1) Les différentes étapes de la mise en place du système de transformation

L'étude d'ORGANABO nous a permis de déceler des fronts de transformation progressant latéralement dans l'unité de modelé. Nous avons vu sur le versant les preuves d'une descente du profil ferrallitique sur lui-même (lithoreliques, p.25), mais cette dynamique verticale de la couverture pédologique semblait interrompre sitôt les transformations latérales initiées (Cf.p.50 et suiv.).

A la suite des travaux menés sur PETIT LAUSSAT, nous constatons que la dynamique verticale peut aussi se maintenir sur le plateau, bien que les transformations latérales soient déjà actives (p.136). Non seulement la descente de la couverture pédologique dans le modelé se poursuit, mais le profil se maintient identique à lui-même, entraînant avec lui les horizons issus des transformations latérales.

a) Evolution du versant

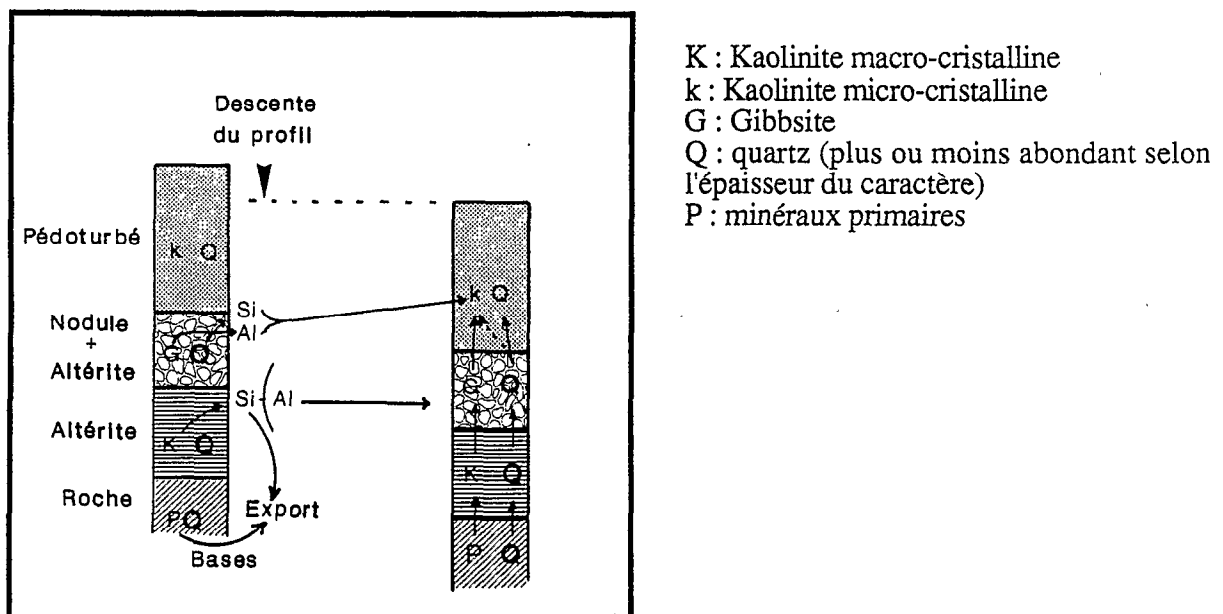


Fig. 68 : Schéma des recombinaisons géochimiques affectant le profil de versant lors de sa descente dans le modelé

La gibbsitisation générale du sommet de l'altérite est un phénomène original comparé à l'évolution pédologique du versant d'ORGANABO qui privilégie la kaolinite. Ces deux types d'évolution sont néanmoins très classiques en milieu tropical (LENEUF - 1959, DELVIGNE - 1965, SIEFFERMANN - 1969, TARDY - 1969 etc.).

L'altération des minéraux primaires (tels les plagioclases, feldspaths etc.) donne une succession de minéraux secondaires, en fonction de différents paramètres géochimiques. L'itinéraire géochimique reste grossièrement le même : la gibbsite est le premier minéral à précipiter, suivi de la kaolinite (DROUBI et al. - 1976). La nature des minéraux obtenus lors du bilan final dépend en fait du degré d'avancement de la réaction de dissolution. Ce degré d'avancement est fonction de la vitesse de dissolution des minéraux. A vitesse constante, il augmente avec le temps de contact, la longueur du chemin parcouru et diminue avec le débit d'eau (DROUBI et al. - 1976). FOUILLAC et al. (1976) ont montré que la vitesse de passage de l'eau est prépondérante et permet, si elle est assez rapide, de maintenir l'avancement de la réaction au stade gibbsitique.

Seul le versant menant à la crique Petit Laussat est le siège de concentrations gibbsitiques importantes à PETIT LAUSSAT. Or ce versant a de loin la pente la plus élevée des deux zones (Cf. présentation des zones pp.17 & 55). Nous n'y avons pas observé de nappe temporaire, bien que les grains de squelette de l'altérite trahissent des réactions de dissolution importantes : l'eau traverse ce versant rapidement (puisque'elle n'a pas le temps de s'accumuler). Un équilibre momentané des réactions géochimiques sur la gibbsite concorde donc avec ce que les modèles de dissolution nous ont appris. Plus en profondeur, un temps de résidence plus long permet à l'eau d'atteindre l'équilibre avec la kaolinite.

Ce schéma concorde avec les résultats obtenus par C. GRIMALDI (1988) sur un des bassins-versants d'ECEREX¹, où la roche mère est constituée de schistes et micaschistes. L'une des hypothèses avancées pour expliquer les concentrations d'aluminium différentes entre la surface et la profondeur est un équilibre avec la gibbsite au sommet du profil, avec la kaolinite en profondeur. En Amazonie Brésilienne, LUCAS (1989) aboutit à des conclusions analogues en étudiant des données géochimiques comparables (CHAUVEL et al. 1988).

Le seul axe de progression de la pédogenèse que nous ayons mis en évidence sur le versant est vertical. L'horizon pédoturbé riche en kaolinite se développe aux dépens de l'horizon d'altération gibbsitique : la silice des quartz dissous sur le front de transformation se recombine avec l'aluminium de la gibbsite pour donner des kaolinites micro-cristallisées (fig. 68).

Des dynamiques latérales sont pourtant probables :

- la présence au sein de l'altérite d'un niveau au squelette fortement dissous se situant plus ou moins dans le prolongement de la lentille sableuse du plateau permet de supposer que l'excès d'eau du plateau migre vers les thalwegs en passant par les puits et l'altérite profonde ;
- la présence de nodules gibbsitiques dans les horizons sableux de l'aval montre que le thalweg a rogné le versant. Cette progression latérale de l'axe de drainage - accentuant la pente - correspond à une évolution géomorphologique ayant introduit la gibbsitisation dans la pédogenèse du versant, si l'on considère que l'absence de gibbsite à ORGANABO est due à un modelé des versants moins abrupt. On peut également expliquer l'absence de gibbsite à ORGANABO par une richesse en quartz plus élevée, conduisant à des eaux sursaturées en silice (l'équilibre avec la kaolinite est atteint avant de pouvoir précipiter de la gibbsite).

¹ En Guyane française, à moins de 100 km de PETIT LAUSSAT.

b) Profil du plateau

La figure 69 schématise les recombinaisons géochimiques qui ont lieu lors de la descente du profil sur lui même avant et après l'installation des transformations latérales.

Le profil du plateau subit une pédogenèse qui a été abondamment décrite par de nombreux auteurs. L'évolution géochimique de l'altérite vers la kaolinite concorde avec les modèles théoriques proposés par les auteurs cités au paragraphe précédent : la dynamique de l'eau est ralentie sur le plateau pour des raisons topographiques évidentes (éloignement des réseaux de drainage). Le degré d'avancement des réactions est donc plus élevé que sur le versant et l'équilibre se situe autour de la kaolinite.

La formation des horizons pédoturbés est également classique : dans un profil ferrallitique du Congo, MULLER et al. (1980-1981) mettent en évidence la fragmentation des kaolinites limoneuses et le passage aux horizons micro-agrégés, constitués de kaolinites micro-cristallines et ferrifères. Le processus de fragmentation s'attaque aussi au squelette, puisqu'ils observent un affinement des quartz au sein de l'horizon pédoturbé¹.

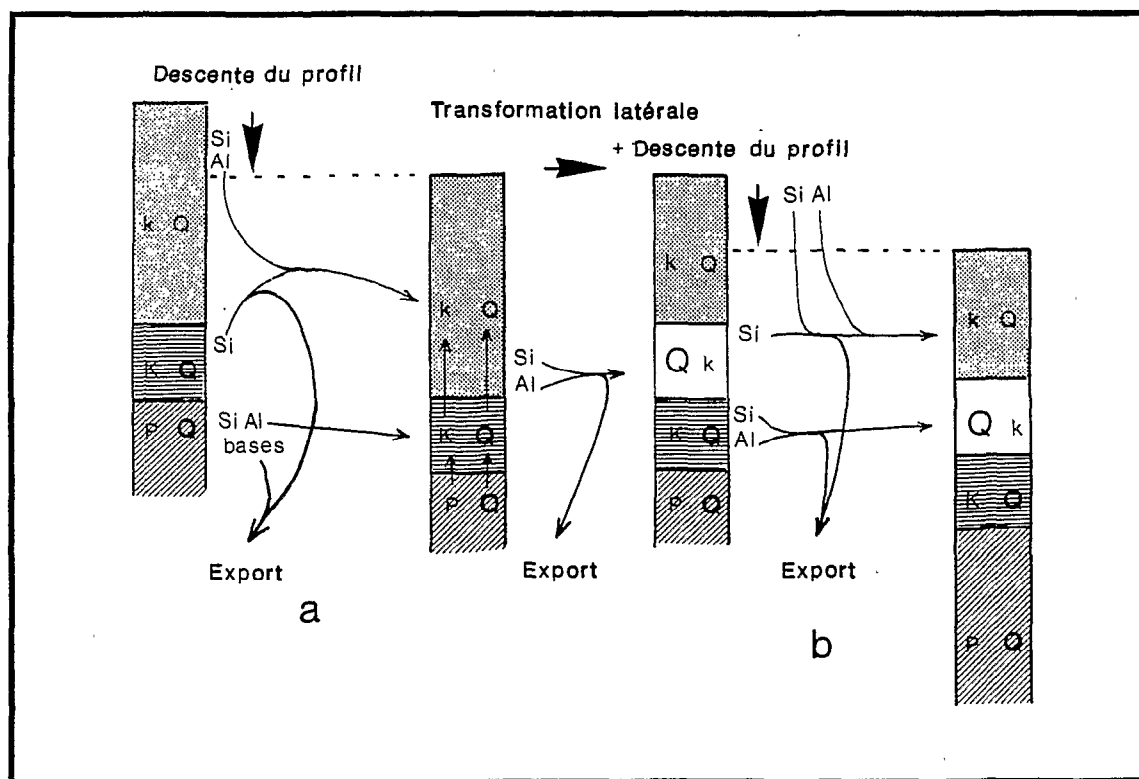


Fig. 69 : Schéma des recombinaisons géochimiques affectant le profil de plateau lors de sa descente dans le modelé
 - a) avant l'installation des transformations latérales
 - b) après l'installation de ces transformations

(K : kaolinite macro-cristalline ; k : kaolinite micro-cristalline ; Q : quartz ; P : minéraux primaires facilement altérables)

Ce profil se renouvelle sans difficultés : il suffit que les vitesses des fronts de transformations soient comparables ou bien que les processus les plus profonds progressent

¹ Observant même des quartz dans la fraction argileuse, ce qui n'est pas notre cas.

plus rapidement que ceux qui les suivent pour qu'un tel profil perdure tant que les conditions du milieu restent identiques (fig. 72 - p.158).

Une fois les transformations appauvrissantes installées sur le plateau, la descente du profil, et surtout son maintien, apparaît plus complexe. Cette descente est pourtant indéniable : les reliques nodulaires en témoignent.

Il faut donc envisager les recombinaisons suivantes :

- en surface, dissolution des kaolinites, libérant Si et Al (utilisé en bas du profil) ;
- au milieu et à la base de l'horizon pédoturbé, cristallisation de kaolinite à partir de silice (disponible après dissolution et fragmentation du squelette) et d'aluminium (venant du sommet du profil, après une dissolution des argiles accrue due à la transformation appauvrissante de surface) ;
- au sommet de l'altérite, mise en solution des kaolinites (descente du magasin de nappe) et libération de silice et d'aluminium. Ce dernier élément pourrait être utilisé sur le versant lors de l'altération gibbsitique si le passage de l'eau du puits à l'altérite profonde se confirme.

L'équilibre avec la kaolinite n'est plus atteint dans le magasin de nappe parce que le temps de résidence de l'eau diminue (des évacuations préférentielles apparaissant). Par contre, ce temps de résidence est plus long au sommet du magasin de nappe, comme dans l'horizon pédoturbé : l'équilibre avec la kaolinite se rétablit.

Le bilan de cette descente du profil est bien entendu une perte en Si importante (la dissolution des quartz et des kaolinites de surface implique un excédent en Si équivalant à la masse de quartz dissoute).

La base de l'horizon pédoturbé ne peut néoformer plus de kaolinite qu'il ne s'en est dissous à la surface de l'unité de modelé. Or la progression latérale de la transformation appauvrissante de profondeur finira par épuiser le stock initial de kaolinite que trouvera le front de pédoturbation en pénétrant dans le magasin de nappe. Pour reconstituer la kaolinite nécessaire à la fabrication d'horizon pédoturbé, il faut de plus en plus d'éléments en provenance de la surface.

C'est le cas au début, puisque la transformation appauvrissante de surface se développe et fournit toujours de l'aluminium et de la silice. Un semblant d'équilibre peut-être atteint, jusqu'au moment où la transformation de surface rejoindra celle de profondeur. Le profil ne fonctionne alors qu'en dissolution. Le processus de podzolisation s.s. (acido-complexolyse) prend la relève de l'hydrolyse lorsque le matériau est considérablement appauvri (la migration des acides organiques a lieu plus facilement).

L'étude géochimique du profil de plateau montre que l'apparition du magasin de nappe en profondeur impose un bilan négatif en silice et aluminium : il y a exportation massive de ces deux cations en solution. Même si la pédogénèse réussit à maintenir tant bien que mal le profil ferrallitique lors de sa descente dans le modelé - recristallisant une partie des éléments dissous pour transformer le sommet du magasin de nappe en horizon pédoturbé - l'évolution est inéluctable : le sol ferrallitique évoluera en sol très appauvri uniquement par hydrolyse. Avec le climat et la végétation actuels, le sol très appauvri sera à son tour transformé en podzol s.s.¹

¹ Remarquons que la plus grosse partie du travail est faite par hydrolyse, l'acidocomplexolyse n'intervenant qu'en dessous de 5 à 10% d'argile, si l'on regarde les courbes d'isovaleur.

c) Profil du podzol (centre du plateau)

Autant les marques de descente de la couverture pédologique sont nombreuses sur le plateau, autant elles disparaissent au niveau du podzol : l'horizon blanchi et l'horizon d'accumulation de matière organique conservent au contraire des spectres granulométriques du squelette identiques à celui de l'horizon pédoturbé (et donc différents de celui de l'altérite). Le podzol, qui s'est développé sur un sol ferrallitique très appauvri, a peu progressé verticalement : dans le cas contraire, on retrouverait des spectres granulométriques du squelette sensiblement différents de celui de l'horizon pédoturbé (au moins à la base du podzol).

La podzolisation est caractérisée en surface par une mise en solution totale du fer, de la silice et de l'aluminium des kaolinites et d'une partie de la silice du squelette et en profondeur par la précipitation de fer, d'acides organiques (et probablement d'aluminium amorphe).

La figure 70 illustre les migrations d'éléments qui ont lieu dans le profil au cours des derniers mètres précédant l'apparition du podzol s.s. On remarque que l'aluminium se maintient seul, sous forme de gibbsite, avant de disparaître à son tour.

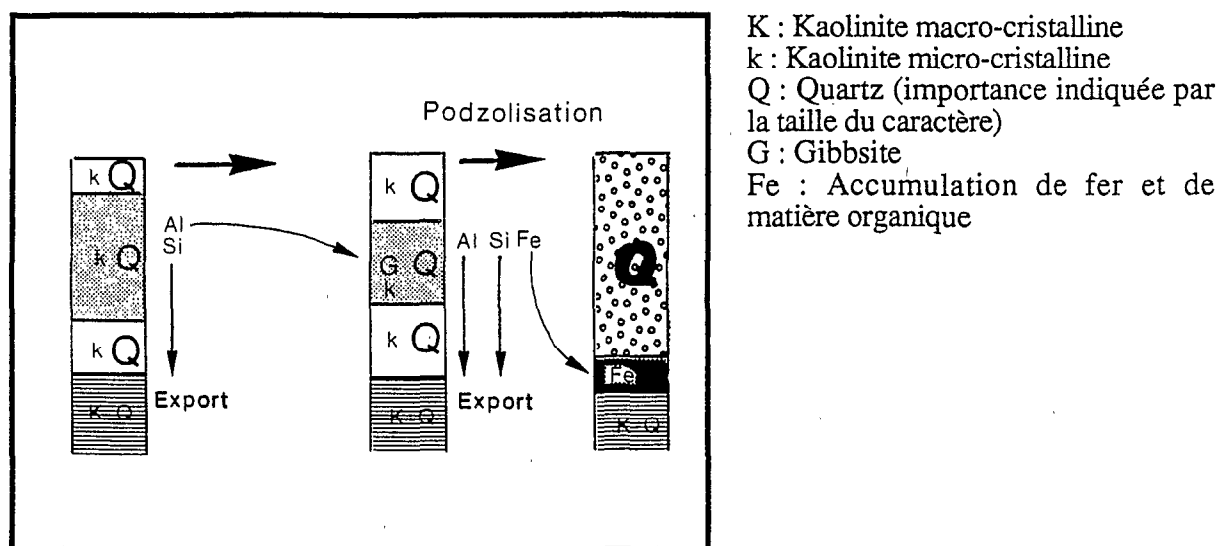


Fig. 70 : Schéma des recombinaisons géochimiques affectant le profil de plateau lors de la podzolisation

La cristallisation de gibbsite à cet endroit de la séquence peut éventuellement s'expliquer par l'extrême rapidité avec laquelle l'eau peut circuler dans ces horizons très appauvris et presque entièrement constitués de sables empilés. La charge en éléments restant faible, le domaine d'équilibre de la gibbsite serait alors atteint par la solution de percolation. Ces deux hypothèses (rapidité de percolation et faible charge en solutés) demandent une vérification sur le terrain.

Il n'est pas exclu qu'avec le temps le profil podzologique descende dans le modelé : la forme très avachie des plateaux entièrement podzolisés, leur faible dénivelé comparé à ceux de PETIT LAUSSAT et d'ORGANABO seraient au contraire des arguments en faveur d'une progression à la fois verticale et latérale de la podzolisation. Les processus géochimiques sont trop radicaux pour laisser derrière eux des reliques qui permettraient de conclure définitivement.

Il est toutefois important de noter que le profil podzologique finira par atteindre l'altérite (au sens de CHATELIN et MARTIN- 1972) s'il continue de descendre dans le modelé : le squelette quartzueux qu'il rencontrera n'aura alors plus le même spectre granulométrique. Nous discuterons dans le dernier paragraphe de ce chapitre l'hypothèse de descente du podzol en examinant quelques spectres d'échantillons provenant de carrières de sable blanc.

2) Origine des déséquilibres

À la suite de l'étude que nous venons de mener, l'importance de l'écoulement de l'eau de pluie dans la mise en place du système de transformation sol ferrallitique-podzol ne fait aucun doute. Une évacuation latérale vers les thalwegs secondaires de la nappe temporaire installée entre l'altérite et les horizons pédoturbés (pour une raison qui reste à déterminer) provoque :

- une mise en solution du plasma et du squelette des horizons pédoturbés et du sommet de l'altérite ;
- des dissolutions importantes à la base de l'horizon de sable blanc du podzol (la nappe circulant alors au sommet de l'altérite, dans le Bfe-Bh) ;
- une mise en solution intense de l'argile lorsque l'eau s'écoule au travers de l'altérite par des orifices que nous avons appelé « puits ».

Pourtant :

- Cette nappe, dès qu'elle peut traverser la couche d'altérite riche en kaolinite néoformées provoque l'évolution du matériau vers un fond matriciel de type ferrallitique, avec une dissolution/ fragmentation du squelette, une fragmentation des kaolinites limoneuses et une ferruginisation globale du plasma à partir des fissures et des vides favorisés par la dissolution et les mouvements du sol.

Ce n'est donc pas la nature même de la nappe qui est en cause, mais son temps de résidence dans les horizons. La dérivation dans les thalwegs secondaires du flux hydrique (due au ralentissement du drainage vertical) accélère finalement le passage de l'eau et provoque la mise en solution des éléments. C'est curieusement une abondance de précipitations (nous avons vu en microscopie que les néoformations de kaolinite étouffaient littéralement l'altérite en obstruant toute sa porosité) qui conduit à la dissolution¹.

Ces néoformations font cependant partie de l'évolution normale de l'altérite vers un profil ferrallitique. C'est leur concentration spatiale et temporelle qui fait basculer l'unité de modelé d'un fonctionnement ferrallitique vers un fonctionnement podzologique.

a) Les deux hypothèses d'ORGANABO

Nous avons proposé à la suite de l'étude d'ORGANABO deux hypothèses pour rendre compte de cette bifurcation pédogénétique.

L'hypothèse externe admet qu'une modification du climat (la première datant de 12000 ans, la précédente antérieure à 30000 ans) a imposé un surcroît de précipitations à une unité de modelé qui s'était formée en équilibre avec un climat tropical assez sec.

L'épaisseur des horizons n'est pas en équilibre avec les quantités d'eau qu'ils reçoivent : il y a alors saturation momentanée au sommet de l'altérite où la porosité macroscopique est

¹ Un accroissement des précipitations est une des solutions expliquant l'abondance de précipitations conduisant à cette dissolution. N'est-ce pas évident ?

largement obturée par les kaolinites néoformées. Ce colmatage peut même s'auto-entretenir : TARDY et NOVIKOFF (1988) montrent qu'en conditions favorables l'évolution vers la kaolinite sera d'autant plus probable que la taille des pores se réduira. Le maintien de la nappe provoque ensuite l'hydrolyse décrite plus haut.

Des travaux menés conjointement au Pérou semblent montrer que l'hypothèse d'un changement de climat à l'origine de la podzolisation est envisageable en Amazonie (VEILLON et SORIA-SOLANO, 1989). La formation de gibbsite observée sur les versants les plus raides de PETIT LAUSSAT serait alors contemporaine de ce changement de climat, comme semblent le démontrer les observations géographiques de TARDY et al. (1988) (qui relie la gibbsitisation à un climat très humide).

La transformation d'une altérite d'une trentaine de mètres d'épaisseur en couverture ferrallitique, puis en dix mètres de sable blanc ¹ prendrait alors douze mille ans au minimum ou plus si on suppose que la podzolisation a pu commencer lors de la période humide datant de trente mille ans.

La vitesse moyenne de descente du podzol serait alors (très approximativement) au plus d'un mètre tous les millénaires. Ce chiffre est déjà considérable, au vu des connaissances actuelles sur les podzols Amazonien (LUCAS-1989). L'étude des cartes régionales nous permettra de discuter cette hypothèse plus en détail.

L'hypothèse interne ne tient pas compte du climat. Admettant un fonctionnement continu de la pédogenèse, elle suppose que la descente de la couverture ferrallitique sur elle même finit par se scléroser à la suite d'une collision entre processus.

L'évolution de l'altérite en couverture ferrallitique implique la succession des processus suivants :

- dissociation de la roche à partir des micro-craquelures frontalières entre minéraux primaires (PYE, 1985 ²) ; perte progressive de la cohésion rocheuse ;
- élargissement des micro-craquelures avec altération des biotites et feldspaths et exportations des bases (PYE, 1985) ;
- épigénie par la kaolinite des minéraux primaires autres que le quartz ; maintien relatif des staurotides, tourmalines et muscovites ; libération du fer s'accumulant en filons à partir des fissures ;
- dissolution du squelette, fracturation des kaolinites limoneuses (MULLER et al. - 1980-1981) ; imprégnation généralisée par le fer ; acquisition d'un assemblage de type porphyrosquelique ;
- pédoturbation du fond matriciel ; apparition d'une structure de plus en plus micro-agrégée ;
- microlyse plasmique (MULLER- 1977) aboutissant à une perte d'argile et à une accumulation relative du squelette ; imprégnation par les acides organiques, accentuant éventuellement l'hydrolyse des argiles.

Chacun de ces processus succède aux autres : la couverture pédologique est en équilibre relatif. Elle s'enfonce dans le modelé, semblant toujours identique. En réalité, un point donné de l'unité passe par tous les stades de cette pédogenèse³, dont le bilan de matière est largement

¹ L'étude granulométrique d'ORGANABO concluait sur une disparition des deux tiers de l'altérite lors de la podzolisation.

² granite migmatitique, étudié en conditions tropicales, au Kenya.

³ Hypothèse réfutée par MULLER dans sa thèse (1987) mais admise par la plupart des auteurs ayant travaillé sur les sols ferrallitiques amazoniens.

déficitaire : après avoir perdu les bases (Ca, Mg, K, Na), il passe par des stades de dissolution/recristallisation des éléments Si, Al et Fe, en perdant une partie à chaque cycle, avant d'être entièrement lixivié puis dissous en surface.

Il apparaît que cet équilibre ne peut pas se maintenir longtemps : la pédogenèse fonctionnant comme un système d'érosion géochimique complexe, il arrivera un moment où la totalité du matériau altérable¹ sera détruite. La figure 71 illustre schématiquement la descente du profil ferrallitique

En interprétant le front d'altération comme un processus fabriquant une quantité donnée de kaolinites macro-cristallines par unité de temps, on conçoit que la quantité de kaolinite en un point donné dépend de la vitesse avec laquelle le front a balayé ce point.

Tant que V_a , vitesse de descente de l'altération dans le profil, reste élevée, la quantité de kaolinite fabriquée reste insuffisante pour perturber le drainage. Mais l'évolution de l'altérite vers la kaolinite se fait en milieu ouvert et aéré. Elle implique une désalcalinisation totale et une désilification partielle (PEDRO - 1987), donc une exportation hors du volume d'éléments chimiques. L'eau est le véhicule de cette exportation, la gravité son moteur². Cette altération est physiquement limitée : le milieu ne peut être éternellement ouvert, la gravité n'agira plus lorsque les solutions se rapprocheront du niveau d'équilibre de la nappe.

Nous pouvons donc figurer une limite marquant le début du ralentissement de la progression verticale de l'altération kaolinitique (nous avons arbitrairement dessiné cette limite comme un niveau de nappe).

Lorsque le volume d'altération atteindra cette limite, la vitesse de progression verticale du processus diminuera, et la kaolinite s'accumulera peu à peu au même endroit, provoquant alors une interruption du drainage vertical³, détonateur de la podzolisation.

On pourrait comparer le compartiment « Altération » à une suite de wagons indissociables, chacun représentant une étape de l'altération (fissuration de la roche, microfragmentation du squelette, épigénie des minéraux les plus fragiles, etc.) ne pouvant agir qu'après ceux qui les précèdent. Si la « locomotive » est arrêtée au niveau de la nappe, les wagons qui sont accrochés s'arrêtent aussi. Le dernier (néoformation de kaolinite) peut être relativement éloigné du niveau de nappe, il n'en progressera pas pour autant, ne pouvant dépasser le wagon qui le précède. Par contre, il disposera du temps nécessaire pour transformer la totalité du matériau altérable qui lui a été laissé⁴.

¹ Dans les conditions topographiques, climatiques et géologiques données.

² Dieu son chauffeur, et Salman Rushdie la mouche du coche (KHOMÉINY - 1989)

³ Drainage déjà ralenti si nous considérons que notre limite correspond à un ralentissement de l'exportation des éléments en solution du à la proximité de la nappe.

⁴ Temps dont il ne disposait pas quand les processus descendaient régulièrement dans le profil.

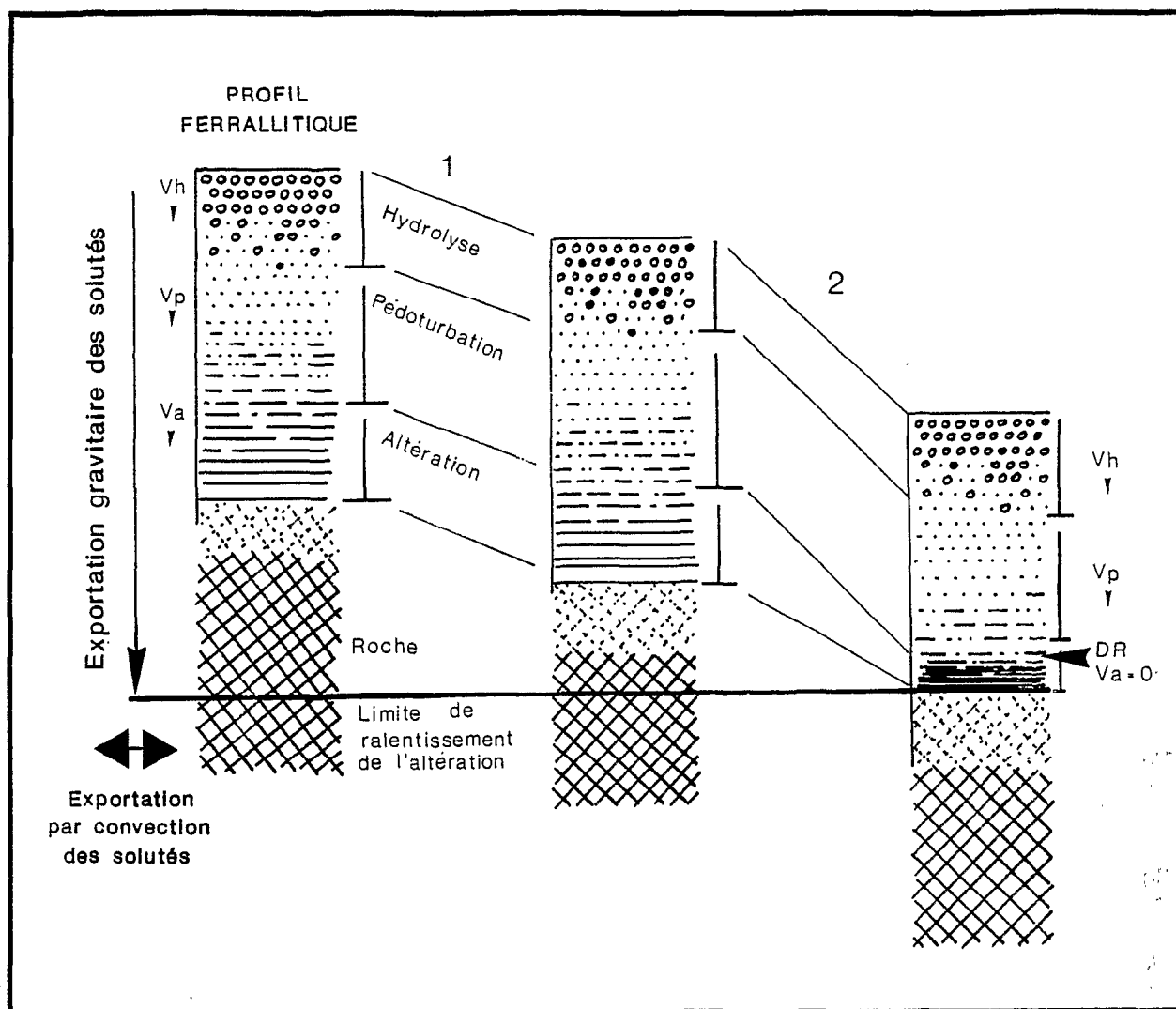


Fig. 71 : Extinction de la pédogenèse ferrallitique lors de la descente de la couverture pédologique

(Vh, Vp, Va : Vitesses de progression verticale des fronts d'hydrolyse, de pédoturbation, d'altération.

DR : drainage vertical ralenti)

Placé par les impératifs de ce travail dans la peau d'un pédologue légiste, il nous faut donc diagnostiquer si la pédogenèse ferrallitique est morte de vieillesse (hypothèse interne : la fin du profil est inscrite dans sa nature même et figure sous la forme d'un niveau de base indépassable) ou fut victime d'un accident climatique (hypothèse externe). Mais auparavant, il n'est pas inutile de reprendre le schéma en trois compartiments du profil ferrallitique et d'observer son évolution en fonction des vitesses de chacun des processus.

b) Exploration de plusieurs schémas de déséquilibre

La figure 72 simule très schématiquement l'évolution des compartiments appauvri de surface, pédoturbé médian et altéré profond en fonction des vitesses respectives d'approfondissement de chacun des fronts.

Le sixième profil correspond à une situation d'équilibre : aucune collision des fronts de transformation n'est possible, puisque les plus profonds sont aussi les plus rapides.

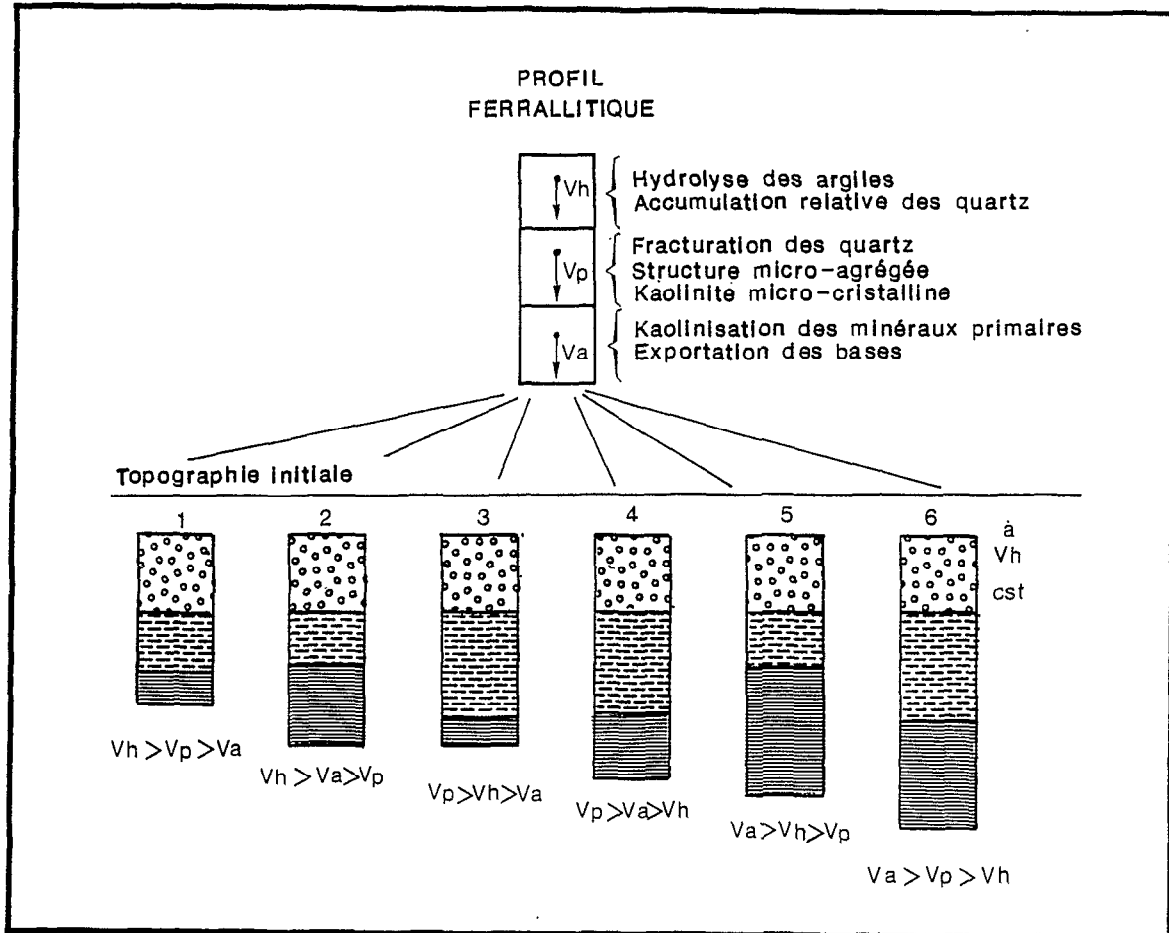


Fig. 72 : Evolution schématique du profil ferrallitique de plateau en fonction des vitesses respectives des fronts de transformation

(V_h , V_p , V_a : Vitesse de progression verticale des fronts d'hydrolyse, de pédoturbation et d'altération.)

Comparaison des six profils finaux à V_h constant)

Disparition du compartiment pédoturbé

Nous voyons par contre que les deuxième et cinquième cas conduisent à un amincissement de l'horizon pédoturbé ($V_p < V_a$ et $V_p < V_h$). Or la diminution des horizons micro-agrégés lèse le pouvoir tampon de la couverture meuble vis à vis des fortes pluies : le sol, trop mince, ne peut stocker la lame d'eau qui s'accumule sur l'altérite, plus imperméable. Cette explication est retenue par BOULET pour expliquer le basculement du drainage sur socle en Guyane française (BOULET et al. - 1979 a).

Envahissement du profil par le compartiment hydrolysé

Le premier cas conduit à l'envahissement progressif du profil par l'hydrolyse de surface : nous observons déjà ce phénomène sur nos deux sites, quand la podzolisation s.s. finit par dépasser le front de pédoturbation et (éventuellement) celui d'altération kaolinique.

Les deux derniers cas (3 et 4) ne semblent pas susceptibles d'être à l'origine d'un blocage du drainage.

Cas 2 et 5 (disparition du compartiment pédoturbe)

Nous voyons sur ce schéma théorique l'importance des vitesses relatives de progression de chacun des fronts de transformation. Or nous ne savons rien de ces vitesses.

Il n'est donc pas interdit de supposer l'évolution du profil ferrallitique :

- inéluçtable parce que la vitesse de pédoturbation est au départ inférieure à celle d'hydrolyse et d'altération ;

- accidentelle, parce qu'un événement extérieur va modifier la hiérarchie des vitesses. Les travaux de BOULET et al. (1979 b) ont montré que la remontée tectonique du plateau guyanais provoque une accélération de l'hydrolyse de surface (et probablement de l'altération, puisque cette remontée du bouclier découvre une nouvelle épaisseur de roche saine à altérer). Si la vitesse de pédoturbation reste constante, nous entrons bien dans le cadre théorique où $V_p < V_a$ et $V_p < V_h$.

Toutes autres hypothèses conduisant à cette hiérarchie des vitesses de transformation permet d'expliquer l'apparition d'un ralentissement du drainage vertical, à conditions climatiques égales - **étant entendu que le déséquilibre pédologique est imputable à une accélération des exportations due à l'apparition d'un drainage latéral.**

c) Choix d'une hypothèse

Actuellement, trois explications peuvent être retenues :

- un changement de climat (hypothèse externe) ;
- une embolie minérale par auto-évolution du profil (hypothèse interne) ;
- un soulèvement du modelé (hypothèse des vitesses, externe puisque la hiérarchie des vitesses a été bousculée par un événement extérieur), phénomène continu qui facilite l'évacuation des produits de dissolution du profil ferrallitique par l'apparition d'une composante latérale du drainage.

1 - Changement de climat

De ces trois hypothèses, la première est la plus difficile à réfuter. En effet, il est très probable (et peu controversé maintenant) que l'Amazonie a vécu un changement de climat important vers douze mille ans B.P. Si nous refusons au bouleversement climatique d'être à l'origine de la podzolisation, il nous faut tout de même expliquer comment ce changement de climat s'est intégré dans la pédogenèse :

- si le changement de climat est antérieur au ralentissement du drainage, la pédogenèse ferrallitique était en équilibre avec un climat humide (d'où le profil gibbsitique du versant de

PETIT LAUSSAT) lorsque l'embolie où la surrection continentale intervint et provoqua la podzolisation. Le déséquilibre pédologique date alors de moins de douze mille ans.

- si le changement de climat est postérieur au ralentissement du drainage, il n'a pu qu'accélérer la podzolisation, ou au contraire l'interrompre dans les zones les plus mal drainées (exportation des solutés impossible en milieu fermé).

Le premier cas est peu crédible : aucune couverture ferrallitique n'est actuellement en équilibre en Guyane française, qu'il s'agisse des sols sur socle, des plateaux dits de « S.D.B. » ou des barres pré littorales sur sédiments quaternaires. Dans chacun de ces sites, le déséquilibre est dû, à l'origine, à un excès d'eau.

Le deuxième cas reste possible. Il permettrait notamment d'expliquer la divergence d'évolution du socle entre le nord-ouest et le centre-nord de la Guyane.

Les plateaux dits de S.D.B. et pour lesquels il apparaît que la couche sédimentaire est un horizon pédologique (sur les sites que nous avons étudiés) ont une évolution pédologique radicalement différente des collines sur socle de Sinnamary (centre nord de la Guyane¹). Ils ont pourtant des roches communes (migmatites, schistes métamorphisés) et un climat actuel comparable (ATLAS de Guyane). Deux facteurs les différencient :

- l'intensité de la dissection par le réseau hydrographique ;
- la proximité de l'épicentre du soulèvement tectonique ;

Les collines sur socle sont caractérisées par un réseau de drainage plus dense et par une distance à l'épicentre (localisé sur Cayenne) de moitié inférieure à celle des plateaux.

Ces deux facteurs conjugués (et peut être corrélés) empêchent l'apparition d'une nappe temporaire au centre des collines, qui ne sont pas suffisamment plates. Les barres pré littorales, bien qu'aussi proches de l'épicentre du soulèvement tectonique que les collines sur socle, ont une dénivellation plus faible, permettant le maintien d'une nappe temporaire au centre de la barre, puis sa podzolisation².

2 - Soulèvement du modelé

L'érosion régressive du plateau de PETIT LAUSSAT par la crique du même nom est un argument en faveur de l'hypothèse tectonique. La présence des puits abonde également en ce sens : la traversée à l'emporte-pièce du niveau d'altérite par le magasin de nappe, la présence de niveau de pédoturbation sous-jacents au niveau de néoformation de kaolinite rappelle la structure d'un volume relique isolé de ses conditions de formation (fig. 73).

La remontée brutale du modelé met le sommet riche en kaolinite de l'altérite en déséquilibre provoquant sa destruction progressive au niveau des puits et son dépassement par le front de pédoturbation.

¹ Bassins-versants d'ECEREX

² Cette hypothèse est tout à fait personnelle.

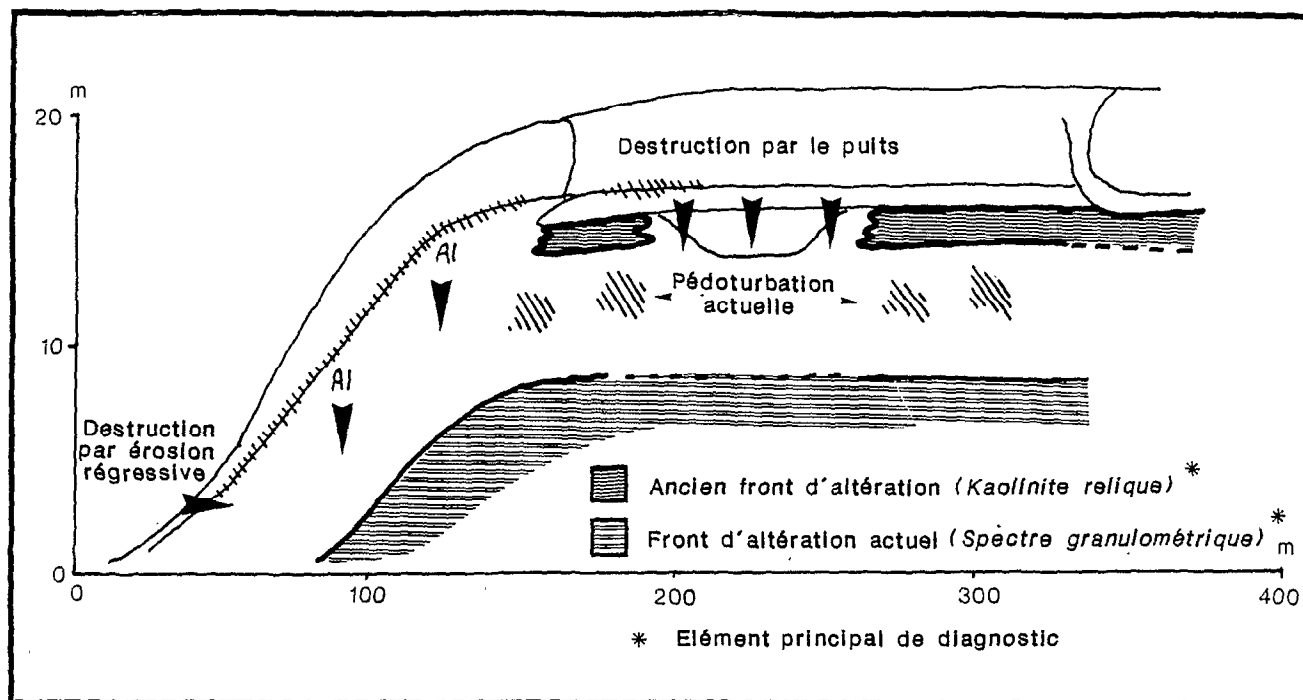


Fig. 73 : Localisation de l'altérite fonctionnelle et de l'altérite relique

Cette position « relique » de l'altérite montre d'ailleurs que le rééquilibrage de la pédogenèse ferrallitique avec les nouvelles données topographiques et hydrographiques était presque possible : le nouveau front d'altération s'est mis en place, la pédoturbation a commencé à travailler en profondeur et l'ancien niveau de l'altérite est transpercé au niveau des puits, permettant ainsi à l'eau de s'écouler en profondeur.

Si le soulèvement du massif guyanais est seul en cause, cela revient à dire qu'une « lutte » de vitesse s'est établie entre l'érosion superficielle (amincissement de l'horizon pédoturbé, Cf. étude des vitesses V_h et V_p) qui diminue le pouvoir tampon de la couverture pédologique vis à vis des pluies et l'approfondissement de la pédogenèse qui tend à l'augmenter.

Le soulèvement des plateaux guyanais n'impliquait pas fatalement leur podzolisation.

Si ce rééquilibrage était presque possible dans les conditions de PETIT LAUSSAT, où la remontée du modelé apparaît pourtant importante (au moins trois mètres de dénivelé entre l'ancien et le nouveau front d'altération), nous pourrions penser qu'il a eu lieu sur des unités où la remontée fut plus faible.

L'étude de la carte nous montre que ce n'est pas le cas : les plateaux les moins hauts sont aussi les plus podzolisés. Le site d'ORGANABO, dans lequel les versants présentent une érosion beaucoup moins importante qu'à PETIT LAUSSAT, est plus podzolisé. Le front d'altération ne semble pas s'y être dédoublé à la suite du soulèvement tectonique : le maintien du profil ferrallitique était possible.

Le soulèvement tectonique n'est donc pas seul à l'origine du déséquilibre des plateaux.

3 - Embolie pédologique

Cette hypothèse apparaît peu conforme avec les faits observés : l'érosion régressive du plateau n'est pas compatible avec le ralentissement des processus d'altération, qui sont au contraire accélérés par ce rajeunissement du modelé. D'autre part, la nappe perchée observée au sommet du plateau n'est certainement pas le niveau ultime que puisse atteindre l'altération ferrallitique (cf. fig. 71) : celle-ci progresse beaucoup plus bas, le long des versants.

L'extinction progressive du profil ferrallitique n'est donc pas une hypothèse que nous retenons.

Conclusion

Nécessairement accompagnée d'un changement de climat, le soulèvement tectonique est une hypothèse séduisante. Celle-ci présente toutefois quelques lacunes :

- les indices de ce soulèvement n'ont été observés qu'à travers les données pédologiques¹
- ce soulèvement, s'il est confirmé par d'autres disciplines ou d'autres approches, n'est pas encore daté ;
- l'articulation avec l'apparition d'un climat plus humide est dans ce cas difficile à faire.

* *
*

Pour résumer, nous avons vu sur les sites d'ORGANABO et de PETIT LAUSSAT :

- des arguments en faveur d'un abaissement relatif du réseau hydrographique (érosion accrue des versants, reliques nodulaires dans le thalweg, position surélevée du front d'altération, pénétration du front de pédoturbation sous le niveau surélevé d'altération, présence d'un front d'altération profond) ;
- des arguments en faveur d'un accroissement de la pluviosité (apparition d'une nappe au sein d'un profil ayant auparavant fonctionné sans bloquer le drainage).

Nous savons que deux évènements importants ont modifié le milieu naturel guyanais au cours des derniers millénaires :

- un changement de climat est intervenu il y a environ douze mille ans, provoquant un accroissement important de la pluviosité ;
- un soulèvement du socle guyanais est probablement en cours.

Les plateaux septentrionaux ont donc bien accusé ces deux évènements régionaux dans leur pédogenèse.

Par analogie avec les sols sur socle, nous admettons que le soulèvement tectonique modifie les vitesses respectives des fronts d'hydrolyse de surface (la microlyse intense au sens de MULLER - 1978), de pédoturbation (pédoplasation) et d'altération.

¹ La logique de l'hypothèse ne fait aucun doute, mais BOULET précise bien qu'il s'agit selon lui "d'un déséquilibre tectonique mais d'amplitude pédologique". Il ne reste plus qu'à attendre des confirmations d'ordre géologique.

La conséquence de ces modifications est la possibilité d'un ralentissement du drainage. Néanmoins, cette possibilité est remise en question au vu de la répartition des podzols : la corrélation entre érosion importante et podzolisation accrue n'est pas évidente. Reste donc l'origine climatique du ralentissement du drainage.

La concordance du soulèvement (s'étageant sans doute sur une longue période) et d'un changement de climat est, à notre avis, à l'origine du déséquilibre de la couverture ferrallitique des plateaux septentrionaux de Guyane française et de leur podzolisation ultérieure.

3) Apports sur l'évolution régionale

a) Observations des cartes

Lorsque la podzolisation s'attaque aux plateaux de Guyane septentrionale, elle est à l'origine d'un départ de matière conséquent. Le relief de ces plateaux a tendance à s'affaisser (Cf. PETIT LAUSSAT, transect B). Nous avons vu, en utilisant les compositions minéralogiques des granites calculées par LELONG (1968) que la perte de matière ne dépasse pas le double de la masse de sable blanc résiduel. En admettant les densités des minéraux primaires globalement comparables, la baisse d'altitude ne peut dépasser deux fois l'épaisseur de la couche de sable blanc. Plus cette couche est poreuse, plus l'affaissement sera limité.

L'horizon de sable blanc atteignant au maximum une dizaine de mètres dans la région étudiée (carrière du pK 184), le modelé s'est enfoncé d'une vingtaine de mètres au maximum.

Il serait possible, connaissant la profondeur d'apparition de l'altérite en tout point (sondage électrique, coupe de route, carrière etc.) d'estimer la topographie initiale de la roche avant podzolisation.

Toutefois, ces calculs ne prennent pas en compte la dissolution importante du squelette qui peut avoir lieu lors de l'hydrolyse du sol ferrallitique (encore qu'elle ne semble pas avoir diminué de beaucoup le stock de sables comme on l'a vu à ORGANABO) et surtout lors de l'acido-complexolyse du sol très appauvri (podzolisation s.s.).

L'épaisseur de matériau dissous est dans ce cas beaucoup plus grande pour une même épaisseur de sable blanc résiduel.

La figure 74 montre les coupes topographiques de quatre transects (localisés sur la carte du réseau hydrographique, fig. 75). Il ressort de ces coupes :

- l'importance croissante du podzol, lorsque le niveau topographique baisse (transect d plus podzolisé que le transect a) ;
- la podzolisation à elle-seule n'explique pas cette baisse du relief : une soixantaine de mètres séparent les deux transects, ce qui correspondrait à trente mètres de sable blanc si la podzolisation avait commencé à la même altitude dans les deux cas ;
- la podzolisation s'attaque à des unités aux pentes assez raides (8%), épargnant les collines les plus abruptes (24%);
- les plateaux ne sont pas toujours podzolisés (transect b, kilomètre 7).

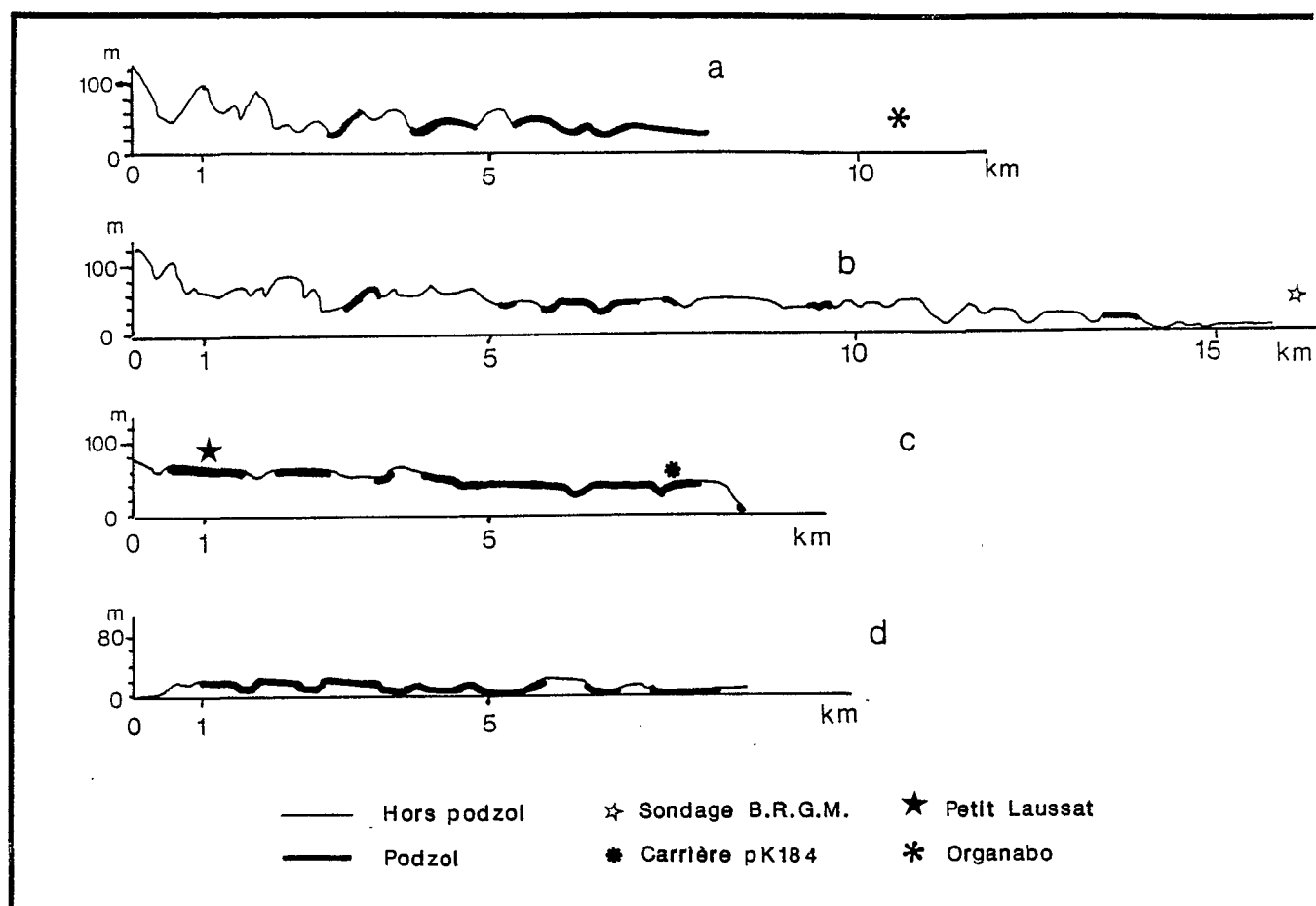


Fig. 74 : Vue en coupe de transects, sur la carte des plateaux septentrionaux

Interprétations

La podzolisation est plus développée sur les plateaux proches du niveau marin. Un soulèvement tectonique est en général suivi d'un rééquilibrage du modelé par dissection régressive du réseau hydrographique. La bordure côtière est alors la première érodée. Cela signifie dans notre cas que les plateaux proches de la mer ont subi en premier le déséquilibre de drainage dû à l'enfoncement relatif des axes hydrographiques. Il est alors normal de constater que la podzolisation y est plus avancée, puisqu'elle a débuté plus tôt.

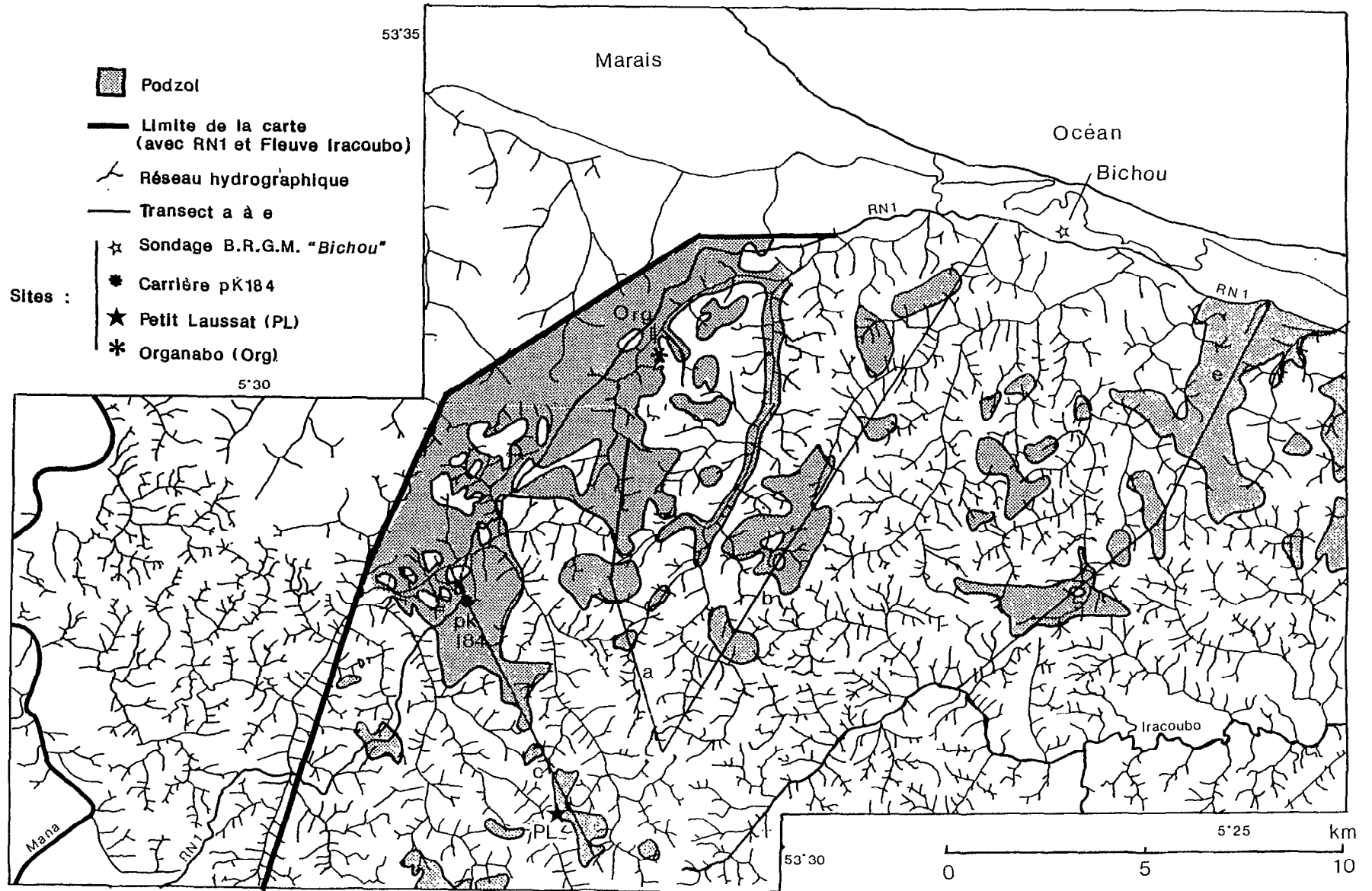
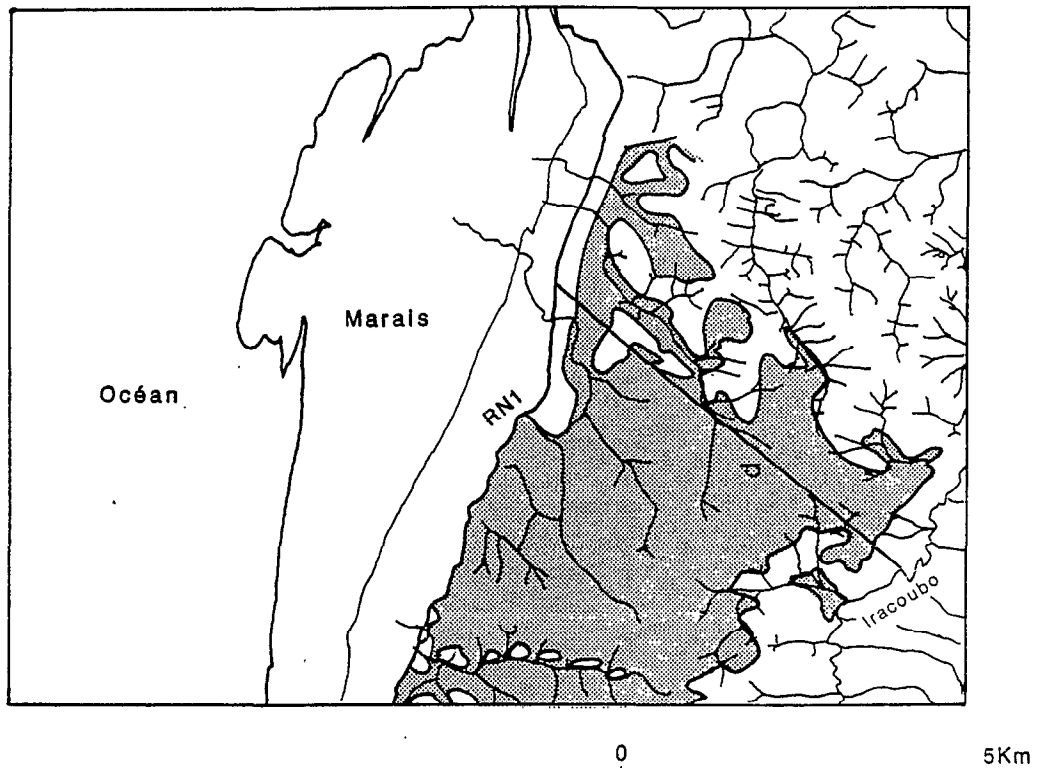


Fig. 75 : Vue en plan du podzol sur la carte hydrographique des plateaux de Guyane septentrionale
 (d'après carte I.G.N. au 1/50000 de Mana-S^t Laurent, Mana et Iracoubo et carte pédologique ORSTOM - 1985)
 Carton occidental (page précédente)
 Carton oriental (ci-dessous)



Les plateaux localisés plus à l'intérieur des terres sont encore ferrallitisés, comme PETIT LAUSSAT, alors qu'à quelques kilomètres au Nord, ORGANABO est largement podzolisé.

Nous avons vu sur le site de PETIT LAUSSAT que la pédogenèse ferrallitique avait presque réussi à intégrer la descente relative du réseau hydrographique. Le changement de climat est sans doute l'une des raisons qui ont empêché l'aboutissement de ce rééquilibrage.

Cette importance de la pluviosité est confirmée par les travaux de RIGHI et al. (1989, comm. pers.). Les auteurs ont étudié la géochimie du système sol ferrallitique-podzol décrit par LUCAS et al. (1984). Ils observent une acido-complexolyse caractéristique de la podzolisation s.s. aussi bien dans le podzol que dans la frange ferrallitique qui l'entoure. Cette acido-complexolyse apparaît active uniquement pendant la saison des pluies. Il faudrait donc dépasser un certain seuil de pluies pour basculer des processus d'acidification aux processus d'acido-complexolyse entraînant la podzolisation.

Une autre explication de la répartition inégale des podzols sur les plateaux peut être tirée des études de LELONG (1967) : selon lui, l'évolution appauvrissante correspondant au bioclimat actuel peut être inhibée dans certains cas par la richesse en fer de la roche initiale¹. Les corrélations que cet auteur observe concernent des profils ferrallitiques sur différentes roches guyanaises : le déséquilibre pédoclimatique induit par le ralentissement du drainage n'est absolument pas pris en compte. Néanmoins, il est envisageable que la répartition du fer dans les granites et micaschistes BONIDORO conditionne la plus ou moins grande facilité du profil ferrallitique à se décomposer sous les coups de l'acido-complexolyse de surface et de l'hydrolyse de profondeur.

Sur le transect d, la podzolisation ayant fini par évacuer la totalité du matériel et aplani le relief, ne peut plus se développer en profondeur, puisqu'elle a atteint le niveau général de la nappe, d'ailleurs proche du niveau de la mer (dix à quinze mètres d'altitude). Le climat actuel, très humide, transforme ces plateaux podzoliques en plaines marécageuses pendant la saison des pluies. Nous pouvons dire que le podzol, sous son linceul blanc, est mort à son tour (laissant la place à une évolution de type tourbeuse).

b) Observations sur carrières

Nous avons étudié les spectres granulométriques des sables blancs en deux endroits, localisés sur la carte (fig. 75) :

- la carrière du pK 184 ;
- le sondage B.R.G.M. « Bichou ».

La carrière a une profondeur d'une dizaine de mètres, et s'étend sur quelques centaines de mètres. La totalité du sable n'a pas été exploitée. La partie longeant la route a été décapée jusqu'à la nappe. La migration d'acides organiques a pu être vérifiée. La présence d'un véritable alios est plausible, mais reste difficile à démontrer (la présence de la nappe interdisant sondage et fosse classiques).

La partie supérieure de la carrière (jusqu'à trois mètres de profondeur) est occupée par une couche de sable très blanc et relativement grossier, la partie inférieure par du sable grossier s'intercalant entre de très nombreux graviers.

Le sondage Bichou est profond de six mètres. Il a été creusé en vue d'atteindre la nappe permanente, afin d'alimenter en eau potable un village indien environnant. La couche de sable blanc atteint cinq mètres de profondeur. Plus bas, c'est une couche riche en argile qui prend le relais. Là aussi, la présence d'un alios est très probable, mais l'échantillonnage du BRGM (mélange du matériau sur un mètre cinquante d'épaisseur) n'a pas permis de déterminer sa position et son épaisseur exacte.

Le diagramme 27 représente les spectres granulométriques d'échantillons profonds de chacun des deux sites : sable grossier de l'horizon à gravier pour la carrière, et sable pris dans le niveau argileux pour le sondage.

¹ C'est en fait un éloge à peine déguisé du pèdon armé...

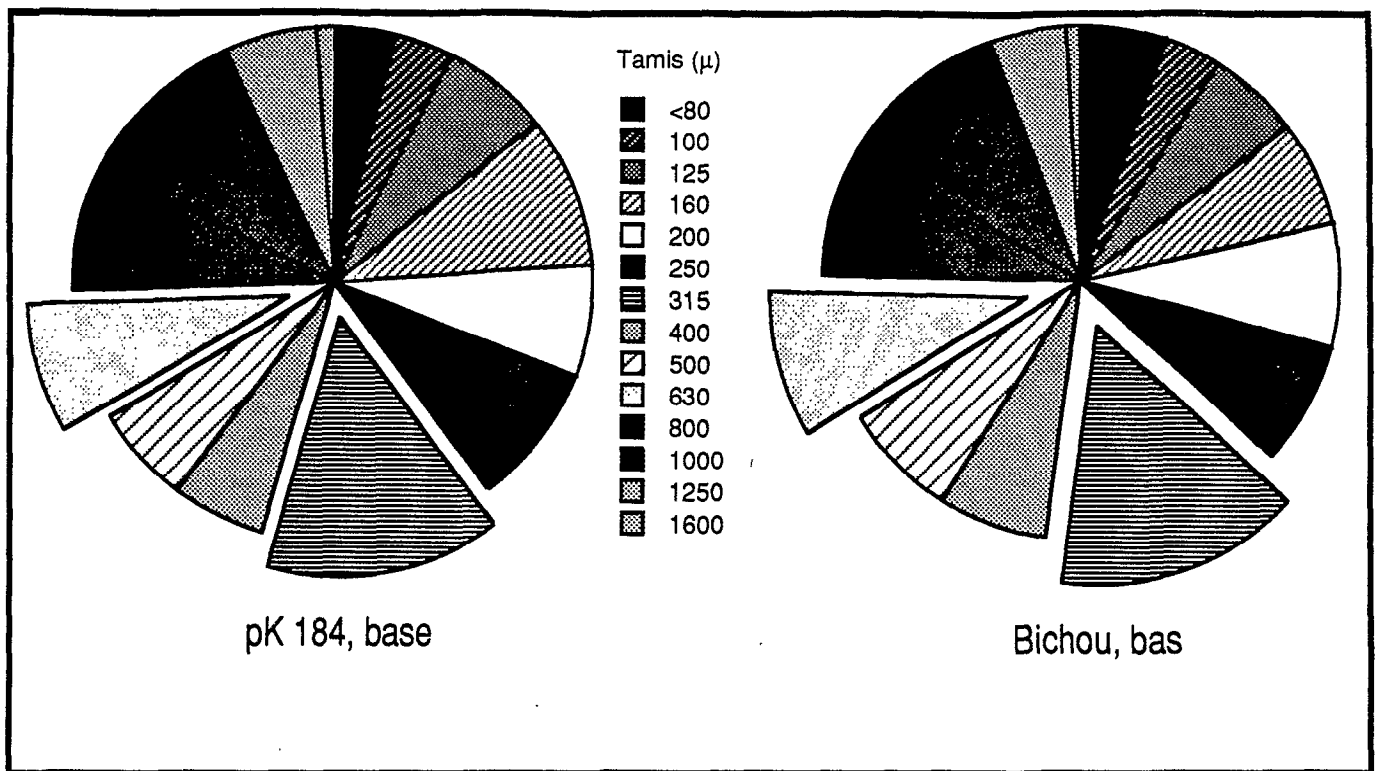


Diagramme 27
Spectre granulométrique des sables blancs des deux carrières

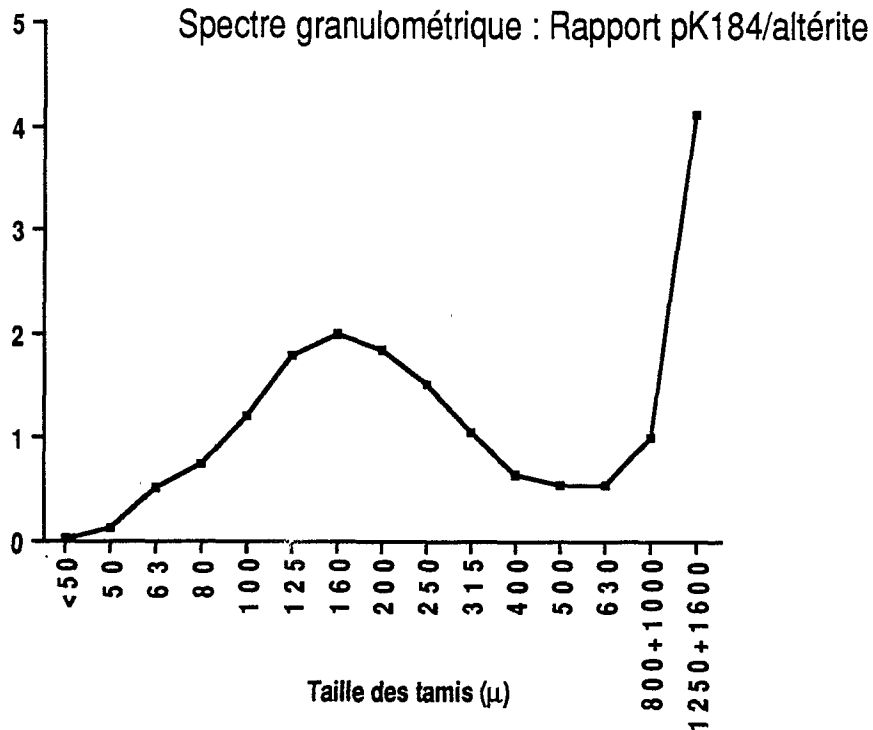
Il existe une ressemblance indéniable des deux spectres granulométriques. La position de la classe 315 μm rappelle d'ailleurs un peu la répartition du squelette des horizons pédoturbés d'ORGANABO et de PETIT LAUSSAT. La classe 630 μm est un peu trop basse pour que la comparaison soit parfaite.

Le diagramme 28 montre la courbe du rapport des classes granulométriques de ces échantillons à celui d'une altérite saine (prise sur PETIT LAUSSAT, transect A, 600 cm).

Les graphes que nous avons observés pour le rapport des horizons pédoturbés du plateau à l'altérite (diagramme 18b) montraient aussi une courbe en cloche et une remontée du rapport pour les fractions les plus grossières. Nous avons interprété ces courbes comme l'indice d'une fragmentation se poursuivant au sein d'un matériau ayant subi une dissolution importante.

Les échantillons profonds de ces deux podzols présentent donc des caractères granulométriques comparables à ceux que nous avons étudiés sur les plateaux d'ORGANABO et de PETIT LAUSSAT.

Diagramme 28



L'étude des échantillons de surface montrent (diagramme 29) une évolution progressive du spectre vers les fractions très grossières : la classe 315 µm finit par se coller sur midi, indiquant la totale disparition des fractions inférieures.

Dans ces podzols proches du niveau de base, la dissolution reste toujours très active. Il est également possible qu'un grano-classement soit à l'origine de cette abondance des quartz les plus grossiers en surface. Ce type d'évolution a été observé sur le podzol d'ORGANABO, mais en moindre proportion.

Le sable blanc des carrières vérifie les caractères diagnostics des processus alliés à la podzolisation et que nous avons mis en évidence sur les unités d'ORGANABO et de PETIT LAUSSAT. En aucun cas, le spectre granulométrique de ce sable n'a la répartition d'un sédiment transporté par voie marine (courbe gaussienne unimodale) ou fluviale (interstratification de lits à granulométrie unimodale).

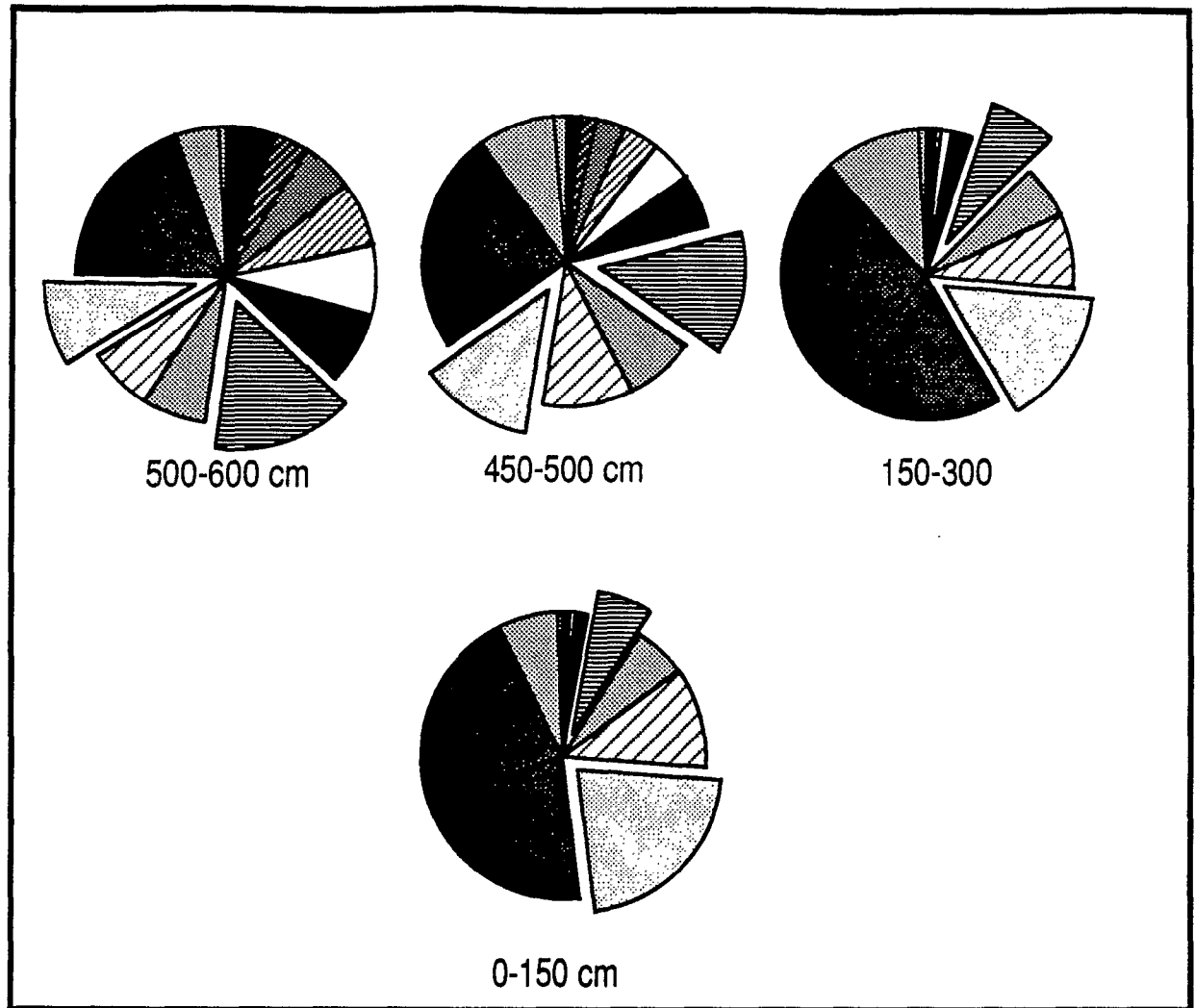


Diagramme 29
Spectres granulométriques du sondage BRGM Bichou

c) Relation avec le sédiment surinamien (Zanderij)

Si l'interprétation sédimentaire de la « Série Détritique de Base » apparaît comme un concept sujet à caution dans les régions des plateaux septentrionaux de Guyane française, nous ne devons pas oublier que la série correspondante au Surinam a des caractères sédimentaires indéniables. A la lumière de notre étude, nous pouvons analyser les concordances qui rapprochent ces deux matériaux.

La juxtaposition de podzols et de sols ferrallitiques

Nous l'avons expliquée par un système de transformation dont l'origine est à la fois tectonique et climatique (le changement de climat accentuant le déséquilibre). L'apparition d'un

climat pluvieux ayant affecté le Surinam aussi bien que la Guyane, la podzolisation du sédiment Zanderij n'a rien d'incohérent.

La granulométrie

SOURDAT et DELAUNE (1970), étudiant différents sables des formations sédimentaires côtières, ont repéré sur des cordons littoraux (anciennes marques de rivage) des sables ayant exactement les mêmes caractères minéralogique et granulométrique que ceux de la « Série Détritique de Base ». Ils interprètent cela par une érosion hydrographique des plateaux, entraînant les sables et argiles vers la mer. Les sables auraient ensuite été repoussés sur la côte sans avoir le temps d'être érodés, d'où le maintien de leur spectre granulométrique.

Dans leur schéma récapitulatif, ils font intervenir un cycle érosion-sédimentation entre les plateaux de la « Série Détritique de Base » et ces cordons littoraux. Sur la foi des auteurs précédents, ils font également intervenir un cycle d'érosion-sédimentation entre les arènes granitiques et la « Série Détritique de Base ».

Le sédiment Zanderij du Surinam peut très bien trouver là son explication : l'érosion de plateaux comparables à ceux de la Guyane française donnera un sédiment aux sables très caractéristiques (comme l'a montré la constance des spectres granulométriques de tous les échantillons de l'horizon pédoturbé peu appauvri).

L'âge du sédiment

C'est le point le plus délicat à régler : les surinamiens datent leur sédiment, qui peut être très épais, de la fin du tertiaire. Notre hypothèse suppose que la podzolisation a débuté il y a une dizaine de milliers d'année, à la suite d'une pédogenèse ferrallitique dont nous ignorons la durée.

La grande épaisseur de la série de Zanderij impose une redistribution importante des matériaux d'altération du socle. Les épisodes climatiques secs, à saisons contrastés de la fin du tertiaire sont susceptibles d'avoir érodé un matériau altéré lors d'épisodes climatiques plus humides.

Le soulèvement tectonique de la Guyane française a rejeté les dépôts sablo-argileux provenant de cette érosion sur la plate-forme continentale, dans l'axe du Maroni (PUJOS et ODIN - 1986). Le Surinam étant épargné par ce mouvement orogénique a pu conserver ces sédiments que ses fleuves ont épandus sur de vastes plaines deltaïques.

La disproportion de durée des épisodes climatiques tertiaire et quaternaire récent expliquerait le contraste opposant les immenses épandages tertiaires sablo-argileux du Surinam aux minces cordons littoraux quaternaires de Guyane française.

Le constant renouvellement de la topographie en Guyane française a empêché l'approfondissement de la pédogenèse ferrallitique. Il serait intéressant de vérifier au Surinam si la couronne extérieure au sédiment Zanderij est constituée de sols ferrallitiques profonds ayant les mêmes caractéristiques granulométriques que le sédiment lui-même. Il serait également utile d'étudier en détail les plateaux sédimentaires les plus à l'amont pour rechercher si des systèmes analogues à ceux de Guyane française ne se sont pas développés sur le socle.

4) Conclusions

Nous pouvons tirer plusieurs enseignements de ce travail qui concernent les domaines suivants :

- apport méthodologique ;
- connaissance du milieu local et régional ;
- comparaisons avec d'autres systèmes amazoniens ;
- insertion plus générale au sein des travaux de la pédologie française.

Apport méthodologique

L'analyse tridimensionnelle (souvent dite « structurale ») sert de base à l'étude du terrain. Elle constitue l'ossature sur laquelle s'appuie le pédologue pour établir l'organisation de la couverture pédologique. Formalisée par plusieurs enseignants et chercheurs, dont BOCQUIER, elle semblait devoir n'être utilisée longtemps que par des pétrographes ou micro-morphologistes convaincus. Le changement d'échelle (du terrain au microscope) imposait naturellement cette association : les relations géométriques tirées de l'étude en plan des courbes d'isodifférenciation sont très proches de l'analyse qu'on peut faire sur une lame mince.

Les derniers travaux utilisant cette approche en Amazonie montrent qu'actuellement les choses se passent autrement. Si FRITSCH (1984) s'appuie encore sur les éléments microscopiques et minéralogiques, LUCAS (1989) s'ouvre largement sur la géochimie, alors que ROBAIN (1989) explore la physique du sol et exploite les techniques statistiques pour corréler observations et résultats analytiques.

Le travail réalisé au cours de ce mémoire à ORGANABO et PETIT LAUSSAT introduit encore un autre aspect : l'analyse des spectres granulométriques (d'après les travaux de LEGROS - 1982) lors d'une étude tridimensionnelle. Une telle introduction est sans doute appelée à se généraliser, puisque des études similaires ont également été réalisées en Amazonie Brésilienne (RIGHI et al., 1989) sur une unité de modelé étudiée par LUCAS et al. (1984).

L'approche granulométrique envisagée ici se révèle en définitive particulièrement intéressante sur les plateaux septentrionaux de Guyane française. Plusieurs raisons expliquent cette relative facilité d'utilisation :

- le matériau de départ est assez simple, comparé aux sols de région tempérée où cette approche a été mise au point. Contenant presque exclusivement du quartz dans son squelette, et de la kaolinite (parfois de la gibbsite) dans son plasma, il constitue un modèle à deux compartiments minéralogiques aisément appréhendable ;
- les processus sont nets et bien individualisés : le squelette est affecté par la dissolution ou la fragmentation, le plasma argileux par la dissolution ou les néoformations.

Les processus de dissolution et de fragmentation ayant une réponse bien différenciable (quant aux spectres des particules affectées), on peut utiliser cette approche, appuyée par d'autres observations (morphologiques et minéralogiques) pour mettre en évidence le fonctionnement pédologique de l'unité de modelé.

Connaissance du milieu local et régional

Dans ce domaine qui a trait plus spécialement à la Guyane, nous envisagerons successivement deux aspects qui concernent :

- l'origine de la Série Détritique de Base
- la place du système de transformation pédologique étudié dans ce mémoire par rapport aux autres systèmes mis en évidence en Guyane.

Question de l'origine pédologique ou géologique de la « Série Détritique de Base »

Si le problème posé par l'origine du matériau appelé « Série Détritique de Base » n'est pas totalement résolu (bien des incertitudes demeurent sur les strates sédimentaires enfouies en bordure de côte et dont les géologues estimaient qu'elles étaient en continuité avec le dépôt SDB des plateaux), il semble acquis que le sable argileux coloré, comme le sable blanc des centres de plateaux n'est pas un sédiment dans la région septentrionale de la Guyane française.

Les arguments que nous avons rassemblés lors de ce travail sont les suivants :

- itinéraire nodulaire continu de part et d'autre de l'horizon sableux fonctionnant en magasin de nappe, interprété par les géologues comme le premier dépôt deltaïque de la formation SDB ;

- ces nodules sont issus d'une ferruginisation en place de l'allotérite. Les horizons sus-jacents contenant ces nodules ou leurs reliques se sont donc développés in-situ.

- **pénétration en coin du magasin de nappe - où il s'enrichit en graviers quartzeux - dans l'allotérite de versant (PETIT LAUSSAT)**, montrant la progression actuelle du magasin de nappe au sein de la couverture pédologique ferrallitique.

Nous avons donc repéré :

- la formation actuelle d'un magasin de nappe dans le profil ferrallitique ;
- les traces de profil ferrallitique au dessus du magasin, là où il est bien développé.

D'autre part, la richesse en graviers du magasin de nappe a été expliquée par les processus de dissolution importante affectant cet horizon.

Enfin, la répartition des podzols limitée aux plateaux de SDB dans cette région de la Guyane (qu'on pouvait interpréter comme l'indice d'une différence géologique notable entre ces plateaux et les unités de modelé non podzolisées sur socle) s'explique par l'évolution pédogénétique du sol ferrallitique. Le podzol est le stade ultime d'une transformation produisant des horizons qu'on a confondu avec des sédiments.

La Série Détritique de Base observée sur les plateaux septentrionaux de Guyane Française a une origine pédologique et non sédimentaire.

Place de ce système en Guyane française

Nous avons vu que les plateaux septentrionaux ne constituent pas le seul système de transformation des sols ferrallitiques en podzol en Guyane.

Les barres pré littorales sont également podzolisées, comme certains plateaux sur socle plus proches de Cayenne.

Les conditions climatiques favorisent cette évolution. Dans ce cas, pourquoi la totalité de la bordure guyanaise n'est-elle pas en cours de podzolisation ? Les bassins-versants d'ECEREX (1978) sont effectivement en cours de transformation, mais la couverture ferrallitique y évolue d'un sol à drainage essentiellement vertical vers un sol à drainage à composante latérale et superficielle.

L'origine du déséquilibre pédologique étant le soulèvement tectonique affectant la région guyanaise, nous voyons que la pédogenèse résulte de deux composantes contradictoires :

- l'une, verticale, tend à reproduire le profil tel qu'il est (situation d'équilibre dynamique), par une succession de processus géochimiques dont le bilan total est malgré tout négatif ;
- l'autre, latérale, tend à éroder chimiquement les horizons qui sont traversés par la nappe temporaire.

Si la composante verticale domine, l'érosion chimique affecte des horizons toujours renouvelés (sommet de l'altérite par exemple), laissant derrière elle un matériau appauvri. La descente du profil sur lui-même se maintient, mais peu à peu, le départ de matière est trop important pour qu'il puisse se renouveler tel quel, et sa texture s'appauvrit. On aboutit en fin de compte au sol très appauvri des plateaux septentrionaux. La podzolisation s.s. peut alors s'installer.

Si la composante latérale domine, l'exportation des matériaux est trop rapide, et l'unité de modelé s'érode avant même que la descente du profil ne permette à celui-ci de rencontrer des horizons de plus en plus appauvris. C'est le cas des bassins-versants sur schistes d'ECEREX, où l'altérite affleure presque en surface, tant l'érosion a été rapide.

L'importance plus ou moins grande des composantes latérale et verticale peut s'expliquer de plusieurs manières :

- l'héritage géomorphologique a pu jouer, laissant au moment du soulèvement des collines aux pentes plus fortes à ECEREX, alors que dans les plateaux d'ORGANABO et PETIT LAUSSAT le relief était plus amolli ;
- la composition de la roche, favorisant dans un cas une descente rapide du réseau hydrographique (roche tendre, schiste) et donc une répercussion presque immédiate du soulèvement tectonique sur la pédogenèse et dans l'autre cas la retardant (roche dure, granite).
- le modelé en collines ou en plateau, accentuant la dynamique latérale dans le premier cas.

En conclusion, le système sol ferrallitique-podzol étudié ici résulte d'une dynamique verticale prononcée.

Comparaisons avec d'autres systèmes amazoniens

La podzolisation de plateaux ferrallitiques est une donnée maintenant bien connue en Amazonie.

Le système des plateaux septentrionaux de Guyane française présente pourtant quelques originalités :

- contrairement aux plateaux étudiés par LUCAS (1989), la podzolisation est centrifuge, et part du centre du plateau pour rejoindre les axes de drainage.

- contrairement aux plateaux étudiés au Pérou (VEILLON - 1989), la podzolisation démarre en un seul point et transforme une épaisseur bien plus considérable de sol (cinq à dix mètres contre un mètre au maximum).

Comme l'explique LUCAS, tous ces systèmes sont pourtant l'expression d'un même fonctionnement géochimique. La podzolisation (précédée d'un appauvrissement important) est possible parce que des évacuations rapides de la nappe ont lieu à certains endroits. **Ces évacuations sont le moteur géochimique de la podzolisation.** Les éléments dissous sont exportés trop rapidement pour qu'un équilibre ait le temps d'être réalisé (voir les travaux de C. GRIMALDI - 1989 à ce sujet). Le matériau s'appauvrit à partir du magasin de nappe.

Les différences de morphologie tiennent donc à l'origine de cette évacuation accélérée du flux hydrique.

Dans le cas des plateaux septentrionaux de Guyane française, c'est le sommet de l'altérite qui ralentit le drainage vertical. Ce ralentissement est plus sensible au centre des plateaux. L'accumulation d'une nappe temporaire provoque la création de chemins originaux permettant son évacuation (thalwegs secondaires, puits et lentilles) rapide.

Dans le cas des plateaux péruviens, c'est un changement de climat qui ne permet plus au matériau sédimentaire peu structuré et assez compact d'évacuer les pluies. L'eau s'accumule au centre du plateau, et s'évacue par plusieurs axes secondaires. La végétation produisant des acides organiques agressifs en grande quantité, la podzolisation se développe en une multitude de points (selon la répartition de la végétation et le micro-relief).

Dans le cas des plateaux brésiliens, c'est le modelé qui provoque l'évacuation rapide des solutions. La podzolisation démarre des axes de drainage pour remonter les pentes (tout en les modifiant, par fonte géochimique).

On voit donc que la complexité du milieu tropical ferrallitique en Amazonie peut être simplement représentée : c'est la dynamique hydrique qui fait le minéral (kaolinite et gibbsite). Si cette dynamique hydrique vient à changer, alors un système de transformation s'installe.

Insertion au sein des travaux de la pédologie française.

En ce qui concerne la connaissance globale du sol ferrallitique et celle des systèmes où le sol ferrallitique est mis en déséquilibre, ce travail apporte un nouveau scénario qui vient compléter la collection (déjà) importante de ceux présentés par bon nombre de pédologues d'Outre-Mer.

Plus généralement, l'influence verticaliste retrouve de l'importance. De nombreux systèmes de transformation avaient été étudiés qui privilégiaient les évolutions latérales (BOCQUIER - 1971, BOULET - 1974), interprétant en quelque sorte l'unité de modelé comme un « pédon différencié horizontalement ».

Les interprétations de LUCAS (1989) sur les podzols et les bauxites d'Amazonie réintroduisaient la dimension verticale dans l'évolution de systèmes de transformations ferrallitiques.

Il en est de même en Guyane française : les systèmes pédologiques des plateaux septentrionaux sont en fait l'expression latérale d'une évolution principalement verticale des profils. Cette expression latérale est permise grâce à la mise en œuvre du seul processus qui se développe suivant la dimension horizontale : l'exportation accélérée des éléments minéraux par drainage latéral.

BIBLIOGRAPHIE

Anonyme - 1979 : Atlas des départements français d'Outre-Mer. 4. La Guyane. C.N.R.S. - *ORSTOM*.

BLANCANEUX P., THIAIS J.-L., LAPLANCHE G., ROSTAN J.-J., BERGRAVE St.-J. - 1973 : Podzols et sols ferrallitiques dans le Nord-Ouest de la Guyane Française. *Cah. ORSTOM, sér. Pédol.*, vol. XI, n°2 : 121-154.

BLEACKLEY D. - 1956 : The geology of the superficial deposits and coastal sediments of British Guiana. *British Guiana Geol. Surv. Bull.*, n° 30.

BOCQUIER G. - 1971 : Genèse et évolution de deux toposéquences de sols tropicaux du Tchad. Interprétation biogéodynamique. *Thèse Sci. Strasbourg et Mém. ORSTOM*, n°62, 350 p.

BORNAND M. - 1978 : Altération des matériaux fluvio-glaciaires, genèse et évolution des sols sur terrasses quaternaires dans la moyenne vallée du Rhône. *Thèse USTL*. Montpellier, 329 p.

BOULET R. - 1974 : Toposéquences de sols tropicaux en Haute-Volta. Equilibre et déséquilibre pédobioclimatique. *Thèse Sci. Strasbourg et Mém. ORSTOM*, N°85, 272 p.

BOULET R. - 1978 : Existence de systèmes à forte différenciation latérale en milieu ferrallitique guyanais : un nouvel exemple de couvertures pédologiques en déséquilibre. *Sciences du sol*. Bulletin de l'AFES n°2 : 75-82.

BOULET R., FRITSCH E., HUMBEL F.X. - 1979 a : Les sols des terres hautes et de la plaine côtière ancienne en Guyane française septentrionale. organisations en systèmes et dynamique actuelle de l'eau. *ORSTOM P182* Cayenne. 170 p.

BOULET R., BRUGIERE J.M., HUMBEL F.X. - 1979 b : Relations entre organisation des sols et dynamique de l'eau en Guyane française septentrionale : conséquences agronomiques d'une évolution déterminée par un déséquilibre d'origine principalement tectonique. *Science du Sol*, n°1 : 3-18.

BOULET R. - 1980 : Etat des recherches sur les sols guyanais. Apport de la pédologie au développement. *ORSTOM Cayenne*, 10 p. 4 fig.

BOULET R., CHAUVEL A., HUMBEL F.X., LUCAS Y. - 1982 a : Analyse structurale et cartographie en pédologie. I- Prise en compte de l'organisation bidimensionnelle de la couverture pédologique : les études de toposéquences et leurs principaux apports à la connaissance des sols. *Cah. ORSTOM, sér. pédol.*, vol. XIX, n°4 : 309-321.

BOULET R., HUMBEL F.X., LUCAS Y. - 1982 b : Analyse structurale et cartographie en pédologie. II- Une méthode d'analyse prenant en compte l'organisation bidimensionnelle des couvertures pédologiques. *Cah. ORSTOM, sér. pédol.*, vol. XIX, n°4 : 323-339.

- BOULET R., HUMBEL F.X., LUCAS Y. - 1982 c : Analyse structurale et cartographie en pédologie. III- Passage de la phase analytique à une cartographie générale synthétique. *Cah. ORSTOM, sér. pédol.*, vol. XIX, n°4 : 341-351.
- BOULET R., CHAUVEL A., LUCAS Y. - 1984 : Les systèmes de transformation en pédologie. *Livret jubilaire du cinquantenaire*. AFES. Paris- Grignon.
- BOYE M. - 1963 : La géologie des plaines basses entre Organabo et le Maroni (Guyane française). Paris. *Impr. Nat. Mémoires pour servir à l'explication de la carte géologique détaillée de la France*. Département de la Guyane française.
- BREWER R. - 1964 : Fabric and mineral analysis of soils. *John Wiley and sons*. New York. 470 p.
- BROUWER G.C. - 1962 : Feuille de la Basse-Mana et notice explicative de la carte géologique au 1/100 000°. Paris. *Impr. Nat.*
- CHATELIN Y., MARTIN D. - 1972 : Recherche d'une terminologie applicable aux sols ferrallitiques. *Cah. ORSTOM, sér. Pédol.* Vol. X, n°1 : 25-43.
- CHAUVEL A., PEDRO G. - 1967 : Considérations sur l'analyse granulométrique et le problème de la détermination de la constitution minéralogique élémentaire de certains sols tropicaux ; nécessité et limite de la déferrification. *C.R. Acad. Sc. Paris*, t. 264 : 2089-2092.
- CHAUVEL A. - 1976 : Recherche sur la transformation des sols ferrallitiques dans la zone tropicale à saisons contrastées. *Thèse Sci.* Strasbourg et *Documents ORSTOM* n° 62, 532 p.
- CHAUVEL A., LUCAS Y. - 1988 : Superficial evolution of amazonian bauxite deposits. *Comm. VI Int. Cong. ICSOBA*, May 11-20 Sao Paulo, Brazil.
- CHOUBERT B. - 1952 : Sédimentation actuelle en Guyane française. *C.R. 19° Congr. géol. intern.*, Alger, sect. IV, fasc. IV, pp. 65-73.
- CHOUBERT B. - 1961 : Feuille de Mana - St Laurent du Maroni et notice explicative de la carte géologique au 1/100 000°. Paris. *Impr. Nat.*
- CHOUBERT B. - 1974 : Le précambrien des Guyanes. *Mém. du B.R.G.M.*, n° 81.
- COLIN F., LECOMTE P. - 1986 : The behaviour of gold in the weathering profile of Dondo Mobi, Gabon. *Int. Symp. Geochem. of the Earth Surface and Proc. of Mineral Formation*, Granada, Spain.
- CONINCK F. (de), HERBILLON A. - 1969 : Evolution minéralogique et chimique des fractions argileuses dans des alfisols et spodosols de la Campine (Belgique). *Pédologie*. vol. XIX, n°2 : 159-272.
- DELVIGNE J. - 1965 : Pédogenèse en milieu tropical. *Mém. ORSTOM*, Paris, n°13. 177 p.
- DOEVE G. - 1959 : Problems in rock correlation in Surinam. *Communication 5° conf. géol. des Guyanes*, Georgetown.
- DROUBI A., VIEILLARD P., BOURRIE G., FRITZ B., TARDY Y. - 1976 : Etude théorique de l'altération des plagioclases. Bilans et conditions de stabilité des minéraux

secondaires en fonction de la pression partielle de CO₂ et de la température (0°C à 100°C). *Sci. Géol., Bull.*, 29, 1 : 45-62.

FAUCK R. - 1971 : Contribution à l'étude des sols des régions tropicales. les sols rouges sur sable et sur grès d'Afrique Occidentale. *Mém. ORSTOM*, n°61.

FOUILLAC C., MICHARD G., BOCQUIER G. - 1977 : Une méthode de simulation de l'évolution des profils d'altération. *Geochimica and Cosmochimica Acta*, Vol. 41 : 207-213.

FRITSCH E. - 1984 : Les transformations d'une couverture ferrallitique en Guyane française. *ORSTOM Paris*. 190 p.

GASCUEL-ODOUX C. - 1987 : Variabilité spatiale de la granulométrie d'une séquence de sol en Guyane française. *INRA Rennes. Doc. multi*. 8p.

GRIMALDI C. - 1988 : Origine de la composition chimique des eaux superficielles en milieu tropical humide : exemple de deux petits bassins versants sous forêt en Guyane française. *Sci. Géol., Bull.*, 41, 3-4 : 247-262. Strasbourg.

HENIN S., PEDRO G., ROBERT M. - 1968 : Considérations sur les notions de stabilité et d'instabilité des minéraux en fonction des conditions du milieu ; essai de classification du " système d'agression ". C.R. 9^o Cong. Int. Sci. du Sol, vol. 3 : 79-90.

JOURNAUX A. - 1977 : Recherches géomorphologiques sur le quaternaire brésilien. A : Recherches géomorphologiques en Amazonie Brésilienne. Recherche françaises sur le quaternaire INQUA 1977. Supplément au *Bulletin AFEQ*, 1977-1, n°50 : 291-294.

JOURNAUX A., PELLERIN J., COUTARD J.P., QUEIROZ NETO J.-P. (de), OZOUF J.-C. - 1977 : Recherches géomorphologiques sur le quaternaire brésilien. C : Morphogenèse quaternaire et pédogenèse dans l'état de Sao Paulo. Recherche françaises sur le quaternaire INQUA 1977. Supplément au *Bulletin AFEQ*, 1977-1, n°50 : 291-294.

KROOK L., MULDER M.A. - 1971 : Geological and related pedological aspects of the upper coesewijne formation. Contributions to the geology of Surinam 2. *Geol. Mijnb. Dienst. Sur.*, Meded. 21 : 183-208.

LEGROS J.-P. - 1982 : L'évolution granulométrique au cours de la pédogenèse. Approche par simulation sur ordinateur. Applications aux sols acides sur matériaux cristallins en zone tempérée. *Thèse Univ. des Sci. et techn. du Languedoc*. Montpellier. 436 p.

LEGROS J.-P., PEDRO G. - 1983 : Importance relative des phénomènes de dissolution et de fragmentation (chimique) hors de l'altération et de la pédogenèse dans les zones tempérées froides. Approche par simulation sur ordinateur. *Int. Colloq. CNRS, Petrology of weathering and soils*, Paris.

LEGROS J.P. - 1984 : Introduction à l'étude de la simulation de l'évolution granulométrique du sol. Présentation d'un modèle informatique. *Science du Sol*. n°1 : 51-62.

LEGROS J.-P., PEDRO G. - 1985 : The causes of particle-size distribution in soils profiles derived from crystalline rocks, France. *Geoderma*, 36 : 15-25.

LELONG F. - 1967 : Nature et genèse des produits d'altération de roches cristallines sous climat tropical humide (Guyane Française). *Thèse Fac. Sci. Nancy*, 182 p.

LELONG F. - 1968 : La diversité d'évolutions géochimiques dans les sols "ferrallitiques" forestiers de Guyane Française : influence de la roche mère. *Science du sol*, n°2 : 93-103.

LENEUF N. - 1959 : L'altération des granites calco-alcalins et des granodiorites de Côte d'Ivoire forestière. *Thèse Fac. Sci.*, Paris. 210 p.

LENEUF N. - 1966 : Le processus de lessivage dans les sols ferrallitiques. *Cah. ORSTOM, Sér. Pédol.*, vol. IV, n°4 : 25-27.

LEPRUN J.-C. - 1979 : Les cuirasses ferrugineuses des pays cristallins de l'Afrique occidentale sèche. Genèse, transformation, dégradation. *Thèse Sci.* Strasbourg. 222 p.

LUCAS Y., CHAUVEL A., BOULET R., RANZANI G., SCATOLINI F. - 1984. Transição latossolos-podzols sobre a formação Barreiras na região de Manaus, Amazônia. *R. Bras. Ci. Solo*, 8 : 325-335.

LUCAS Y., BOULET R., CHAUVEL A., VEILLON L. - 1986 : Systèmes sols ferrallitiques - podzols en région amazonienne. *Podzols et podzolisation*. Ed. D. RIGHI et A. CHAUVEL. C.R. de la table ronde internationale des 10 et 11 Avril 1986. AFES et INRA, Plaisir et paris, 1987 : 53-65.

LUCAS Y. - 1989 : Systèmes pédologiques en Amazonie brésilienne. Equilibres, déséquilibres et transformations. *Université Sci.* Poitiers. 160 p.

Mc CONNEL R.B., DIXON C.G. - 1959 : Presentation of the revised geological map of British Guiana. *Communication 5° conf. géol. des Guyanes*, Georgetown.

MULLER J.P. - 1977 : La microlyse plasmique et la différenciation des épipedons dans les sols ferrallitiques rouge du Centre-Cameroun. *Cah. ORSTOM, sér. Pédol.*, XV, 4 : 345-359.

MULLER J.P. - 1978 : La séquence verticale d'organisation des horizons meubles des sols ferrallitiques camerounais. Variation latérale en fonction du pédoclimat et de l'âge des sols. *Cah. ORSTOM, sér. pédol.*, vol. XVI, n°1 : 78-32.

MULLER D., BOCQUIER G., NAHON D., PAQUET H. - 1980-1981 : Analyse des différenciations minéralogiques et structurales d'un sol ferrallitique à horizons nodulaires du Congo. *Cah. ORSTOM, sér. Pédol.*, vol. XVIII, n°2 : 87-109.

MULLER J.P. - 1987 : Analyse pétrologique d'une formation latéritique meuble du Cameroun. Essai de traçage d'une différenciation supergène par les paragenèses minérales secondaires. *Thèse Sci.*, Université Paris VII. 188 p.

NAHON D. - 1976 : Cuirasses ferrugineuses et encroûtements calcaires au Sénégal occidental et en Mauritanie. Systèmes évolutifs, géochimie, structures, relais et coexistence. *Thèse Sci.* Marseille et *Sciences géologiques. Mémoire* n°44, 232 p.

ORSTOM - 1985 : Carte pédologique des terres hautes de la région Iracoubo - Mana au 1/50 000°. *ORSTOM Cayenne*. Carte + Légende.

PEDRO G. - 1987 : Géochimie, minéralogie et organisation des sols. Aspects coordonnés des problèmes pédogénétiques. *Cah. ORSTOM, sér. Pédol.*, vol. XXIII, n°3 : 169-186.

PUJOS M., ODIN G.S. - 1986 : La sédimentation au quaternaire terminal sur la plate-forme continentale de la Guyane française. *Oceanologica acta* . Vol. 9 - n°4 : 363-382.

PYE K. - 1985 : Granular Disintegration of Gneiss and Migmatites. *Catena*, vol. 12, n° 2/3 : 191-200

RIGHI D., BRAVARD S., LEGROS J.-P, FALIPOU P. - 1989 : Changes in the particle size distribution of quartzose sands affected by lateritization. An approach by computer simulation. *Soil Science*. (sous presse).

RIGHI D., BRAVARD S., CHAUVEL A., RANGER J., ROBERT M. - 1989 : In situ study of soil processes in an oxisol-spodosol sequence of Amazonia (Brazil). 19 p. multig. + fig. : Comm. personnelle.

ROBAIN H. - 1989 : Organisation et transformations dans une couverture ferrallitique de Guyane française. *Thèse de doctorat de l'Université Paris VI*. Paris. 154 p.

SIEFFERMANN G. - 1969 : Les sols de quelques régions volcaniques du Cameroun. *Mém. ORSTOM*, Paris. n°66. 183 p.

SOURDAT M., DELAUNE M. - 1970 : Contribution à l'étude des sédiments meubles grossiers du littoral guyanais. *Cah. ORSTOM, sér. Pédol.*, vol. VIII, n°1 : 81-97.

STOOPS G., JONGERIUS A. - 1975 : Proposal for a Micromorphological Classification of Soil Material. I. A Classification of the Related Distribution of Fine and Coarse Particles. *Geoderma*, Vol. 13, n° 3 : 189-200.

TARDY Y. - 1969 : Géochimie des altérations. *Mém. Bull. Serv. Carte géol. Als. Lorr.* , 31. 199 p.

TARDY Y., NOVIKOFF A. - 1988 : Activité de l'eau et déplacement des équilibres gibbsite-kaolinite dans les profils latéritiques. *C. R. Acad. Sci.*, Paris, t. 306, Série II : 39-44

TARDY Y., MELFI A.J., VALETON I. - 1988 : Climats et paléoclimats tropicaux péri-atlantiques. Rôle des facteurs climatiques et thermodynamiques : température et activité de l'eau, sur la répartition et la composition minéralogique des bauxites et des cuirasses ferrugineuses au Brésil et en Afrique. *C.R. Acad., Sci.*, Paris, t. 306, Série II : 289-295.

TRICART J. - 1977 : Aperçus sur le quaternaire amazonien. Recherche françaises sur le quaternaire INQUA 1977. Supplément au *Bulletin AFEQ*, 1977-1, n°50 : 265-271.

TURENNE J.F. - 1975 : Mode d'humification et différenciation podzolique dans deux toposéquences guyanaises. *Thèse Sci. Nancy et mém. ORSTOM* , n°84, 173 p.

VEILLON L. - 1984 : Etude tridimensionnelle d'un système de transformation de la couverture ferrallitique sur série détritique de base en podzol dans la région d'ORGANABO. *Orstom*. Cayenne. Rapport de 2° année pédol. P221 : 48 p.

VEILLON L., SORIA-SOLANO B. - 1989 : Transition sol ferrallitique-podzol : Adaptation et variations de la végétation. Cas d'une terrasse sédimentaire de l'Ucayali (Pérou). *Cah. ORSTOM, sér. Pédol.* Vol. XXIV, n° 2, 1988 : 91-113.

WACKERMANN J.-M. - 1968 : Les faciès pétrographiques de la série de Mako dans les régions de Kanéméré et Mamakono (Sénégal Oriental). *ORSTOM*, centre de Dakar-Hann, 34 p. multig.

TABLE DES FIGURES

	Page
Fig. 1 :	Coupe géomorphologique de la Guyane (d'après Boulet - 1980) 2
Fig. 2 :	Guyane française - Localisation des stations météo et sites étudiés 6
Fig. 3 :	Carte géologique au 1/100 000 (d'après CHOUBERT - 1961 et BROUWER - 1962) 11
Fig. 4a :	Carte pédologique au 1/100 000 des sites étudiés (d'après ORSTOM - 1985) 14
Fig. 4b :	Carte du réseau hydrographique au 1/100 000 des sites étudiés (d'après I.G.N. 1/ 50 000) 15
Fig. 5 :	Organabo : Granulométrie des horizons de sub-surface et morphologie du site étudié 18
Fig. 6 :	Transect 1 (légende des horizons en annexe) 20
Fig. 7 :	Localisation des sites analysés en microscopie 21
Fig. 8 :	Localisation des sites analysés aux R.X. 21
Fig. 9 :	Horizon g1. Vue en microscopie optique 22
Fig. 10 :	Altérite (g1) - Néof ormation millimétriques de kaolinite 23
Fig. 11 :	Horizon e1 - Vue en microscopie optique 22
Fig. 12 :	Horizon d1. Vue en microscopie optique. Développement de la macroporosité et apparition d'une structure micro-agrégée du bas (b) vers le haut (a) de l'horizon. 24
Fig. 13 :	Transect 2 28
Fig. 14 :	Transect 3 29
Fig. 15 :	Profils granulométriques des fosses A, B et C du transect 1 32
Fig. 16 a :	Transect 1 : Courbes d'isovaleur d'argile 33
Fig. 16 b :	Transect 1 : Courbes d'isovaleur de sable grossier 34
Fig. 16 c :	Transect 1 : Courbes d'isovaleur de limon fin 35
Fig. 16 d :	Transect 1 : Courbes d'isovaleur de fer 35
Fig. 17 :	Localisation des échantillons analysés en granulométrie des sables 42
Fig. 18 :	Organabo - Vue en plan de la transformation de surface 47
Fig. 19 :	Organabo - Vue en plan de la transformation de profondeur 48
Fig. 20 :	Organabo - Vue en plan. Relation entre les transformations de surface et de profondeur 49
Fig. 21 :	Coupe schématique de l'évolution du transect 1 51
Fig. 22 :	Carte schématique d'évolution pédologique du plateau d'ORGANABO 53
Fig. 23 :	Petit Laussat - Vue en plan de l'unité de modelé 55
Fig. 24 :	Petit Laussat - Vue en plan de l'unité demodelé. Emplacement des transects et sondages 56
Fig. 25 :	Petit Laussat - Transect A - Coupe pédologique (moitié occidentale) 58
Fig. 26 :	Petit Laussat - Transect B - Coupe pédologique 61
Fig. 27a :	Transect A - Position des échantillons analysés en granulométrie 63
Fig. 27b :	Transect A - Courbes d'isovaleurs d'argile 64
Fig. 27c :	Transect A - Courbes d'isovaleurs de limon fin 67
Fig. 27d :	Transect A - Courbes d'isovaleurs de sable grossier 69
Fig. 28a :	Transect B - Positions des échantillons analysés en granulométrie 70
Fig. 28b :	Transect B - Courbes d'isovaleurs d'argile 71
Fig. 28c :	Transect B - Courbes d'isovaleurs de limon fin 72

Fig. 28d :	Transect B - Courbes d'isovaleurs de sable fin	73
Fig. 28e :	Transect B - Courbes d'isovaleurs de sable grossier	74
Fig. 28f :	Transect B - Courbes d'isovaleurs de refus	74
Fig. 28g :	Transect B - Courbes d'isovaleurs de fer	76
Fig. 29a :	Transect C - Position des échantillons analysés en granulométrie	77
Fig. 29b :	Transect C - Courbes d'isovaleur d'argile	78
Fig. 29c :	Transect C - Courbes d'isovaleur de limon fin	79
Fig. 29d :	Transect C - Courbes d'isovaleur de sable fin	80
Fig. 29e :	Transect C - Courbes d'isovaleur de sable grossier	81
Fig. 30 :	Courbes d'isodifférenciation liées au podzol	85
Fig. 31 :	Courbes d'isodifférenciation liées au magasin de nappe	87
Fig. 32 :	Courbes d'isodifférenciation liées au versant et à l'aval	89
Fig. 33 :	Localisation des échantillons analysés en granulométrie des sables	92
Fig. 34 :	Schéma de fonctionnement du plateau d'ORGANABO	110
Fig. 35 :	Schéma de fonctionnement du plateau de Petit Laussat	111
Fig. 36 :	Localisation des sondages étudiés	114
Fig. 37 :	Diffractogrammes R.X d'échantillons du versant	115
Fig. 38 :	Gibbsitisation de l'altérite	116
Fig. 39 :	Altération d'une muscovite sur le versant	117
Fig. 40 :	Altération de la staurotide sur le versant	118
Fig. 41 :	Altération d'une kaolinite sur le versant	119
Fig. 42 :	Destruction des nodules gibbsitiques	120
Fig. 43 :	Kaolinite relique dans l'horizon pédoturbé de versant	120
Fig. 44 :	Trajet géochimique de la nodulation du sommet de l'altérite	122
Fig. 45 :	Localisation des sondages étudiés sur le plateau	123
Fig. 46 :	Passage du versant au plateau - Trajet géochimique	123
Fig. 47 :	Diffractogrammes R.X. du plateau	124
Fig. 48 :	Kaolinite macrocristalline au sommet de l'altérite du plateau	125
Fig. 49 :	Nodule blanc persillé de rouge en formation	125
Fig. 50 :	Filon de quartz dans un nodule blanc persillé de rouge	126
Fig. 51 :	Destruction du nodule blanc persillé de rouge	128
Fig. 52 :	Staurotide abritant dans une fissure une relique de nodule blanc persillé de rouge	129
Fig. 53 :	Destruction des nodules rouges friables	130
Fig. 54 :	Cutane doré	131
Fig. 55 :	Altération d'une staurotide sur le plateau	133
Fig. 56 :	Localisation des sondages étudiés sur le puits et le podzol	135
Fig. 57 :	Diffractogramme R.X. de la transition au podzol	136
Fig. 58 :	Départ du plasma précédant la podzolisation	136
Fig. 59 :	Néoformations de kaolinite au sommet de l'altérite, près du podzol	137
Fig. 60 :	Filons de quartz au sommet de l'altérite, près du podzol	137
Fig. 61 :	Volumes pédoturbés dans l'altérite, près du podzol	138
Fig. 62 :	Structure du fond matriciel dans le puits	139
Fig. 63 :	Assemblage des quartz dans la lentille sableuse	140
Fig. 64 :	Trajets géochimiques de l'altération d'une staurotide sur le plateau	141
Fig. 65 :	Localisation du sondage étudié à l'aval	142
Fig. 66 :	Empilement des grains de squelette à l'aval	143
Fig. 67 :	Schéma de l'évolution minéralogique du plateau de Petit Laussat	145
Fig. 68 :	Schéma des recombinaisons géochimiques affectant le profil de versant lors de sa descente dans le modelé	147
Fig. 69 :	Schéma des recombinaisons géochimiques affectant le profil de plateau lors de sa descente dans le modelé - a) avant l'installation des transformations latérales b) après l'installation de ces transformations	149

Fig. 70 :	Schéma des recombinaisons géochimiques affectant le profil de plateau lors de la podzolisation	151
Fig. 71 :	Extinction de la pédogenèse ferrallitique lors de la descente de la couverture pédologique	155
Fig. 72 :	Evolution schématique du profil ferrallitique de plateau en fonction des vitesses respectives des fronts de transformation	156
Fig. 73 :	Interprétation du sommet de l'altérite en volume relictuel	159
Fig. 74 :	Vue en coupe de transects sur la carte des plateaux septentrionaux	162
Fig. 75 :	Vue en plan du podzol sur la carte hydrographique des plateaux de Guyane septentrionale	163

LISTE DES TABLEAUX

	page
Tableau 1 : Données climatiques	8
Tableau 2 : Composition chimique des différentes phases du nodule blanc persillé de rouge	126
Tableau 3 : Composition chimique de différentes phases du plateau	132

TABLE DES DIAGRAMMES

	page	
Diagramme 1 :	St Laurent - Température moyenne et pluviométrie mensuelle	7
Diagramme 2 a et b:	Spectre granulométriques A-440 et A-360	36
Diagramme 3 :	Fosse A. Spectre granulométrique (e2)	37
Diagramme 4 :	Rapport magasin de nappe/altérite	38
Diagramme 5 :	Fosse A. Spectre granulométrique (d1)	39
Diagramme 6 :	Rapport des classes granulométriques	40
Diagramme 7 :	Spectre granulométrique de l'horizon (d1)	43
Diagramme 8 :	Spectre granulométrique de l'horizon (d1)	43
Diagramme 9 :	Spectre granulométrique (d2)	44
Diagramme 10 :	Spectre granulométrique du sondage 8 à 60 cm	45
Diagramme 11 :	Spectre granulométrique du sondage 2 à 20 cm	46
Diagramme 12 :	Spectre granulométrique altérite (e3)	93
Diagramme 13 :	Spectre granulométrique altérite à 520 cm	94
Diagramme 14 :	Spectre granulométrique (e3) à 400 cm	95
Diagramme 15 :	Spectre granulométrique du contact Altérite-Hz pédoturbé	96
Diagramme 16 :	Contact (e3)-(c2) : Rapport avec les horizons sous-jacents	97
Diagramme 17 :	Spectre granulométrique de l'altérite en C15	99
Diagramme 18 a :	Spectres granulométriques - Sondage C15	100
Diagramme 18 b :	Sondage C15 - Rapport des spectres à l'altérite A40-600	101
Diagramme 19 :	Spectre granulométrique B4-680 cm	102
Diagramme 20 :	B4 : Rapport de spectre	103
Diagramme 21 :	Spectres granulométriques B4-280 cm, B4-200 cm, B4-0 cm	104
Diagramme 22 :	Spectres granulométriques B4-200 cm, B8-240 cm	105
Diagramme 23 :	B8 : Rapport 200 cm/240 cm	106
Diagramme 24 :	Spectres granulométriques B8-120 cm, B8-80 cm, B8- 40 cm, B8-0 cm	107
Diagramme 25 :	Relation $Fe_2O_3-Al_2O_3$ dans les fissures rouges	127
Diagramme 25 :	Relation $Fe_2O_3-SiO_2$ dans les fissures rouges	127
Diagramme 26 :	Micro-nodules. Relation $Fe_2O_3-TiO_2$	130
Diagramme 27 :	Spectres granulométriques du sable blanc des deux carrières	166
Diagramme 28 :	Spectre granulométrique : Rapport pK 184 / altérite	167
Diagramme 29 :	Spectres granulométriques du sondage Bichou	168

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION.....	1
A)..... CONTEXTE DE L'ETUDE	1
B)..... PLAN DE L'ETUDE	4
I)..... PRESENTATION DU MILIEU	7
A)..... CLIMAT	7
1)..... Climat actuel	7
2)..... Paléo-climat	9
B)..... GEOLOGIE	10
C)..... PEDOLOGIE ET CHOIX DES SITES	12
II)..... ORGANABO	17
A)..... ETUDE DE l'unité de modelé	19
1)..... Transect 1	19
a)..... Le profil ferrallitique	19
b)..... Les deux transformations latérales	25
c)..... La podzolisation	27
2)..... Transect 2	28
3)..... Transect 3	29
4)..... Conclusion de l'étude morphologique des transects	30
B)..... ETUDE ANALYTIQUE	32
1)..... Profils granulométriques	32
2)..... Granulométrie et teneur en fer sur le transect 1	33
3)..... Répartition granulométrique des quartz	36
a)..... Profil A	36
b)..... Transect 4	42
C)..... ETUDE EN PLAN	46
1)..... Matière organique et transformation de surface	47
2)..... Transformation de profondeur	49
3) Relations entre les transformations de surface et de profondeur	49
D)..... CONCLUSION : ELEMENTS SUR L'EVOLUTION	
..... PODZOLISANTE DE LA ZONE	50
III)..... PETIT-LAUSSAT	55
A)..... ETUDE MORPHOLOGIQUE DES TRANSECTS	57
1)..... Le transect A : du versant au plateau	57
2)..... Le transect B : vers le podzol	60
B)..... ETUDE GRANULOMETRIQUE DES TRANSECTS	62
1)..... Transect A	62
a)..... Argile	65
b)..... Limon fin	66
c)..... Sable grossier	68
2)..... Transect B	70
a)..... Argile	71
b)..... Limon fin	72
c)..... Limon grossier	73

	d)	Sable fin	73
	e)	Sable grossier et fractions grossières	74
	f)	Fer	76
	3)	Transect C	76
	a)	Argile	78
	b)	Limon fin	79
	c)	Limon grossier	79
	d)	Sable fin	80
	e)	Sable grossier	81
	4)	Rappel des unités mises en évidence	82
C)		ETUDE EN PLAN	84
	1)	Les courbes définissant le podzol	84
	2)	Les courbes définissant le magasin de nappe	86
	3)	Les courbes jalonnant les accumulations nodulaires du versant	89
	4)	Organisation du système aval	91
D)		ETUDE DES SPECTRES GRANULOMETRIQUES	91
	1)	Le versant	93
	2)	Le plateau	99
	3)	Le podzol	104
	4)	Conclusions de l'étude des spectres granulométriques	107
E)		CARACTERISATION CHIMIQUE ET MINERALOGIQUE	
		DES UNITES MISES EN EVIDENCE	113
	1)	Le versant	113
	a)	Observations	113
	b)	Conclusions	121
	2)	Le plateau	122
	a)	Observations	122
	b)	Conclusions	134
	3)	Le podzol	135
	a)	Observations	135
	b)	Conclusions	138
	4)	Le puits	139
	a)	Observations	139
	b)	Conclusions	141
	5)	L'aval	142
	a)	Observations	142
	b)	Conclusions	143
	6)	Evolution minéralogique du plateau	143
IV)		CONCLUSION : INTERPRETATION REGIONALE	147
	1)	Les différentes étapes de la mise en place	
		du système de transformation	147
	a)	Evolution du versant	147
	b)	Profil du plateau	149
	c)	Profil du podzol (centre du plateau)	151
	2)	Origine des déséquilibres	152
	a)	Les deux hypothèses d'ORGANABO	152
	b)	Exploration de plusieurs schémas de déséquilibre	155
	c)	Choix d'une hypothèse	157
	3)	Apports sur l'évolution régionale	161
	a)	Observations des cartes	161
	b)	Observations sur carrières	165
	c)	Relation avec le sédiment surinamien (Zanderij)	168
	4)	Conclusions	170

BIBLIOGRAPHIE	175
TABLE DES FIGURES	181
Liste des tableaux	185
TABLE DES DIAGRAMMES	187

Légende des horizons des sites Organabo et Petit-Laussat

Horizons de surface (0-50 cm)

- a1** : Brun foncé à brun 10YR3/3 à 4/3, devenant brun jaunâtre à hétérogénéité peu contrastée 10YR5/4 et 5/8 en profondeur. SA à AS. Sur les plateaux et versants à pente faible.
- a2** : Brun jaunâtre foncé 10YR4/4 devenant brun vif à brun jaunâtre 8,75YR5/7-5/8 en profondeur, homogène, AS à A. Sur le haut et au milieu des versants à pente forte.
- a3** : Brun jaunâtre à brun vif 10YR à 7,5YR5/5-5/7, A à AS ; pas de caractères hydromorphes marqués. Sur les bas de versants, quand les caractères altéritiques apparaissent plus près de la surface, horizon plus jaune que **a1** et **a2**.
- a4** : Brun foncé à brun 10YR4/3 à 5/4 devenant légèrement verdâtre vers l'aval. Caractères hydromorphes (taches, filons ocres, traînées grises). Sur les bas de versants.
- a5** : Brun jaunâtre foncé 10YR4,5/4 homogène, SA, devenant brun grisâtre foncé 10YR4/2,5 à 4,5/3,5, S, avec traînées plus foncées vers le podzol. Sur le passage au podzol.
- a6** : Brun foncé 10YR3/2, sableux, matière organique mal décomposée. Sur le podzol.

Horizons de moyenne profondeur (dont le maximum de coloration et d'argile est à la base)

- b1** : Brun vif 8,75 à 7,5YR5/8-6/8 devenant rouge jaunâtre 5YR5/8 en profondeur. A passant à SA-AS vers le podzol, transition inférieure diffuse. Sur les plateaux et versants à pente faible.
- b2** : Brun vif 7,5YR5/8, homogène, A, transition inférieure par interpénétrations peu contrastées. Sur les versants, plus vivement coloré que **b1**.
- b3** : Brun vif 7,5YR5/8 avec traînées centimétriques jaune pâle. Sur les bas de versants.
- b4** : Jaune brunâtre 10YR7/8-6/8 humide, brun très pâle 10YR8/4 à l'état sec. A-AS. Sur les bas de versants.
- b5** : Jaune brunâtre à jaune 8,75 à 10YR6/8-7/8 ; SA devenant S vers le podzol. Sur la transition au podzol.
- b6** : 5YR5/8 à 2,5YR5/8, sableux.
- b7** : Brun vif 7,5YR5/8, sableux, prolonge **b5** au contact du podzol.

Horizons de profondeur (devenant plus sableux, plus rouge et plus clair en profondeur)

- c1** : Rouge jaunâtre 5YR5/8. A devenant AS-SA vers le podzol et la profondeur. Sur les plateaux et versants à pente faible.
- c2** : Rouge jaunâtre 5YR5/8, plus vif que **c1**, A. Sur les versants.
- c3** : Rouge jaunâtre 5YR5/8 avec volumes centimétriques plus jaunes, en traînées. A. Quelques nodules violacés rouge terne.

Horizons de profondeur (les plus sableux de la séquence verticale. transition inférieure progressive par augmentation du plasma vers les horizons à toucher sériciteux)

- d1** : Jaune rougeâtre 5YR7/8, SA-S, sur les plateaux.
- d2** : Sable assez fin à couleur variable, rouge à brun très pâle en variations décimétriques. Sur les plateaux.
- d3** : Rouge 2,5YR4/8, SA-S. Sur les bords des plateaux, plus rouge que **d1**.
- d4** : Jaune clair 10YR7/6 avec traînées légèrement plus rouges et volumes rouges délavés. AS-SA. Dans les fonds de vallée.
- d5** : Couleur variable, hétérogénéité décimétrique de jaune 10YR7/8 à rouge 5YR5/8 ; S-SA à sable assez grossier. Sur le passage au podzol.
- d6** : Rouge jaunâtre 5YR5/8-6/8 avec traînées décimétriques plus rouges et plus brunes contrastées.

Horizons de profondeur (moins profonds sur les versants, à traits hérités de l'altérite : lithoreliques et micas)

- e1 : Hétérogénéité décimétrique de rouge clair à blanc jaunâtre, volumes centimétriques rouge sombre à persillage blanc, volumes centimétriques plus blancs à fond matriciel plus abondant. SA à % d'argile augmentant en profondeur. Plus clair sous les horizons d2 et vers le podzol. Sur le plateau et les versants.
- e2 : Rouge 2,5YR5/8 avec volumes centimétriques rouge sombre à persillage blanc, AS-SA. Sur le bord du plateau.
- e3 : Variabilité lithorelictuelle forte : rouge 2,5YR à rouge jaunâtre 5YR5/8, nodules centimétriques rouge terne et éventuellement nodules gibbsitiques blanc jaunâtre ; micas plus ou moins abondants. Sur les versants à pentes fortes.
- e4 : Rouge jaunâtre 5YR5/8 humide, et rose 5YR7/4 sec ; nodules centimétriques violet foncé et clair, à persillage blanc, non indurés. La phase blanche est plus compacte, par traînées. Sur les versants à pente faible.
- e5 : Jaune rougeâtre 7,5YR6/8 à jaune 10YR7/8 avec volumes centimétriques nodulaires rouge sombre à persillage blanc, éventuellement volumes millimétriques de plasma porcelané blanc en profondeur. Sur les versants à pente faible.
- e6 : Jaune à jaune brunâtre 2,5YR5/8 à 10YR6/8, hétérogénéités centimétriques peu contrastées. Volumes centimétriques gris isaltéritiques. Devient plus pâle et plus verdâtre vers l'aval. Sur les bas de versants.
- e7 : altérite grise ou brune. Au pied du versant.
- e8 : Blanc grisâtre à volumes rouges 2,5YR5/8, brun très pâle 10YR8/4 et violets. Argileux.
- e9 : Id. e8 avec un squelette riche en quartz "fumés".

Horizons divers

- f1 : Brun à brun foncé 10YR4/3, plus foncé que les horizons sus et sous-jacents. Bh de moyenne profondeur.
- f2 : Brun foncé à brun noirâtre, avec volumes centimétriques plus durs vers le sable blanc, S. Sur le passage au podzol. Bh et Bhfe.
- f3 : Juxtaposition centimétrique de jaune brunâtre 10YR6/7 et de jaune rougeâtre 7,5YR6/8. Sur le passage au podzol. Bfe.
- f4 : Sable blanc. A2.
- f5 : Fond de vallée.
- f6 : Sables gris (10 à 7,5YR5/2-4/2) liés au podzol.

Horizons liés à l'hydromorphie du thalweg

- g : Gris, sableux.
- n : Noir, sableux.

TABLE DES ANNEXES

Annexe 1 :	Méthodes d'analyse	b
Annexe 2 :	Légende des horizons d'ORGANABO	e
	Légende des horizons de Petit Laussat	f
Annexe 3 :	Description morphologique des fosses	
	Organabo - Fosse A	h
	Organabo - Fosse B	j
	Organabo - Fosse C	k
	Petit Laussat - Fosse TA1	n
	Petit Laussat - Fosse TA2	o
	Petit Laussat - Fosse TA3	r
	Petit Laussat - Fosse SC5	s
Annexe 4 :	Analyses physico-chimiques des fosses	
	Organabo - Fosse A	u
	Organabo - Fosse B	v
	Organabo - Fosse C	w
Annexe 5 :	Analyses granulométriques des transects	
	Organabo - Transect 1	x
	Petit Laussat - Transect B	cc
	Petit Laussat - Transect B (fer)	ff
	Petit Laussat - Transect A	hh
	Petit Laussat - Transect C	jj
	Petit Laussat - Transect D	ll
Annexe 6 :	Spectres granulométriques des sables	
	Organabo - Fosse A	nn
	Organabo - Transect 4 : 14, 10, 8, 5, 2 et 1	oo
	Petit Laussat - Transect A : 40 et 39	rr
	Petit Laussat - Transect C : 15	tt
	Petit Laussat - Transect B : 4 et 8	tt
	pK 184	vv
	Sondage BRGM - Bichou	vv
Annexe 7 :	Analyses à la microsonde - Petit Laussat	
	Plasma rouge des horizons pédoturbés de versant	xx
	Plasma jaune des horizons pédoturbés de plateau	yy
	Plasma (gris) du sommet de l'altérite	zz
	Plasma (brun à gris) du magasin de nappe	aaa
	Cutanes dorés du magasin de nappe	bbb
	Plasma ferrugineux des nodules de versant	ccc
	Nodules blancs persillés de rouge :	
	- fissure rouge	eee
	- plasma gris lissé loin des vides	eee
	Micro-nodules riches en titane	fff
	Nodules gibbsitiques sains et altérés	ggg
	Kaolinites saines et altérées	hhh
	Muscovites saines et altérées	iii
	Staurotides saines et altérées	jjj

ANNEXE I

Méthodes d'analyse

Etudes de terrain :

Elles ont été réalisées selon les méthodes décrites par BOULET et al. (1982 a et b).

Pour résumer, l'analyse tridimensionnelle comprend les étapes suivantes :

- Choix d'une unité de modelé représentative de la zone (sur la base de documents disponibles : cartes topographiques, géologiques, pédologiques, reconnaissance préalable...);
- Etude de plusieurs transects traversant l'unité de modelé et permettant d'appréhender la totalité de la différenciation pédologique existante ;
- Observations détaillées des limites, afin d'établir l'existence éventuelle de relations génétiques entre les volumes pédologiques ;
- Prélèvement d'échantillons caractéristiques des volumes ou de leurs transformations ;
- Cartographie en plan des organisations pédologiques les plus significatives, et étude de leurs relations géométriques.

Etudes de laboratoires :

Les analyses chimiques ont été faites au laboratoire ORSTOM de Cayenne.

Le pH est mesuré sur un échantillon de sol en suspension dans une solution d'eau distillée rebouillie (dans un rapport de 1/2,5) pour le pH H₂O puis dans une solution KCl N pour le pH KCl.

Le fer total est déterminé par titrage au Cr₂O₇.

La capacité d'échange est déterminée par saturation CaCl₂ à pH7 et désaturation au KNO₃ à pH7.

Les bases échangeables (Ca, Mg, Na, K) sont extraites à pH7 par échange à l'acétate d'ammonium puis mesurées par spectrophotométrie d'absorption.

Les bases totales sont extraites à l'acide nitrique concentré et bouillant, puis mesurées par spectrophotométrie d'absorption.

L'azote est déterminé par la méthode Kjeldhal.

Le carbone est déterminé par la méthode Walkley et Black (oxydation de la matière organique par du bichromate de potassium puis titrage de l'excès de bichromate au sel de Mohr).

La silice, le fer et l'aluminium totaux ont été déterminés dans certains cas (précisés dans le texte) par analyse triacide.

Les analyses granulométriques ont été faites au laboratoire ORSTOM de Cayenne.

La matière organique est éventuellement détruite à H₂O₂. L'échantillon est ensuite dispersé à l'hexamétaphosphate de sodium, passé aux ultra-sons (20kHz, 10 mn). Les fractions fines sont mesurées par la méthode de la pipette de Robinson.

Les limites des fractions granulométriques de la fraction fine sont les suivantes :

- Argile 0-2 µm
- Limon fin 2-20 µm
- Limon grossier 20-50 µm
- Sable fin 50-200 µm
- Sable grossier 200-2000 µm
- Refus >2000 µm

Les analyses granulométriques des sables ont été réalisées au laboratoire ORSTOM de Cayenne.

L'analyse granulométrique des sables de la fraction fine (< 2000 µm) comprend seize tamis dont les mailles sont les suivantes :

1600-1260-1000-800-630-500-400-315-250-200-160-125-100-80-63-50 (µm).

Certaines analyses (notamment sur le site d'ORGANABO) n'ont pas été faites avec tous les tamis.

Les analyses minéralogiques ont été réalisées au laboratoire ORSTOM de BONDY :

- pour les diffractogrammes R.X., sur échantillon broyés et séchés à l'air, puis passé au diffractomètre sous radiation Co alpha (600 W) ;
- pour les observations morphologiques au M.E.B. (Stéréoscan 2000) ;
- pour les analyses à la micro-sonde (par dispersion d'énergie, en semi-quantitatif), avec le Link System 860 Analyser.

Interpolations utilisées pour les isovaleurs de fractions granulométriques :

Logiciel SEMREG (Pierre MEINDRE et Laboratoire de pédologie ORSTOM-Cayenne, 1987)

Ce logiciel estime la valeur du paramètre considéré sur les noeuds d'une grille dont la maille est déterminée par l'utilisateur. Il utilise pour ce calcul le jeu de données fournies par l'utilisateur, les corrections d'échelle étant déjà réalisées. Deux types d'interpolation sont possibles.

Méthode des triangles

Le logiciel détermine pour chacun des points du réseau les trois points les plus proches dans l'échantillonnage initial. Tous les points de l'échantillonnage sont balayés. Sont retenus les trois dont la distance euclidienne au point calculé est la plus faible.

L'interpolation n'ayant de sens que si les points sont suffisamment proches, un seuil est introduit par l'utilisateur déterminant la distance maximale qu'il tolère pour la recherche des trois points. De plus, un test vérifie que les trois points choisis forment un triangle à l'intérieur duquel est situé le point calculé. Si ces deux conditions ne sont pas réunies, la valeur par défaut (zéro) est affecté au nœud du réseau.

L'interpolation se fait en calculant la cote z du point M (nœud du réseau) dans le plan défini par les trois points M1, M2, M3.

Soient les vecteurs M1M2 et M1M3. Leur produit vectoriel est un vecteur perpendiculaire au plan formé par les trois points et dont le produit scalaire avec M1M sera nul si et seulement si M appartient au plan (M1, M2, M3). Il suffit donc de résoudre l'équation :

$$M1M \cdot (M1M2 \wedge M1M3) = 0$$

soit :

$$\begin{vmatrix} x-x_1 & y-y_1 & z-z_1 \\ x_2-x_1 & y_2-y_1 & z_2-z_1 \\ x_3-x_1 & y_3-y_1 & z_3-z_1 \end{vmatrix} = 0$$

Méthode Newton

La cote z du nœud de réseau est calculée par interpolation de type gravitaire sur les cinq points les plus proches M_k . Un seuil de distance est demandé à l'utilisateur avant le calcul.

Pour le point M(x,y), on a :

$$z = \frac{\sum (z_k \times \sqrt{(x_k-x)^2 + (y_k-y)^2})}{\sum \sqrt{(x_k-x)^2 + (y_k-y)^2}} \quad \text{pour } k=1 \text{ à } 5$$

Cette méthode a été employée pour la plupart des isovaleurs calculées dans ce travail.

Une fois connue la valeur du paramètre en chaque nœud du réseau, il est facile de calculer les points d'intersection entre les courbes isovaleurs et la grille du réseau, par simple interpolation linéaire entre deux nœuds consécutifs.

Le tracé des isovaleurs est ensuite effectué maille après maille sur la totalité de l'aire demandée.

ANNEXE 2

Légende des horizons du site ORGANABO

Surface

- a1 : Horizon de surface, brun foncé à brun grisâtre foncé, peu épais (10 centimètres au maximum).
a2 : Mor.

Podzol

- b1 : Horizon blanchi de podzol, sableux.
b2 : Sables gris (10 à 7,5YR5/2-4/2) liés au podzol.
b3 : Bh de podzol (10YR4/2-3/2 etc...).
b4 : Alios de podzol. Brun rougeâtre foncé (5YR2,5/2 à 3/4), légèrement induré

Horizons de sub-surface

- c1 : 10YR4/4 à 4/6, texture variable, plutôt argileuse (AS ou A).
c2 : 10YR3/3 à 4/4, texture variable, plutôt sableuse (SA ou S), en général plus sableux que les horizons sous-jacents (série d).
c3 : Bh, légèrement plus sombre que les horizons sus-jacents (c2) et sous jacent (d2).

Horizons vifs médians

- d0 : 2,5YR5/8, assez homogène, A à AS.
d1 : 5YR5/8, assez homogène, A à SA.
d2 : 7,5YR5/8 à 10YR5/8, A à S.
d3 : 5YR5/8 à 2,5YR5/8, sableux.
d4 : Brun vif 7,5YR5/8, sableux, prolonge d2 au contact du podzol.
blancs sableux comparables à d'2.

Horizons hétérogènes brun jaunâtre

- e1 : 5YR5/8 à volumes jaunes 10YR8/8 et volumes violets d'aspect lithorelictuel.
e2 : 7,5YR4/6 à 5YR5/8 argileux, à réseau 10YR8/8 sableux.
e3 : 10YR6/8 à volumes centimétriques 2,5YR4/6 à 6/8 plus ou moins contrastés. Moins argileux que les horizons médians sus-jacents.

Horizons liés à la circulation d'eau

- f1 : Blanc, riche en kaolinite, AS.
f2 : Jaune pâle, sableux à graveleux, gorgé d'eau en saison des pluies.

Horizons liés à l'hydromorphie du thalweg

- g : Gris, sableux.
n : Noir, sableux.

Horizons profonds

- g1 : Blanc grisâtre à volumes rouges 2,5YR5/8, brun très pâle 10YR8/4 et violets. Argileux.
g2 : Id. g1 avec un squelette riche en quartz "fumés".

Légende des horizons du site Petit-Laussat

Horizons de surface (0-50 cm)

- a1 : Brun foncé à brun 10YR3/3 à 4/3, devenant brun jaunâtre à hétérogénéité peu contrastée 10YR5/4 et 5/8 en profondeur. SA à AS. Sur les plateaux et versants à pente faible.
- a2 : Brun jaunâtre foncé 10YR4/4 devenant brun vif à brun jaunâtre 8,75YR5/7-5/8 en profondeur, homogène, AS à A. Sur le haut et au milieu des versants à pente forte.
- a3 : Brun jaunâtre à brun vif 10YR à 7,5YR5/5-5/7, A à AS ; pas de caractères hydromorphes marqués. Sur les bas de versants, quand les caractères altéritiques apparaissent plus près de la surface, horizon plus jaune que a1 et a2.
- a4 : Brun foncé à brun 10YR4/3 à 5/4 devenant légèrement verdâtre vers l'aval. Caractères hydromorphes (taches, filons ocres, traînées grises). Sur les bas de versants.
- a5 : Brun jaunâtre foncé 10YR4,5/4 homogène, SA, devenant brun grisâtre foncé 10YR4/2,5 à 4,5/3,5, S, avec traînées plus foncées vers le podzol. Sur le passage au podzol.
- a6 : Brun foncé 10YR3/2, sableux, matière organique mal décomposée. Sur le podzol.

Horizons de moyenne profondeur (dont le maximum de coloration et d'argile est à la base)

- b1 : Brun vif 8,75 à 7,5YR5/8-6/8 devenant rouge jaunâtre 5YR5/8 en profondeur. A passant à SA-AS vers le podzol, transition inférieure diffuse. Sur les plateaux et versants à pente faible.
- b2 : Brun vif 7,5YR5/8, homogène, A, transition inférieure par interpénétrations peu contrastées. Sur les versants, plus vivement coloré que b1.
- b3 : Brun vif 7,5YR5/8 avec traînées centimétriques jaune pâle. Sur les bas de versants.
- b4 : Jaune brunâtre 10YR7/8-6/8 humide, brun très pâle 10YR8/4 à l'état sec. A-AS. Sur les bas de versants.
- b5 : Jaune brunâtre à jaune 8,75 à 10YR6/8-7/8 ; SA devenant S vers le podzol. Sur la transition au podzol.

Horizons de profondeur (devenant plus sableux, plus rouge et plus clair en profondeur)

- c1 : Rouge jaunâtre 5YR5/8. A devenant AS-SA vers le podzol et la profondeur. Sur les plateaux et versants à pente faible.
- c2 : Rouge jaunâtre 5YR5/8, plus vif que c1, A. Sur les versants.
- c3 : Rouge jaunâtre 5YR5/8 avec volumes centimétriques plus jaunes, en traînées. A. Quelques nodules violacés rouge terne.

Horizons de profondeur (les plus sableux de la séquence verticale. transition inférieure progressive par augmentation du plasma vers les horizons à toucher sériciteux)

- d1 : Jaune rougeâtre 5YR7/8, SA-S, sur les plateaux.
- d2 : Sable assez fin à couleur variable, rouge à brun très pâle en variations décimétriques. Sur les plateaux.
- d3 : Rouge 2,5YR4/8, SA-S. Sur les bords des plateaux, plus rouge que d1.
- d4 : Jaune clair 10YR7/6 avec traînées légèrement plus rouges et volumes rouges délavés. AS-SA. Dans les fonds de vallée.
- d5 : Couleur variable, hétérogénéité décimétrique de jaune 10YR7/8 à rouge 5YR5/8 ; S-SA à sable assez grossier. Sur le passage au podzol.
- d6 : Rouge jaunâtre 5YR5/8-6/8 avec traînées décimétriques plus rouges et plus brunes contrastées.

Horizons de profondeur (moins profonds sur les versants, à traits hérités de l'altérite : lithoreliques et micas)

- e1 : Hétérogénéité décimétrique de rouge clair à blanc jaunâtre, volumes centimétriques rouge sombre à persillage blanc, volumes centimétriques plus blancs à fond matriciel plus abondant. SA à % d'argile augmentant en profondeur. Plus clair sous les horizons d2 et vers le podzol. Sur le plateau et les versants.
- e2 : Rouge 2,5YR5/8 avec volumes centimétriques rouge sombre à persillage blanc, AS-SA. Sur le bord du plateau.

- e3 : Variabilité lithorelictuelle forte : rouge 2,5YR à rouge jaunâtre 5YR5/8, nodules centimétriques rouge terne et éventuellement nodules gibbsitiques blanc jaunâtre ; micas plus ou moins abondants. Sur les versants à pentes fortes.
- e4 : Rouge jaunâtre 5YR5/8 humide, et rose 5YR7/4 sec ; nodules centimétriques violet foncé et clair, à persillage blanc, non indurés. La phase blanche est plus compacte, par traînées. Sur les versants à pente faible.
- e5 : Jaune rougeâtre 7,5YR6/8 à jaune 10YR7/8 avec volumes centimétriques nodulaires rouge sombre à persillage blanc, éventuellement volumes millimétriques de plasma porcelané blanc en profondeur. Sur les versants à pente faible.
- e6 : Jaune à jaune brunâtre 2,5YR5/8 à 10YR6/8, hétérogénéités centimétriques peu contrastées. Volumes centimétriques gris isaltéritiques. Devient pluspâle et plus verdâtre vers l'aval. Sur les bas de versants.
- e7 : altérite grise ou brune. Au pied du versant.

Horizons divers

- f1 : Brun à brun foncé 10YR4/3, plus foncé que les horizons sus et sous-jacents. Bh de moyenne profondeur.
- f2 : Brun foncé à brun noirâtre, avec volumes centimétriques plus durs vers le sable blanc, S. Sur le passage au podzol. Bh et Bhfe.
- f3 : Juxtaposition centimétrique de jaune brunâtre 10YR6/7 et de jaune rougeâtre 7,5YR6/8. Sur le passage au podzol. Bfe.
- f4 : Sable blanc. A2.
- f5 : Fond de vallée.

ANNEXE 3

Description morphologique

Organabo - Fosses

Fosse A

- 440-400/380 cm : Fond blanc 10YR8/2 à volumes verticaux anastomosés, de largeur centimétrique, de hauteur allant du décimètre ou pouvant même parfois traverser l'horizon, de couleur rouge 2,5YR4/8 avec un contraste fort et une transition brun très pâle 10YR8/4 diffuse sur quelques millimètres. Limite rouge-brun très pâle assez tranchée. Limite brun très pâle-blanc diffuse. Les volumes rouges sont piquetés de points blancs millimétriques et plus petits, d'aspect porcelané. On trouve de ces points blancs dans les phases blanches et brun très pâle. Les volumes blancs les plus vastes ont parfois un cœur plus gris (8/2) et plus humide. Texture entre argileuse et argilo-sableuse. Structure massive à débit selon les faces structurales peu nettes brun très pâle. Pas de racines. Porosité lacunaire fine, peu abondante.
- 400/380-300 cm : Transition progressive par augmentation de la phase brun très pâle 10YR8/3 au détriment de la phase blanche. La phase rouge 2,5YR4/8 semble stationnaire. Organisation semblable à celle de l'horizon précédent avec une nette dominance du jaune 10YR8/6 sur le blanc. La limite varie sur vingt centimètres entre les deux horizons selon l'importance du blanc dans les domaines verticaux. Le blanc est au cœur de la phase jaune. Il n'y a pas de volumes blanc porcelané. Texture argileuse à argilo-sableuse semblable à celle de l'horizon précédent. Structure massive, sous-structure polyédrique moyenne à fine (plus nette que dans l'horizon précédent). Porosité visible peu nette, probablement inter-agrégat. Pas de racines.
- 300-230 cm : Transition très progressive. Rouge 2,5YR4/8 dominant parsemé de volumes centimétriques plus ou moins tubulaires avec un cœur jaune rougeâtre 7,5YR4/8 et un cortex brun très pâle 10YR8/4, la phase rouge étant traversée par des filons jaunes 10YR7/8 à cœur blanc (identiques à ceux de l'horizon sous-jacent) avec des ponctuations blanc porcelané. Ces filons disparaissent presque totalement vers le haut de l'horizon. Ils contiennent des volumes violacés centimétriques et parfois des poches riches en cristaux noirs. Texture argileuse à argilo-sableuse. Pas de porosité visible. Structure massive.
- 230-200 cm : Transition rapide avec un contraste de couleur moyen. Fond rouge 2,5YR5/8 et 4/8 avec volumes centimétriques jaunes 10YR8/4 à 8/6 peu nombreux. Différence énorme de toucher au couteau avec l'horizon sous-jacent. Limite irrégulière : on trouve des poches de

- cet horizon dans le niveau précédent. Très nombreux graviers de quartz qui sont irrégulièrement répartis. Texture argileuse entre les graviers, sables et cailloux de quartz qui sont jointifs par endroits. Structure particulière à sur-structure massive. Pas de porosité visible.
- 200-100 cm : Transition rapide par diminution du nombre de graviers. Très légèrement hétérogène rouge/rouge brun 3,75YR4/8. Texture argileuse avec des graviers répartis dans la matrice. Structure polyédrique angulaire moyenne à structure massive. Porosité tubulaire visible plus élevée que dans l'horizon sous-jacent. Enracinement présent. Cet horizon est traversé par un puits bien contrasté, plus jaune que le plasma environnant, d'une largeur de dix centimètres, et de hauteur d'au moins cinquante centimètres.
- 100-50 cm : Contraste faible à moyen. Transition progressive. Très légèrement hétérogène 5YR6/8 à 5/8. Texture argileuse. Structure polyédrique angulaire plus nette que dans l'horizon sous-jacent. Porosité tubulaire macroscopique présente, semble inférieure à celle de l'horizon sous-jacent. Enracinement présent.
- 50-0 cm : Transition par interpénétrations centimétriques sur dix centimètres vers les horizons humifères avec un léger Bh autour de 30 cm de profondeur. Brun vif 7,5YR5/6 à 40 cm, 10YR4/4 à 30 cm et id. (légèrement plus clair) à 20 cm. Structure de plus en plus pénétrable au couteau vers le haut. Micro-agrégation et porosité tubulaire et inter-agrégat augmentant vers le haut de l'horizon. teneur en sable croît vers le haut de l'horizon. Enracinement très important dans les vingt premiers centimètres. Humide sans être gorgé d'eau.

Fosse B

- 0 cm : litière peu épaisse
- 0-3 cm : horizon organique (10YR3/3). Très nombreuses racines, débris végétaux et matière fine.
- 3-17 cm : 10YR4,5/4. SA-AS, grumeleux à polyédrique fin. Porosité macroscopique assez importante. Enracinement élevé. Agrégats retenus par le chevelu racinaire.
- 17-40 cm : Transition progressive, contraste moyen. 10YR5,5/6. AS. Structure grumeleuse, porosité macroscopique tubulaire et inter-agrégats assez élevée. Racines assez nombreuses.
- 40-100 cm : Couleur vive rougissant progressivement vers le bas, de 7,5YR5/8 vers 40 cm à 3,75YR5/8 à 100 cm. Texture argileuse. Structure massive à débit polyédrique fin. Porosité macroscopique tubulaire moyennement importante. Vers le bas, le matériau est plus compact. Présence de grosses racines.
- 100-240 cm : Très rouge. Argileux en haut. Progressivement plus sableux (AS voire AS-SA) à la base. Le couteau crisse. Apparition de quelques volumes centimétriques délavés très peu contrastés. Structure polyédrique grossière (se débite selon faces structurales verticales) vers 170 cm, passant à la base de l'horizon à peu nette à débit polyédrique moyen (centimétrique). Porosité visible abondante.
- 240-270 cm : Fond jaune rougeâtre 5YR6/8 à volumes brun très pâle 10YR8/4 pluri-centimétriques, sub-verticaux. Filons riches en graviers de

quartz et cailloux de quartz friable (plus autres minéraux noirs).
 Texture plus argileuse (AS) ailleurs.
 270 cm et plus : Transition rapide et progressive. le rouge décroît, le fond pâle augmente et devient plus gris. Fond blanc 10YR8/2 à volumes jaune brunâtre 10YR6/8 (et plus vif) centimétriques, et quelques volumes violets centimétriques non indurés. A à AS. Il existe de nombreux filons et poches décimétriques de quartz plus ou moins friables et de cristaux noirs (aspect caramel). Structure massive à débit polyédrique fin à moyen. Sur les faces structurales plus ou moins bien marquées, on observe parfois des faces ferrugineuses avec des revêtements blancs d'argile (kaolinite ?). Porosité peu abondante, matériau frais en saison sèche. Arrêt de la fosse à 4 mètres. Arrêt des prélèvements micromorphologique à 8,20 mètres.

Fosse C

0-2 cm : Feuilles peu décomposées, fibres, sables et peu d'argile. Rares sables lavés.

2-10 cm : Volumes centimétriques juxtaposés 10YR3/8 et 10YR4/4. Texture sableuse avec peu de matière fine. Les volumes clairs sont plus sableux. Structure polyédrique moyenne. Cassure irrégulière. Faible porosité macroscopique.

10-61 cm : Transition rapide par augmentation des volumes clairs 10YR3/3 à 4/4. Couleur très légèrement hétérogène (juxtaposition de volumes millimétriques très peu contrastés). Sableux avec un peu d'argile. Structure peu nette, massive à débit polyédrique fin. Porosité macroscopique tubulaire moyennement importante.

61-127 cm : Transition sur dix centimètres par interpénétrations de volumes centimétriques analogues aux horizons sous et sus-jacents. Horizon jaune rougeâtre 7,5YR6/8 homogène, SA. Structure massive à débit polyédrique grossier (décimétrique) selon des faces structurales sub-verticales irrégulières. Sous-structure polyédrique fine. Porosité macroscopique tubulaire et inter-agrégats plus élevée que dans l'horizon sus-jacent.

127- 190cm : Transition progressive par apparition de volumes centimétriques rouge 10YR6/8 avec volumes centimétriques organisés en filons verticaux (2,5YR4/8). SA. Structure plus cohérente que l'horizon sus-jacent, polyédrique fine à moyenne, à sur-structure polyédrique grossière. Porosité tubulaire analogue à celle de l'horizon sus-jacent.

190-220 cm : Fond jaune brunâtre 10YR6/8, volumes décimétriques rouge clair (et plus vif) 2,5YR6/8 sub-verticaux, contenant des poches centimétriques jaune brunâtre. Très légère auréole millimétrique rouille autour des volumes rouges. Sableux. Structure peu marquée à débit polyédrique centimétrique peu net. Matériau peu cohérent, légèrement plus induré dans les volumes rouge clair. Porosité visible abondante, tubulaire et intergranulaire.

220-280 cm : Transition progressive, contraste moyen sur 10 à 30 cm. Fond brun très pâle 10YR8/4. Volumes rouges organisés en filons verticaux de quelques dizaines de centimètres de profondeur, auréole brun jaunâtre sombre 10YR4/6 autour des volumes rouges (sur quelques centimètres, l'épaisseur des filons étant d'une

quinzaine de centimètres). Texture sableuse. Structure cohérente, particulière dans le fond clair, massive (à forte cohésion) dans les blocs rouges. La phase jaune est constituée de sables grossiers, avec de l'argile entre les particules, le tout gorgé d'eau. La phase rouge semble plus sèche. On trouve dans la phase jaune des volumes plus gris centimétriques et plus orange centimétriques peu contrastés. La nappe est à 280 cm de profondeur en octobre 1984.

N.B. : D'autres fosses ont été ouvertes et étudiées, dont les descriptions figurent en VEILLON (1984).

Petit Laussat - Fosses

Les descriptions de ces fosses sont de Yves LUCAS.

La fosse TA1 est située sur le transect A, à l'emplacement du sondage 6.

La fosse TA2 est située sur le transect A, à l'emplacement du sondage 1.

La fosse TA3 est située sur le transect A, à l'emplacement du sondage 2.

La fosse TC5 est située sur le transect 5, à l'emplacement du sondage 5.

Petit Laussat - Fosses

Les descriptions de ces fosses sont de Yves LUCAS.

La fosse TA1 est située sur le transect A, à l'emplacement du sondage 6.

La fosse TA2 est située sur le transect A, à l'emplacement du sondage 1.

La fosse TA3 est située sur le transect A, à l'emplacement du sondage 2.

La fosse TC5 est située sur le transect 5, à l'emplacement du sondage 5.

FOSSE TA1

Emplacement SA6.

Face aval

0-5 cm.:

Brun sombre ou brun jaunâtre sombre 10YR3,5/3,5. Sablo-argileux. Il n'y a pas de quartz transparents. Riche en matière organique (mais elle n'est pas noire).

5-30 cm.:

Brun jaunâtre 10YR5/8 à l'intérieur des agrégats, brun jaunâtre sombre 10YR4/5 sur les faces structurales. Structure polyédrique sub-angulaire (2-3 cm.) avec sous structure identique mais d'agrégats inférieurs à un centimètre. Porosité d'assemblage faible; porosité tubulaire et vacuolaire plus importante. Quelques rares quartz ferruginisés. Aucune micro-agrégation.

30-60 cm.:

Transition progressive vers un horizon brun vif 7,5YR5/8 argileux. Structure polyédrique peu nette. Porosité d'assemblage faible. Pores tubulaires larges et moyens. Porosité interstitielle importante: zones micro-agrégées.

Quelques nodules rouges violacés (5R3/4) avec ponctuations noires 5R3/1. L'extérieur du nodule est noir et devient rouge en grattant.

60-95 cm.:

Devient légèrement plus rouge en profondeur: rouge jaunâtre à brun vif 6,25YR5/8 à 70 cm. La structure est plus nette, et la porosité plus élevée: augmentation du nombre de pores tubulaires. La microagrégation est plus importante.

A 75 cm., apparition de nombreux graviers de quartz ferruginisés jaunes à auréoles rouges. Présence de nodules rouge violacé et de quelques nodules durs, blancs à persillage rouge ou blanc jaunâtre.

Matrice comparable à celle de l'horizon sus-jacent mais moins bien liée aux éléments grossiers qu'elle ne l'est dans les horizons sous-jacents.

95/100-110/150 cm.:

Transition graduelle.

Horizon plus rouge (jaune rougeâtre 5YR5/8). Structure polyédrique peu nette. Micro-agrégation importante. Pores tubulaires et porosité interstitielle abondante. La texture devient plus sableuse mais reste classé en argileux. quartz plus nombreux et plus grossiers.

Sols ferrallitiques et podzols

A la limite inférieure de cet horizon, les nodules jaunâtres sont toujours présents et bien intégrés dans le fond matriciel. A l'intérieur de ces nodules, les vides (micropores) ont une forme qui rappelle celles de minéraux.

Présence de morceaux de gros quartz ou de roches: zones à quartz limpides plus ou moins alignés.

Zones blanc jaunâtre denses à persillage diffus éventuel; zones oranges "microcavernicoles" présentant des transitions continues d'une part à la phase dense, d'autre part au fond matriciel.

Les cailloux et graviers sont nombreux, et deviennent de plus en plus liés au fond matriciel qui les interpénètre en profondeur.

110/150 cm. et plus:

Réseau de quartz à faces blanches plus ou moins cariées ou microcavernicoles, interpénétré d'un réseau de fond matriciel rouge 2,SYR4/6. Texture plus sableuse: la diminution du taux d'argile est effective en 30 cm.

Allure d'altérite plus ou moins épigénisée par le blanc compact et en voie de pédoplasation. Le caractère sec au toucher est peu visible sur cette fosse.

Face amont

L'organisation d'ensemble est la même que sur la face aval.

Les horizons jaunes à éléments grossiers peu nombreux descendent jusqu'à 90-95 cm.

90/95-110 cm.:

Horizon de concentrations nodulaires: quartz, nodules blancs durs associés à des quartz, nodules rouge violacé intégrant d'assez nombreux quartz.

110-140 cm.:

Plus bas, horizon plus rouge avec moins d'éléments grossiers, où le taux d'argile diminue.

Limite inférieure irrégulière où l'on ne trouve plus de nodules rouges violacés mais toujours des volumes blancs associés à du quartz.

140 cm. et plus:

Horizon à deux réseaux interpénétrés (fond matriciel et éléments grossiers). Cet horizon est plus ou moins riche en fond matriciel, selon des volumes décimétriques.

FOSSE TA2

0-5 cm.:

Brun foncé à brun-brun jaunâtre 10YR4/3 et 10YR3,5/4,5. Légèrement hétérogène à volumes millimétriques brun jaunâtre et volumes plus gris foncé. SA à AS. Structure polyédrique non angulaire, à faces mamelonnées, agrégats entre 2 mm. et 1 cm. Nombreuses racines, poreux à pores tubulaires fins et moyens; cohésion faible; assemblage assez compact cependant.

Transition de un à deux centimètres.

5-10 cm.:

Idem, légèrement plus clair 10YR4/4 et 5/6. Structure semblable, nette. Porosité forte. AS.

Transition par interpénétrations sur un à deux centimètres.

10-30 cm.:

Brun jaunâtre 10YR5/7. A à AS. Homogène; rares volumes diffus peu contrastés légèrement plus bruns. Structure massive à débit angulaire à taille variable jusqu'à 0,5-1 cm. Poreux, à pores tubulaires et vacuolaires fins à moyens. Faces structurales mamelonnées. Pas de micro-agrégation.

30-45 cm.:

Horizon légèrement plus foncé que le précédent, brun jaunâtre 10YR5/5 à 5/6. Structure, porosité identiques à celles du précédent. Faces structurales à orientations verticale et horizontale. Quelques volumes millimétriques plus vifs.

Transition diffuse par interpénétration.

45-110 cm.:

Horizon brun vif 7,5YR5/8, A (plus qu'au dessus). Homogène, rares volumes plus bruns en traînées d'origine biologique bien délimitées. Massif à débit polyédrique angulaire, de taille variable (millimétrique). Cohésion faible. Poreux à très poreux, à nombreux pores tubulaires fins. Le sable est plus poreux qu'au dessus. Devient légèrement plus rouge en profondeur; nombreuses plages millimétriques micro-agrégées.

Transition diffuse.

110-160 cm.:

Rouge jaunâtre 5YR5/8. A. Structure massive à débit anguleux jusqu'à 1 cm. environ. Faces structurales de grande taille (> 10 cm.) à orientation verticale (?). Poreux à pores tubulaires fins. Micro-agrégats dans des zones de un à deux millimètres sur les cassures (il y en a plutôt moins qu'au dessus). Cohésion faible. Quelques agrégats centimétriques beaucoup plus compacts, denses, sans porosité visible (origine biologique ?).

Transition diffuse.

160-240 cm.:

Plus rouge qu'au dessus, 3,75YR5/8. Structure massive à débit plus anguleux jusqu'au centimètre. A (plus de sable qu'au dessus ?). les zones micro-agrégées, présentes, semblent un peu moins nombreuses et les quartz un peu plus grossiers. Egalement quelques agrégats plus denses, homogènes, peu nombreux.

Rares volumes millimétriques légèrement plus jaunes liés à des quartz plus grossiers. Poreux à pores tubulaires fins et vacuolaires (moins nombreux). Frais.

Transition diffuse.

240-380 cm.:

Rouge 2,5YR4,5/8. A à AS. Structure prismatique à orientation verticale (5 à 10 cm. de longueur, 2 à 3 cm. de largeur). Porosité d'assemblage faible. Pores moins nombreux

qu'au dessus, vacuolaires ou intersticiels, liés à des quartz entassés (< 1 mm.). Quelques micro-agrégats peu nombreux.

Ensemble légèrement plus cohérent qu'au dessus, en tous cas plus compact. Moins humecté. Rares volumes millimétriques légèrement plus rouges liés à des quartz.

Rares volumes millimétriques à plasma jaune (fantôme ?). rares racines.

Cet horizon devient plus rouge et plus sableux en profondeur.

380 cm. et plus:

Très rouge. SA-AS. Quartz moyens limpides. Structure massive à débit prisantique (5x5x20 cm³), se brisant en plans horizontaux.

Certaines faces sont légèrement plus ternes (légèrement plus brunes) sans que l'on puisse voir de revêtements etc... (faces moins micro-brisées, plus micro-enduites). Porosité: pores tubulaires fins assez peu nombreux. Micro-structure "micro-brisée" (non micro-agrégée, non micro-enduite, mais micro-mamelonnée).

Quelques volumes millimétriques plus jaunes (7,5YR) sableux, liés aux vides (revêtements ?). L'un d'entre eux à effectivement une allure de revêtement.

Rares nodules gibbsitiques millimétriques indurés, blanc vif et rares nodules millimétriques rouge sombre plus ou moins indurés.

FOSSE TA3

0-12 cm. :

Horizon brun jaunâtre foncé 10YR4/4 hétérogène à juxtaposition millimétriques de volumes légèrement plus gris (10YR3,5/3,5) et de volumes 10YR4/4-5/6, l'ensemble devient progressivement plus clair (brun jaunâtre 10YR5/6) en profondeur. Structure polyédrique sub-angulaire nette centimétrique. SA-AS. Transition graduelle.

12-37 cm. :

Brun vif à brun jaunâtre 8,75YR5/6, homogène, massif à débit facile polyédrique angulaire. Agrégats de 1 à 5 mm. Très poreux à pores tubulaires et ??? nombreux. Racines etc... Faces mamelonnées. transition moins diffuse que précédemment.

37-175 cm. :

Brun vif 7,5YR5/8 devenant très progressivement rouge jaunâtre 5YR5/8 vers le bas.

Vers 60-70 cm. de profondeur:

Brun vif 7,5YR5/8, homogène, massif à débit angulaire à la demande, faces non mamelonnées comme plus haut, mais plus lisses. Parfois microstructurées à micro-agrégats nombreux, sans faces micro-lissées.

Très poreux à poreux. Pores tubulaires inférieurs à cinq millimètres, quelques uns jusqu'à un millimètre.

Argileux.

Très friable. Rares quartz plus grossiers.

Vers 140 cm. de profondeur: même description mais couleur 5YR5/8, porosité plus fine. L'ensemble paraît plus régulier et plus fin. Toujours argileux mais légèrement plus de sables.

175-200 cm. :

Devient plus rouge en dix centimètres: 3,75YR5/8, homogène. A, mais beaucoup plus de sables qu'au dessus. Structure polyédrique angulaire peu nette à tendance massive, mais très différent d'au dessus: se fragmente facilement en agrégats anguleux, contournés de 1 à 2 cm. puis inférieurs à 0,5 cm., avec des accidents qui sont soit des nodules indurés, soit des zones à plasma plus cohérent. Pas de différence extérieure des nodules. L'ensemble semble légèrement moins poreux qu'au dessus. Moins de pores tubulaires.

Présence de nodules, rares de 185 à 190 cm., nombreux au dessous, 10R3/3 rouge sombre avec plages millimétriques à plasma plus fin rouge 10R4/6, quartz. Assemblage porphyrosquelique assez quartzueux, pas de cuticules.

Présence de plages à plasma jaune brunâtre 10YR6/8, interpénétré de fond matriciel, semblent en disparition, peu nombreuses (relique de TA3-150 en lame).

200-225 cm. et plus:

AS, quartz plus grossiers, nombreux. Structure polyédrique angulaire à tendance massive plus régulière qu'au dessus (moins d'accidents). Quelques pores tubulaires fins (pas très poreux ?). Quartz bien visibles.

Sols ferrallitiques et podzols

Petits volumes millimétriques violacés comme au dessus, mais il y a en plus des taches et des petits volumes millimétriques peu contrastés légèrement plus jaunes interpénétrés, très peu contrastés.

Petits nodules rouge sombre, durs, peu nombreux. Quelques uns ont une pâte très fine (sans aucun quartz).

Fosse TC 5

A l'emplacement de SCS.

Niveau de l'eau à 465 cm.

Description de bas en haut:

465-435 cm.:

Ensemble rouge jaunâtre avec texture SA-AS. Porosité visible faible, plasma micro-enduit avec micro-faces courbes, quelques minéraux noirs plus ou moins cubiques.

Volumes centimétriques blancs, contrastés, de forme irrégulière, à orientation verticale, sans porosité visible, à cassure plus conchoïdale, à limite le plus souvent nette avec le fond matriciel rouge mais quelquefois micro-interpénétrée. Ces volumes diminuent vers le bas alors qu'apparaissent des volumes centimétriques plus jaunes: voir plus loin.

Vers le haut (à 435 cm.), cet horizon devient plus sableux.

Transition sur cinq centimètres.

435-425/430 cm.:

De bas en haut, on voit l'apparition dans la phase rouge jaunâtre puis dans la phase blanche d'une ponctuation blanc jaunâtre, alors que l'assemblage paraît moins compact.

Dans l'ensemble, le squelette quartzueux et les minéraux noirs augmentent.

C'est à ce niveau que l'on observe une ligne horizontale discontinue de gros cailloux de quartz anguleux pouvant atteindre 5-10 cm. Ces cailloux de quartz ne sont pas à la base des fractions les plus sableuses (décrites ci après) : on a encore au dessus 5 cm. de sable argileux (SA) comme décrit ci-dessus.

425/430 à 380 cm.:

On a un horizon discontinu S_a à sable fin à moyen, avec des minéraux noirs et quelques gros quartz peu nombreux.

la transition à partir du bas est progressive, les différences de couleurs demeurent malgré le blanc qui augmente. Fond blanc à traînées verticales rouge jaunâtre, avec micro-coloration (ponctuations blanches salissant les quartz) généralisée, et porosité intergranulaire forte.

Cet horizon apparait par poches métriques sur ce profil. Sous ces poches, le lit de gros cailloux quartzueux est légèrement plus important.

En dehors de cet horizon, le fond matriciel est rouge assez vif, homogène, S-SA (sans volumes blancs), à quartz moyens et fins et quelquefois grossiers.

380-365 cm.:

Rouge assez homogène à quartz moyens et rares quartz plus grossiers, S-SA. L'argile augmente légèrement vers le

haut. Porosité tubulaire peu nette, intergranulaire plus visible. Quelques grosses traînées centimétriques plus rouges et plus jaunes: le rouge serait-il à l'origine des nodules?

365-350 cm.:

Concentration de graviers de quartz souvent anguleux, quelquefois arrondis. Transition vers le haut et vers le bas peu nette, matrice SA: comme au dessus et au dessous. Il n'y a pas de différenciation du fond matriciel sinon que les faces microscopiques sont micro-agrégées d'agrégats collés (micro-faces très courbes).

350-340 cm.:

Au dessus de la concentration de graviers de quartz. Présence de quelques nodules ferrugineux rouge violacé foncé à aspect gréseux à quartz revêtus de fer (faces ferrugineuses à cassure plane) à persillage rouge plus clair par endroits.

Relation avec le fond matriciel: limites nettes, ou micro-interpénétration avec glosses de fond matriciel et transition diffuse par coloration en rouge par ponctuations du rouge violacé noir.

Annexe 4

Analyses physico-chimiques

Organabo - Fosses

Analyses physico-chimiques

Organabo
Transect 1

Fosse A

Prof	arg	lf	lg	sf	sg	mo	C/N	Fer	pH H2O	pH KCl
10	22,51	4,63	2,67	22,62	46,90	2,40	9,03	2,38	4,32	3,90
20	37,70	3,65	3,42	19,40	35,89	1,58	10,52	3,09	4,86	4,02
40	57,99	3,14	0,90	11,14	28,74	1,27	9,23	4,08	5,03	4,00
60	56,75	2,42	1,73	11,09	30,08	0,63	8,72	3,44	5,18	4,08
80	51,24	3,30	1,67	11,24	34,77	0,61	5,97	3,36	5,07	4,06
100	49,49	3,25	1,81	11,91	35,79	0,52	4,80	3,41	5,15	4,06
120	48,72	3,66	1,84	12,60	35,55			3,02		
140	49,49	3,76	1,73	12,07	35,56			2,49	5,09	4,11
160	49,23	4,23	1,84	12,15	34,61			2,88		
180	48,56	5,72	1,93	13,20	33,83			3,12	5,01	4,15
200	49,18	4,48	2,02	11,87	33,19			2,93		
220	38,11	6,59	1,89	10,78	44,81			2,26	4,95	4,22
240	30,13	10,35	1,83	7,65	51,65			1,99		
260	37,39	10,20	1,32	6,27	46,80			1,30		
280	39,50	13,13	1,57	6,93	41,60			1,18	4,95	4,20
300	41,41	14,31	1,84	7,75	37,09			1,28		
320	41,35	14,37	2,06	8,06	36,73			1,05		
340	41,35	14,99	2,39	8,07	36,29			0,89	4,90	4,18
360	39,24	13,75	2,22	7,45	38,94			1,08		
380	38,83	15,04	2,71	7,95	36,45			0,60		
400	39,81	16,53	2,77	7,80	35,22			0,74		
420	36,36	16,69	2,49	6,97	39,49			0,70		
440	37,03	17,92	2,53	6,87	37,66			0,58	4,95	4,17

Sols ferrallitiques et podzols

Fosse A fin.

Prof	meq%		K	Total Na	CEC S	Taux sat T	%	meq %		K	Na
	Bases échangeables							Bases totales			
	Ca	Mg					V	Ca	Mg		
10	0.14	0.15	0.12	0.03	0.44	8.85	5.00	0.09	0.40	0.26	0.05
20	0.00	0.10	0.06	0.07	0.23	3.90	6.00	0.63	0.63	0.43	0.24
40	0.01	0.12	0.05	0.04	0.22	3.35	7.00	0.47	0.48	0.19	0.31
60	0.05	0.27	0.03	0.06	0.41	2.50	16.00	0.29	0.51	0.32	0.17
80	0.00	0.13	0.01	0.00	0.14	2.50	6.00	0.29	0.43	0.34	0.12
100	0.00	0.11	0.00	0.00	0.11	2.30	5.00				
120	0.00	0.07	0.00	0.00	0.07	1.75	4.00				
140	0.00	0.04	0.00	0.00	0.04	1.60	3.00				
160	0.00	0.04	0.00	0.00	0.04	2.10	2.00				
180	0.00	0.04	0.00	0.00	0.04	1.50	3.00				
200	0.00	0.03	0.00	0.00	0.03	2.50	1.00				
220	0.00	0.01	0.01	0.00	0.02	1.20	2.00				
240	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	1.50	1.00				
260	0.03	0.03	0.02	0.17	0.25	0.80	31.00				
280	0.00	0.01	0.01	0.00	0.02	1.25	2.00				
300	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.75	0.00				
320	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	0.00				
340	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.85	0.00				
360	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.85	0.00				
380	0.04	0.02	0.01	0.03	0.10	1.20	8.00				
400	0.06	0.02	0.01	0.06	0.15	1.25	12.00				
420	0.07	0.02	0.01	0.02	0.12	1.25	10.00				
440	0.07	0.03	0.01	0.11	0.22	1.25	18.00				

Transect 1
Fosse B

Prof	% arg	% lf	% lg	% sf	% sg	% fer	pH H2O	pH KCl	% MO	C/N
10	21.27	1.75	2.44	23.00	50.72	1.77	4.31	4.04	2.33	13.36
30	29.20	1.44	3.29	25.83	39.26	2.32	4.47	4.11	1.68	14.75
50	38.37	1.49	2.73	17.90	39.29	3.19	4.58	4.04	1.07	11.05
70	44.24	1.18	2.44	16.13	36.25	3.56	4.59	4.07	0.96	11.41
90	44.24	1.18	2.40	15.69	36.51	3.01	4.54	4.05	0.62	9.46
110	41.92	1.24	2.10	15.55	39.27	3.23				
130	35.07	0.88	2.19	15.06	47.22	2.79	4.72	4.12	0.41	11.31
150	33.06	0.31	2.14	16.30	48.50	2.28				
170	33.94	0.82	2.48	18.59	43.67	2.69				
190	29.87	1.08	2.12	15.35	51.85	2.38				
210	32.39	0.57	2.32	17.95	46.79	2.43				
230	34.14	1.24	2.42	18.12	44.07	3.22				
250	32.29	2.42	2.43	15.69	47.22	1.80				
270	29.36	4.23	2.14	12.58	51.99	1.36				
290	33.11	5.26	2.13	11.63	47.33	1.07				
310	37.13	7.68	2.14	8.64	44.99	1.14				
330	48.51	8.66	2.72	10.10	29.76	1.58				
350	51.40	8.96	2.75	9.69	27.60	1.21				
370	49.75	9.58	2.32	8.09	29.90	1.6				

Sols ferrallitiques et podzols

Organabo
Transect 1
Fosse C

Prof	% arg	% lf	% lg	% sf	% sg	% fer	pH H ₂ O	pH KCl	% MO	C/N
5	7,36	0,93	0,97	13,80	76,42		4,83	4,35	2,30	16,67
15	10,76	1,91	1,70	17,43	67,52	1,19	4,53	4,16	1,07	12,60
25	12,51	1,55	2,02	18,90	63,90		4,88	4,24	1,02	19,16
35	13,91	1,45	2,14	19,71	62,62	1,24	4,56	4,24	0,89	18,40
45	14,83	1,03	1,75	14,27	66,41		4,67	4,18	1,56	14,35
55	24,67	2,16	2,28	16,81	53,53	2,44	4,88	4,14	1,25	14,29
65	20,81	0,72	2,12	16,80	59,61	2,19	4,79	4,20		
75	17,66	2,58	1,97	16,67	60,89	1,51	4,80	4,20	0,40	8,26
85	23,23	0,92	2,18	16,83	57,44	2,05	5,19	4,26		
95	26,37	0,51	2,47	18,15	52,25	3,03	4,93	4,21	0,54	10,03
105	24,98	0,56	2,17	16,37	55,83	2,77				
115	24,62	1,08	2,21	18,70	53,03	3,29				
125	23,12	0,78	2,91	18,24	54,73	3,06				
135	20,75	1,81	2,46	18,66	56,95	2,53				
145	18,33	1,60	2,12	15,83	62,42	2,02				
155	20,50	1,59	2,67	20,28	55,23	1,90				
165	20,14	1,18	2,56	20,08	56,21	1,84				
175	18,08	1,34	2,29	18,90	59,44	2,14				
185	18,59	2,89	2,48	21,67	55,19	1,86				
195	19,00	1,75	2,68	21,97	54,54	2,36				
205	18,13	1,13	2,74	21,92	56,13	1,35				
215	16,69	1,13	2,80	24,19	55,08	1,24				
225	16,69	1,44	2,99	24,98	55,11	0,96				
235	14,21	1,70	2,62	23,53	57,96	0,60				
245	14,32	1,44	2,60	20,87	61,81	0,84				
255	12,88	2,48	2,13	18,51	65,09	1,00				
265	13,91	1,76	1,86	18,71	65,12	0,50				
275	11,54	2,98	1,52	14,66	71,10	0,54				

Annexe 5

Analyses granulométriques

Organabo - Transect 1

sond	prof	dist	arg	lf	lg	sf	sg	fer
11	20	0	0,1	1,09	0,4	3,69	93,82	0,23
12	40	0	0,46	0,62	0,56	6,1	90,78	0,19
21	20	10	0,88	1,08	0,44	6,35	90,75	0,24
22	40	10	0,31	1,4	0,32	0,86	96,74	0,22
23	60	10	0,72	1,19	0,49	5,64	91,98	0,21
24	80	10	0,62	1,08	0,7	4,38	93,07	0,19
31	35	20	3	0,77	0,58	12,3	82,74	0,51
32	55	20	4,45	1,39	1,03	13,97	78,33	0,55
33	75	20	4,14	2,01	0,9	7,98	84,52	0,74
34	95	20	2,59	1,35	0,63	2,01	93,68	0,55
35	115	20	3,1	1,35	0,9	9,24	85,04	0,85
36	135	20	3,83	1,44	1,15	11,35	81,86	1,07
37	155	20	4,5	1,19	0,98	4,16	89,12	0,99
41	35	30	3,77	1,76	0,83	11,34	80,36	0,77
42	55	30	4,24	1,24	0,8	7,73	84,95	0,78
43	75	30	5,33	1,13	0,94	6,42	85,43	0,91
44	95	30	6,38	0,67	1,32	13,28	77,75	0,87
45	115	30	6,62	1,19	1,23	7,68	82,77	1,14
46	135	30	7,67	0,26	2,7	16,02	72,96	1,46
47	155	30	6,59	1,63	1,36	10,24	79,77	1,23
48	175	30	8,54	0,93	1,91	16,09	71,25	1,46
49	195	30	8,48	1,39	1,36	7,61	81,12	1,27
491	215	30	9,47	1,03	1,75	16,7	70,62	1,34
492	235	30	7,21	1,49	1,27	7,61	82,39	1,14
493	255	30	7,77	0,26	1,05	16,21	73,21	1,09
494	275	30	6,18	1,24	1,4	10,94	79,96	0,85
495	295	30	3,76	0,25	1,49	17,34	75,44	0,77
496	315	30	2,73	0,98	1,05	5,79	89,27	0,59
498	355	30	2,11	1,44	1,21	7,67	87,65	0,44
499	375	30	2,88	1,91	2,38	17,7	74,31	0,5
4991	395	30	4,12	2,88	2,16	15,27	75,45	0,4
4992	415	30	8,7	6,49	2,31	12,88	68,43	0,3
4993	435	30	6,8	5,05	2,05	17,17	69,11	0,3
51	45	40	2,42	0,88	0,37	5,03	90,28	0,62
52	65	40	3,97	0,97	0,68	5,43	88,07	0,9
53	85	40	6,44	1,13	1,14	8,4	82,27	0,97
54	105	40	8,6	0,2	1,57	13,67	74,66	1,65
55	125	40	8,7	1,5	1,26	6,52	81,75	1,48
56	145	40	10,3	0,25	1,56	13,29	74	1,49
57	165	40	10,25	1,29	1,3	8,14	78,7	1,53
58	185	40	11,12	0,77	1,91	16,81	68,28	1,87
59	205	40	9,32	0,93	1,23	5,53	82,9	1,54
591	225	40	9,94	0,87	1,97	16,39	69,91	1,74
592	245	40	8,34	1,29	1,39	9,35	79,43	1,57
593	265	40	6,95	1,03	1,65	16,99	71,99	1,4
594	285	40	5,36	0,92	1,95	8,32	83,48	0,61
595	305	40	4,63	0,88	1,19	11,58	81,67	0,62
598	365	40	4,84	3,4	2,26	17,38	71,92	0,48
599	385	40	7,01	5,61	1,82	13,15	72,44	0,8

Sols ferrallitiques et podzols

5991	405	40	5,1	4,53	1,7	11,34	77,36	0,5
5992	425	40	5,41	2,37	1,49	8,66	81,67	0,84
5993	445	40	12	1,39	1,85	11,17	73,53	0,62
61	55	50	3,55	1,39	0,5	6,4	86,59	0,67
62	75	50	3,14	1,7	0,5	2,31	91,92	1,01
63	95	50	5,67	1,65	0,95	8,91	82,03	0,88
64	115	50	9,32	1,34	1,73	16,34	69,81	1,39
65	135	50	10,45	2,12	1,55	7,71	78	1,61
66	155	50	12,56	0,72	2,16	18,3	64,73	2,16
67	175	50	12,57	2,06	1,6	9,59	74,86	1,57
68	195	50	14,26	2,16	2,23	17,04	63,89	2,7
69	215	50	11,64	1,75	1,31	6,51	79,33	1,58
691	235	50	12,82	0,67	1,92	15,91	67,26	2,29
692	355	50	10,3	2,16	1,54	8,95	77,18	1,53
693	375	50	9,52	1,14	1,89	15,45	70,48	2,26
694	395	50	7,21	1,91	1,23	9,75	80,33	0,95
695	315	50	6,95	1,34	1,77	15,25	74,57	1,16
696	335	50	3,5	1,19	0,96	7,85	86,51	0,62
697	355	50	4,53	1,08	2,01	17,96	75,4	1,11
698	375	50	2,94	1,08	1,99	14,96	78,19	0,76
699	395	50	4,12	1,44	2,28	17,98	74,29	1,18
6991	415	50	2,47	2,32	1,42	7,27	86,83	0,59
6992	435	50	8,29	4,99	1,74	14,7	70,22	0,7
6993	455	50	6,08	4,32	1,7	11,16	76,46	0,65
71	50	55	34	1,18	0,56	8,29	85,53	0,6
72	70	55	6,95	2,11	2,36	17,43	69,77	0,78
73	90	55	5,87	2,27	1,2	7,41	82,44	0,91
74	110	55	11,95	1,8	1,8	17,97	66,35	2,1
75	130	55	15,86	0,93	1,4	10,65	70,65	1,69
76	150	55	15,81	1,9	1,75	16,79	64,01	2,38
77	170	55	15,45	2,78	1,51	8,8	73,14	1,77
78	190	55	16,17	1,13	1,57	15,19	65,73	2,88
79	210	55	11,69	1,34	1,37	8,01	77,28	1,31
791	230	55	13,7	2,16	1,72	18,18	64,52	2,43
792	250	55	12,15	1,5	1,91	15,73	68,22	1,3
793	270	55	10,71	0,31	2,03	18,12	66,74	3,15
794	290	55	9,37	1,65	2,01	17,49	69,51	1,22
795	310	55	6,49	1,64	1,95	16,72	73,31	1,88
796	330	55	5,56	2,78	2,93	16,14	72,1	1,28
797	350	55	7,72	2,73	1,96	15,24	72,71	0,68
798	370	55	14,99	5,76	0,76	6,4	71,87	0,36
799	390	55	21,11	11,02	1,93	10,12	59,65	0,93
7991	410	55	23,54	11,27	0,71	3,85	60,79	0,51
7992	430	55	30,23	18,49	1,1	5,04	45,05	0,77
7993	450	55	28,02	21,01	0,96	2,97	46,29	0,58
81	55	60	5,97	0,73	0,84	7,71	83,46	0,91
82	75	60	7,52	0,67	1,16	7,42	81,6	1,02
83	95	60	9,68	1,86	1,43	9,61	76,63	1,49
84	115	60	16,58	2,68	2,42	23,39	54,01	2,36
85	135	60	16,33	1,8	1,88	15,02	64,65	1,61
86	155	60	19,1	2,27	2,24	17,1	59,02	2,55
87	175	60	17,05	1,23	1,71	12,05	67,47	2,06
88	195	60	15,24	2,16	1,93	17,1	63,2	2,38
89	215	60	12,15	1,03	1,4	9,17	75,74	1,35
891	235	60	12,56	2,11	2,24	18,28	64,2	2,24
892	255	60	10,09	1,03	1,55	9,63	77,23	0,72
893	275	60						1,17
894	295	60	6,9	1,13	1,45	10,79	79,22	0,54
895	315	60						1,3
896	335	60	8,39	1,34	2,06	11,95	75,99	0,39
897	355	60	6,64	7,06	2,64	20,48	62,88	0,59

898	375	60	12	8,24	1,89	10,36	67,23	0,28
899	395	60	19,36	16,63	2,32	6,7	55,1	0,49
8991	415	60	21,48	16,84	2,99	6,46	52,31	0,39
8992	435	60	20,39	14,89	3,18	7,94	53,25	0,51
8993	455	60	16,33	12,46	2,35	7,71	60,29	0,3
91	80	70	7,67	0,67	0,92	5,72	84,17	0,92
92	100	70	10,76	1,19	1,54	9,78	75,78	1,15
93	120	70	12,82	1,09	1,55	9,49	74,52	1,31
94	140	70	20,39	1,86	2,11	16,11	58,9	3,17
95	160	70	20,34	1,24	1,71	10,4	66	2,48
96	180	70	22,56	0,62	2,12	14,8	59,31	3,35
97	200	70	15,76	1,18	1,76	9,91	71	1,95
98	220	70	17	1,04	1,96	14,88	64,06	2,91
99	240	70	14,47	1,34	1,76	11,86	70,36	1,75
991	260	70	16,63	1,24	2,52	18,55	60,55	2
992	280	70	13,39	1,96	2,1	13,62	68,62	1,63
993	300	70	12,46	2,17	2,54	17,93	63,98	3,6
994	320	70	10,25	3,91	1,71	8,4	75,49	2,68
995	340	70						0,91
996	360	70	10,87	3,7	0,99	6,74	77,77	0,62
997	380	70	10,35	2,99	0,56	6,83	79,24	0,74
998	400	70	13,34	5,56	0,98	5	75,11	0,54
999	420	70	19,11	7,98	1,04	5,4	65,67	0,72
9991	440	70	18,95	9,84	0,91	4,49	65,7	0,5
9992	460	70	29,87	18,44	1,35	5,86	44,15	1,96
9993	480	70	24,57	17,56	1,3	5,63	50,26	0,48
101	650	80	8,39	0,88	0,97	9,55	78,37	0,85
102	85	80	9,79	1,04	1,41	7,27	79,58	0,76
103	105	80	12,15	1,14	1,79	13,35	71,25	1,23
104	125	80	26,57	0,57	2,25	16,11	52,83	3,34
105	145	80	22,76	6,6	1,88	13,66	54,5	2,37
106	165	80	25,44	1,75	2,13	13,79	57	3,14
107	185	80	22,87	1,39	2,15	13,42	59,81	2,43
108	205	80	20,14	1,34	2,17	15,4	59,97	3,15
109	225	80	18,33	1,39	1,96	13,18	64,95	1,72
1091	245	80						2,43
1092	265	80	16,27	1,45	2,14	14,05	65,34	1,76
1093	285	80	15,66	1,34	2,46	14,46	65,89	2,42
1095	325	80	12,26	0,82	2,53	19,21	64,81	0,77
1097	365	80	6,28	1,39	1,9	10,95	79,69	2,62
1099	385	80						4,44
10991	425	80	34,45	7,01	2,65	8,53	46,54	1,63
10992	445	80						2,71
10993	465	80	45,84	10,41	3,9	10,21	28,81	1,38
111	80	100	14,83	3,09	1,93	18,07	61,3	1,23
112	100	100	17,66	2,01	2,21	15,46	62,5	1,39
113	120	100	29,61	0,93	2,04	13,89	52,1	2,42
114	140	100						3,52
115	160	100	31,88	0,82	2,17	12,96	51,25	2,54
116	180	100						4,32
117	200	100	29,15	0,82	2,12	11,89	54,95	2,67
118	220	100						3,38
119	240	100	21,17	0,51	1,54	8,63	67,68	1,88
1191	260	100						2,63
1192	280	100	24,51	0,57	2,18	15,93	56,2	1,96
1193	300	100						2,93
1194	320	100	24,67	1,49	2,07	13,95	57,2	1,91
1195	340	100						3,92
1196	360	100	17,51	2,52	2,2	12,45	64,93	1,53
1197	380	100						1,1
1198	400	100	18,03	4,49	2,06	11,12	63,59	1,03

Sols ferrallitiques et podzols

1199	420	100							0,54
11991	440	100	28,94	6,34	1,17	5,36	57,14		0,64
11992	460	100							0,93
11993	480	100	49,54	9,17	1,58	8,55	29,29		1,55
121	95	110	16,48	1,29	1,72	13,85	65,25		1,53
122	115	110	18,33	1,45	1,98	12,51	64,46		1,7
123	135	110	32,24	1,7	1,96	11,86	51,64		2,81
124	155	110							4,1
125	175	110	34,2	0,25	1,78	10,49	52,31		2,82
126	195	110							3,62
127	215	110	30,23	1,75	2,02	14,1	52,5		2,47
128	235	110							3,44
129	255	110	26,01	0,51	2,02	13,21	58,09		2,14
1291	275	110							3,16
1292	295	110	24,51	1,24	1,78	11,83	60,7		1,87
1293	315	110							3,14
1294	335	110	24,67	1,39	2,63	13,91	56,92		1,58
1295	355	110							1,78
1296	375	110	15,09	2,27	1,85	8,6	72,49		0,77
1297	395	110							1,4
1298	415	110	54,69	9,02	2,33	9,02	24,6		1,17
1299	435	110							1,33
12991	455	110	49,23	10,97	2,07	9,09	29,75		1,47
12992	475	110							1,15
12993	495	110	45,06	11,02	2,11	10	32,34		1,18
131	110	130	22,15	2,53	3,12	25,22	45,68		1,51
132	130	130	27,35	3,6	3,36	23,34	41,93		1,67
133	150	130	41,87	1,44	2,19	12,44	41,65		3,06
134	170	130							3,08
135	190	130	41,15	1,49	1,82	10,74	44,42		3,14
136	210	130							3,02
137	230	130	37,44	0,61	1,76	12,64	47,46		2,55
138	250	130							2,21
139	270	130	31,93	1,18	2,15	15,58	49,39		2,14
1391	290	130							2,03
1392	310	130	30,69	1,13	1,92	13,23	52,54		2,16
1393	330	130							1,71
1394	350	130	18,03	0,16	1,6	10,42	68,38		0,91
1395	370	130							0,88
1396	390	130	4,53	23,17	1,58	7,9	62,83		0,64
1397	410	130							0,92
1398	430	130	52,53	9,42	3	13,77	21,52		1,07
1399	450	130							0,77
13991	470	130	50,26	9,84	2,49	12,71	24,95		0,93
13992	490	130							2,28
13993	510	130	44,91	11,48	2,73	9,03	31,77		1,37
141	140	140	21,42	1,96	2,56	19,08	53,37		2,52
142	160	140	34,3	1,85	2,93	14,89	45,35		3,1
143	180	140	44,03	0,62	2,04	10,58	42,06		1,52
144	200	140							4,76
145	220	140	41,92	0,82	1,59	10,67	45,2		3,33
146	240	140							4,19
147	260	140	34,97	1,13	1,76	10,9	51,21		2,65
148	280	140							3,68
149	300	140	28,22	1,6	1,7	10,81	57,4		1,98
1491	320	140							3,12
1492	340	140	32,81	2,51	2,16	14,11	48,41		2,27
1493	360	140							3,04
1494	380	140	27,66	7,82	2,26	17	44,99		1,63
1495	400	140							2,28
1496	420	140	33,89	4,89	2,14	10,55	49,02		1,69

Sols ferrallitiques et podzols

1497	440	140							2,88
1498	460	140	45,63	9,21	3,06	13,88	28,1		2,37
1499	480	140							6,12
14991	500	140	52,38	13,59	3,46	9,15	22,51		2,48
14992	520	140							17,04
14993	540	140	54,64	15,5	4,27	9,13	17,16		2,21
151	165	160	23,59	2,73	3,07	21,3	47,96		2,39
152	185	160	31,42	1,81	2,99	16,55	46,16		2,43
153	205	160	44,39	0,83	2,67	13,41	37,4		3,3
154	225	160							5,69
155	245	160	44,03	0,93	1,66	9,95	43,41		3,55
156	265	160							5,27
157	285	160	40,12	1,23	1,7	12,73	43,78		2,59
158	305	160							4,72
159	325	160	41,35	2,06	1,62	13,66	40,36		3
1591	345	160							4,44
1592	365	160	38,16	3,19	2,01	11,22	45,47		2,81
1593	385	160							2,95
1594	405	160	40,12	5,82	1,91	7,14	45,31		2,25
1595	425	160							3,96
1596	445	160	56,6	11,38	2,98	10,4	18,24		3,47
1597	465	160							5,99
1598	485	160	55,88	15,24	4,11	8,87	15,26		7,66
1599	505	160							16,8
15991	525	160	48,72	14,52	4,74	10,58	22,55		11,48
15992	545	160							7,71
15993	565	160	44,24	12,87	4,62	13,09	25,82		15,9
161	200	170	30,28	3,5	3,35	20,79	41,07		2,65
162	220	170	46,71	2,42	3,12	16,24	31,38		3,6
163	240	170	53,15	1,08	2,12	11,94	31,76		4,04
164	260	170							5,37
165	280	170	48,56	2,58	2,2	14,18	32,91		3,1
166	300	170							5,36
167	320	170	45,78	1,49	2,21	14,42	36,32		3,18
168	340	170							5
169	360	170	43,88	1,38	2,13	14,97	36,34		2,92
1691	380	170							4,5
1692	400	170	39,35	4,11	1,85	13,25	41,33		2,47
1693	420	170							4,19
1694	440	170	36,82	4,99	2,11	12,99	41,86		2,27
1695	460	170							3,31
1696	480	170	31,05	6,18	1,64	8,66	51,91		4,17
1697	500	170							3,04
1698	520	170	46,66	12,97	2,69	12,95	24,77		2,31
1699	540	170							3,22
16991	560	170	42,8	10,91	2,75	13,73	28,34		2,97
16992	580	170							5,31
16993	600	170	49,54	19,36	3,35	10,46	18,11		5,6
171	370	200	24,15	3,71	3,27	22,14	44,82		1,55
172	390	200	27,81	3,19	3,37	19,3	44,94		4,58
173	410	200	58,92	0,72	1,71	9,92	27,44		4,5
174	430	200	56,55	1,39	1,73	10,64	29,36		4,42
175	450	200	54,95	2,73	1,89	12,27	27,89		4,32
176	470	200	56,14	2,52	0,15	10,8	28,51		4,56
177	490	200	50,68	2,67	1,79	11,64	32,75		4,2
178	510	200	48,41	2,37	2,02	12,23	33,79		4,28
179	530	200	47,07	3,76	2,07	12,59	34,28		3,68
1791	550	200	42,38	5,21	2,2	12,12	37,64		3
181	590	220	23,95	3,91	2,86	19,05	48,12		2,23
182	610	220	30,02	3,3	3,43	18,39	42,42		2,78
183	630	220	53,71	4,64	2,04	9,47	29,44		4,75

Sols ferrallitiques et podzols

184	650	220	51,45	6,33	1,98	8,8	31,1	5,2
185	670	220	52,12	8,6	2,44	10,13	26,76	5,53
186	690	220	54,28	9,63	3,05	10,32	21,55	7,02
187	710	220	50,47	10,25	2,89	11,62	24,99	6,33
188	730	220	49,29	11,38	3,13	10,87	25,95	7,1

Petit Laussat - Transect B

fractions calculées sur la matière <2mm

N°	m	cm	cm	m	%	%	%	%	%	%
Sond	Dist	Alt	Prof cote	abs	arg	lf	lg	sf	sg	refus
B1	16	2780	0	27,8	13,25	2,35	0,68	7,28	71,69	5,47
B1	16	2780	40	27,4	26,2	4,2	1,18	12,36	55,83	11,17
B1	16	2780	80	27	27,1	1,25	0,79	9,56	59,49	4,52
B1	16	2780	120	26,6	32,7	0,5	0,95	9,91	53,24	4,84
B1	16	2780	160	26,2	31,4	0,4	0,78	9,85	55,03	4,41
B1	16	2780	200	25,8	29,9	1,4	0,91	10,59	55,12	4,13
B1	16	2780	240	25,4	27,85	1,1	0,79	9,01	59,36	3,38
B1	16	2780	280	25	27,95	0,1	0,82	10,31	57,75	5,04
B1	16	2780	320	24,6	21,1	1,4	0,63	10,02	64,76	8,41
B1	16	2780	360	24,2	16,2	0,9	0,71	8,18	72,56	9,92
B1	16	2780	400	23,8	12,25	0,95	0,96	6,51	77,84	15,32
B1	16	2780	440	23,4	4,7	0,45	0,71	2,03	91,45	20,93
B1	16	2780	480	23	2,25	0,5	0,38	1,67	94,82	6,84
B1	16	2780	520	22,6	0,7	0,4	0,67	3,31	94,18	2,05
B2	85	2730	0	27,3	10,25	0	0,56	7,48	77,65	3,48
B2	85	2730	40	26,9	18,2	0	1,09	10,12	63,68	4,8
B2	85	2730	80	26,5	23,9	1,5	1,09	12,82	59,06	5,14
B2	85	2730	120	26,1	24,1	0,3	1,06	11,03	61,59	5,12
B2	85	2730	160	25,7	26,35	0	1,04	10,91	60,15	3,61
B2	85	2730	200	25,3	23,25	0,25	0,92	9,36	64,07	3,38
B2	85	2730	240	24,9	22,3	1	1	9,25	64,2	2,89
B2	85	2730	280	24,5	23,3	0,8	0,97	10,62	62,59	4,1
B2	85	2730	320	24,1	19,8	0,3	0,82	12,16	64,58	6,33
B2	85	2730	360	23,7	15,55	1,15	0,75	11,47	69,47	17,27
B2	85	2730	400	23,3	4,6	0,9	0,86	8,28	84,82	14,71
B2	85	2730	440	22,9	2,8	0,85	1,15	10,06	85,15	23,65
B2	85	2730	480	22,5	27	14,55	1,87	6,66	46,62	4,69
B2	85	2730	520	22,1	22,35	20,35	2,43	5,76	46,1	3,12
B3	100	2725	0	27,25	12,2	0,9	1,15	7,93	70,8	7,48
B3	100	2725	40	26,85	19,65	0,7	0,95	10,6	65,15	3,47
B3	100	2725	80	26,45	20,05	0	0,94	12,98	63,19	3,19
B3	100	2725	120	26,05	21,05	1,05	1,27	11,24	63,65	3,68
B3	100	2725	160	25,65	22,35	0,9	0,88	10,18	64,18	3,25
B3	100	2725	200	25,25	23,6	1,25	1,43	10,71	61,03	3,11
B3	100	2725	240	24,85	21,6	1,35	0,87	11,17	62,93	3,43
B3	100	2725	280	24,45	19,5	1,25	0,57	11,94	65,12	4,49
B3	100	2725	320	24,05	15,35	1,1	1,1	12,29	68,26	9,61
B3	100	2725	360	23,65	8,55	2,95	1,08	9,04	76,76	22,51
B3	100	2725	370	23,55	8,7	3,75	1,03	8,86	76,72	29,16

Sols ferrallitiques et podzols

B4	115	2720	0	27.2	5.2	0.8	0.41	4.54	86.19	3.64
B4	115	2720	40	26.8	16.75	0.25	1.12	12.14	66.21	3.7
B4	115	2720	80	26.4	18.65	0.8	0.8	12.82	64.69	6.32
B4	115	2720	120	26	19.45	0.6	1.08	10.44	66.19	3.59
B4	115	2720	160	25.6	21.1	1.05	0.95	11.38	63.68	4
B4	115	2720	200	25.2	19.85	1	1.01	12.23	64.31	3.22
B4	115	2720	240	24.8	17.4	0.7	0.82	12.13	66.83	5.23
B4	115	2720	280	24.4	9.15	2.9	0.78	8.1	76.78	20.4
B4	115	2720	320	24	9.55	10.85	0.76	7.26	69.77	14.34
B4	115	2720	360	23.6	17.45	29.9	2.12	6.4	40.7	3.37
B4	115	2720	400	23.2	20.8	53.25	6.02	8.28	11.22	0.89
B4	115	2720	440	22.8	21.75	39.65	5.69	7.94	21.93	0.83
B4	115	2720	480	22.4	22.1	52.85	7.84	10.07	7.28	0
B4	115	2720	520	22	17.8	47.3	6.5	16.02	14.31	0
B4	115	2720	560	21.6	14.45	33.1	4.92	14.03	32.24	0
B4	115	2720	600	21.2	12.2	24.8	4.38	5.14	49.99	6.7
B4	115	2720	640	20.8	13.7	31.95	4.65	10.19	36.92	2.45
B4	115	2720	680	20.4	10.3	24.95	3.52	10.76	48.79	2.37
B4	115	2720	720	20	11.5	23.25	5.53	11.71	45.98	2.32
B5	130	2710	0	27.1	4.75	0.55	0.42	9.4	80.57	4.98
B5	130	2710	40	26.7	11.75	0.4	0.91	10.01	73.12	7.25
B5	130	2710	80	26.3	11.4	1.3	0.82	8.88	74.79	4.1
B5	130	2710	120	25.9	13.35	1.55	0.86	10.93	70.88	6.51
B5	130	2710	160	25.5	16	0.75	0.97	11.71	68.43	6.42
B5	130	2710	200	25.1	15.3	0.4	0.99	12.06	68.95	7.14
B5	130	2710	240	24.7	11.9	1.65	1.02	11.8	71.64	17.14
B5	130	2710	280	24.3	10.8	6.9	1.32	11.57	67.64	40.48
B5	130	2710	320	23.9	15.3	14.55	1.3	6.98	59.53	3.51
B5	130	2710	360	23.5	20.25	30.05	2.9	3.61	39.66	10.61
B5	130	2710	400	23.1	19.4	24.3	2.56	3.41	45.92	10.91
B5	130	2710	440	22.7	13.2	34.4	3.11	4.93	41.78	0.79
B5	130	2710	480	22.3	11.85	32.65	4.44	10.68	37.83	0.61
B5	130	2710	520	21.9	13.95	31.35	2.24	3.34	46.55	3.33
B6	145	2710	0	27.1	2.5	0.15	0.34	4.27	88.74	5.11
B6	145	2710	40	26.7	6.8	0.8	0.7	8.31	80.39	2.62
B6	145	2710	60	26.5	13.25	1.65	1.04	8.67	80.75	9.23
B6	145	2710	80	26.3	5.9	0.1	0.6	6.69	84.01	4.72
B6	145	2710	120	25.9	7.9	0.45	0.74	8.91	79.48	3.98
B6	145	2710	160	25.5	5.55	0.15	0.6	8.32	83.96	3.88
B6	145	2710	200	25.1	7.4	0.9	1.07	10.85	78.98	23.47
B6	145	2710	240	24.7	3.8	1	1.94	9.24	83.02	30.79
B6	145	2710	280	24.3	2.05	0.7	0.74	4.63	91.21	25.22
B6	145	2710	320	23.9	15.4	12.35	0.79	3.29	65.1	14.1
B6	145	2710	360	23.5	15.7	27.7	3.05	3.1	45.14	11.06
B6	145	2710	400	23.1	15.7	33.3	5.27	4.25	37.66	9.85
B6	145	2710	440	22.7	8.2	13.05	2.66	4.93	68.78	21.64
B7	160	2710	0	27.1	0.05	1.35	0.3	3.05	90.41	2.44
B7	160	2710	40	26.7	0.6	0	0.56	3.55	93.82	2.84
B7	160	2710	80	26.3	4.6	2.2	1.37	7.42	82.17	5.02
B7	160	2710	120	25.9	4.65	2.65	1.39	8.7	80.19	5.91
B7	160	2710	160	25.5	4.8	1.3	0.82	11.16	91.19	11.1
B7	160	2710	200	25.1	1.8	1.5	1.28	21.92	71.96	23.99
B7	160	2710	240	24.7	0.5	0.7	0.65	14.46	80.52	29.86
B7	160	2710	280	24.3	9.65	36.4	15.36	12.93	19.43	4.05
B7	160	2710	320	23.9	11.75	29.5	6.51	11.15	38.58	3.13
B7	160	2710	360	23.5	10.75	32.35	7.44	9.36	36.87	4.02
B7	160	2710	400	23.1	9.4	30.75	9.03	7.95	40.71	0
B7	160	2710	440	22.7	9.8	35.6	8.09	13.02	33.06	0
B7	160	2710	480	22.3	11.7	31.45	5.82	7.24	41.62	4.24
B8	176	2700	0	27	0.55	0.25	0.2	2.9	93.92	0
B8	176	2700	40	26.6	0	0	0.32	2.4	96.58	2.28

Soils ferrallitiques et podzols

B8	176	2700	80	26,2	0	0,1	0,3	1,41	97,71	1,66
B8	176	2700	120	25,8	0,25	0	0,4	11,42	87,63	6,17
B8	176	2700	160	25,4	0,15	0	0,56	7,14	91,73	20,17
B8	176	2700	200	25	0	0	0,28	19,09	79,99	27,67
B9	201	2680	0	24,6	13,75	27,6	2,48	8,54	37,98	0,83
B9	201	2680	0	26,8	0,35	0,7	0,57	4,23	89,09	1,84
B9	201	2680	40	26,4	0,2	0,35	0,56	4,4	94,23	8,29
B9	201	2680	80	26	0	0,25	0,46	6,93	91,97	3,1
B9	201	2680	120	25,6	0	0,45	0,56	8,57	90,29	3,99
B9	201	2680	160	25,2	0	0,35	1,05	17,8	80,44	20,73
B9	201	2680	200	24,8	0	0,35	0,32	12,62	86,51	36,76
B12	0	2770	10	27,6	17,05	1,05	0,96	10,21	66,76	5,27
B12	0	2770	45	27,25	26,15	1,9	1,3	12,83	55,11	5,5
B12	0	2770	130	26,4	37,65	1,9	1,25	12,89	43,55	4,25
B12	0	2770	190	25,8	30,4	2,2	1,1	10,36	54,54	3,03
B12	0	2770	270	25	32,05	2	1,02	10,81	52,17	3,71
B12	0	2770	330	24,4	28,8	0,95	0,82	11,59	56,52	7,43
B12	0	2770	390	23,8	21,15	0,75	0,72	12,13	63,57	13,76
B12	0	2770	470	23,00	12,9	1,7	0,87	14,32	69,54	20,76
B12	0	2770	530	22,4	2,25	0,8	0,74	24,46	71,47	0
B12	0	2770	585	21,85	1,1	0,75	0,17	7,86	90,25	0
B12	0	2770	615	21,55	13,85	1,25	0,59	12,35	71,1	1,14
B12	0	2770	655	21,15	9,25	2,95	0,79	18,33	67,83	0
B12	0	2770	685	20,85	21,55	20,15	4,47	6,98	45,34	3,34
B12	0	2770	725	20,45	17,8	29,3	5,99	6,58	39,13	3,2
B12	0	2770	775	19,95	17,9	33,8	3,78	5,26	37,28	0
B12	0	2770	815	19,55	15,3	32,65	3,82	6,92	38,48	0

Sols ferrallitiques et podzols

Transect B Petit Laussat								Fe2O3
N°	X	Alt	Prof	Z	Z10	Z25	Z55	g%
B1	16	2780	0	27,80	278,0	695,0	1529,0	1.42
B1	16	2780	40	27,40	274,0	685,0	1507,0	2.91
B1	16	2780	80	27,00	270,0	675,0	1485,0	3.23
B1	16	2780	120	26,60	266,0	665,0	1463,0	3.54
B1	16	2780	160	26,20	262,0	655,0	1441,0	3.48
B1	16	2780	200	25,80	258,0	645,0	1419,0	3.37
B1	16	2780	240	25,40	254,0	635,0	1397,0	3.20
B1	16	2780	280	25,00	250,0	625,0	1375,0	2.85
B1	16	2780	320	24,60	246,0	615,0	1353,0	2.63
B1	16	2780	360	24,20	242,0	605,0	1331,0	2.11
B1	16	2780	400	23,80	238,0	595,0	1309,0	2.60
B1	16	2780	440	23,40	234,0	585,0	1287,0	0.64
B1	16	2780	480	23,00	230,0	575,0	1265,0	0.43
B1	16	2780	520	22,60	226,0	565,0	1243,0	0.21
B2	85	2730	0	27,30	273,0	682,5	1501,5	0.94
B2	85	2730	40	26,90	269,0	672,5	1479,5	1.94
B2	85	2730	80	26,50	265,0	662,5	1457,5	2.63
B2	85	2730	120	26,10	261,0	652,5	1435,5	2.68
B2	85	2730	160	25,70	257,0	642,5	1413,5	2.68
B2	85	2730	200	25,30	253,0	632,5	1391,5	2.60
B2	85	2730	240	24,90	249,0	622,5	1369,5	2.57
B2	85	2730	280	24,50	245,0	612,5	1347,5	2.40
B2	85	2730	320	24,10	241,0	602,5	1325,5	2.05
B2	85	2730	360	23,70	237,0	592,5	1303,5	1.42
B2	85	2730	400	23,30	233,0	582,5	1281,5	1.48
B2	85	2730	440	22,90	229,0	572,5	1259,5	0.44
B2	85	2730	480	22,50	225,0	562,5	1237,5	0.73
B2	85	2730	520	22,10	221,0	552,5	1215,5	0.33
B3	100	2725	0	27,25	272,5	681,3	1498,8	1.14
B3	100	2725	40	26,85	268,5	671,3	1476,8	2.14
B3	100	2725	80	26,45	264,5	661,3	1454,8	2.00
B3	100	2725	120	26,05	260,5	651,3	1432,8	2.04
B3	100	2725	160	25,65	256,5	641,3	1410,8	2.45
B3	100	2725	200	25,25	252,5	631,3	1388,8	2.40
B3	100	2725	240	24,85	248,5	621,3	1366,8	2.34
B3	100	2725	280	24,45	244,5	611,3	1344,8	2.31
B3	100	2725	320	24,05	240,5	601,3	1322,8	1.41
B3	100	2725	360	23,65	236,5	591,3	1300,8	1.60
B3	100	2725	370	23,55	235,5	588,8	1295,3	1.32
B4	115	2720	0	27,20	272,0	680,0	1496,0	0.63
B4	115	2720	40	26,80	268,0	670,0	1474,0	1.45
B4	115	2720	80	26,40	264,0	660,0	1452,0	1.84
B4	115	2720	120	26,00	260,0	650,0	1430,0	2.08
B4	115	2720	160	25,60	256,0	640,0	1408,0	2.17
B4	115	2720	200	25,20	252,0	630,0	1386,0	2.01
B4	115	2720	240	24,80	248,0	620,0	1364,0	1.84
B4	115	2720	280	24,40	244,0	610,0	1342,0	1.25
B4	115	2720	320	24,00	240,0	600,0	1320,0	0.46
B4	115	2720	360	23,60	236,0	590,0	1298,0	0.66
B4	115	2720	400	23,20	232,0	580,0	1276,0	0.85
B4	115	2720	440	22,80	228,0	570,0	1254,0	0.52
B4	115	2720	480	22,40	224,0	560,0	1232,0	0.99
B4	115	2720	520	22,00	220,0	550,0	1210,0	1.16
B4	115	2720	560	21,60	216,0	540,0	1188,0	0.60
B4	115	2720	600	21,20	212,0	530,0	1166,0	1.05
B4	115	2720	640	20,80	208,0	520,0	1144,0	0.45
B4	115	2720	680	20,40	204,0	510,0	1122,0	0.32
B4	115	2720	720	20,00	200,0	500,0	1100,0	0.26

Sols ferrallitiques et podzols

B5	130	2710	0	27,10	271,0	677,5	1490,5	0.53
B5	130	2710	40	26,70	267,0	667,5	1468,5	1.23
B5	130	2710	80	26,30	263,0	657,5	1446,5	1.30
B5	130	2710	120	25,90	259,0	647,5	1424,5	1.51
B5	130	2710	160	25,50	255,0	637,5	1402,5	1.68
B5	130	2710	200	25,10	251,0	627,5	1380,5	1.71
B5	130	2710	240	24,70	247,0	617,5	1358,5	1.28
B5	130	2710	280	24,30	243,0	607,5	1336,5	0.47
B5	130	2710	320	23,90	239,0	597,5	1314,5	0.33
B5	130	2710	360	23,50	235,0	587,5	1292,5	0.20
B5	130	2710	400	23,10	231,0	577,5	1270,5	1.27
B5	130	2710	440	22,70	227,0	567,5	1248,5	0.63
B5	130	2710	480	22,30	223,0	557,5	1226,5	0.29
B5	130	2710	520	21,90	219,0	547,5	1204,5	0.19
B6	145	2710	0	27,10	271,0	677,5	1490,5	0.43
B6	145	2710	40	26,70	267,0	667,5	1468,5	0.75
B6	145	2710	60	26,50	265,0	662,5	1457,5	1.11
B6	145	2710	80	26,30	263,0	657,5	1446,5	0.71
B6	145	2710	120	25,90	259,0	647,5	1424,5	0.89
B6	145	2710	160	25,50	255,0	637,5	1402,5	0.69
B6	145	2710	200	25,10	251,0	627,5	1380,5	0.88
B6	145	2710	240	24,70	247,0	617,5	1358,5	0.51
B6	145	2710	280	24,30	243,0	607,5	1336,5	0.32
B6	145	2710	320	23,90	239,0	597,5	1314,5	0.11
B6	145	2710	360	23,50	235,0	587,5	1292,5	0.32
B6	145	2710	400	23,10	231,0	577,5	1270,5	1.41
B6	145	2710	440	22,70	227,0	567,5	1248,5	0.40
B7	160	2710	0	27,10	271,0	677,5	1490,5	0.09
B7	160	2710	40	26,70	267,0	667,5	1468,5	0.04
B7	160	2710	80	26,30	263,0	657,5	1446,5	0.76
B7	160	2710	120	25,90	259,0	647,5	1424,5	0.67
B7	160	2710	160	25,50	255,0	637,5	1402,5	0.51
B7	160	2710	200	25,10	251,0	627,5	1380,5	0.26
B7	160	2710	240	24,70	247,0	617,5	1358,5	0.12
B7	160	2710	280	24,30	243,0	607,5	1336,5	0.99
B7	160	2710	320	23,90	239,0	597,5	1314,5	0.28
B7	160	2710	360	23,50	235,0	587,5	1292,5	0.66
B7	160	2710	400	23,10	231,0	577,5	1270,5	0.33
B7	160	2710	440	22,70	227,0	567,5	1248,5	0.27
B7	160	2710	480	22,30	223,0	557,5	1226,5	0.23
B8	176	2700	0	27,00	270,0	675,0	1485,0	0.02
B8	176	2700	40	26,60	266,0	665,0	1463,0	0.01
B8	176	2700	80	26,20	262,0	655,0	1441,0	0.00
B8	176	2700	120	25,80	258,0	645,0	1419,0	0.00
B8	176	2700	160	25,40	254,0	635,0	1397,0	0.01
B8	176	2700	200	25,00	250,0	625,0	1375,0	0.00
B8	176	2700	240	24,60	246,0	615,0	1353,0	0.13
B9	201	2680	0	26,80	268,0	670,0	1474,0	0.02
B9	201	2680	40	26,40	264,0	660,0	1452,0	0.00
B9	201	2680	80	26,00	260,0	650,0	1430,0	0.01
B9	201	2680	120	25,60	256,0	640,0	1408,0	0.00
B9	201	2680	160	25,20	252,0	630,0	1386,0	0.00
B9	201	2680	200	24,80	248,0	620,0	1364,0	0.00
B12	0	2770	10	27,60	276,0	690,0	1518,0	1.88
B12	0	2770	45	27,25	272,5	681,3	1498,8	2.60
B12	0	2770	130	26,40	264,0	660,0	1452,0	3.48
B12	0	2770	190	25,80	258,0	645,0	1419,0	3.05
B12	0	2770	270	25,00	250,0	625,0	1375,0	2.94

Sols ferrallitiques et podzols

B12	0 2770	330	24,40	244,0	610,0	1342,0	2.02
B12	0 2770	390	23,80	238,0	595,0	1309,0	1.70
B12	0 2770	470	23,00	230,0	575,0	1265,0	0.60
B12	0 2770	530	22,40	224,0	560,0	1232,0	0.27
B12	0 2770	585	21,85	218,5	546,3	1201,8	0.16
B12	0 2770	615	21,55	215,5	538,8	1185,3	0.32
B12	0 2770	655	21,15	211,5	528,8	1163,3	0.49
B12	0 2770	685	20,85	208,5	521,3	1146,8	0.36
B12	0 2770	725	20,45	204,5	511,3	1124,8	0.55
B12	0 2770	775	19,95	199,5	498,8	1097,3	0.36
B12	0 2770	815	19,55	195,5	488,8	1075,3	0.27

Sond N°	PETIT LAUSSAT			TRANSECT A		GRANULOMETRIE			
	Xt (m)	Zs (cm)	Pr ech (cm)	Za (cm)	A %	LF %	LG %	SF %	SG %
SA5	22	655	20	6,35	43,01	4,87	2,71	17,57	31,78
SA5	22	655	70	5,85	49,00	5,05	1,98	12,53	30,61
SA5	22	655	120	5,35	35,75	8,95	3,76	9,87	41,99
SA5	22	655	220	4,35	26,75	8,75	3,35	12,59	48,50
SA5	22	655	320	3,35	19,35	7,40	2,61	7,11	63,69
SA8	40	1205	20	11,85	38,65	3,95	1,77	14,11	39,28
SA8	40	1205	70	11,35	50,50	5,50	1,53	13,45	29,69
SA8	40	1205	120	10,85	44,90	6,05	3,34	13,26	32,56
SA8	40	1205	220	9,85	36,55	6,05	2,72	9,03	45,53
SA11	10	370	20	3,50	30,10	5,45	2,46	17,70	40,38
SA11	10	370	110	2,60	29,25	11,65	6,69	10,23	43,63
SA11	10	370	230	1,40	9,90	3,60	8,72	17,95	50,91
SA12	7	150	20	1,30	29,34	4,66	2,97	18,95	40,41
SA12	7	150	50	1,00	40,70	7,00	3,34	16,18	32,02
SA12	7	150	110	,40	30,01	11,51	5,20	11,73	43,07
SA13	4	75	20	,55	21,59	4,12	2,80	18,48	51,56
SA13	4	75	50	,25	24,42	3,05	2,86	19,54	49,39
SA13	4	75	90	-,15	22,50	4,65	2,90	18,52	51,48
SA15	1	37	20	,17	12,12	1,87	2,12	18,00	63,53
SA15	1	37	50	-,13	13,45	2,80	1,90	18,03	62,39
SA15	1	37	80	-,43	16,05	3,70	2,44	19,31	58,91
SA1	136	2385	20	23,65	38,65	3,35	1,45	13,21	42,55
SA1	136	2385	60	23,25	40,45	2,95	1,27	11,74	43,87
SA1	136	2385	120	22,65	49,65	1,92	1,28	11,11	36,49
SA1	136	2385	220	21,65	44,41	5,13	1,80	11,10	38,87
SA1	136	2385	320	20,65	35,42	3,90	1,85	11,11	48,16
SA1	136	2385	340	20,45	26,11	9,04	5,15	12,61	48,55
SA1	136	2385	400	19,85	24,50	8,46	3,53	13,98	50,91
SA1	136	2385	520	18,65	22,84	10,33	4,87	13,11	49,78
SA3	104	2050	20	20,30	35,00	1,95	1,41	16,53	43,65
SA3	104	2050	90	19,60	52,91	2,20	1,37	11,64	31,45
SA3	104	2050	180	18,70	53,61	3,42	1,52	11,73	30,49
SA3	104	2050	280	17,70	35,74	5,62	1,64	8,68	48,97
SA3	104	2050	320	17,30	33,60	7,11	2,39	8,58	48,95
SA4	53	1365	20	13,45	40,60	5,55	1,87	13,30	38,96
SA4	53	1365	60	13,05	47,75	3,95	1,91	13,40	32,35
SA4	53	1365	100	12,65	54,20	3,75	1,73	12,28	28,20
SA4	53	1365	140	12,25	54,25	5,24	2,30	12,53	27,01
SA4	53	1365	180	11,85	44,03	6,69	3,57	12,18	34,16
SA4	53	1365	220	11,45	42,95	7,15	3,16	11,73	35,70
SA4	53	1365	320	10,45	24,75	13,15	5,61	14,53	43,16
SA16	188	2644	30	26,14	34,95	1,80	0,93	13,78	43,36
SA16	188	2644	90	25,54	49,95	2,45	1,12	10,68	37,71
SA16	188	2644	210	24,34	50,05	1,15	1,28	10,53	37,27
SA16	188	2644	340	23,04	38,50	0,90	1,12	11,23	47,44
SA16	188	2644	440	22,04	26,20	3,30	1,26	9,92	60,27
hh SA16	188	2644	520	21,24	30,95	6,45	0,77	8,72	53,56

Soils ferrallitiques et podzols

SA17	155	2570	20	25,50	30,04	2,25	1,36	13,78	50,07
SA17	155	2570	60	25,10	40,50	3,15	1,24	12,21	43,64
SA17	155	2570	140	24,30	26,90	25,40	1,24	10,97	36,97
SA17	155	2570	220	23,50	50,20	2,85	1,09	10,51	36,96
SA17	155	2570	340	22,30	39,15	2,15	1,13	11,06	47,19
SA17	155	2570	410	21,60	34,30	5,35	1,59	10,42	50,23
SA17	155	2570	470	21,00	35,00	12,00	1,69	11,06	41,66
SA18	147	2515	20	24,95	31,65	1,65	1,40	13,79	49,67
SA18	147	2515	60	24,55	47,90	2,90	1,26	12,76	38,37
SA18	147	2515	160	23,55	28,40	22,20	0,82	8,08	38,50
SA18	147	2515	250	22,65	43,75	7,75	1,42	10,80	36,81
SA18	147	2515	360	21,55	23,80	8,25	1,18	8,96	59,17
SA18	147	2515	470	20,45	27,20	10,05	2,21	11,34	49,89
SA19	144	2425	20	24,05	42,50	2,50	1,46	13,60	39,28
SA19	144	2425	50	23,75	51,70	1,10	1,30	13,01	33,05
SA19	144	2425	150	22,75	49,27	2,68	1,38	11,34	36,77
SA19	144	2425	230	21,95	47,51	3,80	1,68	11,34	36,81
SA19	144	2425	340	20,85	25,15	8,45	1,75	10,40	55,47
SA19	144	2425	420	20,05	23,20	15,80	5,90	13,70	43,09
SA19	144	2425	450	19,75	23,75	7,60	4,11	13,71	52,21
SA20	233	2714	20	26,94	33,14	2,62	1,64	16,27	46,60
SA20	233	2714	90	26,24	50,80	1,92	1,17	11,76	34,77
SA20	233	2714	200	25,14	52,06	0,74	1,09	10,92	35,96
SA20	233	2714	340	23,74	43,55	1,98	0,87	11,74	42,60
SA20	233	2714	440	22,74	23,11	1,50	0,83	9,16	66,05
SA20	233	2714	480	22,34	7,15	1,45	0,88	16,09	74,54
SA20	233	2714	510	22,04	23,43	6,69	1,45	14,37	54,68
SA21	302	2761	110	26,51	49,40	1,15	1,21	11,10	35,65
SA21	302	2761	220	25,41	51,47	1,87	1,03	11,15	35,22
SA21	302	2761	350	24,11	33,12	3,21	0,01	9,69	52,97
SA21	302	2761	450	23,11	31,03	7,70	0,01	6,62	54,46
SA21	302	2761	500	22,61	29,60	14,75	0,81	7,82	46,40
SA22	375	2706	20	26,86	30,90	2,05	1,48	16,02	47,79
SA22	375	2706	90	26,16	49,10	1,10	1,08	11,66	36,43
SA22	375	2706	220	24,86	45,26	3,00	1,03	10,33	40,34
SA22	375	2706	320	23,86	33,17	2,19	1,27	9,42	54,00
SA22	375	2706	410	22,96	33,33	8,13	1,56	7,04	50,86
SA22	375	2706	470	22,36	37,24	10,75	1,98	7,85	42,93
SA23	347	2720	100	26,20	47,80	2,90	1,15	10,51	38,54
SA23	347	2720	260	24,60	44,30	3,25	1,24	10,41	41,54
SA23	347	2720	360	23,60	32,40	3,95	1,29	9,75	52,68
SA23	347	2720	390	23,30	30,85	4,95	0,87	10,19	53,35
SA23	347	2720	420	23,00	30,85	6,35	0,84	9,87	52,97
SA23	347	2720	450	22,70	35,00	7,65	1,25	12,48	44,46
SA24	260	2740	20	27,20	22,05	1,70	1,19	13,42	57,18
SA24	260	2740	100	26,40	54,85	2,75	1,17	9,84	32,79
SA24	260	2740	200	25,40	47,70	1,90	1,18	10,57	39,49
SA24	260	2740	300	24,40	39,60	3,45	0,74	9,91	47,66
SA24	260	2740	400	23,40	22,75	3,00	2,85	12,39	59,25
SA24	260	2740	440	23,00	22,95	6,35	1,54	8,14	62,14
SA24	260	2740	510	22,30	24,30	16,20	1,82	6,42	52,68
SA31	469	2115	20	20,95	29,35	2,40	1,74	15,97	48,74
SA31	469	2115	60	20,55	47,05	7,05	1,02	7,31	37,69
SA31	469	2115	130	19,85	34,80	11,70	0,81	4,53	49,40
SA31	469	2115	200	19,15	37,95	15,65	1,45	5,11	40,58
SA31	469	2115	250	18,65	35,03	15,53	2,51	5,42	35,75
SA31	469	2115	340	17,75	26,35	19,65	1,26	5,55	48,34

Sols ferrallitiques et podzols

SA34	480	1950	20	19,30	25,30	2,00	1,49	14,93	54,83
SA34	480	1950	110	18,40	39,06	13,05	1,38	6,99	40,95
SA36	454	2280	20	22,60	24,05	1,90	1,33	13,60	56,79
SA36	454	2280	90	21,90	41,90	7,55	1,30	7,24	42,07
SA36	454	2280	170	21,10	35,95	13,35	1,06	7,03	42,87
SA36	454	2280	230	20,50	29,90	16,80	0,84	4,80	48,18
SA36	454	2280	300	19,80	27,60	14,50	1,56	5,52	51,41
SA36	454	2280	500	17,80	6,75	10,90	4,56	12,36	65,74
SA36	454	2280	620	16,60	3,50	10,55	5,31	15,42	66,03
SA38	430	2470	20	24,50	29,72	1,93	1,97	18,06	46,46
SA38	430	2470	100	23,70	45,25	3,00	1,47	11,45	39,65
SA38	430	2470	170	23,00	40,40	8,10	1,10	8,40	42,91
SA38	430	2470	220	22,50	40,02	12,30	1,13	8,23	40,03
SA38	430	2470	300	21,70	29,60	15,65	1,07	5,85	49,04
SA38	430	2470	450	20,20	26,90	19,90	5,71	9,95	38,02

Sand N°	PETIT LAUSSAT		GRANULOMETRIE			TRANSECT C			
	Xt (m)	Zs (cm)	Prof (cm)	Ze (cm)	A %	L %	LG %	SF %	SG %
SC1	160	2765	350	24,15	28,60	2,05	0,83	13,26	56,12
SC2	188	2750	40	27,10	37,49	2,06	1,27	13,88	46,12
SC2	188	2750	150	26,00	48,90	0,45	1,01	10,66	39,77
SC2	188	2750	350	24,00	35,05	3,70	0,95	11,94	49,85
SC4	113	2770	40	27,30	37,90	1,81	1,41	15,95	44,12
SC4	113	2770	70	27,00	39,00	0,38	1,48	15,52	43,16
SC4	113	2770	250	25,20	41,41	1,02	1,31	14,37	42,17
SC4	113	2770	350	24,20	26,70	0,85	0,86	15,38	57,04
SC4	113	2770	370	24,00	13,38	3,53	4,97	18,18	60,95
SC4	113	2770	450	23,20	11,18	1,34	1,09	19,29	67,63
SC4	113	2770	490	22,80	6,63	0,75	0,91	17,95	74,79
SC5	96	2750	30	27,20	37,75	1,67	2,38	14,23	43,95
SC5	96	2750	100	26,50	46,30	1,04	1,20	11,52	39,90
SC5	96	2750	250	25,00	40,48	1,09	1,06	11,45	46,17
SC5	96	2750	350	24,00	26,88	2,01	0,83	9,96	60,86
SC5	96	2750	360	23,90	22,35	1,97	2,09	11,80	61,60
SC5	96	2750	380	23,70	17,00	2,25	0,79	8,38	72,98
SC5	96	2750	420	23,30	6,59	1,33	0,73	10,11	81,48
SC5	96	2750	450	23,00	20,09	6,24	1,14	9,03	63,72
SC6	76	2675	40	26,35	40,43	0,94	3,44	12,26	41,25
SC6	76	2675	150	25,25	45,21	1,44	1,22	12,42	39,28
SC6	76	2675	270	24,05	33,44	7,65	1,06	9,44	49,71
SC6	76	2675	315	23,60	33,92	8,77	1,21	9,04	47,53
SC6	76	2675	400	22,75	31,94	12,47	1,40	7,39	48,35
SC6	76	2675	460	22,15	30,60	17,02	1,84	6,77	45,38
SC7	85	2700	70	26,30	45,47	0,57	3,10	9,75	40,44
SC7	85	2700	150	25,50	41,78	2,41	1,17	13,45	42,13
SC7	85	2700	250	24,50	40,13	4,17	1,07	12,44	43,14
SC7	85	2700	275	24,25	26,48	3,43	2,60	13,29	54,16
SC7	85	2700	310	23,90	30,90	4,46	2,86	8,08	53,24
SC7	85	2700	370	23,30	34,19	9,63	1,28	7,86	48,53

Sols ferrallitiques et podzols

SC8	68	2615	20	25,95	33,63	1,17	1,93	16,81	45,67
SC8	68	2615	90	25,25	43,78	1,20	3,23	10,74	39,20
SC8	68	2615	180	24,35	47,03	4,12	1,40	12,19	36,05
SC8	68	2615	250	23,65	35,85	7,16	1,28	13,34	44,24
SC8	68	2615	340	22,75	32,53	12,30	1,31	8,28	46,77
SC8	68	2615	470	21,45	32,03	16,92	1,35	7,06	41,45
SC8	68	2615	600	20,15	23,28	17,74	5,14	7,18	47,51
SC9	41	2335	20	23,15	31,21	2,84	1,88	15,29	49,00
SC9	41	2335	80	22,55	42,85	1,23	1,45	12,25	43,01
SC9	41	2335	120	22,15	47,79	5,37	1,35	9,08	37,66
SC9	41	2335	230	21,05	33,32	14,62	0,85	5,28	45,39
SC9	41	2335	330	20,05	33,89	17,61	1,34	6,52	38,80
SC9	41	2335	460	18,75	31,83	23,39	12,18	9,05	22,01
SC10	18	1935	20	19,15	37,18	3,44	1,94	15,20	42,32
SC10	18	1935	90	18,45	40,38	12,58	1,40	5,19	38,42
SC10	18	1935	150	17,85	41,06	22,35	4,46	7,42	28,72
SC10	18	1935	280	16,55	37,90	19,03	7,75	7,37	29,40
SC10	18	1935	350	15,85	23,69	11,87	4,66	10,20	50,92
SC10	18	1935	400	15,35	6,28	6,91	3,97	9,75	75,13
SC11	29	2145	20	21,25	35,12	1,64	1,94	16,29	44,27
SC11	29	2145	70	20,75	39,83	4,55	1,31	11,22	43,46
SC11	29	2145	100	20,45	45,78	5,37	1,27	6,32	41,38
SC11	29	2145	200	19,45	38,37	12,83	1,50	6,56	42,46
SC12	0	1675	20	16,55	26,11	2,17	1,76	19,97	49,45
SC12	0	1675	80	15,95	36,98	2,39	1,31	14,16	45,44
SC12	0	1675	150	15,25	51,14	7,44	3,53	9,28	29,02
SC12	0	1675	270	14,05	34,56	9,52	5,57	13,83	37,61
SC12	0	1675	320	13,55	35,98	20,08	7,05	7,34	31,48
SC13	10	1835	20	18,15	22,56	2,36	1,52	13,46	59,37
SC13	10	1835	80	17,55	42,28	6,37	1,82	7,28	42,10
SC13	10	1835	140	16,95	27,90	14,66	6,59	12,61	40,17
SC15	80	2690	30	26,60	36,03	3,64	1,93	18,41	39,81
SC15	80	2690	80	26,10	45,72	1,60	1,34	13,76	38,35
SC15	80	2690	150	25,40	41,49	3,05	1,10	12,74	42,20
SC15	80	2690	250	24,40	38,39	4,70	0,97	12,07	44,41
SC15	80	2690	320	23,70	31,11	5,19	1,46	12,05	49,90
SC15	80	2690	370	23,20	33,62	12,58	1,23	8,75	45,04
SB12	134	2770	10	23,15	17,05	1,05	0,96	10,21	66,76
SB12	134	2770	45	27,25	26,15	1,90	1,30	12,83	55,11
SB12	134	2770	130	26,40	37,65	1,90	1,25	12,89	43,55
SB12	134	2770	190	25,80	30,40	2,20	1,10	10,36	54,54
SB12	134	2770	270	25,00	32,05	2,00	1,02	10,81	52,17
SB12	134	2770	330	24,40	28,80	0,95	0,82	11,59	56,52
SB12	134	2770	390	23,80	21,15	0,75	0,72	12,13	63,57
SB12	134	2770	470	23,00	12,90	1,70	0,87	14,32	69,54
SB12	134	2770	530	22,40	2,25	0,80	0,74	24,46	71,47
SB12	134	2770	585	21,85	1,10	0,75	0,17	7,86	90,25
SB12	134	2770	615	21,55	13,85	1,25	0,59	12,35	71,10
SB12	134	2770	655	21,15	9,25	2,95	0,79	18,33	67,83
SB12	134	2770	685	20,85	21,55	20,15	4,47	6,98	45,34
SB12	134	2770	725	20,45	17,80	29,30	5,99	6,58	39,13
SB12	134	2770	775	19,95	17,90	33,80	3,78	5,26	37,28
SB12	134	2770	815	19,55	15,30	32,65	3,82	6,92	38,48
SA38	53	2470	20	24,50	29,72	1,93	1,97	18,06	46,46
SA38	53	2470	100	23,70	45,25	3,00	1,47	11,45	39,65
SA38	53	2470	170	23,00	40,40	8,10	1,10	8,40	42,91
SA38	53	2470	220	22,50	40,02	12,30	1,13	8,23	40,03
SA38	53	2470	300	21,70	29,60	15,65	1,07	5,85	49,04
SA38	53	2470	450	20,20	26,90	19,90	5,71	9,95	38,02
SA38	53	2470	490	19,80	39,38	13,96	4,08	6,51	37,47

Sols ferrallitiques et podzols

C15	83 2690	0	26,90	20,75	3,05	1,33	17,04	53,27
C15	83 2690	40	26,50	35,15	2,15	1,63	15,41	41,27
C15	83 2690	80	26,10	40,90	2,05	1,26	12,63	39,70
C15	83 2690	120	25,70	39,80	2,10	1,15	11,03	41,90
C15	83 2690	160	25,30	39,55	1,90	1,10	10,73	43,56
C15	83 2690	200	24,90	41,10	3,75	1,07	9,71	41,87
C15	83 2690	240	24,50	35,55	5,05	0,86	9,98	47,49
C15	83 2690	280	24,10	28,20	4,25	0,75	8,88	56,16
C15	83 2690	320	23,70	18,90	4,30	0,97	5,59	69,18
C15	83 2690	360	23,30	27,80	7,55	0,80	7,26	54,01
C15	83 2690	400	22,90	29,20	10,40	0,80	7,68	50,21
C15	83 2690	440	22,50	29,90	12,15	0,99	8,63	45,50
C15	83 2690	480	22,10	28,30	13,90	0,93	5,56	48,43
C15	83 2690	520	21,70	23,00	13,95	1,01	3,52	56,48
C15	83 2690	560	21,30	25,50	15,90	1,59	4,88	51,05
C15	83 2690	600	20,90	26,35	13,75	1,90	6,16	49,18
C15	83 2690	640	20,50	26,25	9,75	1,90	5,28	54,27
C15	83 2690	680	20,10	34,05	12,25	1,27	5,49	44,78
C15	83 2690	720	19,70	24,90	6,45	0,81	3,77	62,69
C15	83 2690	760	19,30	34,70	10,15	1,25	6,34	45,14
C15	83 2690	800	18,90	34,00	13,15	1,01	5,06	43,30

Sond N°	PETIT LAUSSAT			GRANULOMETRIE			TRANSECT D			
	Xt (m)	Zs (cm)	P ech (cm)	Ze (cm)	A %	L %	LG %	SF %	SG %	Fer %
SD1	0	135	20	1,15	24,57	4,48	2,28	19,36	49,12	1,97
SD1	0	135	50	,85	32,91	6,64	2,90	23,08	36,64	2,32
SD1	0	135	90	,45	32,03	5,82	3,30	25,93	34,89	1,52
SD1	0	135	140	-,05	30,08	5,71	3,97	34,31	27,63	1
SD1	0	135	160	-,25	22,56	4,17	2,53	27,18	45,33	0,51
SD1	0	135	230	-,95	8,19	25,90	6,81	16,77	44,79	5,86
SD2	20	420	20	4,00	28,69	5,56	1,82	17,16	48,16	2,43
SD2	20	420	60	3,60	45,53	4,94	2,24	16,97	37,05	3,78
SD2	20	420	120	3,00	44,91	4,84	2,21	13,26	36,49	4,26
SD2	20	420	190	2,30	43,72	5,83	2,09	12,98	38,13	4,12
SD2	20	420	250	1,70	43,05	8,14	2,26	12,02	37,59	4,12
SD2	20	420	300	1,20	45,53	10,14	2,75	12,20	32,11	4,63
SD2	20	420	360	,60	15,55	13,91	4,49	15,53	52,30	3,37
SD3	13	275	20	2,55	25,13	5,92	1,95	18,07	50,46	2,23
SD3	13	275	60	2,15	33,78	4,85	2,28	18,33	41,76	2,77
SD3	13	275	120	1,55	29,87	5,05	2,34	21,15	43,20	0,59
SD3	13	275	180	,95	30,90	5,25	2,75	21,86	41,47	1,92
SD3	13	275	260	,15	30,23	3,40	3,19	29,55	34,46	1,22
SD3	13	275	310	-,35	2,42	0,77	0,41	21,22	76,41	0,07
SD3	13	275	340	-,65	18,33	37,14	5,38	17,96	21,59	7,15
SD4	36	965	80	8,85	49,18	12,00	2,65	10,20	28,77	
SD4	36	965	130	8,35	28,53	20,03	3,85	7,56	41,58	4,20
SD4	36	965	170	7,95	21,89	20,70	5,48	10,49	43,37	4,79

Sols ferrallitiques et podzols

SD5	55	1720	20	17,00	32,24	2,73	1,22	11,43	53,13	1,46
SD5	55	1720	90	16,30	45,11	4,69	1,37	11,58	38,79	1,99
SD5	55	1720	160	15,60	35,59	17,82	0,86	4,64	44,07	2,35
SD5	55	1720	300	14,20	23,12	27,97	5,20	12,39	33,81	6,29
SD6	93	2360	20	23,40	35,74	2,11	1,36	17,69	42,73	
SD6	93	2360	80	22,80	48,05	1,80	1,00	12,12	38,88	2,69
SD6	93	2360	200	21,60	44,29	2,52	1,00	11,62	42,79	2,63
SD6	93	2360	350	20,10	29,46	16,79	1,00	9,04	46,64	1,6
SD7	136	2550	20	25,30	20,65	3,04	0,70	11,87	63,05	1,42
SD7	136	2550	80	24,70	41,72	1,34	1,14	13,89	43,40	2,52
SD7	136	2550	160	23,90	45,89	1,03	1,10	11,86	42,80	2,46
SD7	136	2550	270	22,80	38,47	2,52	0,97	11,59	89,71	2,83
SD7	136	2550	350	22,00	30,59	2,58	0,83	13,20	54,77	1,52
SD7	136	2550	400	21,50	24,67	4,43	1,22	11,95	59,96	1,02
SD7	136	2550	450	21,00	25,60	13,64	0,81	8,05	54,76	0,42
SD8	156	2700	20	26,80	17,77	2,68	0,93	13,81	65,02	0,97
SD8	156	2700	70	26,30	35,64	3,50	1,04	13,04	48,96	2,35
SD8	156	2700	150	25,50	41,35	3,25	0,98	12,73	43,73	2,1
SD8	156	2700	210	24,90	33,17	3,86	0,94	13,47	51,36	1,44
SD8	156	2700	320	23,80	32,03	2,68	0,95	14,04	52,25	1,31
SD8	156	2700	340	23,60	23,23	4,94	1,33	12,89	60,54	
SD8	156	2700	410	22,90	17,46	4,58	1,41	10,76	67,77	1,14
SD9	202	2753	20	27,33	20,29	2,63	1,11	15,47	59,79	1,39
SD9	202	2753	80	26,73	38,26	3,30	1,15	14,57	45,53	2,45
SD9	202	2753	150	26,03	41,05	2,36	1,24	13,53	43,72	3,15
SD9	202	2753	250	25,03	33,78	2,06	0,98	11,30	54,05	2,77
SD9	202	2753	350	24,03	26,88	2,53	0,97	15,44	56,28	1,82
SD9	202	2753	400	23,53	34,97	2,83	1,13	14,20	48,76	2,46
SD9	202	2753	440	23,13	11,07	2,63	0,98	12,26	74,10	0,68
SD9	202	2753	480	22,73	16,07	6,02	1,46	10,94	66,08	0,6
SD9	202	2753	505	22,48	20,19	18,95	1,57	8,03	53,19	0,8
SD10	258	2777	20	27,57	26,42	1,96	1,16	15,74	54,39	1,59
SD10	258	2777	60	27,17	37,39	2,57	1,13	17,71	45,98	1,97
SD10	258	2777	100	26,77	37,03	0,67	1,06	13,44	49,31	2,2
SD10	258	2777	200	25,77	38,52	2,94	1,03	11,77	48,49	2,43
SD10	258	2777	300	24,77	36,97	1,85	2,84	12,60	49,28	2,15
SD10	258	2777	420	23,57	21,94	2,78	1,13	13,18	62,88	1,17
SD10	258	2777	460	23,17	17,46	9,17	1,00	7,86	65,40	0,92
SD11	307	2745	20	27,25	27,81	3,35	1,13	14,87	52,93	1,83
SD11	307	2745	60	26,85	39,45	1,44	1,10	13,61	45,48	2,43
SD11	307	2745	110	26,35	43,98	1,60	1,23	11,65	43,10	2,72
SD11	307	2745	250	24,95	41,97	1,50	1,07	11,05	47,57	2,66
SD11	307	2745	300	24,45	32,45	2,07	0,83	12,14	54,98	2,5
SD11	307	2745	350	23,95	17,77	2,73	1,95	12,28	66,81	1,6
SD12	326	2730	60	26,70	37,13	2,83	1,08	13,08	48,67	1,89
SD12	326	2730	200	25,30	38,88	1,91	1,00	11,96	48,60	2,15
SD12	326	2730	300	24,30	24,72	2,47	0,78	12,18	62,53	1,52
SD12	326	2730	350	23,80	18,39	4,89	1,40	12,55	64,96	0,89
SD12	326	2730	370	23,60	15,60	18,54	0,94	6,87	61,65	0,43

Annexe 6

Spectres granulométriques

Les valeurs sont données en pourcentage pondéral.

Le diamètre du tamis indique la masse de sable arrêtée par ce tamis.

Pour chaque sondage, les échantillons sont donnés par profondeur croissante, celle-ci étant en centimètres.

Pour quelques échantillons, certaines fractions sont regroupées.

ORGANABO - TRANSECT 1 - Fosse A

Granulométrie des sables

Profondeur en centimètres

Tamis	A10A40	A60	A80	A100	A120	A140	A106	A180	A200	A220	
50	0,78	1,90	1,67	1,29	1,62	1,08	1,43	0,35	1,11	0,28	1,05
63	1,35	3,34	2,83	2,39	2,65	2,39	2,41	2,93	2,39	3,01	1,79
80	2,42	3,46	3,32	2,99	3,09	2,84	2,84	2,85	2,43	3,42	2,30
100	5,27	5,36	4,91	4,82	5,00	4,64	4,59	4,78	4,24	4,97	3,48
125	7,62	6,98	7,02	7,09	7,24	6,81	6,76	6,97	6,41	7,14	5,33
160	8,88	7,86	8,28	8,70	8,66	8,27	8,55	8,59	7,67	8,05	6,56
200	4,20	7,48	6,93	8,12	7,94	8,99	7,00	8,16	6,58	6,50	5,55
250	8,12	6,69	7,08	8,22	7,49	7,37	7,11	7,75	6,42	6,30	5,55
315	11,75	11,53	12,70	11,67	13,19	13,09	12,83	11,71	10,67	9,64	9,55
400	10,96	12,76	12,92	13,54	14,46	13,40	12,46	15,11	13,40	10,97	11,67
500	6,61	5,68	7,06	7,27	6,42	6,67	7,46	5,94	8,35	7,63	6,70
630	7,55	9,28	8,77	8,11	7,71	8,46	8,51	8,90	9,79	10,78	11,30
800	7,32	6,76	6,66	6,32	6,12	6,15	6,96	6,55	8,44	5,47	10,49
1000	7,32	6,76	6,66	6,32	6,12	6,15	6,96	6,55	8,44	5,47	10,49
1260	9,85	4,14	3,20	3,17	2,29	3,68	4,13	2,87	3,67	4,49	8,22

Tamis	A240	A260	A280	A300	A320	A340	A360	A380	A400	A420	A440
50	0,67	0,54	1,14	0,43	0,90	1,27	1,17	0,83	1,13	1,18	1,20
63	1,03	0,78	1,08	1,06	1,65	1,58	1,50	1,64	1,52	3,36	1,95
80	1,25	1,11	1,46	1,41	1,95	1,90	1,86	2,06	2,05	3,41	2,31
100	2,07	2,10	2,42	2,60	3,28	2,99	3,06	3,14	3,26	4,69	3,26
125	3,22	3,36	3,76	4,30	4,82	4,76	4,80	5,09	5,01	5,99	4,42
160	4,81	4,69	4,84	5,31	5,94	6,32	6,01	6,73	6,71	6,84	5,78
200	4,62	4,02	4,48	4,88	5,28	5,44	5,67	5,21	5,55	4,87	4,18
250	5,43	4,85	5,01	5,61	5,73	5,80	6,58	7,28	7,08	5,88	5,16
315	10,28	10,18	9,20	9,79	11,10	11,66	12,33	12,80	12,02	11,33	9,55
400	13,15	12,81	13,95	13,76	14,79	14,56	15,51	16,60	16,43	14,03	13,62
500	7,15	10,73	10,30	10,01	11,83	11,85	11,00	9,26	10,16	11,20	10,02
630	11,00	16,47	15,52	17,72	16,43	15,65	15,66	13,85	13,07	11,59	16,50
800	13,99	11,90	12,16	10,60	7,74	7,71	6,98	7,35	7,38	6,76	9,64
1000	13,99	11,90	12,16	10,60	7,74	7,71	6,98	7,35	7,38	6,76	9,64
1260	7,35	4,86	2,54	1,91	0,83	0,82	0,88	0,83	1,25	2,11	2,76

Sols ferrallitiques et podzols

ORGANABO - Transect 4 - Sondage 14

Tamis Fond	Profondeur en centimètres									
	20	40	60	80	100	120	140	160	200	220
50	1.05	2.09	1.75	2.14	1.67	1.79	1.65	2.04	2	1.6
63	1.63	2.38	3.13	2.53	2.09	2.04	2.08	2.04	2.29	1.88
80	2.61	3.73	4	3.35	3.26	3.01	2.91	2.92	3	2.64
100	4.42	5.49	5.73	5.2	4.91	4.87	4.43	4.68	5.02	4.64
125	7.26	7.66	7.9	7.27	7.06	7.06	6.57	6.66	7.17	6.84
160	9.48	9.1	9.03	8.28	8.29	8.45	7.99	8.01	8.71	8.77
200	8.64	8.43	7.34	7.26	7.91	7.81	7.66	7.77	8.24	7.94
250	9.35	8.97	7.28	7.18	7.79	7.52	7.24	7.6	7.87	8.31
315	14.01	12.05	12.85	12.35	12.83	13.59	13.25	12.89	13.08	12.51
400	12.73	11.96	11.97	13.63	13	14.53	13.6	13.36	14.03	14.64
500	6.29	5.39	6.6	7.29	7.29	7.22	8.14	8.02	7.05	7.68
630	6.3	6.1	6.91	8.17	8.09	8.25	8.3	8.76	8.15	7.97
800+1000	11.81	11.71	12.05	12.21	12.82	11.86	12.87	13	10.99	11.5
1260+1600	4.41	4.95	3.45	3.14	2.99	1.99	3.3	2.25	2.4	3.08

Tamis Fond	260	280	300	340	360	380	400	420
50	1.6	1.89	1.89	1.42	1.91	1.73	1.66	1.66
63	2.02	1.95	1.97	1.89	2.89	2.69	2.28	2.23
80	2.69	2.85	2.72	2.91	4.79	4.48	3.8	3.66
100	4.35	4.47	4.59	4.49	7.14	6.98	5.72	5.41
125	7.06	6.72	6.81	6.81	8.56	7.74	6.71	5.95
160	8.34	8.49	8.1	7.88	6.99	6.31	6.44	5.95
200	7.52	7.27	7.46	7.03	6.12	6.69	5.57	5.31
250	7.71	7.98	7.08	6.62	10.11	9.55	9.97	10.18
315	12.16	11.09	11.27	9.6	11.03	11.67	12.18	14.42
400	13.18	13.28	12.36	11.73	7.91	7.97	7.74	7.46
500	8.22	7.7	8.22	8.21	11.26	11.45	12.4	11.66
630	9.74	9.71	9.62	11.59	7.79	8.61	10.55	10.21
800+1000	12.22	13.05	14.67	17.19	7.79	8.61	10.55	10.21
1260+1600	3.19	3.55	3.23	2.63	4.14	3.61	2.88	4.33

Tamis Fond	Sondage 10			
	360	380	400	420
50	1.25	1.76	2.15	2.03
63	1.89	2.65	3.3	3.04
80	3.43	4.87	5.5	5.1
100	5.88	7.65	8.32	7.3
125	6.64	7.4	7.59	6.47
160	4	4.49	4.14	3.69
200	2.81	3.37	2.92	2.51
250	5.2	5.91	5.47	4.5
315	9.46	10.52	11.81	11.03
400	9.16	8.34	9.12	9.55
500	13.57	12.36	11.64	13.7
630	13.08	11.66	9.95	11.33
800+1000	13.08	11.66	9.95	11.33
1260+1600	9.77	6.02	6.52	6.56

Tamis	Sondage 8								
	20	40	60	80	100	120	140	160	180

Sols ferrallitiques et podzols

Fond	0,43	0,53	0,72	1,09	1,19	0,75	0,89	1,09	1,12	0,93
50	0,55	0,61	0,77	1,17	1,44	1,07	0,98	1,19	1,23	0,94
63	1,19	1,31	1,46	2,03	2,34	1,94	1,8	1,89	2,24	1,67
80	2,15	2,21	2,47	3,4	3,78	3,31	3,08	3,29	3,49	2,85
100	3,93	4,13	4,41	5,84	6,39	5,81	5,42	5,63	6,01	5,15
125	4,7	5,32	5,57	8,08	8,66	8,06	7,58	7,89	8,15	7,69
160	6,01	6,87	6,87	7,53	7,72	7,85	7,63	8,42	8,26	8,1
200	6,49	7,13	6,95	7,85	8,16	7,66	7,2	8,12	8,1	8,02
250	13,92	14,98	13,55	13,96	12,82	13,04	12,71	13,06	12,83	13,69
315	18,18	16,97	16,38	13,24	13,34	13,22	13,04	13,66	13,35	13,95
400	10,26	10,47	9,82	8,08	7,83	8,22	8,39	7,74	7,17	7,85
500	12,54	11,55	11,68	9,82	9,38	10,27	11,17	9,99	9,1	9,9
630	8,5	7,71	8	7,09	6,83	7,58	8,02	7,07	7,56	7,81
800+1000	8,5	7,71	8	7,09	6,83	7,58	8,02	7,07	7,56	7,81
1260+1600	2,64	2,52	3,37	3,75	3,28	3,65	4,07	3,9	3,82	3,63

Tamis	240	260	280	300	320	340	360	380	400	420
Fond	1,13	0,88	0,91	1,08	1,33	1,16	0,88	1,49	1,99	0,87
50	1,49	1,06	1,04	1,18	1,37	1,32	1,17	1,88	2,95	1,77
63	2,13	2,12	1,95	1,93	2,33	2,53	1,85	2,65	3,74	2,98
80	3,7	3,47	3,2	3,4	4,02	4,11	3,19	4,45	5,89	4,45
100	6,13	6,18	5,6	5,74	6,73	7,23	5,65	6,86	8,57	7,88
125	8,61	9,01	7,67	7,41	9,27	9,67	7,47	8,35	9,34	9,67
160	8,34	7,33	7,08	6,72	7,7	7,86	5,97	6,39	5,55	6,36
200	8,44	8,07	6,88	6	7,07	6,24	5,25	4,48	4,19	5,21
250	12,2	11,79	10,27	8,65	8,41	9,36	6,84	6,67	6,66	7,58
315	12,06	13,13	10,62	10,97	10,11	10,94	10,64	9,97	9,01	10,42
400	7,27	6,98	7,21	7,87	6,91	7,52	8,27	7,28	6,71	7,22
500	9,51	9,73	10,51	10,01	10,06	10,27	12,25	10,62	10,15	9,72
630	7,21	8,26	10	10,25	8,66	8,58	11,45	10,63	9,31	9,62
800+1000	7,21	8,26	10	10,03	8,66	8,58	11,45	10,63	9,31	9,62
1260+1600	4,57	3,72	7,06	8,53	7,37	4,63	7,67	7,66	6,65	6,64

Sondage 5

Tamis	20	40	60	80	100	120
Fond	0,25	0,52	0,53	0,71	0,73	0,59
50	0,27	0,63	0,74	0,8	0,8	0,84
63	0,65	1,18	1,43	1,4	1,4	1,66
80	1,16	1,96	2,51	2,46	2,46	2,9
100	2,09	3,41	4,01	4,14	4,14	5,2
125	3,18	4,85	5,37	5,62	5,62	7,1
160	4,23	6,13	7,22	7,07	7,07	8,21
200	4,99	6,66	7,6	7,38	7,38	7,97
250	11,81	13,68	15,48	15,34	15,34	13,78
315	16,55	16,01	15,7	15,44	15,44	12,58
400	11,56	9,89	10,03	9,23	9,23	7,78
500	15,98	12,92	11,75	11,78	11,78	10,31
630	12,1	9,65	7,6	8,04	8,04	9,07
800+1000	12,1	9,65	7,6	8,04	8,04	9,07
1260+1600	3,06	2,87	2,44	2,56	2,56	2,94

Sondage 2

Tamis	20
Fond	0,24
50	0,24

Sols ferrallitiques et podzols

63	0,43
80	0,91
100	1,67
125	2,67
160	3,87
200	5,07
250	11,67
315	18,47
400	12,8
500	16,24
630	11,44
800+1000	11,44
1260+1600	2,85

Sondage 1

Tamis	40	60	80	100
Fond	0,65	0,33	0,64	0,44
50	0,64	0,33	0,78	0,47
63	0,67	0,6	0,91	0,8
80	1,86	1,31	1,7	1,6
100	3,22	2,51	3,24	3,11
125	5,04	3,79	4,92	5,12
160	6,75	5,58	8,04	7,41
200	8,29	8,14	9,48	7,85
250	14,61	15,11	17,15	15,58
315	17,38	20,12	18,73	18,76
400	9,9	10,17	9,72	11,17
500	11,62	12,62	10,42	12,84
630	7,9	8,02	6,19	6,6
800+1000	7,9	8,02	6,19	6,6
1260+1600	3,57	3,34	1,91	1,65

Petit Laussat - Transect A

Sondage 40

Tamis	A40				A40				240	280
	20	40	60	80	100	120	160	200		
fond	0,05	0,04	0,04	0,26	0,13	0,03	0,08	0,15	0,03	0,17
50	1,23	2,09	1,61	1,54	1,81	1,54	1,67	1,72	1,07	1,23
63	0,88	1,39	1,29	1,03	1,18	1,18	1,32	1,23	0,99	0,75
80	3,83	5,69	4,87	1,99	4,49	4,39	4,59	4,42	3,24	2,5
100	4,58	6,15	5,34	4,52	5,24	5,07	5,14	4,88	3,54	2,71
125	7,16	8,67	7,84	6,56	7,6	7,75	7,16	7,01	4,97	4,22
160	8,59	9,98	9,01	7,62	8,79	8,66	8,91	8,57	6,08	4,72
200	6,44	6,76	6,54	5,51	6,33	6,24	6,35	6,1	4	3,18
250	8,8	9,54	9,11	7,23	8,55	8,86	8,65	8,17	5,51	4,54
315	16,66	15,81	15,81	137	15,97	16,79	16,41	16,26	11,69	10,67
400	8,09	5,99	6,71	6,48	7,15	7,93	7,49	7,81	6,91	6,86
500	8,09	5,45	6,74	6,58	6,76	7,05	7,34	8,22	9,31	10,53
630	9,06	7,1	8,29	9,54	8,37	8,24	8,06	8,93	14,92	18,01
800	6,71	5,7	6,64	9,3	6,98	6,3	6,28	6,55	11,72	14,23
1000	6,3	6,05	6,17	9,61	6,42	3,92	6,54	6,36	10,72	11,06
1250	2,84	2,77	2,91	4,96	3,19	2,93	3,13	2,92	4,37	4,01
1600	0,44	0,55	0,75	1,07	0,79	0,61	0,6	0,49	0,68	0,42

Tamis	320		360		400		440		480		520		560		600	
	320	360	400	440	480	520	560	600	320	360	400	440	480	520	560	600
fond	0,04	0,85	0,5	0,61	0,6	0,08	0,23	1,6								
50	0,98	1,29	3,98	2,03	2,56	1,42	1,89	2								
63	0,83	0,73	2,09	1,51	1,76	1,05	1,65	1,38								
80	2,67	2,18	5,66	3,51	4,49	2,89	4,04	3,87								
100	2,83	2,1	5,2	2,94	3,72	2,89	3,75	2,98								
125	4	3,05	5,98	3,69	4,42	3,85	4,86	3,83								
160	4,61	3,44	6,64	4,1	4,72	4,53	6,04	4,77								
200	3,21	2,33	4,38	2,84	3,5	3,43	4,44	3,79								
250	4,53	3,8	6,92	4,17	4,77	5,34	6,51	5,75								
315	10,87	8,89	14,2	9,44	11,09	11,53	14,19	13,96								
400	7,39	6,39	8,06	5,78	6,77	6,94	8,21	9,1								
500	10,75	9,2	8,19	7,49	8,31	8,91	9,76	11,21								
630	17,36	14,93	7,51	11,99	12,34	13,26	12,22	15,14								
800	13,55	14,64	6,34	13,01	11,57	12,28	10,2	11,45								
1000	11,13	15,39	8,93	15,85	12,16	14,28	8,21	6,96								
1250	4,46	8,38	4,27	8,91	5,91	6,2	3,08	1,61								
1600	0,51	1,92	0,54	1,91	1,06	0,95	0,5	0,08								

Sols ferrallitiques et podzols

Petit Laussat - Transect A

Sondage A39

Tamis	A39 0	A39 20	40	60	80	A39 100	120	160	200	240	280
fond	0,01	0,03	0,04	0,02	0,05	0,05	0,04	0,03	0,04	0,03	0,03
50	0,39	0,87	1,18	1,24	1,36	1,49	1,58	1,42	1,22	1,29	1,39
63	0,48	0,71	1,23	1,02	1,11	1,05	1,42	1	0,98	0,86	1,3
80	2,49	3,06	4,77	4,75	4,37	4,5	4,3	3,97	3,86	3,12	4,3
100	3,57	3,89	5,84	5,68	4,73	3,06	5,27	4,9	4,37	3,69	4,62
125	8,89	6,35	8,57	8,5	7,8	7,57	7,8	7,28	7,03	5,18	6,6
160	7,58	8,06	10,35	10,5	9,8	8,05	9,38	9,36	8,57	5,74	7,62
200	5,91	5,95	7,29	7,11	7,23	5,43	6,59	6,91	6,25	3,8	5,48
250	8,12	8,8	10,1	9,73	9,41	8,03	10,01	9,27	8,98	5,73	7,47
315	15,78	16,79	16,32	16,49	17,23	19,71	17,5	18,38	16,84	11,52	13,77
400	6,57	8,55	6,66	6,55	6,97	8,3	7,84	8,33	7,95	7	7,3
500	8,94	8,08	5,79	6,05	6,41	7,84	6,76	7,73	7,2	9,09	7,12
630	10,4	9,57	6,91	7,36	7,89	8,67	7,48	8,02	8,59	14,9	9,84
800	8,19	8,08	5,74	6,01	5,87	6,22	5,49	5,78	7,08	11,73	8,53
1000	6,57	7,2	5,53	5,68	5,59	5,94	5,61	5,15	6,6	11,23	9,56
1250	2,61	3,24	2,8	2,64	2,93	3	2,62	2	3,6	4,12	4,26
1600	0,53	0,69	0,48	0,47	1,01	0,83	0,24	0,28	0,67	0,67	0,64

Tamis	320	360	400	440	480	520	560	600
fond	0,07	0,06	0,14	0,06	0,04	0,04	0,06	0,04
50	1,95	1,77	2,39	1,85	1,94	1,39	1,82	2,27
63	1,32	1,75	1,63	1,82	1,88	1,61	2,24	2,61
80	3,92	4,92	5,11	4,7	5	3,95	5,62	7,14
100	4,45	4,65	5,35	4,85	4,92	4,23	5,31	6,68
125	6,06	6,63	6,94	6,66	7,1	5,86	7,2	8,79
160	6,89	7,79	7,31	7,86	8,4	7,55	9,08	10,29
200	4,86	5,54	5,23	5,11	6	5,71	6,55	7,07
250	7,09	7,5	7,47	7,79	8,53	7,77	8,7	9,15
315	15,11	16,32	15,68	16,89	17,57	17,5	18,76	18,27
400	8,52	8,71	9,2	8,92	8,52	8,84	8,55	7,76
500	10,1	9,68	9,22	9,56	8,74	9,26	7,98	6,77
630	12,48	11,3	10,95	10,38	9,43	10,52	8,83	6,4
800	8,57	7,27	7,34	6,7	5,96	6,89	4,91	3,63
1000	5,95	4,62	4,5	4,79	4,35	6,02	2,74	2,39
1250	2,11	1,24	1,18	1,71	1,34	2,45	0,63	0,55
1600	0,43	0,12	0,23	0,18	0,13	0,28	0,04	0,06

Petit Laussat - Transect C

Sondage C15

Tamis	C15								
	0	80	160	240	320	400	480	560	640
fond	0,01	0,04	0,03	0,03	0,04	0,03	0,02	0,03	0,02
50	0,29	0,83	0,69	0,64	0,39	0,3	0,24	0,2	0,29
63	0,37	0,81	0,64	0,57	0,31	0,26	0,19	0,16	0,3
80	2,13	3,58	2,95	2,8	1,59	1,6	1,13	1,05	1,32
100	3,65	4,54	3,59	3,34	2,3	2,59	1,9	1,37	1,71
125	6,87	7,54	6,29	5,85	3,95	4,81	3,73	3,04	2,98
160	9,23	9,61	8,06	7,27	4,28	5,25	4,32	3,39	3,6
200	6,99	7,3	6,84	5,27	4,9	6,02	5,24	3,95	4,13
250	10,34	13,19	10,45	7,25	5,25	7,12	6,52	5,68	5,84
315	18,53	20,32	20,16	13,77	11,76	15,97	16,02	14,4	15,04
400	8,06	8,3	8,88	6,76	6,7	8,86	9,67	9,1	8,7
500	7,83	6,31	7,87	8,97	8,53	11,55	12,34	12,46	11,65
630	7,67	5,94	7,42	11,95	12,54	15,3	15,96	17,88	16,92
800	6,03	4,87	5,66	9,43	11,96	10,02	11,11	13,81	12,42
1000	7,26	5,49	6,28	10,1	14,7	7,18	8,18	9,91	10,75
1250	3,83	0,63	3,57	4,82	8,7	2,57	2,66	2,97	3,56
1600	0,83	0,54	0,47	0,99	1,83	0,48	0,62	0,41	0,66

Petit Laussat - Transect B

Sondage 4

Tamis	B4						B4	
	0	40	80	120	160	200	240	280
fond	0,02	0,02	0,01	0,03	0,02	0,07	0,03	0,01
50	0,26	0,44	0,44	0,62	0,51	0,8	0,56	0,61
63	0,2	0,46	0,36	0,61	0,51	0,6	0,58	0,56
80	1,04	2,12	1,94	2,16	2,22	2,42	2,35	2,47
100	1,5	2,88	2,58	2,66	2,87	3,02	3,01	3,12
125	3,21	5,39	5,15	4,96	5,24	5,42	5,42	5,56
160	5,51	8,15	8,02	7,56	7,87	8,1	5,95	6,04
200	5,38	7,19	7	6,67	6,93	7,18	6,3	3,83
250	8,58	10,14	10,42	9,48	9,64	9,51	8,71	4,78
315	20,7	18,4	19,37	18,39	18,52	18,12	15,61	8,05
400	11,55	8,04	7,98	8,39	8,33	8,57	7,78	5,67
500	10,77	7,41	6,99	8,04	8,12	8,06	8,19	7,88
630	11,61	9,48	8,85	10,12	9,73	9,72	11,56	14,97
800	8,46	8,12	7,65	8,26	7,7	7,78	8,9	13,64
1000	8,22	7,84	8,29	7,92	7,86	7,1	8,45	14,67
1250	2,48	3,3	3,86	3,31	3,01	2,96	3,7	6,74
1600	0,41	0,57	1,06	0,69	0,81	0,45	0,76	1,57

Sols ferrallitiques et podzols

Tamis	320	360	400	440	480	520	560	600	640
fond	0,03	0,08	0,75	0,11	0,25	0,71	0,44	0,21	0,2
50	0,27	0,71	1,97	1,36	2,36	1,74	1,36	0,72	0,91
63	0,23	0,52	1,52	1,37	2,19	1,46	1,16	0,66	3,08
80	1,07	2,14	4,81	4,14	7,38	5,55	4,79	2,34	3,2
100	1,52	2,3	5,64	4,18	8,24	6,88	5,16	2,39	3,49
125	4,08	4,2	9,35	5,97	12,05	10,1	6,4	3,48	5,46
160	6,73	5,26	10,84	6,55	13,09	13,17	7,93	4,13	6,09
200	4,3	4,23	7,34	4,62	8,21	9,42	5,76	3,11	4,53
250	4,66	5,84	8,63	6,06	10,17	11,12	7,77	4,45	6,16
315	10,52	14,33	14,85	13,58	16,24	18,1	16,76	11,22	13,64
400	7,6	8,87	7,08	8,07	5,89	6,87	8,77	6,37	7,28
500	10,38	11,09	6,89	9,49	5,03	5,73	9,67	9,42	9,24
630	15,6	14,92	7,69	12,41	3,99	5,19	11,37	14,28	12,67
800	11,97	11,1	4,94	9,82	1,92	2,2	7,04	13,04	10,27
1000	13,66	9,67	4,68	8,18	1,54	0,9	4,29	15,14	10,27
1250	5,8	3,79	2,01	2,86	0,67	0,29	0,85	6,93	2,15
1600	1,49	0,72	0,25	0,65	0	0,05	0,13	1,79	0,94

Petit Laussat - transect B

Sondage B8

Tamis	0	40	80	120	200	240
Fond	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	0,03
50	0,1	0,11	0,2	0,44	0,11	0,5
63	0,07	0,1	0,18	0,44	0,09	0,53
80	0,44	0,57	1,05	2,34	0,91	2,59
100	0,72	0,86	1,65	3,22	2,29	3,44
125	1,54	2,05	3,49	6,38	6,38	6,54
160	2,81	3,54	6,07	9,5	8,25	8,74
200	3,46	4,38	6,47	8,73	5,58	7,05
250	6,67	8,56	9,89	11,27	8,11	8,7
315	23,6	21,25	21,46	17,57	11,03	18,02
400	13,97	10,84	10,22	6,67	4,67	8,51
500	14,62	11,73	11,03	6,39	5,16	8,54
630	16,27	14,85	13,19	8,86	8,29	10,8
800	9,22	10,29	8,1	8,45	9,77	7,22
1000	5,31	8,32	5,34	7,29	17,2	5,9
1250	0,9	2,18	1,38	2,13	9,06	2,39
1600	0,04	0,27	0,13	0,17	2,99	0,44

RN1 près d'ORGANABO

pk184		
Tamisgalets	sf	
fond	0,06	0,05
50	0,24	0,55
63	0,71	0,64
80	2,9	3,01
100	3,61	4,4
125	6,83	7,26
160	9,56	7
200	6,95	3,49
250	8,75	3,8
315	14,64	7,92
400	5,83	7,16
500	6,04	8,88
630	8,14	13,58
800	7,91	12,67
1000	10,64	14,59
1250	5,79	4,56
1600	1,18	0,36

Sondage BRGM
près d'ORGANABO

Bichou					
Tamis	0-150	150-300	300-450	450-500	500-600
fond	0	0	0	0	0
50	0,06	0,04	0,03	0,26	1,5
63	0,03	0,02	0,02	0,22	0,78
80	0,1	0,08	0,06	1,09	2,97
100	0,11	0,14	0,09	1,76	3,54
125	0,22	0,45	0,18	3,25	5,73
160	0,36	0,66	0,28	3,82	6,71
200	0,67	1,21	0,49	4,82	7,91
250	1,31	2,23	0,8	5,72	7,71
315	6,18	7,46	4,35	13,56	15,19
400	6	5,44	4,12	7,9	6,55
500	11	8,32	6,97	9,88	7,31
630	22	15,17	13,35	12,75	9,2
800	21,58	18,9	17,1	11,29	8,53
1000	23,03	27,74	28,49	13,26	10,65
1250	6,53	10,84	20,77	8,53	4,84
1600	0,82	1,3	3,1	1,89	0,88

Annexe 7

Analyses à la micro-sonde

Petit-Laussat

Les tableaux d'analyses qui vont suivre comportent :

- un numéro d'échantillon, indiquant le transect (respectivement TA, SD, SB et SC pour les transect A, D, B et C) ;
- un numéro de zone, se référant à la position exacte du spot sur la photo MEB prise lors de l'analyse ;
- un code classant le plasma (ce code ne présente pas d'intérêt dans le cadre de ce travail : les analyses sont déjà regroupées selon les ensembles déterminés au chapitre IV-F) ;
- les valeurs d'analyse pour les oxydes détectés : il s'agit de pourcentage pondéral d'oxyde (bouclage automatique à cent par le micro-analyseur).

Les moyennes et écart-type dont il est fait mention dans le texte sont calculés à partir de l'ensemble des données d'un tableau, excepté les échantillons marqués d'une croix (en général mal-classés).

Plasma rouge des horizons pédoturbés de versant

Echantillon	Code	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	K	Ca	Ti	Cr	Mn	Fe	Total
SD7 440 15	Rouge	,00	,00	37,33	49,41	,77	,00	,00	,31	,00	5,57	,00	,00	4,75	99,14
SD7 440 16		,00	,00	43,35	54,79	,00	,00	,00	,19	,00	,00	,00	,00	,83	99,16
SD7 440 19	Rouge	,55	,00	36,97	51,06	,00	,00	,14	,58	,95	3,27	,00	,00	5,63	99,15
SD7 440 110	Rouge	,90	,00	39,08	46,00	,96	,32	,79	1,71	,32	5,30	,00	,00	3,76	99,14
SD7 410 111	Brun	,00	,00	41,90	49,00	,00	,00	,00	,25	,16	2,16	,00	,00	5,56	99,03
SD2 370 121	Rouge	,00	,00	64,61	24,79	,00	,00	,00	,29	,00	1,08	,00	,00	6,55	99,32
SD2 370 127	Rouge	1,10	,00	41,45	27,30	,00	,50	,82	1,24	,36	1,37	,00	,00	24,98	99,12
SD2 290 16	Rouge	,00	,00	41,39	43,17	,00	,00	,00	,38	,25	1,79	,00	,00	11,83	98,81
SD5 130 12	Brun	,00	,00	41,49	49,18	,00	,00	,00	,26	,00	1,15	,00	,00	7,28	99,36
SD5 130 15	Brun	,00	,00	40,67	48,91	,00	,00	,00	,31	,00	1,12	,00	,00	7,93	98,94
SD6 350 18	Rouge	,00	,00	37,23	44,17	,00	,00	,16	,16	,24	,81	,00	,00	16,74	99,51
SD7 505 12	Rouge	,00	,00	40,12	49,59	,00	,00	,22	,29	,23	1,51	,32	,00	6,57	98,85
SD7 505 18	Plasma	,00	,00	39,69	51,11	,00	,00	,00	,29	,00	2,29	,00	,00	4,68	98,06
SD7 505 19	Rouge	,00	,00	38,77	48,63	,00	,00	,20	,28	,00	1,60	,00	,00	8,91	98,39
SD7 505 110	Rouge	,00	,00	41,41	52,62	,00	,00	,00	,25	,00	,50	,00	,00	4,13	98,91
SD3 270 114	Rouge	,00	,00	36,16	32,78	,00	,55	,00	,35	,00	1,46	,00	,00	26,85	98,15
TA1 200 13	Rouge	,00	,00	57,74	29,32	,00	,00	,00	,58	,32	1,38	,00	,00	9,98	99,32
TA1 200 14	Rouge	,00	,00	40,73	40,98	,00	,00	,00	,50	,35	1,64	,00	,00	15,02	99,22
TA1 200 15	Rouge	,00	,00	45,21	37,21	,00	,00	,00	,58	,17	2,18	,00	,00	14,29	99,64
TA1 200 18	Rouge	,44	,00	25,25	25,26	,00	,31	,10	,24	,17	1,09	,00	,00	9,25	62,11
TA1 200 19	Rouge	,40	,00	28,21	26,30	,00	,25	,20	,35	,21	,74	,00	,00	7,49	64,15
SB7 185 14	Rouge	,00	,50	43,99	32,21	,00	,00	,00	,24	,20	2,86	,00	,00	18,75	98,74
SB7 185 15	Rouge	,00	,00	46,21	35,05	,00	,00	,00	,18	,30	2,66	,00	,00	14,35	98,76
SB7 185 110	Rouge	,00	,00	46,77	31,43	,00	,00	,00	,29	,00	5,15	,00	,00	15,54	99,17
TA1 160 112	Rouge	,00	,00	40,44	39,50	,00	,48	,27	,29	,16	1,84	,00	,00	15,75	98,72
TA1 160 113	Rouge	2,01	,00	41,41	35,57	,00	,41	,51	,42	,00	1,98	,00	,00	16,98	99,28
TA1 160 114	Rouge	1,09	,00	40,78	36,52	,00	,45	,45	,44	,24	1,94	,00	,00	17,35	99,26
TA1 160 116	Rouge	1,54	,00	39,71	34,12	,00	,66	,50	,44	,18	1,98	,00	,00	19,71	98,85

Plasma jaune des horizons pédoturbés de plateau

Echantillon	Code	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	K	Ca	Ti	Cr	Mn	Fe	Total
SB7 380 Z8	Jaune	,00	,00	40,04	47,67	,00	,38	,17	,21	,00	2,45	,00	,00	7,41	98,33
SC6 460 Z3	Brun	,04	,00	43,46	52,69	,00	,30	,00	,13	,00	1,11	,00	,00	1,94	99,67
SC6 460 Z5	Jaune	,38	,00	42,36	53,94	,00	,31	,30	,24	,00	,32	,00	,00	1,68	99,53
SC6 460 Z7	Jaune	,00	,00	42,14	51,99	,00	,00	,21	,14	,15	2,32	,00	,00	2,04	98,99
SC6 455 Z2	Jaune	,00	,00	43,71	53,53	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	2,33	99,57
SC6 455 Z6	Jaune	,31	,00	43,36	54,03	,00	,00	,00	,35	,00	,00	,00	,00	1,02	99,07
SC7 310 Z3	Jaune	,00	,00	40,15	50,29	,00	,00	,00	,00	,34	1,79	,00	,00	6,27	98,84
SC7 285aZ1	Brun	,00	,00	39,47	50,34	,00	,00	,18	,53	,00	1,74	,00	,00	6,67	98,93
SB14 295 Z1	SDB	,00	,00	38,64	51,75	,00	,00	,00	,20	,00	1,49	,00	,00	6,75	98,83
SB14 295 Z2	SDB	,00	,00	40,03	49,11	,00	,00	,24	,00	,20	1,89	,00	,00	6,47	97,94
SB14 295 Z4	SDB	,00	,00	40,22	49,40	,00	,00	,00	,22	,00	1,95	,00	,00	7,30	99,09
SD2 290 Z5	Jaune	,00	,00	42,55	44,62	,00	,00	,00	,19	,22	1,33	,00	,00	9,04	#NAME?
SD2 290BIS Z1	Jaune	,00	,00	41,76	45,11	,00	,00	,00	,25	,00	1,47	,00	,00	10,27	98,86
SD5 130 Z6	Jaune	,00	,00	39,46	48,86	,00	,00	,31	,72	,19	1,37	,00	,00	7,59	98,50
TA2 80 Z1	Brun	,00	,28	40,64	41,55	,00	,32	,00	,20	,00	1,74	,00	,00	14,25	98,98
TA2 80 Z2	Brun	,00	,00	40,63	41,66	,00	,28	,00	,14	,17	1,56	,00	,00	14,55	98,99
SD1 170 Z4	Jaune	,00	,00	39,42	44,30	,00	,43	,18	,46	,25	1,29	,00	,00	12,80	99,13
SB12 700 Z14	Jaune	,00	,00	40,58	52,87	,00	,28	,00	,21	,00	1,29	,00	,00	3,51	98,74
SB7 185 Z6	Jaune	,00	,00	44,35	32,09	,00	,00	,00	,17	,00	9,67	,00	,00	12,28	98,56
SB7 185 Z7	Jaune	,00	,00	39,64	40,21	,00	,00	,13	,64	,00	4,01	,00	,00	14,50	99,13
SB7 185 Z8	Jaune	,00	,00	47,12	35,75	,00	,00	,00	,17	,17	1,93	,00	,00	13,58	98,72
SB7 185 Z9	Jaune	,00	,29	48,48	33,75	,00	,00	,00	,23	,00	2,77	,00	,00	13,77	99,28
SB6 160 Z1	BrunSDB	,00	,42	44,55	40,93	,00	,00	,20	,28	,18	2,26	,00	,00	9,95	98,77
SB6 160 Z2	BrunSDB	,00	,00	46,89	39,17	,00	,00	,00	,35	,20	2,66	,00	,00	9,50	98,77
SB6 160 Z3	BrunSDB	,50	,55	46,07	38,44	,00	,37	,00	,31	,24	2,70	,00	,00	9,50	98,67
SB6 160 Z4	BrunSDB	,00	,00	46,25	40,55	,00	,00	,00	,34	,31	2,26	,00	,00	9,21	98,91
SB6 320 Z2	Brun	,53	,00	49,77	36,91	,00	,34	,00	,30	,21	2,10	,00	,00	8,72	98,88
SB10 390 Z7	Jaune	,48	,00	43,73	42,54	,00	,00	,00	,39	,61	2,54	,00	,00	8,08	98,36
SB10 390 Z13	Jaune	,00	,00	42,59	48,71	,00	,72	,00	,24	,20	2,30	,00	,00	4,22	98,97
SB10 390 Z14	Jaune	,00	,00	42,92	41,61	,00	,78	,00	,21	,28	2,75	,00	,00	9,98	98,54
SB10 390 Z19	Jaune	,00	,00	43,64	45,47	,00	,00	,00	,00	,25	2,19	,00	,00	7,28	98,84
SB10 390 Z20	Jaune	,00	,00	49,84	37,43	,00	,31	,00	,19	,00	2,33	,00	,00	9,20	99,30
SB10 390 Z21	Jaune	,00	,00	43,71	47,84	,00	,33	,00	,18	,29	2,15	,00	,27	4,88	99,64
SB1 480 Z1	Jaune	,00	,00	42,01	53,35	,00	,00	,15	,24	,00	1,48	,00	,00	1,73	98,96
SB15 430a Z8	Jaune	,00	,00	41,35	53,79	,00	,00	,00	,17	,00	,93	,00	,00	2,49	98,72
SB15 430a Z9	Foncé	,00	,00	40,82	54,16	,00	,00	,00	,21	,19	1,31	,00	,00	2,24	98,93
SB15 430a Z11	Jaune	,00	,00	41,64	55,27	,00	,00	,00	,00	,00	,68	,00	,00	,56	98,15
SB15 430a Z14	Jaune	,00	,00	39,97	53,95	,00	,00	,00	,00	,00	,63	,00	,00	4,50	99,05
SB15 430a Z18	Jaune	,00	,00	38,89	57,96	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	2,31	99,16
SB11 327 Z1	Brun	,00	,00	37,76	49,72	,00	,00	,00	,27	,20	1,87	,00	,00	8,38	98,19
SB11 327 Z2	Brun	,00	,00	41,43	45,28	,00	,00	,00	,24	,00	1,50	,00	,00	9,51	97,96
SB12 440 Z11	Jaune	,39	,00	40,14	49,69	,40	,00	,00	,40	,00	2,49	,00	,00	5,61	99,11
SB12 550a Z4	Plasma	,00	,00	42,41	54,98	,00	,00	,00	,34	,16	,00	,00	,00	,84	98,73
SB12 550a Z6	Brun	,68	,00	40,06	48,89	,00	,00	,00	,52	,35	2,58	,00	,00	5,23	98,30
SB12 550a Z9	Brun	,00	,00	38,43	53,44	,00	,35	,00	,00	,21	1,82	,00	,00	4,61	98,86
SB12 645 Z3	Jaune	,00	,00	42,07	54,62	,00	,00	,00	,00	,24	1,56	,00	,00	,68	99,17
SB12 648 Z7	Jaune	,00	,00	41,74	54,21	,00	,00	,14	,00	,26	1,79	,00	,00	1,34	99,48
SB12 648 Z8	Jaune	,00	,00	41,85	54,94	,00	,00	,00	,00	,20	1,99	,00	,00	,42	99,40
SB12 648 Z10	Jaune	,00	,00	40,56	53,80	,00	,00	,16	,16	,21	1,84	,00	,00	2,16	98,89
SB12 648 Z14	Jaune	,00	,00	41,08	54,38	,00	,00	,00	,00	,20	1,41	,00	,00	2,12	99,19

Plasma¹ (gris) du sommet de l'altérite

Echantillon	Code	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	K	Ca	Ti	Cr	Mn	Fe	Total
SD7 440	Z12 Gris	,00	,00	39,19	46,45	,65	,32	,26	,30	,00	11,79	,00	,00	1,17	99,13
SD7 410	Z17 Gris	,39	,30	41,98	51,77	,00	,00	,00	,80	,00	1,72	,00	,00	2,30	99,26
SC6 460	Z1 Gris	,00	,00	44,26	53,76	,00	,29	,00	,00	,16	,19	,00	,00	,77	99,43
SB14 510	Z8 Gris	1,26	,00	26,00	65,60	,00	,00	1,12	,53	,38	1,16	,00	,00	2,91	98,96
SB12 700	Z10 Gris	,00	,00	42,07	55,04	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	2,28	99,39
SB12 700	Z15 Gris	,00	,00	41,77	54,32	,00	,00	,22	,00	,25	1,16	,00	,00	1,60	99,32
SB6 320	Z8 Gris	,00	,00	41,26	50,13	,00	,00	,00	,00	,00	3,59	,00	,00	3,74	98,72
SB6 320	Z10 Gris	,00	,00	40,04	55,34	,00	,00	,00	,14	,00	1,08	,00	,00	1,92	98,52
SB10 390	Z5 Plasma	,00	,00	46,27	42,68	,00	,30	,00	,19	,00	2,97	,00	,00	6,15	98,55
SB10 390	Z9 Plasma	,00	,25	42,33	49,27	,00	,00	,14	,19	,00	2,78	,00	,00	3,90	98,85
SB15 430a	Z2 GrisJ	,00	,00	40,93	52,66	,00	,00	,00	,36	,23	,88	,00	,00	3,26	98,31
SB15 430a	Z4 Gris	,00	,00	40,58	55,71	,00	,00	,00	,23	,00	,49	,00	,00	1,00	98,00
SB15 430a	Z6 Gris	,00	,00	41,83	54,61	,00	,00	,00	,41	,00	,84	,00	,00	,91	98,59
SB15 430a	Z17Gris	,00	,39	42,43	54,12	,00	,00	,00	,19	,00	,39	,00	,00	1,72	99,24
SB15 430a	Z6 Gris	,00	,00	41,83	54,61	,00	,00	,00	,41	,00	,84	,00	,00	,91	98,59
SB12 440	Z2 Gris	,57	,00	2,21	2,00	,00	,00	,00	,00	,00	57,58	,28	1,92	34,16	98,71
SD7 505	Z7 Rouge	,00	,00	40,18	51,05	,00	,00	,00	,25	,00	2,31	,00	,00	5,01	98,80

¹ Hors nodules

Plasma¹ (brun à gris) du magasin de nappe

Echantillon	Code	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	K	Ca	Ti	Cr	Mn	Fe	Total
SC6 460 74	Brun	,00	,00	41,93	52,79	,00	,00	,00	,00	,16	1,30	,00	,00	1,96	98,14
SC6 460 76	Brun	,00	,00	43,44	52,25	,00	,00	,00	,30	,15	,78	,00	,00	2,47	99,39
SC6 460 78	Brun	,00	,00	42,75	51,88	,00	,00	,14	,13	,00	2,36	,00	,00	2,03	99,29
SC5 540 72	Brun	,00	,00	40,23	51,64	,00	,00	,00	,26	,19	2,81	,00	,00	3,70	98,83
SC5 540 77	Brun	,00	,00	41,37	52,75	,00	,00	,20	,46	,00	3,09	,00	,00	1,22	99,09
SC7 350 73	Brun	,00	,00	40,86	52,14	,00	,00	,00	,22	,00	1,41	,00	,00	3,98	98,61
TC5 360 71	Brun	,00	,00	41,05	48,65	,00	,00	,21	,32	,00	1,83	,00	,00	6,92	98,98
SC6 460 72	Brun	,00	,00	42,07	53,54	,00	,29	,00	,99	,00	,82	,00	,00	1,10	98,81
SD2 370 722	Brun	,00	,34	56,05	35,95	,00	,00	,00	,26	,00	1,34	,00	,00	4,62	98,56
SD2 290819 72	Brun	,61	,49	41,57	44,10	,00	,00	,00	,00	,00	1,52	,00	,00	10,79	99,08
SD4 90 72	Brun	,00	,00	42,47	45,78	,00	,00	,00	,17	,00	1,31	,00	,00	9,54	99,27
SB6 350 79	Gris	,44	,34	38,52	52,58	,00	,00	,20	,30	,39	1,76	,00	,00	4,27	98,80
SD1 170 75	Brun	,55	,00	40,53	48,88	,00	,00	,00	,45	,23	1,16	,00	,00	6,80	98,60
SD3 270 74	Brun	,43	,00	39,83	49,26	,00	,42	,15	,24	,00	1,76	,00	,00	6,86	98,95
SD3 270 77	Brun	,00	,00	44,22	45,40	,00	,00	,17	,51	,20	2,22	,00	,00	6,34	99,06
SD3 270 78	Brun	,00	,00	41,52	46,22	,00	,31	,22	,43	,19	2,65	,00	,00	7,41	98,95
SD3 270 79	Brun	,44	,00	35,49	58,44	,53	,29	,00	,31	,17	,92	,00	,00	2,05	98,64
SD3 279 710	Brun	,00	,00	40,98	49,36	,00	,37	,00	1,10	,32	1,36	,00	,00	5,25	98,74
SD3 270 716	Brun	,00	,00	42,87	49,68	,00	,38	,13	,43	,15	,95	,00	,00	4,41	99,00
TA1 135 720	Brun	,62	,40	40,51	39,33	,00	,41	,39	,60	,00	1,76	,00	,00	14,81	98,83
TA1 135 721	Brun	,00	,00	43,61	37,99	,00	,00	,00	,23	,00	2,09	,00	,00	14,70	98,62
TA1 135 723	Brun	,00	,00	36,65	33,29	,00	,34	,00	,18	,24	2,12	,00	,00	26,44	99,26
TA1 135 731	Brun	,00	,00	38,80	36,30	,00	,37	,00	,23	,00	2,18	,00	,00	21,25	99,13
TA1 135 732	Brun	,00	,00	41,68	34,65	,00	,00	,00	,14	,00	1,94	,00	,00	20,10	98,51
TA1 135 734	Brun	,00	,00	42,83	39,85	,00	,41	,00	,00	,00	1,55	,00	,00	14,02	98,66
TA1 95 727	Brun	,00	,00	41,85	37,85	,00	,00	,00	,20	,00	1,98	,00	,00	17,10	98,98
TA2 390 73	Brun	,00	,00	38,80	42,19	,00	,00	,00	,19	,00	1,72	,00	,00	15,41	98,31
TA2 390 75	Brun	,00	,00	37,32	40,72	,00	,35	,00	,00	,00	1,75	,00	,00	18,93	99,07
TA1 135 79	Brun	,00	,00	38,98	41,53	,00	,45	,00	1,67	,32	1,80	,00	,00	14,24	98,99
SB14 510 74	Brun	,00	,31	42,61	51,49	,00	,00	,00	,00	,00	1,04	,00	,00	3,35	98,80
SB14 510 75	Brun	,00	,00	43,18	54,88	,00	,00	,00	,00	,00	,24	,00	,00	,82	99,12
SB14 510 76	Brun	,00	,00	48,59	41,78	,00	,00	,00	,00	,00	2,18	,00	,00	5,61	98,16
SB14 510 79	Brun	,00	,00	42,02	53,00	,00	,00	,00	,13	,00	,97	,00	,00	2,35	98,47
SB14 510 717	Plasma	,00	,00	40,58	53,28	,00	,00	,00	,15	,00	1,49	,00	,00	3,62	99,12
SB14 510 718	Brun	,43	,00	42,37	52,45	,00	,00	,00	,00	,00	,77	,00	,00	2,83	98,85
SB14 510 719	Plasma	,00	,00	40,94	52,55	,00	,00	,00	,22	,00	1,44	,00	,00	3,46	98,61
SB6 320 71	Brun	,00	,00	49,25	37,41	,00	,00	,00	,19	,15	2,16	,00	,00	9,86	99,02
SB6 320 76	Brun	,00	,00	41,54	50,92	,00	,00	,00	,00	,00	2,13	,00	,00	3,64	98,22
SB6 320 713	Brun	,44	,00	39,96	53,27	,00	,00	,00	,00	,00	2,75	,00	,00	2,32	98,73
SB6 320 718	Brun	,38	,00	39,60	50,65	,00	,39	,00	,16	,25	3,07	,00	,00	4,46	98,96
SB10 280 74	Brun	,00	,00	43,00	43,15	,00	,00	,31	,39	,29	2,53	,00	,00	8,85	98,52
SB10 280 79	Brun	,00	,00	43,27	41,70	,00	,37	,25	,29	,26	2,32	,00	,00	9,96	98,42
SB10 390 76	Brun	,00	,00	42,11	47,91	,00	,33	,00	,21	,21	2,18	,00	,00	5,67	98,62
SB10 390 78	Brun	,00	,00	42,71	47,67	,00	,00	,00	,00	,37	2,92	,00	,00	4,85	98,51
SB10 390 712	Brun	,00	,00	42,55	49,09	,00	,33	,15	,20	,17	1,97	,00	,00	4,86	99,34
SB10 390 715	Brun	,00	,00	42,32	48,07	,00	,60	,00	,19	,20	2,45	,00	,00	4,81	98,64
SB15 350 74	Brun	,00	,00	40,78	52,05	,00	,00	,00	,24	,22	2,72	,00	,00	2,65	98,65
SB12 440 712	Brun	,00	,00	39,68	52,02	,00	,00	,00	,22	,17	2,66	,00	,00	4,32	99,06
SB12 440 713	Brun	,00	,00	39,83	49,84	,00	,00	,16	,65	,00	1,27	,00	,00	6,84	98,59
SB12 440 714	Brun	,00	,00	38,71	46,58	,00	,27	,13	,16	,14	2,63	,00	,00	9,79	98,39
SB12 645 75	Jaune	,00	,00	41,63	55,11	,00	,00	,00	,18	,00	,85	,00	,00	,68	98,46
SB12 648 75	Brun	,00	,00	41,34	54,81	,00	,00	,00	,17	,00	1,51	,00	,00	,88	98,71
SB12 648 76	Brun	,00	,00	42,35	54,38	,00	,00	,00	,00	,16	1,61	,00	,00	,76	99,26
SB12 648 79	Brun	,00	,00	41,99	54,73	,00	,00	,00	,00	,18	1,81	,00	,00	,44	99,16

Cutanes dorés du magasin de nappe

Echantillon	Code	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	K	Ca	Ti	Cr	Mn	Fe	Total
SD7 440 Z1	Cutane	,00	,00	41,03	48,37	,00	,00	,15	,34	,00	1,40	,00	,00	7,16	98,45
SD7 440 Z2	Cutane	,00	,00	40,99	47,94	,00	,38	,00	,32	,00	1,56	,00	,00	7,68	98,87
SD7 440 Z3	Cutane	,00	,00	41,94	48,28	,00	,00	,00	,27	,28	1,16	,00	,00	6,97	98,90
SC5 540 Z4	Papule	,00	,00	37,65	46,09	,00	,00	,22	,32	,00	2,73	,00	,00	11,73	98,74
SC5 540 Z8	Papule	,00	,00	40,31	47,50	,00	,00	,14	,17	,26	1,93	,00	,00	8,48	98,79
SD7 410 Z10	Papule	,00	,00	41,77	42,19	,00	,00	,00	,25	,16	1,91	,00	,00	12,48	98,76
SD4 90 Z1	Jaune	,00	,00	39,92	44,20	,00	,00	,00	,20	,00	1,32	,00	,00	12,96	98,60
SB6 320 Z14	Papule	,00	,00	46,13	40,15	,00	,51	,00	,14	,14	1,98	,00	,00	10,32	99,37
SB15 350 Z3	Cutane	,00	,00	41,53	50,91	,00	,00	,25	,39	,20	2,02	,00	,00	3,10	98,40
SB15 350 Z5	Cutane	,00	,00	42,65	52,19	,00	,00	,00	,16	,00	,63	,00	,00	3,09	98,70
SB15 350 Z6	Cutane	,49	,00	42,11	44,19	,00	,00	,17	,24	,15	2,18	,00	,00	9,62	99,15
SB11 100 Z1	Jaune	,00	,52	39,41	45,85	,00	,00	,00	,42	,43	1,76	,00	,00	10,08	98,48
SB11 100 Z2	Jaune	,00	,00	34,54	49,72	,00	,40	,00	,00	,18	4,49	,00	,00	9,08	98,40
SB11 100 Z3	Jaune	,00	,00	40,64	42,36	,00	,00	,00	,22	,00	1,74	,00	,00	13,96	98,92
SB12 440 Z4	Rouge	,00	,00	22,70	24,21	,00	,00	,00	,00	,00	,87	,00	,00	51,27	99,05
SB12 440 Z5	Rouge	,00	,00	29,58	35,21	,00	,00	,00	,00	,00	1,45	,00	,00	32,41	98,65
SB12 440 Z8	Rouge	,00	,00	17,78	17,69	,00	,00	,00	,00	,00	1,55	,00	,00	61,55	98,57
SB12 440 Z9	Rouge	,00	,00	4,48	4,25	,00	,00	,00	,00	,00	60,51	,00	1,40	27,82	98,46
SB12 440 Z10	Rouge	,00	,00	19,30	18,04	,38	,00	,00	,00	,13	,89	,00	,00	60,38	99,12
SB12 440 Z15	Jaune	,00	,00	46,77	43,40	,00	,00	,00	,15	,00	3,22	,00	,00	11,40	98,93
SB12 440 Z16	Jaune	,45	,00	40,37	37,20	,00	,00	,00	,00	,00	2,41	,00	,00	19,65	99,08
SB12 440 Z17	Jaune	,61	,37	40,14	45,79	,00	,34	,00	,21	,19	1,92	,00	,00	9,64	99,17

Plasma ferrugineux des nodules de versant

Echantillon	Code	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	K	Ca	Ti	Cr	Mn	Fe	Total
SC7 290	Nodule	,00	,00	8,76	5,33	,00	,40	,00	,00	,00	,30	,25	,00	84,12	99,16
SC7 285aZ2	Nodule	,68	,00	9,11	23,17	,00	,00	,00	,17	,50	,31	4,35	,28	60,39	98,96
SC7 285aZ5	Nodule	,00	,00	12,93	4,70	,56	,57	,00	,14	,29	,70	,00	,00	79,60	99,41
SD2 290 Z1	Nodule	,00	,00	,92	,97	,00	,00	,00	,13	,00	,00	,00	,00	97,34	99,36
SD2 290 Z2	Nodule	,00	,00	11,28	4,32	,00	,49	,25	,00	,00	2,88	,00	,00	79,01	98,23
SD4 90 Z3	Nodule	,00	,27	1,93	1,98	,00	,00	,00	,00	,00	,47	,00	,32	94,48	99,45
SD4 90 Z4	Nodule	,00	,00	2,24	1,23	,60	,00	,00	,20	,81	85,96	,00	,00	8,15	99,19
SD4 90 Z5	Nodule	1,59	,38	1,92	,43	,00	,00	,00	,00	,00	40,04	,00	9,74	43,23	97,33
SD4 90 Z6	Rouge	,00	,00	15,21	2,56	,72	,69	,00	,00	,00	3,53	,00	,00	78,17	98,68
SD4 90 Z7	Rouge	,00	,00	26,02	3,31	,66	,43	,00	,12	,00	2,70	,00	,00	66,31	99,55
SD4 90 Z8	Gris	,00	,00	42,14	53,06	,00	,00	,00	,18	,00	,27	,00	,00	3,35	99,00
SD4 90 Z9	Gris	,00	,00	86,60	10,03	,75	,00	,00	,00	,00	,33	,00	,00	1,21	98,92
SD6 350 Z3	Dissol	,00	,00	33,56	39,88	,00	,37	,00	,00	,29	,52	,00	,00	25,25	98,87
SD6 350 Z4	Nodule	,00	,00	15,67	15,76	,00	,00	,00	,00	,00	1,06	,33	,00	66,58	99,40
SD4 90 Z10	Jaune	,00	,00	10,68	2,91	,00	,00	,00	,17	,00	3,73	,00	,00	80,97	98,46
SD7 505 Z1	Plasma	,00	,00	38,28	43,30	2,50	,00	,00	,00	,17	1,98	,00	,00	12,79	99,02
SD7 505 Z3	Nodule	,00	,00	4,23	2,17	,00	,31	,00	,00	,00	25,10	,00	,00	67,44	99,25
SD7 505 Z4	Nodule	,00	,00	21,62	23,17	,00	,00	,00	,00	,00	,29	,00	,00	54,13	99,21
SD7 505 Z5	Nodule	,00	,00	4,69	4,48	,00	,24	,00	,00	,00	1,99	,00	,00	87,96	99,36
SD7 505 Z6	Nodule	,00	,00	7,37	5,71	,00	,26	,00	,00	,14	12,97	,00	,00	72,97	99,44
TA2 390 Z8	Kaol	,00	,00	18,82	10,03	,00	,56	,22	,00	,00	,41	,00	,00	68,04	98,93
TA2 390 Z9	Nodule	,00	,00	8,60	2,60	,00	,49	,00	,00	,00	,55	,00	,00	86,52	98,76
TA2 390 Z10	Nodule	,00	,00	17,44	3,02	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	77,96	98,42
TA2 390 Z11	Kaol	,00	,00	20,50	6,77	,00	,56	,27	,00	,00	,41	,00	,00	70,07	98,56
SD1 170 Z14	Rouge	,00	,00	27,34	11,34	1,07	,58	,16	,40	,23	,83	,00	,00	57,02	98,97
SD1 170 Z15	Rouge	,64	,00	24,40	10,62	1,14	,56	,15	,25	,33	,31	,00	,00	60,16	99,06
SD3 270 Z5	Nodule	,00	,00	1,42	1,15	,00	,00	,00	,00	,00	61,16	,00	3,36	32,34	99,43
SD3 270 Z3	Nodule	,00	,00	1,21	,84	,00	,00	,00	,11	,00	87,25	,00	,00	9,21	98,62
TA1 135 Z1	Nodule	,00	,35	17,09	16,41	,00	,28	,00	,00	,00	,22	,22	,00	64,61	99,18
TA1 135 Z2	Nodule	,00	,00	8,03	6,26	,00	,46	,00	,00	,00	,00	,68	,00	84,02	99,45
TA1 135 Z3	Nodule	,00	,00	11,36	10,97	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,48	,00	76,61	99,42
TA1 135 Z4	Nodule	,00	,00	11,43	6,67	,00	,35	,16	,12	,00	,00	,52	,00	79,83	99,08
TA1 135 Z5	Nodule	,00	,00	17,23	13,76	,00	,41	,00	,00	,00	,00	,37	,00	67,65	99,42
TA1 135 Z6	Nodule	,00	,00	15,96	13,84	,00	,32	,00	,00	,00	,41	,48	,00	68,47	99,48
TA1 135 Z7	Plasma	,00	,00	38,37	46,14	,00	,00	,00	,00	,14	,00	,00	,00	14,53	99,18
TA1 135 Z8	Nodule	,00	,00	12,13	12,06	,00	,29	,00	,11	,00	,00	,00	,00	74,77	99,36
TA1 135 Z11	Nodule	,00	,00	21,73	23,70	,00	,32	,00	,15	,00	,00	,00	,00	52,48	98,38
TA1 135 Z12	Brun	,50	,00	40,33	38,70	,00	,00	,16	,17	,27	2,14	,00	,00	16,34	98,61
TA1 135 Z13	Nodule	,00	,00	17,52	5,79	,00	,27	,00	,20	,10	,42	,16	,00	35,04	99,50
TA1 135 Z14	Nodule	,00	,00	16,13	2,47	,00	,37	,00	,00	,20	,38	,23	,00	79,05	98,61
TA1 135 Z15	Kaol	,00	,00	38,24	31,22	,00	,00	,17	,00	,00	,74	,00	,00	28,61	98,98
TA1 135 Z16	Kaol	,00	,00	36,33	36,22	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,27	,00	26,28	99,10
TA1 135 Z17	Kaol	,54	,00	13,45	4,06	,00	,30	,00	,00	,00	1,61	,00	,00	79,48	99,44
TA1 135 Z18	Kaol	,00	,00	31,47	44,65	,00	,00	,70	,00	,00	,64	,00	,00	20,44	97,90
TA1 135 Z19	Kaol	,00	,00	43,44	48,05	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	7,14	98,63
TA1 135 Z24	Nodule	,00	,00	61,71	25,47	,00	,00	,00	,00	,21	1,34	,00	,00	10,18	98,91

Sols ferrallitiques et podzols

TA1 135 Z33	Nodule	,00	,00	23,29	15,05	,00	,47	,00	,00	,00	1,45	,00	,00	58,44	98,71
TA1 95 Z1	Cristal	,65	,00	33,27	29,84	,00	,00	,00	,17	,00	1,63	,00	,00	32,97	98,53
TA1 95 Z2	Cristal	,00	,00	22,35	15,21	,00	,00	,00	,00	,00	1,04	,00	,00	59,99	98,59
TA1 95 Z3	Cristal	,00	,00	11,17	2,35	,00	,61	,13	,00	,00	,31	,00	,00	84,35	98,92
TA1 95 Z4	Cristal	,00	,00	17,21	10,70	,00	,00	,37	,00	,18	1,09	,00	,00	68,65	98,20
TA1 95 Z5	Cristal	,00	,00	36,62	35,27	,00	,45	,15	,00	,00	1,13	,00	,00	25,18	98,80
TA1 95 Z6	Nodule	,00	,39	16,70	13,20	,00	,00	,00	,00	,00	1,04	,00	,00	67,33	98,66
TA1 95 Z7	Nodule	,00	,00	6,79	1,83	,00	,37	,00	,00	,00	,79	,42	,00	89,39	99,59
TA1 95 Z8	Kaol	1,31	,32	35,14	45,06	,00	,00	,00	,00	1,11	1,24	,00	,00	15,13	99,31
TA1 95 Z9	Cristal	,00	,00	34,07	33,79	,00	,35	,26	,16	,00	3,24	,00	,00	27,18	99,05
TA1 95 Z10	Noduliz	,00	,00	1,28	,87	,00	,21	,00	,00	,00	,57	,00	,00	96,72	99,65
TA1 95 Z11	Cristal	,00	,31	37,49	39,30	,00	,00	,20	,00	,16	,39	,00	,00	20,87	98,72
TA1 95 Z12	Cristal	,00	,00	23,97	22,66	,00	,29	,00	,17	,33	1,26	,00	,00	50,29	98,97
TA1 95 Z13	Cristal	,00	,00	39,97	45,34	,00	,32	,24	,00	,00	,67	,00	,00	12,80	99,34
TA1 95 Z14	Nodule	,00	,00	11,75	3,05	,77	,47	,00	,00	,00	4,47	,00	,00	78,18	98,69
TA1 95 Z15	Nodule	,00	,00	13,89	8,39	,00	,27	,00	,00	,00	,23	,00	,00	76,07	98,85
TA1 95 Z16	Brun s	,00	,00	10,69	2,58	,00	,40	,21	,00	,00	,55	,00	,00	84,67	99,10
TA1 95 Z17	Brun s	,00	,00	14,97	3,88	,00	,70	,57	,00	,00	,48	,00	,00	77,56	98,16
TA1 95 Z18	Brun s	,00	,00	8,51	3,39	,60	,35	,00	,00	,00	,33	,21	,00	85,86	98,65
TA1 95 Z19	Brun s	,00	,00	41,69	35,10	,00	,50	,00	,17	,17	1,31	,00	,00	20,64	99,58
TA1 95 Z20	Brun	,00	,00	41,72	34,54	,00	,54	,22	,24	,24	1,94	,00	,00	19,35	98,79
TA1 95 Z21	Brun	,00	,00	40,57	35,89	,00	,34	,00	,13	,00	1,76	,00	,00	19,57	98,26
TA1 95 Z22	Nodule	,00	,00	7,29	3,99	,00	,32	,00	,00	,00	,00	,00	,00	86,67	98,27
TA1 60 Z4	Rouge	,00	,00	32,94	27,69	,00	,00	,00	,23	,15	1,25	,00	,00	36,69	98,95
TA1 60 Z5	Brun	,00	,00	19,10	1,48	,00	,31	,00	,00	,00	,31	,00	,00	78,05	99,25
TA1 60 Z6	Nodule	,00	,00	14,65	10,32	,00	,00	,00	,00	,00	8,24	,00	,00	65,57	98,78
TA1 60 Z7	Nodule	,00	,00	8,59	5,18	,00	,41	,00	,00	,00	5,13	,00	,00	79,96	99,27
TA1 60 Z8	Nodule	,00	,00	43,55	53,31	,00	,00	,00	,00	,00	,20	,00	,00	2,21	99,27
TA1 60 Z9	Nodule	,00	,00	37,21	29,71	,48	,31	,00	,18	,00	2,00	,00	,00	28,99	98,88
TA1 60 Z10		,00	,00	39,57	48,48	,00	,00	,00	,00	,15	,41	,00	,00	10,67	99,28
TA1 60 Z11	Brun	,00	,00	42,25	37,86	,00	,00	,16	,34	,28	2,17	,00	,00	15,76	98,84
TA1 60 Z12	Brun	,00	,00	40,21	36,05	,00	,00	,00	,26	,00	3,01	,00	,00	18,86	98,39
TA1 60 Z13	Brun	,00	,00	49,06	31,09	,00	,00	,13	,17	,00	2,20	,00	,00	16,14	98,79
TA1 60 Z14	Nodule	,00	,00	19,05	15,77	,00	,53	,00	,00	,00	3,03	,00	,00	60,42	98,80
TA1 60 Z15	Brun	,00	,00	41,46	39,04	,00	,00	,00	,25	,00	1,59	,00	,00	16,70	99,04
TA1 60 Z16	Nodule	,00	,00	60,62	2,16	,00	,27	,00	,00	,00	,83	,00	,00	35,52	99,40
TA1 60 Z17	Nodule	,00	,00	86,32	4,47	,00	,00	,00	,17	,00	,27	,00	,00	7,97	99,20
TA1 60 Z18	Nodule	,00	,39	26,63	15,54	,00	,00	,00	,00	,19	4,80	,00	,00	50,68	98,23
TA2 390 Z2	Nodule	,00	,00	93,86	1,94	,00	,37	,00	,00	,00	,00	,00	,00	2,96	99,13
TA1 135 Z10	Brun	,00	,00	21,88	24,82	,00	,00	,00	,00	,18	,00	,00	,00	51,58	98,46
SB6 320 Z3	Rouge	,00	,00	20,33	20,02	,00	,32	,00	,13	,00	,87	,00	,00	56,78	98,45
SB6 320 Z4	Rouge	,00	,00	36,30	41,37	,00	,00	,00	,00	,00	,57	,00	,00	20,82	99,06
SB6 320 Z5	Rouge	,00	,00	28,75	24,11	,00	,31	,00	,00	,15	6,21	,00	,00	39,69	99,22
SB1 480 Z4	Rouge	6,63	2,57	13,51	56,34	,00	,39	,21	,16	4,04	,24	,00	,00	15,18	99,25
SB1 480 Z5	Gris	,00	,00	37,34	45,53	,00	,00	,00	,00	,00	,58	,00	,00	14,82	98,26
SB1 480 Z6	Rouge	,00	,00	34,68	40,57	,00	,00	,00	,27	,00	,28	,00	,00	23,12	98,92
SB1 480 Z8	Nodule	,00	,00	10,43	10,01	,00	,31	,00	,14	,00	,60	,29	,00	77,19	98,97
SB1 480 Z9	Nodule	,00	,00	42,90	53,84	,00	,00	,00	,00	,00	,80	,00	,00	1,25	98,78
SB1 480 Z10	Nodule	,49	,00	39,24	53,76	,00	,00	,15	,15	,39	,29	,00	,00	4,54	98,99

Nodules blancs persillés de rouge
Fissure rouge

Echantillon	Code	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	K	Ca	Ti	Cr	Mn	Fe	Total
SC6 455 Z3	Rouge	,00	,00	17,27	17,26	,00	,00	,00	,14	,00	,24	,00	,00	64,27	99,18
SC6 455 Z4	Rouge	,00	,00	14,60	15,66	,00	,29	,00	,00	,00	,31	,22	,00	67,96	99,04
SC7 350 Z2	Rouge	,00	,00	12,99	11,64	,00	,34	,00	,23	,15	1,18	,00	,00	72,33	98,86
SB14 510 Z2	Rouge	,00	,00	8,01	13,01	,50	,00	,00	,15	,00	75,57	,00	,00	1,25	98,49
SB14 510 Z3	Fissur	,00	,00	43,04	53,65	,00	,00	,00	,22	,00	1,13	,00	,00	,70	98,74
SB14 510 Z12	Rouge	,00	,00	23,22	52,40	,00	,00	,00	,23	,00	,88	,00	,00	22,05	98,78
SB14 510 Z13	Rouge	,00	,00	18,09	19,38	,00	,25	,00	,00	,00	,47	,00	,00	60,64	98,83
SB14 510 Z14	Rouge	,84	,00	27,46	28,77	,00	,26	,00	,13	,00	1,27	,00	,00	40,23	98,96
SB14 510 Z15	Rouge	,00	,00	16,97	18,44	,00	,27	,00	,22	,00	,59	,00	,00	62,47	98,96
SB15 430a Z13	Tache	,00	,00	20,66	22,71	,00	,00	,00	,15	,00	,55	,00	,00	54,19	98,26
SB15 430a Z16	Tache	,00	,00	12,13	11,25	,00	,47	,00	,00	,00	1,55	,00	,00	73,54	98,94

Plasma gris lissé loin des vides

Echantillon	Code	Na	Mg	Al	Si	P	Cl	K	Ca	Ti	Fe	Total
SC6 455 Z1	Gris	,00	,00	41,45	55,44	,00	,00	,37	,18	,66	1,29	99,39
SC6 455 Z5	Gris	,00	,00	43,34	54,71	,00	,00	,26	,00	,00	,00	98,31
SC5 540 Z3	Gris	,77	,00	40,93	53,90	,00	,14	,27	,00	2,33	,44	98,78
SC5 540 Z6	Brun	,46	,32	41,51	52,82	,00	,00	,56	,16	2,28	1,01	99,12
SC7 350 Z1	Gris	,39	,00	40,85	52,41	,00	,00	,25	,34	1,41	3,31	98,96
SB14 510 Z1	Gris	,00	,00	41,52	54,35	,00	,00	,28	,00	1,74	,00	97,89
SD7 440 Z4	Gris	,00	,00	38,91	52,93	,55	,00	,50	,18	4,00	1,43	98,50
SD7 440 Z7	Gris	,00	,00	40,05	52,08	,00	,14	,35	,00	4,08	1,38	98,08
SD7 440 Z8	Gris	,00	,00	38,78	51,07	,58	,00	,24	,00	6,91	1,04	98,62
SD2 370 Z28	Gris	,00	,00	68,15	26,36	,00	,00	2,62	,00	,00	,92	98,05
SD2 370 Z29	Sombre	,00	,00	45,57	47,74	,00	,00	5,35	,14	,00	,43	99,23
SD5 130 Z3	Gris	,00	,00	41,80	54,23	,00	,00	,43	,22	,45	1,85	98,98
SD6 350 Z5	Gris	,00	,00	40,81	52,74	,00	,00	,25	,00	2,29	2,00	98,09
SB14 510 Z7	Gris	,00	,00	43,15	54,90	,00	,13	,23	,00	,58	,00	98,99
SB14 510 Z10	Gris	,00	,00	43,25	55,24	,00	,00	,00	,00	,34	,31	99,14
SB14 510 Z11	Gris	,00	,00	42,69	54,82	,00	,00	,21	,00	1,22	,29	99,23
SB14 510 Z16	Gris	,00	,00	42,52	54,81	,00	,13	,29	,00	1,01	,46	99,22
SB1 480 Z3	Gris	,00	,00	41,80	53,73	,00	,00	,26	,00	1,42	1,82	99,02
SB15 350 Z2	Gris	,00	,00	40,33	52,59	,00	,00	,14	,00	3,75	1,89	98,70
SB15 430a Z16	Gris	,00	,00	40,89	53,50	,00	,00	,24	,00	3,45	,83	98,91
SB15 430a Z16	Gris	,00	,00	41,06	53,52	,00	,00	,29	,00	2,76	1,39	99,02
SB12 440 Z3	Gris	,00	,00	40,32	53,18	,00	,13	,32	,00	3,40	1,73	99,08
SB12 440 Z6	Gris	,00	,00	40,60	52,38	,00	,00	,35	,00	3,52	2,39	99,23
SB12 440 Z7	Gris	,00	,00	38,00	51,86	,00	,00	,00	,00	4,73	2,47	97,06
Moyenne	Gris li	,07	,01	42,43	52,14	,05	,03	,59	,05	2,19	1,19	98,73

Micro-nodules riches en titane

Echantillon	Code	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	K	Ca	Ti	Cr	Mn	Fe	Total
SC5 540 Z1	Pnodul	,00	,00	,92	3,11	,00	,00	,00	,00	,00	64,68	,00	1,03	29,23	98,97
SC5 540 Z5	Pnodul	,44	,00	2,82	1,03	,56	,28	,00	,24	,00	90,73	,22	,00	2,41	98,75
SC7 310 Z4	Pnodul	,00	,00	1,65	1,69	,00	,00	,00	,00	,19	65,51	,00	2,14	28,13	99,31
SC7 310 Z5	Pnodul	,00	,00	1,26	2,05	,00	,00	,00	,00	,00	63,11	,00	,00	32,35	98,77
SC7 285aZ3	Pnodul	,59	,00	2,01	2,02	,00	,38	,00	,16	,00	58,53	,00	1,67	33,81	99,17
SB14 295 Z3	Pnodul	,56	,44	1,22	2,86	,00	,00	,00	,00	,19	60,66	,00	2,30	31,14	99,37
SD7 440 Z11	pNodul	,00	,00	1,34	1,25	,00	,00	,12	,27	,00	91,89	,00	,00	3,43	98,30
SD7 410 Z13	Nodule	,00	,00	2,18	1,68	,00	,00	,17	,00	,00	70,34	,00	,60	24,05	99,02
SD7 410 Z14	Nodule	,00	,29	,74	,85	,00	,00	,00	,00	,00	64,10	,00	,62	32,50	99,10
SD7 410 Z18	Pnodul	,00	,21	1,43	,95	,00	,00	,00	,00	,13	92,75	,00	,00	3,59	99,06
SD5 130 Z1	Nodule	,00	,00	36,16	43,33	,00	,00	,00	,00	,19	,00	,00	,00	19,40	99,08
SD5 130 Z4	Nodule	,00	,29	,61	,64	,00	,00	,00	,00	,00	62,50	,00	1,06	34,11	99,21
SD6 350 Z6	Nodule	,00	,00	1,64	2,40	,00	,00	,00	,12	,00	65,75	,00	1,73	27,51	99,15
SD7 505 Z11	Micro	,00	,00	1,62	,96	,00	,00	,00	,00	,00	91,43	,00	,00	4,53	98,54
SD7 505 Z12	Nodule	,00	,00	9,25	18,79	,00	,00	,00	,00	,00	1,73	,00	,00	69,48	99,25
SD1 170 Z11	Nodule	,48	,00	,75	1,11	,00	,00	,00	,00	,00	62,18	,00	1,09	33,05	98,66
SD1 170 Z12	Pnodul	,44	,00	,53	1,27	,00	,00	,00	,00	,00	64,48	,00	3,46	28,63	98,81
SD1 170 Z13	Pnodul	,00	,00	,65	3,70	,00	,00	,00	,00	,00	61,14	,00	1,18	32,32	99,19
SD3 270 Z15	Nodule	,00	,00	29,57	23,32	,44	,73	,00	,23	,18	1,83	,00	,00	42,56	98,86
TA1 135 Z22	Pnodul	,00	,00	8,07	4,62	,00	,37	,00	,00	,00	,55	,00	,00	85,44	99,05
TA1 135 Z23	Nodule	,00	,00	10,44	4,96	,00	,65	,00	,00	,00	,81	,00	,00	81,85	98,77
TA1 135 Z29	Nodule	,00	,00	13,19	9,49	,00	,30	,00	,15	,00	1,44	,00	,00	74,90	99,47
TA1 135 Z30	Nodule	,00	,00	31,86	30,00	,00	,48	,00	,00	,00	3,02	,00	,00	34,00	99,36
TA1 60 Z2	Brun	,95	,00	39,23	36,63	,00	,32	,31	,25	,27	1,13	,00	,00	19,98	99,07
TA1 60 Z3	Brun	,00	,00	15,88	8,77	,00	,32	,00	,00	,00	,59	,00	,00	73,87	99,43
TA2 390 Z1	Nodule	,00	,00	1,00	2,05	,00	,00	,00	,00	,00	,26	,00	,00	95,91	99,22
TA2 390 Z4	Nodule	,00	,00	4,95	3,08	,00	,30	,00	,00	,00	,66	,00	,00	89,67	98,66
TA2 390 Z6	Pnodul	,00	,00	51,85	10,02	,00	,00	,00	,00	,00	,94	,00	,00	36,45	99,26
TA2 390 Z7	Nodule	1,68	,00	6,26	6,14	,00	,34	,26	,37	,48	,24	,00	,00	83,33	99,10
SB12 648b Z1	Nodule	,00	,27	1,10	2,32	,00	,00	,00	,00	,00	67,19	,00	4,06	24,35	99,29
SB6 320 Z19	Nodule	,00	,00	1,00	,57	,00	,00	,00	,00	,00	94,41	,00	,00	2,74	98,72
SB15 350 Z1	Nodule	,00	,00	1,03	3,18	,00	,00	,00	,00	,15	66,52	,46	2,68	25,53	99,56
SB15 430a Z12	Pnodul	,00	,00	7,50	7,60	,62	,00	,00	,00	,00	81,07	,00	,00	1,72	98,51
SB12 440 Z1	Pnodul	,00	,00	3,03	30,97	,00	,00	,00	,00	,18	45,07	,00	,82	13,58	98,64
SB12 440 Z18	Pnodul	,00	,00	4,85	4,36	,56	,00	,00	,00	,00	82,35	,56	,00	5,76	98,43
SB12 440 Z19	Pnodul	,00	,00	,99	,43	,00	,00	,00	,00	,00	71,85	,00	1,20	24,49	98,96
SB12 550a Z1	Pnodul	,00	,00	1,63	4,68	,00	,00	,12	,23	,15	61,78	,00	,96	29,62	99,17
SB12 550a Z2	Pnodul	,00	,00	11,44	4,83	,72	,75	,15	,00	,00	4,43	,00	,00	76,43	98,77
SB12 550a Z3	Pnodul	,00	,00	,88	28,73	,00	,00	,00	,14	,00	46,14	,00	,57	22,55	99,01
SB12 648 Z11	Pnodul	,00	,00	,75	2,47	,00	,00	,00	,00	,00	63,39	,00	1,86	30,76	99,22

Nodules gibbsitiques sains et altérés

Echantillon	Code	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	K	Ca	Ti	Cr	Mn	Fe	Total
SD2 370 Z6	Gibbs	,00	,00	94,62	2,99	,00	,00	,00	,15	,19	,00	,00	,00	1,11	99,06
SD2 370 Z11	Tache	,44	,00	76,50	17,45	,00	,39	,15	,00	,43	,89	,00	,00	2,72	98,97
TA1 95 Z23	Gibbs	,00	,00	27,83	20,08	,00	,00	,00	,28	,00	1,96	,00	,00	48,32	98,47
TA1 95 Z24	Gibbs	,00	,00	75,11	6,42	,00	,00	,17	,23	,00	1,02	,00	,00	15,30	98,25
TA1 95 Z25	Gibbs	,00	,00	97,61	,85	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,85	99,31
TA1 95 Z26	Gibbs	,00	,00	31,65	30,55	,00	,00	,00	1,00	,00	1,16	,00	,00	34,50	98,86
TA1 95 Z28	Gibbs	,00	,00	97,42	1,06	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,90	99,38
TA1 95 Z29	Rouge	,00	,00	28,56	15,81	,00	,00	,00	,25	,00	1,94	,23	,00	52,23	99,02
TA1 60 Z1	Gibbs	,00	,00	91,88	3,84	,49	,00	,19	,00	,00	,00	,00	,00	1,77	98,17
TA1 200 Z1	Gibbs	,00	,00	96,62	2,32	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	98,94
TA1 200 Z2	Gibbs	,00	,00	96,38	2,13	,00	,00	,00	,24	,00	,00	,00	,00	,00	98,75
TA1 200 Z6	Ext	,00	,00	92,53	4,74	,00	,00	,00	,20	,36	,00	,00	,00	1,75	99,58
TA1 200 Z7	Gibbs	,00	,00	97,57	1,24	,00	,00	,00	,20	,15	,00	,00	,00	,57	99,73
TA1 200 Z10	Bord	,29	,00	45,07	16,17	,00	,00	,13	,24	,25	,78	,00	,00	7,58	70,51
TA1 200 Z11	Cloison	,00	,00	97,73	1,10	,00	,00	,00	,00	,15	,00	,00	,00	,48	99,46
TA1 200 Z11	Gibbs	9,16	,00	14,96	14,88	,00	9,10	17,50	16,80	3,59	,00	,00	,00	5,79	91,78
TA1 200 Z1	Gibbs	,00	,00	84,32	12,87	,00	,00	,00	,17	,00	,00	,00	,00	,99	98,85
SD3 270 Z1	Gibbs	,00	,00	90,05	5,33	,67	,41	,22	,22	,00	,00	,00	,00	2,20	99,10
SD3 270 Z2	Gibbs	,00	,43	43,89	50,17	,00	,00	,00	,67	,00	,88	,00	,00	2,78	98,82
SD3 270 Z11	Poche	3,11	,00	4,95	79,99	,00	,00	2,01	2,32	1,82	,00	,00	,00	,00	94,20
TA1 135 Z25	Gibbs	,00	,00	91,85	5,95	,00	,00	,00	,22	,00	,00	,00	,00	,80	98,82
TA1 135 Z26	Gibbs	,00	,00	94,73	3,16	,00	,00	,00	,20	,00	,00	,00	,00	,70	98,79
TA1 135 Z27	Gibbs	,00	,00	95,78	2,82	,00	,00	,00	,20	,15	,00	,00	,00	,54	99,49
TA1 120 Z1	Gibbs	,00	,00	97,81	,75	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,53	99,09
TA1 120 Z2	Gibbs	,00	,00	96,22	1,33	,00	,00	,14	,17	,00	,00	,00	,00	,82	98,68
TA1 120 Z3	Gibbs	,00	,00	95,85	2,15	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	1,19	98,17
TA1 120 Z4	Gibbs	,00	,00	92,23	3,44	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	2,81	98,94
TA1 120 Z4	Gibbs	,00	,00	43,86	29,19	,50	,59	,30	,21	,28	1,07	,00	,00	21,96	98,75
TA1 120 Z5	Gibbs	,00	,00	39,87	38,86	,00	,42	,00	,18	,00	2,17	,00	,00	17,56	99,58
TA1 120 Z6	Gibbs	,00	,00	46,49	37,69	,00	,45	,00	,26	,19	1,48	,00	,00	12,18	99,73
TA1 120 Z7	Gibbs	,00	,00	40,76	38,10	,00	,00	,00	,22	,00	1,76	,00	,00	18,45	70,51
TA1 120 Z8	Brun	,00	,00	28,80	47,57	,00	,42	,00	,00	,19	1,34	,00	,00	20,98	99,46
TA1 120 Z9	Brun	,48	,00	33,85	48,57	,00	,51	,18	,26	,38	1,35	,00	,00	13,30	91,78
TA1 160 Z1	Crist	,00	,00	87,95	9,40	,00	,00	,00	1,03	,00	,00	,00	,00	,55	98,85
TA1 160 Z2	fissu	,65	,00	94,18	2,44	,00	,97	,00	,38	,28	,00	,00	,00	,00	99,10
TA1 160 Z3	fissur	,00	,00	83,43	11,33	,00	,40	,00	,00	,00	,00	,00	,00	3,96	98,82
TA1 160 Z4	fissur	,00	,00	61,40	28,53	,00	,47	,28	,91	,00	,57	,00	,00	6,82	94,20
TA1 160 Z5	ilôt	,00	,45	94,10	1,78	,00	,35	,00	,14	,00	,00	,00	,00	,00	98,82
TA1 160 Z6	ilôt	,00	,00	68,31	1,70	,00	,00	,00	,19	,00	,00	,00	,00	,00	98,79
TA1 160 Z15	Front	,75	,00	73,43	10,89	,00	,61	,22	,48	,25	,00	,00	,00	12,71	99,49
TA1 160 Z17	Cristi	,00	,00	93,25	3,23	,00	,00	,00	,35	,00	,00	,00	,00	1,72	99,09
TA1 160 Z18	Cristi	,00	,00	83,94	11,40	,00	,50	,21	1,79	,47	,32	,00	,00	,71	98,68
TA1 200 Z2	Rouge	,00	,00	81,98	15,19	,00	,00	,00	,00	,00	1,00	,00	,00	1,82	99,19
TA1 200 Z3	ilôt	,60	,00	45,87	37,38	,00	,38	,20	,77	,18	1,96	,00	,00	11,65	98,99
TA1 200 Z6		,00	,00	85,77	10,73	,00	,00	,00	,17	,00	,00	,00	,00	1,89	98,56

Kaolinites saines et altérées

Echantillon	Code	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	K	Ca	Ti	Cr	Mn	Fe	Total
SD2 370 Z1	Kaol	,00	,00	41,55	51,01	,00	,00	,00	,14	,16	,00	,00	,00	6,48	99,34
SD2 370 Z2	Kaol	,00	,00	41,05	45,03	,00	,00	,29	,24	,15	3,59	,00	,00	8,88	99,23
SD2 370 Z3	Kaol	,00	,00	46,10	43,78	,00	,00	,38	,50	,29	,50	,00	,00	7,40	98,95
SD2 370 Z5	Kaol	,00	,00	41,21	51,95	,00	,00	,00	,00	,18	,58	,00	,00	4,45	98,37
SD2 370 Z7	Kaol	,00	,00	40,05	47,93	,00	,00	,17	,24	,00	8,22	,00	,00	2,68	99,29
SD2 370 Z8	Kaol	,00	,00	42,31	54,11	,00	,00	,12	,13	,17	,26	,00	,00	2,35	99,45
SD2 370 Z9	Kaol	,00	,31	41,26	51,80	,00	,00	,00	,22	,34	,98	,00	,00	3,66	98,57
SD2 370 Z10	Kaol	,00	,00	72,95	23,82	,00	,00	,00	,21	,24	,00	,00	,00	1,64	98,86
SD2 370 Z25	Kaol	,00	,00	42,31	53,90	,00	,00	,00	,00	,00	,48	,00	,00	2,43	99,12
SD2 290 Z3	Kaol	,00	,00	8,30	4,30	,00	,41	,00	,00	,00	28,13	,00	,00	58,08	99,22
SD2 290 Z4	Q	,00	,00	30,62	30,76	,00	,00	,18	,30	,22	1,95	,00	,00	34,68	98,71
SB6 350 Z1	Kaol	,00	,00	38,94	50,84	,00	,00	,00	,00	,18	,31	,00	,00	8,48	98,75
SB6 350 Z7	Kaol	,00	,00	40,05	53,27	,00	,00	,00	,29	,00	,00	,00	,00	5,41	99,02
SB7 505 Z13	Kaol	,00	,00	39,90	46,45	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	12,90	99,25
SB7 505 Z14	Kaol	,00	,00	11,63	14,22	,00	,00	,15	,19	,22	,44	,00	,00	72,29	99,14
SB12 648b Z3	Kaol	,00	,00	42,61	55,24	,00	,00	,00	,00	,21	,00	,00	,00	,34	98,40
SB6 320 Z7	Kaol	,90	,48	37,80	56,95	,00	,00	,00	,14	1,34	,35	,00	,00	1,65	99,60
SB6 320 Z9	Kaol	,00	,00	43,12	54,88	,00	,00	,00	,00	,17	,00	,00	,00	1,19	99,36
SB10 390 Z1	Kaol	,00	,29	46,33	43,02	,00	,00	,00	,00	,36	2,22	,00	,00	7,34	99,55
SB10 390 Z2	Kaol	,00	,00	41,17	53,55	,00	,00	,17	,17	,00	1,99	,00	,00	2,02	98,98
SB10 390 Z3	Kaol	,00	,00	41,81	55,55	,00	,25	,00	,00	,00	,00	,00	,00	1,87	99,49
SB10 390 Z4	Kaol	,00	,00	41,51	54,63	,00	,00	,18	,00	,25	,00	,00	,00	2,35	98,91
SB10 390 Z16	Kaol	,00	,00	42,69	55,43	,00	,00	,00	,00	,18	,00	,00	,00	1,24	99,54
SB15 430a Z1	Kaol	,00	,00	43,56	55,05	,00	,00	,14	,00	,19	,00	,00	,00	,71	99,66
SB15 430a Z3	Kaol	,48	,33	42,27	54,88	,00	,00	,00	,28	,18	,00	,00	,00	,85	99,27
SB15 430a Z10	Kaol	,00	,00	40,88	55,58	,00	,00	,00	,00	,00	1,35	,00	,00	,91	98,72
SB15 430a Z7	Kaol	,00	,00	39,31	51,15	,00	,00	,00	,00	,31	5,88	,00	,00	1,75	98,39
SB12 645 Z1	Kaol	,00	,00	44,11	54,97	,00	,00	,00	,16	,00	,00	,00	,00	,00	99,24
SB12 645 Z2	Kaol	,00	,00	43,76	54,81	,00	,00	,00	,00	,22	,00	,00	,00	,40	99,20
SB12 648 Z12	Kaol	,00	,00	42,66	54,77	,00	,00	,00	,00	,24	,58	,00	,00	,44	98,69
SB12 648 Z13	Kaol	,00	,00	43,07	53,78	,00	,00	,00	,00	,00	,83	,00	,00	1,27	98,96

Muscovites saines et altérées

Echantillon	Code	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	K	Ca	Ti	Cr	Mn	Fe	Total
SD2 370 118	Mica	,00	1,60	30,85	48,86	,00	,00	,00	10,59	,00	,32	,00	,00	6,70	99,92
SD2 370 119	Mica	,00	1,50	30,41	49,60	,00	,00	,00	10,50	,00	,48	,00	,00	6,73	99,22
SD2 370 120	Plasma	,00	,00	51,48	14,96	,00	,39	,18	,23	,00	,45	,00	,00	20,78	98,47
TA1 200 112	Argile	,79	,35	38,08	47,03	,00	,32	,54	,58	,39	1,90	,00	,00	9,63	99,61
TA1 200 113	Argile	,00	,30	43,50	51,90	,00	,00	,16	,14	,20	,00	,00	,00	2,97	99,17
TA1 200 114	Cristal	,00	,00	43,56	52,58	,00	,00	,00	,10	,19	,29	,00	,00	2,33	99,05
TA1 200 115	Cristal	,00	,32	31,18	36,44	,00	,00	,00	,17	,26	1,86	,00	,00	28,80	99,03
TA1 200 116	Cristal	,00	,00	41,91	49,58	,00	,00	,00	,00	,15	,18	,00	,00	6,89	98,71
TA1 200 117	Cristal	,00	,00	40,53	50,24	,00	,00	,13	,12	,21	1,45	,00	,00	6,34	99,02
TA1 200 118	Cristal	,00	,00	34,52	39,69	,00	,00	,16	,00	,26	,64	,00	,00	23,65	98,92
TA1 200 119	Cristal	,00	,30	42,20	53,85	,00	,00	,00	,23	,20	,45	,00	,00	2,28	99,51
TA1 200 120	Cristal	,00	,00	81,06	4,86	1,36	,57	,19	,33	1,74	,00	,00	,00	8,28	98,39
TA1 200 121	Cristal	,54	,00	42,49	52,77	,00	,00	,51	,56	,14	,69	,00	,00	1,48	99,18
TA1 200 122	Cristal	,80	,00	11,95	11,20	,00	,41	,51	,62	,17	3,20	,00	,00	59,98	98,85
TA1 200 123	Cristal	,00	,00	12,25	9,31	,00	,48	,33	,42	,28	24,19	,00	,00	51,82	99,08
TA1 200B1S11	Mica	,00	1,08	33,04	49,24	,00	,00	,00	10,95	,00	,21	,00	,00	4,90	99,42
TA1 200B1S12	Mica	,34	1,10	32,15	49,47	,00	,00	,00	10,79	,00	,34	,00	,00	5,05	99,24
TA1 200B1S13	Mica	,40	1,24	32,98	48,31	,00	,00	,00	10,75	,16	,47	,00	,00	4,49	99,80
TA1 200B1S14	Mica	,00	,56	35,13	48,29	,00	,00	,00	10,65	,00	,31	,00	,00	4,24	99,18
TA1 200B1S75	Mica	,00	,00	1,99	95,86	,44	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	98,29
TA1 200B1S76	Mica	,32	,00	38,25	48,20	,00	,00	,00	11,06	,00	,27	,00	,00	1,00	99,10
TA1 200B1S77	Mica	,00	,00	11,06	80,85	,00	,00	,00	,50	,16	,49	,00	,00	4,97	95,03
TA1 200B1S78	Mica	,00	,00	,54	98,70	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	99,24
SB10 280 12	Cristal	,80	,00	41,19	55,44	,00	,00	,17	,29	,14	,00	,00	,00	,98	99,02
SB10 280 13	Cristal	,65	,00	43,10	53,50	,00	,27	,21	,00	,19	,00	,00	,00	1,38	99,30
TA1 160 17	Mica	,37	,00	33,31	42,86	,00	,00	,00	9,60	,00	,00	,00	,00	,64	86,78
TA1 160 18	Plasma	,00	,00	52,57	4,56	,00	,24	,10	,62	,00	,00	,00	,00	,30	58,39
TA1 160 19	Plasma	,00	,00	93,77	2,94	,00	,63	,25	,27	,00	,00	,00	,00	,47	98,32
TA1 160 110	Mica	,39	,00	39,22	48,51	,00	,00	,00	10,99	,23	,00	,00	,00	,00	99,33
TA1 160 111	Mica	,00	,00	39,09	44,74	,00	,00	,00	14,49	,00	,00	,00	,00	,00	98,31

Staurotides saines et altérées

Echantillon	Code	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	K	Ca	Ti	Cr	Mn	Fe	Total
507 410 21	Pleo	,00	1,24	53,29	29,37	,00	,00	,00	,00	,00	,58	,00	,33	15,30	99,12
507 410 22	Stau	,00	1,56	54,31	29,45	,00	,00	,00	,00	,00	,49	,00	,19	13,35	99,35
507 410 23	Stau	,00	1,62	53,45	29,68	,00	,00	,00	,00	,00	13,46	,00	,00	,00	99,41
507 410 24	Stau	,00	1,31	52,83	31,10	,00	,00	,00	,00	,00	,48	,00	,21	13,31	99,44
507 410 26	Stau	,00	1,56	52,34	28,19	,00	,00	,00	,00	,00	,46	,00	,26	15,48	99,39
507 410 212	Stau	,00	1,75	55,02	26,85	,00	,00	,00	,00	,30	,40	,00	,22	15,18	99,43
501 170 21	Pleo	1,87	4,23	36,57	40,65	,00	,00	,00	,00	,00	1,33	,00	,00	14,67	99,35
501 170 22	Stau	1,91	4,21	35,99	40,32	,00	,00	,00	,00	,00	1,25	,00	,00	15,36	99,04
501 170 23	Pleo	2,47	4,28	35,86	43,70	,00	,00	,00	,00	,12	,21	,00	,00	12,20	99,54
501 170 24	Stau	,00	1,68	51,96	28,89	,00	,00	,00	,00	,00	,32	,00	,29	15,67	98,31
501 170 27	Pleo	,00	1,41	52,50	26,38	,00	,00	,00	,00	,00	,44	,00	,33	18,13	99,21
501 170 28	Fissur	,00	1,84	53,82	29,65	,00	,00	,00	,00	,00	,35	,00	,00	13,35	98,79
501 170 29	Pleo	,34	1,83	53,03	27,88	,00	,00	,00	,00	,00	,57	,00	,00	15,20	98,85
501 170 210	Stau	,45	1,95	51,72	26,45	,00	,00	,00	,19	,19	,49	,00	,00	16,73	98,17
507 270	Stau	,00	1,37	52,99	26,37	,00	,00	,00	,00	,00	,69	,00	,55	16,72	98,99
507 270 112	Stau	,00	1,41	52,69	26,31	,00	,00	,00	,00	,00	,37	,00	,49	18,19	99,46
5312 700 21	Stau	,00	1,69	51,68	28,25	,00	,00	,00	,00	,12	,64	,00	,32	16,74	99,44
5312 700 22	Orange	,00	,00	40,37	49,48	,00	,34	,14	,00	,18	1,46	,00	,00	5,15	98,75
5312 700 23	Orange	,53	,00	32,62	13,04	,00	,47	,20	,18	,31	3,69	,00	,00	47,53	98,97
5312 700 24	Orange	,00	,00	40,45	46,21	,00	,00	,00	1,49	,00	1,41	,00	,00	7,81	99,17
5312 700 25	Orange	,00	,00	33,44	28,08	,49	,53	,00	,10	,00	1,78	,00	,00	34,34	98,76
5312 700 26	Crique	,00	,00	37,81	40,73	,00	,31	,00	,15	,17	2,69	,00	,00	16,56	98,42
5312 700 27	lit	,00	,00	,98	97,25	,40	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,33	98,56
5312 700 28	Plasma	,00	,00	37,29	36,75	,00	,34	,00	,11	,00	3,13	,00	,00	21,55	99,22
5312 700 29	Plasma	,00	,00	41,51	53,01	,00	,00	,00	,00	,18	1,62	,00	,00	2,62	98,34
5312 648b 22	Stau	,00	1,63	51,41	29,81	,00	,00	,00	,00	,00	,58	,00	,25	16,75	99,43
537 195 21	Stau	1,84	5,40	36,32	40,34	,00	,00	,00	,00	,58	1,13	,00	,00	13,61	99,42
537 195 22	Stau	,51	2,94	25,40	52,50	,00	,00	,00	,00	,74	1,48	,00	,00	15,65	99,21
537 195 23	Stau	2,19	5,23	37,20	42,04	,00	,00	,00	,00	,18	,66	,00	,00	12,14	99,44
5311 327 23	Stau	,00	1,63	52,59	25,57	,00	,00	,00	,00	,00	,51	,00	,00	15,58	98,86
5311 327 24	Stau	,68	,00	38,10	32,00	,00	,36	,00	,29	,00	3,11	,00	,00	24,03	98,57
5311 327 25	Stau	1,52	,38	33,97	34,87	,00	,41	,15	,25	,58	4,12	,00	,00	22,79	99,03
5312 550a 210	Stau	,00	1,52	52,25	29,53	,00	,00	,00	,00	,00	,54	,00	,32	15,28	99,44