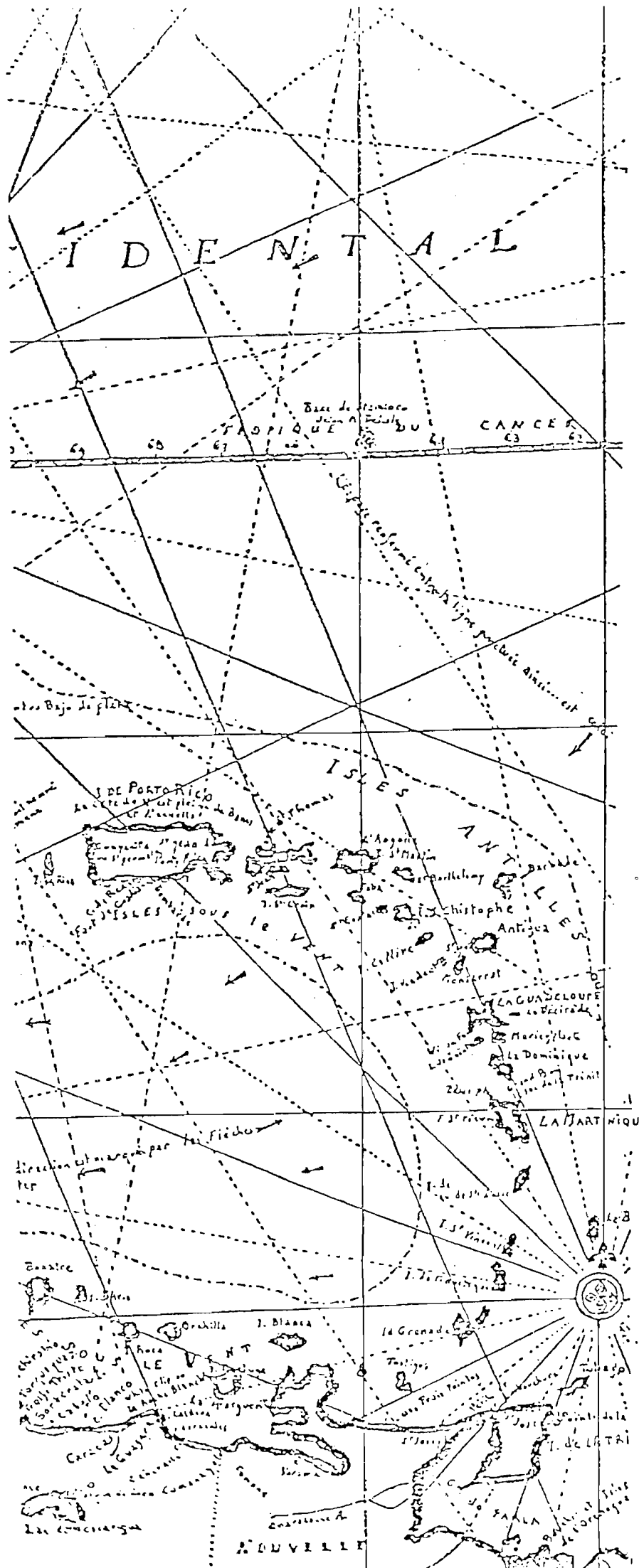


COLMET-DAAGE F.

DELAUNE M., ROBBART F.
LOHIER G., YOUANCE J.
GAUTHEYROU J., GAUTHEYROU M.
FUSIL G., KOUKOUI M.

CARACTERISTIQUES ET NATURE
DE LA FRACTION ARGILEUSE
DE QUELQUES SOLS ROUGES D'HAÏTI
SITUÉS SUR CALCAIRES DURS



CENTRE DES ANTILLES

CARACTERISTIQUES ET NATURE
DE LA FRACTION ARGILEUSE
DE QUELQUES SOLS ROUGES D'HAÏTI
SITUÉS SUR CALCAIRES DURS

A) - Article paru dans Cahiers ORSTOM Série Pédologie
1969 vol.VII, n°3, p.335-415

B) - Profils H 30 à H 81

F. COLMET-DAAGE

DELAUNE M., ROBEART F.
LOHIER G., YOUANCE J.
GAUTHEYROU J., GAUTHEYROU M.
FUSIL G., KOUKOU M.

A)- ARTICLE PARU DANS CAHIERS ORSTOM
SÉRIE PÉDOLOGIE
1969 VOL.VII, N°3, P.335-415

CARACTÉRISTIQUES ET NATURE DE LA FRACTION ARGILEUSE DE QUELQUES SOLS ROUGES D'HAÏTI SITUÉS SUR CALCAIRES DURS*

par F. COLMET-DAAGE**, M. DELAUNE***, F. ROBBART****, G. LOHIER*****,
J. YOUANCE*****, J. et M. GAUTHEYROU**, G. FUSIL****, M. KOUKOUI****

RÉSUMÉ

Les sols rouges observés sur calcaires durs fissurés présentent, en dépit d'apparences souvent voisines, des caractéristiques physico-chimiques et minéralogiques très variées.

Un bref examen des sols rouges dérivés de formations volcaniques dures, et des sols noirs (vertisols ou rendzines) issus de calcaires, permettra des comparaisons ultérieures.

Les sols rouges sur calcaires peuvent renfermer, soit la montmorillonite, soit un minéral à 14 Å ne gonflant pas au glycérol et ne s'afaisant pas au chauffage en deçà de 600° (la raie à 14 Å passe à 10 Å à 800°), soit la kaolinite, soit, enfin, cas le plus fréquent, un mélange de ces types d'argiles avec une proportion variable, mais parfois très forte de gibbsite, ou de boehmite, avec hématite et goethite. Les termes franchement bauxitiques à gibbsite ou boehmite, ou les deux, sont rencontrés.

* Observations de terrain et prélèvements effectués à l'occasion de missions d'expert consultant au titre d'un projet FAO du Fonds Spécial des Nations Unies, (MM. E. BULLE et M. EDOUARD étant Directeur et co-Directeur Haïtien du Projet) et poursuivies en 1967, par les agronomes Haïtiens : LOHIER, YOUANCE, en collaboration avec M. le professeur ROBBART de l'Institut Français d'Haïti et l'aide matérielle de cet organisme.
Analyses chimiques de J. et M. GAUTHEYROU au laboratoire de l'ORSTOM en Guadeloupe. Examen minéralogique des argiles par G. FUSIL et M. KOUKOUI, sous la direction de M. PINTA, étude des sables par Mme DELAUNE. Analyses granulométriques de J. YOUANCE au laboratoire de l'ORSTOM.

** ORSTOM-Antilles. Bureau des sols. B.P. 504, Pointe-à-Pitre (Guadeloupe), B.P. 81, Fort-de-France (Martinique).

*** ORSTOM-SSC, Bondy, France. Laboratoire de Géologie et de Sédimentologie.

**** ORSTOM-SSC, Bondy, France. Laboratoire des Argiles.

***** Ministère de l'Agriculture et Institut Français d'Haïti, Port au Prince.

Le passage d'un type de sol à l'autre, peut être observé dans une même région et les sols intermédiaires, entre les types principaux décrits, sont fréquents. Dans quelques cas, il est aussi possible d'observer des changements importants de la nature des argiles, de bas en haut de profils, pourtant d'épaisseur modérée.

Une tentative de détermination de ce minéral à 14 Å comporte divers traitements préalables, destinés à extraire les Al interfeuilletés. Le peu d'effets de ces traitements souligne la résistance de ce minéral aux agents chimiques et explique sa persistance dans certains sols bauxitiques.

La discussion porte sur le matériau mère de ces sols. Il semble qu'outre les impuretés d'origine volcanique souvent contenues dans les marnes et calcaires, à l'état diffus ou en lits bien déterminés, ce soit le plus fréquemment et parfois essentiellement l'argile sédimentaire, généralement montmorillonitique.

SUMMARY

Red soils found on hard splited calcareous materials show very varied physical, chemical, and mineralogical characteristics, though their profiles are often very similar.

A brief study of hard volcanic red soils, and calcareous black soils (vertisols, rendzina) will make further comparison easier.

Clay minerals of calcareous red soils may be, either montmorillonitic clay, or 14 Å mineral which does not swell under glycerol treatment, and do not collapse though heating under 600 °C. (collapses to 10 Å at 800°), or kaolinitic clay, or more frequently a mixture of those types of clays with a variable but sometime very high proportion of gibbsite, or boehmite with hematite and goethite. Bauxitic soils with either gibbsite or boehmite or both, are found.

The transition from a type of soil to another may be observed in a given area, and intermediate soils are frequent between the main types described.

In some cases it is also possible to note some important changes in the type of clay minerals from the lower to the upper parts of the profile, though their thickness is rather moderate.

A tentative determination of this 14 Å mineral require various preliminary treatments in order to extract Al interlayers. The limited effects of these treatments put emphasis on the resistance of this mineral to chemical agents and explain its remaining in some bauxitic soils.

The original materials of those soils is discussed. Besides the volcanic impurities often contained in the marls and calcareous materials, either dispersed or in layers, it seems that this original material is most frequently and sometime essentially sedimentary montmorillonitic clay.

ZUSAMMENFASSUNG

Die roten Böden, die man auf hartem, gespaltelem Kalkmaterial findet, zeigen sehr variable physikochemische und mineralogische Charakteristiken, trotz eines oft sehr ähnlichen Aussehens.

Eine kurze Studie der roten Böden, von harten vulkanischen Formationen abstammend und der schwarzen Böden (Vertisols oder Rendzina), die aus Kalkmaterial hervorgegangen sind, wird spätere Vergleiche erlauben.

Die roten Böden auf Kalkmaterial können entweder Montmorillonit oder 14 Å — Mineral einschliessen, das bei Glyzerinbehandlung nicht quellfähig ist und ohne Kontraktionsfähigkeit bei Erhitzen unter 600° (Kontraktion von 14 Å auf 10 Å bei 800°) ist, oder weiter Kaolinite, oder, der häufigste Fall, eine Mischung von diesen Tontypen mit einem veränderlichen, aber manchmal sehr hohen Anteil Gibbsite oder Boehmit, mit Hematit und Goethit. Man findet Bauxitböden mit entweder Gibbsite oder Boehmit, oder beiden zusammen.

In der gleichen Gegend kann der Übergang von einer Bodenart in die andere beobachtet werden und die Übergangsböden von den beschriebenen Haupttypen sind häufig.

In manchen Fällen kann man auch eine bedeutende Veränderung der Natur des Tonminerals von unten bis zum höchsten Teil des Profils feststellen, auch wenn dieses von geringer Dicke ist.

Ein Versuch dieses 14 Å — Mineral zu bestimmen, verlangt verschiedene Behandlungen, vorerst bestimmt, das Zwischenschicht-Al herauszuziehen. Der geringe Effekt dieser Behandlung unterstreicht die Widerstandskraft dieses Minerals gegen chemische Mittel und erklärt seine Fortdauer in bestimmten Bauxitböden.

Die Natur des Muttergesteins dieser Böden ist sehr diskutiert. Ausser den vulkanischen Unreinheiten, die oft im Mergel und im Kalkmaterial verstreut oder in Schichten enthalten sind, scheint es, dass es am häufigsten und manchmal hauptsächlich montmorillonitischer Sedimentton ist.

PLAN

INTRODUCTION

I. LES SOLS ET LEURS CARACTÉRISTIQUES

2. Sols dérivés de formations volcaniques dures
3. Exemple de quelques sols dérivés de calcaires
4. Sols rouges friables à montmorillonite situés sur calcaires durs
5. Sols rouges à minéral à 14 Å ou interstratifiés situés sur calcaires durs
6. Sols rouges à minéral à 14 Å et hydroxydes d'alumine situés sur calcaires durs
7. Sols rouges à kaolinite
8. Les bauxites argileuses
9. Les intergrades

II. NATURE DES MINÉRAUX A 14 Å

III. DISCUSSION

1. Introduction
2. Limites de l'examen minéralogique des sables
3. Hypothèse d'un recouvrement des cendres andésitiques ou dacitiques
4. Hypothèse de l'altération de coulées volcaniques en places
5. Hypothèse de la dégradation d'argiles héritées ou de néoformations sur diverses impuretés du calcaire
6. Comparaison des observations de terrain et des expériences de laboratoire

IV. CONCLUSION

V. BIBLIOGRAPHIE

INTRODUCTION

Les calcaires éocènes constituent la roche-mère principale des sols de la République d'Haïti. On rencontre aussi des formations calcaires ou marneuses plus récentes, les dernières en date étant probablement les calcaires coralliens pléistocènes qui forment des plateaux ou des massifs peu élevés en bordure de divers points des côtes de l'île.

Ces calcaires reposeraient sur des formations volcaniques, basaltiques ou andésitiques du crétacé, mais des montées magmatiques plus récentes, semblent avoir été fréquentes au sein même des calcaires et expliqueraient les intercalations peu épaisses de laves observées.

Sur le terrain, on remarque fréquemment le passage en quelques mètres des formations calcaires aux formations volcaniques. L'opposition est particulièrement saisissante lorsque sur les calcaires se sont développés des vertisols, des sols calcimorphes ou des rendzimes noires qui contrastent fortement avec les sols rouges à évolution ferrallitique, issus des coulées de laves (vallée de l'Asile en particulier).

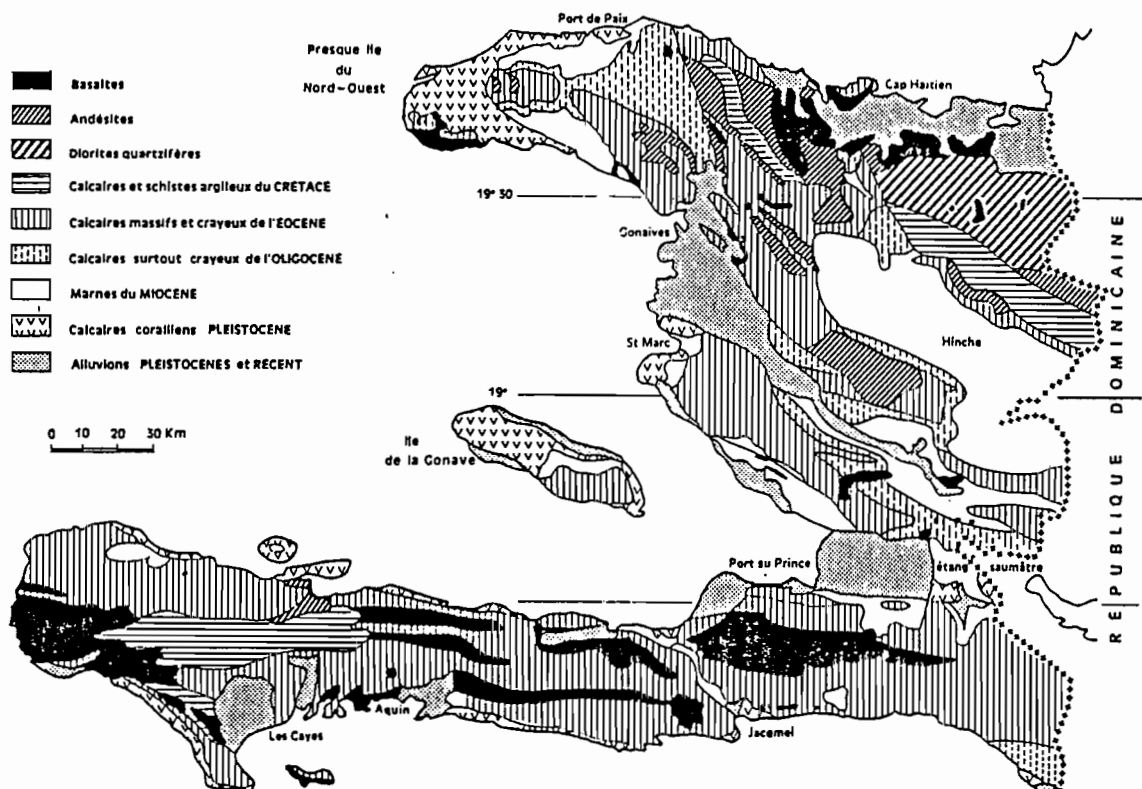


FIG. 1. — Presqu'île du Nord Ouest. Carton géologique d'après J. BUTTERLIN (1952)

Le passage d'une formation à l'autre n'est pas toujours aussi net, car des sols rouges relativement friables sont fréquemment observés sur les calcaires. Le cas certainement le plus typique se rencontre au plateau de Rochelois où de vastes étendues de bauxites argileuses rouges recouvrent les calcaires durs.

Ces sols rouges proviennent-ils d'anciennes formations volcaniques, coulées ou projections pyroclastiques, aujourd'hui totalement altérées et dont il ne reste plus que les produits argileux de l'altération, remaniés par l'érosion, reposant en discordance sur les calcaires ? Une telle hypothèse a été formulée pour expliquer l'origine des bauxites argileuses sur les calcaires de la Jamaïque. D'après ZANS, des dépôts pyroclastiques de cendres andésitiques ayant recouvert les calcaires, auraient évolué rapidement en bauxite sur les calcaires fissurés à drainage interne excellent. Par contre, au-dessus des calcaires compacts, dans des conditions de mauvais drainage interne en profondeur, il y aurait eu resilicification et formation d'argile rouge ferrallitique à kaolinite et hydroxydes.

On peut aussi imaginer qu'après l'altération de type ferrallitique d'une coulée andésitique ou basaltique, jusqu'à disparition complète de celle-ci, les produits argileux formés dans des conditions de drainage interne ralenti en profondeur, se trouvent alors placés sur les calcaires fissurés perméables sous-jacents et soumis à un nouveau cycle d'évolution dû à l'accentuation du lessivage.

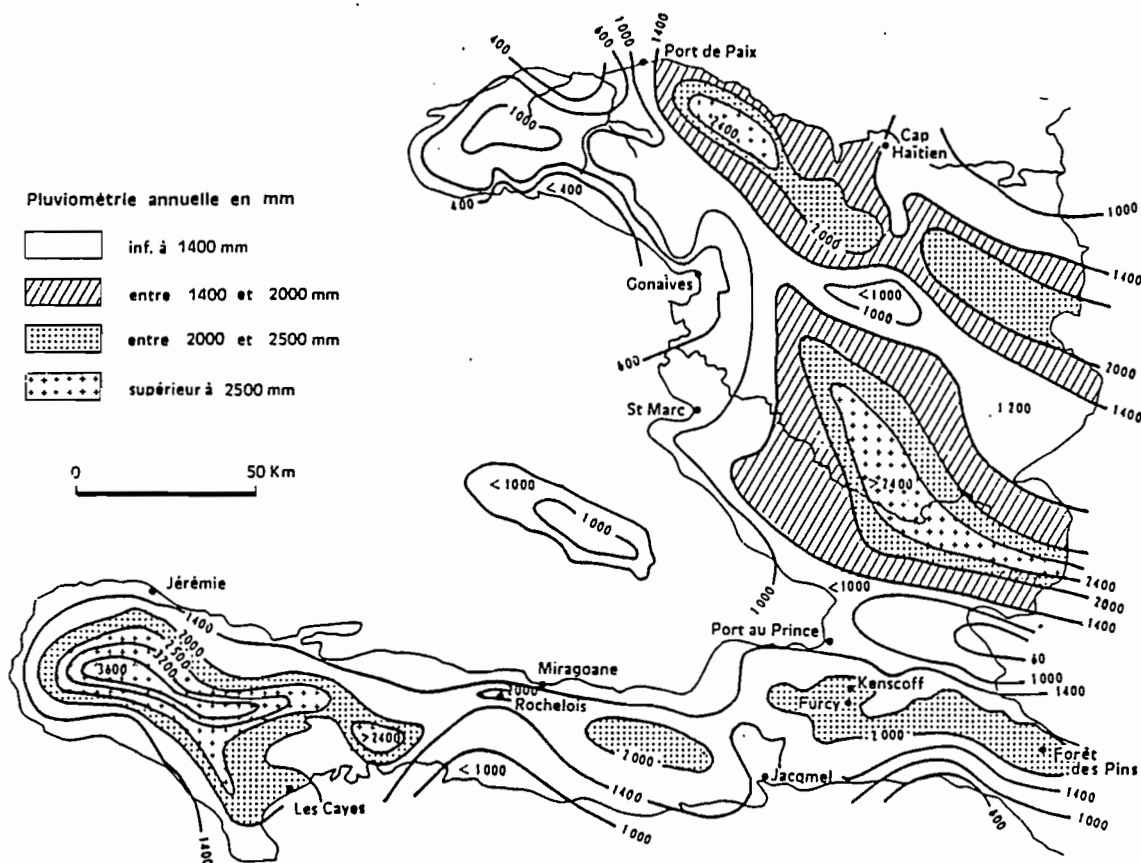


FIG. 2. — Carte des Isohyètes en mm par an d'après Frère et Goutier, 1966

Les deux processus indiqués ci-dessus sont, sans doute, rencontrés en Haïti, mais d'autres sont également possibles.

Il paraît difficile, comme le fait remarquer ZANS (1952-1961), d'envisager comme matériau mère de ces sols, le calcaire karstique, souvent très pur sous-jacent. On doit remarquer, cependant, que ces bancs de calcaires assez purs sont intercalés en Haïti dans des formations de calcaires impurs ou marneux, dont l'évolution des produits résiduels, après dissolution du calcaire, pourrait expliquer l'épaisseur relative de ces sols rouges, formés in situ ou colluvionnés sur les pentes, et leur vaste répartition géographique. Les impuretés de ces calcaires peuvent être des sédiments argileux de composition variée ou des débris volcaniques.

Ce n'est pas l'observation de quelques profils qui peut permettre de trancher entre ces différentes hypothèses, aussi, l'objet de cette note est-il de présenter un certain nombre de résultats qui soulignent les conditions particulièrement favorables en Haïti pour ces recherches.

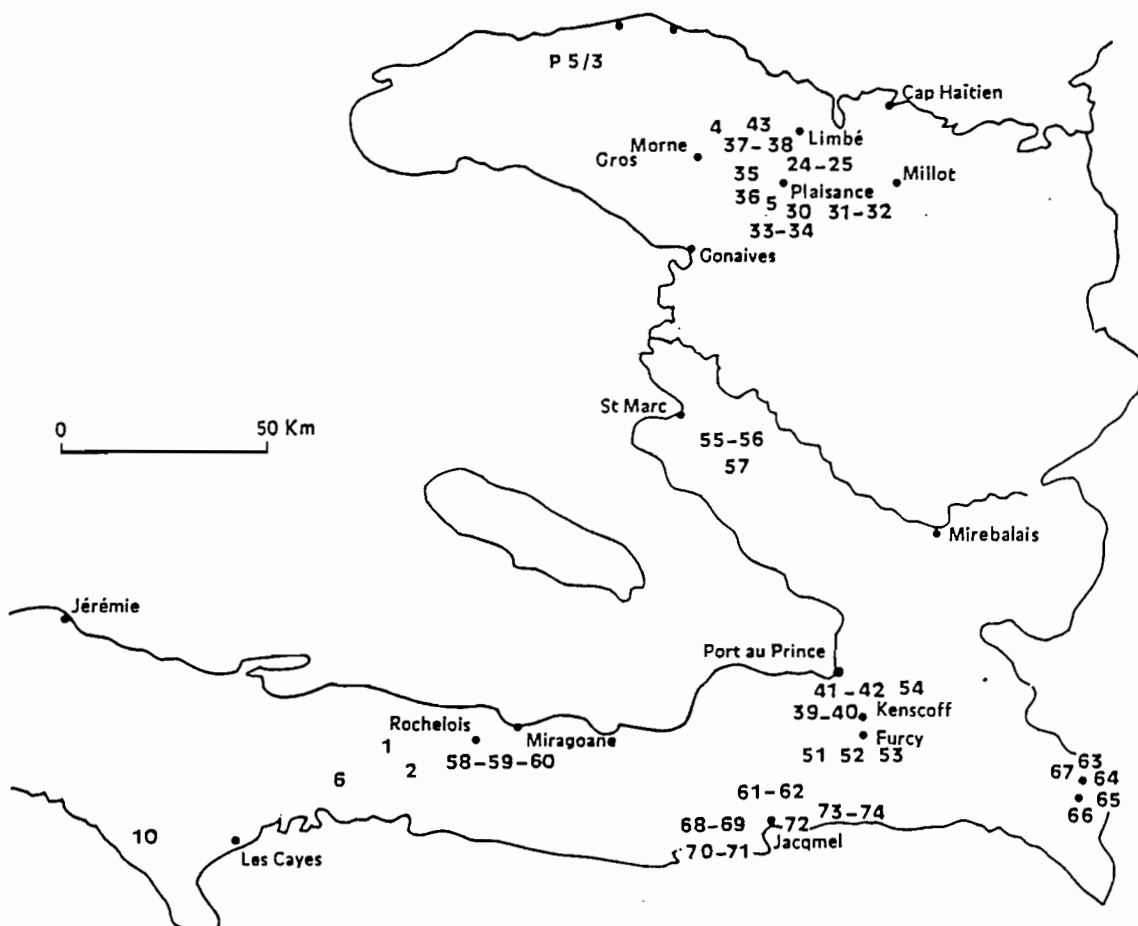


FIG. 3. — Carte de situation des profils

Ce sont surtout les régions d'altitude, relativement arrosées, où la pluviométrie annuelle est comprise entre 1,6 et 2 mètres et assez bien répartie au cours de l'année, qui ont retenu notre attention. Les sols y sont bien développés, tandis que dans les régions sèches les sols sont peu épais et érodés sur les calcaires durs n'atteignant une certaine épaisseur que dans les zones d'accumulation de bas de pente ou sur les formations marneuses. Il ne sera donc pas fait référence dans cette note à la pluviométrie (sauf cas très particulier), celle-ci sera supposée très voisine autant qu'on puisse le savoir, pour toutes les régions étudiées. Tenu compte de l'altitude qui diminue un peu l'évapotranspiration, il s'agit donc d'un climat ferrallitisant.

On donnera d'abord quelques exemples de sols volcaniques puis, de sols incontestablement dérivés du calcaire, avant d'aborder dans diverses régions, l'étude des sols rouges sur calcaires dont l'origine fera l'objet d'une discussion finale.

I. LES SOLS ET LEURS CARACTÉRISTIQUES

2. SOLS DÉRIVÉS DE FORMATIONS VOLCANIQUES DURES

Ces sols se sont développés sur des coulées andésitiques, labradoritiques ou basaltiques.

Certains ressemblent très étroitement aux ferrisols des Antilles Françaises sols à évolution ferrallitique incontestable, mais plus ou moins poussée. Ces sols sont généralement moins profonds que les sols ferrallitiques typiques et surtout peuvent encore renfermer une certaine proportion d'éléments altérables dans les fractions sableuses ou argileuses (montmorillonite).

La similitude de ces sols et de ceux des Antilles a permis de limiter le nombre des analyses et de ne conserver que quelques profils parmi les plus représentatifs des diverses régions.

D'autres sont de véritables sols ferrallitiques.

2.1. — Dans le Nord de l'île, près de Plaisance, sous une pluviométrie voisine de 2 mètres par an et assez régulièrement répartie, les sols présentent des caractères semblables à ceux du profil suivant :

- 0 - 60 Le sol est argileux rouge, avec une structure d'ensemble continue, une sous-structure polyédrique assez fine. Il est relativement friable et non adhérent.
- 60 - 100 Le niveau est rouge jaune, avec déjà présence de roches noires encore dures andésitiques, plus ou moins altérées. Le sol est plus compact et un peu gras.

Sur les pentes moins accentuées, on observe un niveau superficiel plus foncé brun rouge.

Il s'agit donc d'un ferrisol encore peu profond et modérément évolué. Le sol est peu acide (pH = 6,2) et la capacité d'échange augmente en profondeur, passant de 16 en surface à 21 mé % dans le niveau caillouteux.

Les diagrammes de rayons X et d'analyse thermique différentielle de la figure 4 montrent que, dans le niveau de surface, il y a prédominance d'argile de type kaolinite, probablement un fire-clay. La raie à 7,23 Å est relativement importante par rapport à la bande à 4,45 Å, mais les doublets de la kaolinite vers 2,35 et 2,55 Å sont assez peu marqués, quoique déjà sensibles. La goethite est très abondante. Les très petites raies à 9,33 et 3,13 Å correspondraient à du talc.

2.2. — Dans la même région, certains sols sont plus profonds, apparemment plus caractéristiques de l'évolution ferrallitique, plus acides (pH = 5,2) et l'horizon altéré dur, de coloration variée, gris verdâtre, au-dessus de la coulée encore dure peut atteindre plusieurs mètres d'épaisseur semble-t-il.

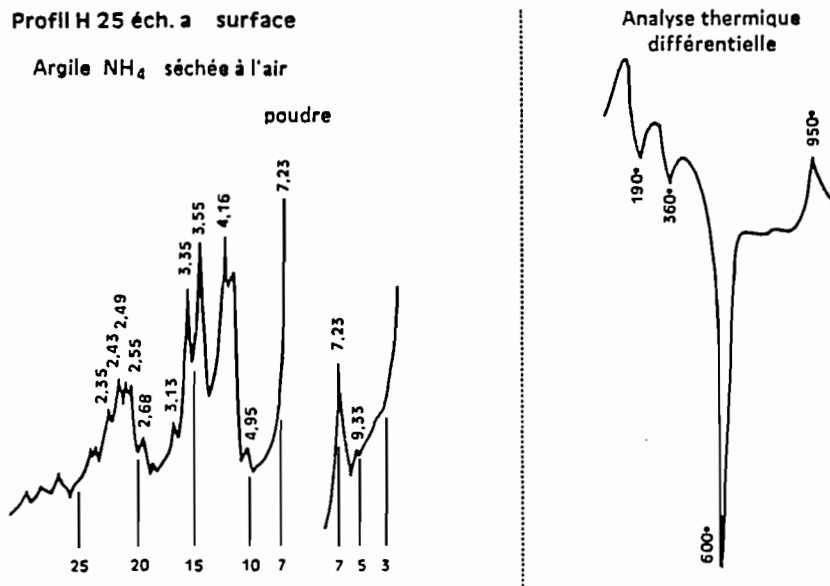


FIG. 4. — Profil H 25 éch a surface.

Cela ne signifie pas toujours une évolution plus poussée. C'est ainsi qu'à Puilboreau, à peu de distance du précédent profil, sur une coulée de basalte, les sols sont argileux rouges sur plusieurs mètres d'épaisseur. La base de ce niveau rouge, déjà riche en éléments altérables, est plus claire, 2,5 YR 4/8 humide, 6/8 sec et repose sur un niveau d'altération gris verdâtre graveleux à aréniforme.

L'analyse aux rayons X et l'analyse thermique différentielle (fig. 5) de ce niveau rouge profond, indiquent la présence de métahalloysite (raie à 7,44 Å passant à 7,66, après traitement au glycérol) et de montmorillonite (raie à 15 Å passant à 17,7 avec le glycérol). L'hématite est nettement discernée et la goethite également, quoique en faible quantité.

Le tableau I montre l'importance du Mg échangeable.

TABLEAU I

Echantillons	Bases échangeables mé %						V %	T argile
	Ca	Mg	K	Na	S	T		
H 33	0,3	11,0	0,18	0,31	12	30	40	38

Argile %	Limon %	Sables microns %			MO %
		20-50	50-200	200-2 000	
22	27	27	14	14	0,3

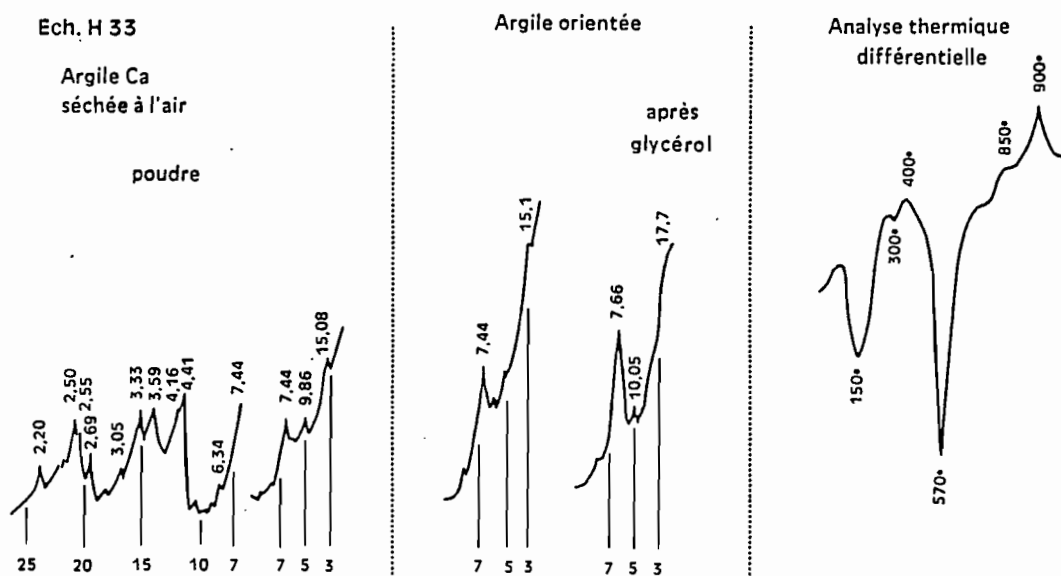


FIG. 5. — Ech H 33 à plusieurs mètres de profondeur.

2.3. — Au sud du pays, dans la vallée de l'Asile, les sols sur coulées volcaniques sont semblables d'aspect.

Dans un ferrisol rouge, argileux, assez compact à l'outil, quoique relativement friable entre les doigts, avec présence de débris de roches altérées, l'examen aux rayons X et à l'ATD révèle la présence de métahalloysite, de goéthite, et de produits amorphes. La capacité d'échange de base est de 25 mé % en profondeur, (fig. 6).

2.4. — A plus forte altitude, vers 1 600 mètres, sur le vaste massif basaltique de Furcy, en arrière de Port-au-Prince, les sols sont rouges, parfois de façon vive, sur 1 à 2 mètres d'épaisseur au-dessus de la roche altérée.

Le tableau 2 montre que les sols sont dans l'ensemble relativement désaturés, avec une augmentation sensible de la capacité d'échange en profondeur.

L'argile de l'horizon B est du type métahalloysite, mais la présence d'un peu de montmorillonite est probable dans certains échantillons. La goéthite et l'hématite sont souvent abondants, mais la gibbsite n'apparaît qu'en faible quantité, parfois à l'état de traces.

Il s'agit donc de ferrisols assez semblables à ceux déjà examinés, mais dont l'aspect morphologique ferait davantage penser à des sols ferrallitiques.

Sur les crêtes érodées les sols semblent mieux pourvus en bases échangeables et on note la présence d'hématite. Sur les plateaux, la métahalloysite serait un peu mieux cristallisée avec de la goéthite, et les sols sont très fortement désaturés et acides.

TABLEAU II
RÉGION DE FURCY

Profondeur cm	Argile %	Limon %	Sables %			M.O %	Bases échangeables mé %							pH		eau hygro
			20 50 μ	50 200 μ	200 2 000 μ		Ca	Mg	K	Na	S	T	V%	eau	KCl	
Profil H 51 — Crête bien drainée — Débris basaltiques dès 30 cm de profondeur																
0-15	55,0	22,4	4,5	2,8	0,1	3	3,7	3,9	0,23	0,12	8	37	21	5,4	4,5	13
15-50	44,7	25,0	4,3	4,0	0,8	1	1,8	4,0	0,05	0,19	6	36	16	5,3	3,4	17
Profil H 53 — Crête bien drainée — sous pins et eucalyptus — débris basaltiques à 170 cm																
0-25	66,1	15,9	4,8	2,1	0,2	2,7	3,1	1,0	0,06	0,07	4,2	26	16	5,2	4,5	9
80-150	68,8	17,8	3,1	0,6	0,10	0,9	—	—	—	—	—	30	—	4,9	4,1	9
Profil H 52 — Plateau uniforme non dominé — basalte altérée à 125 cm																
0-25	54,2	19,3	11,1	4,5	0,4	3,9	1,8	0,5	0,27	0,1	2,6	—	—	5,0	4,5	7
50-100	59,8	20,6	6,3	2,3	0,1	1,3	0,11	0,5	0,07	0,1	0,8	21	4	4,6	4,2	10

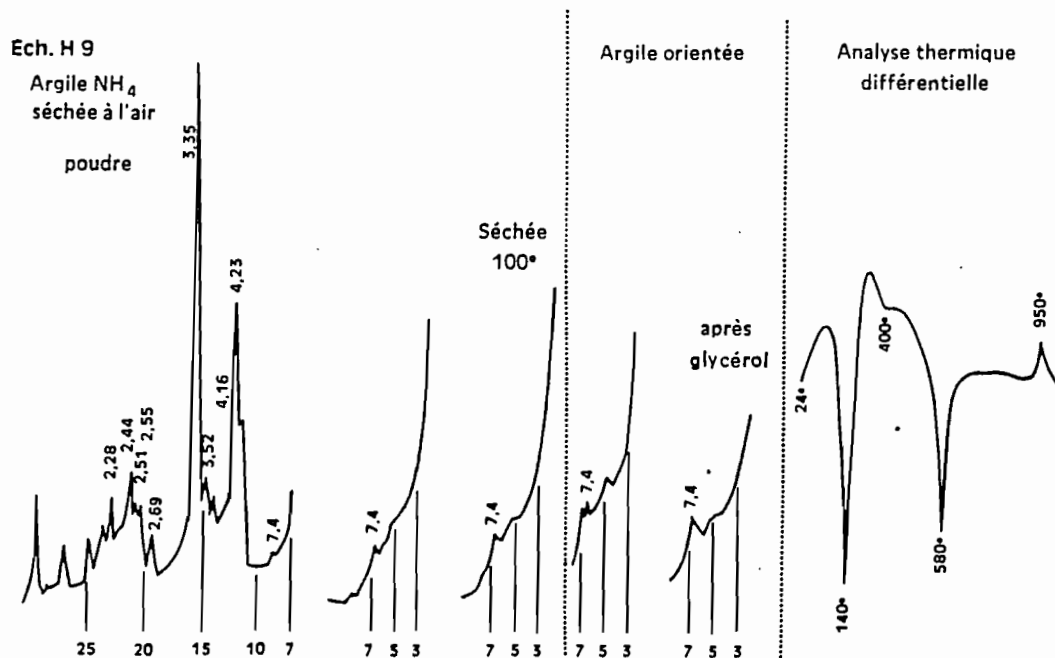
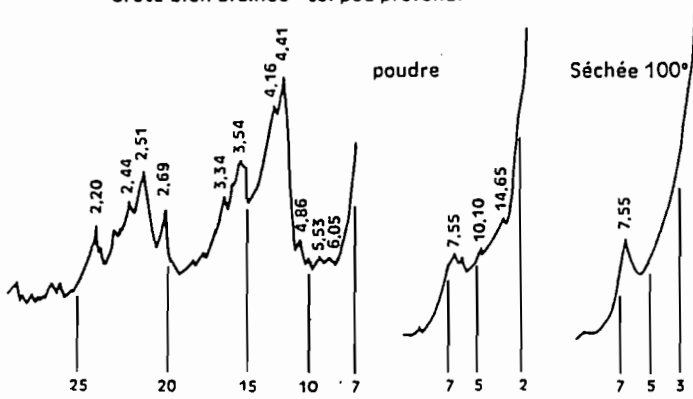


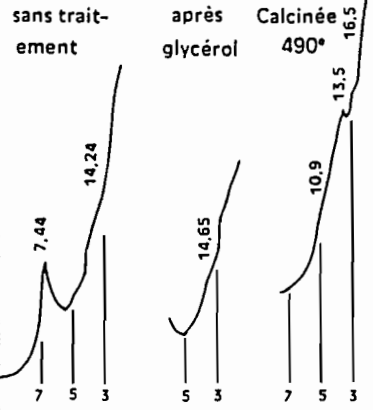
FIG. 6. — Ech. H 9. Argile NH₄ séchée air vers 50 cm de profondeur.

Argiles Ca sèches à l'air.

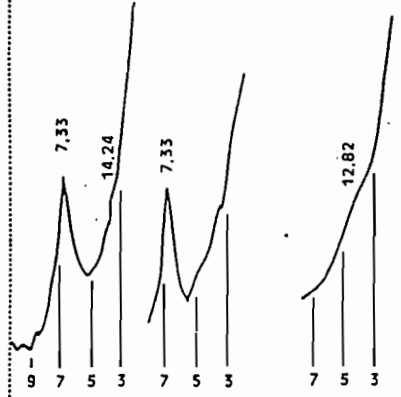
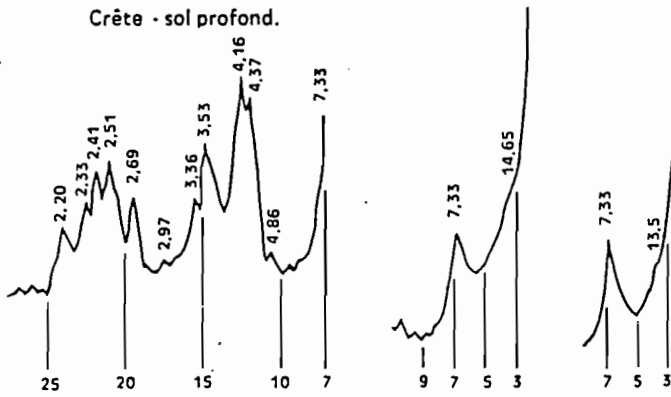
1) H 51 b 15-40 cm
Crête bien drainée - sol peu profond.



Argile orientée



2) H 53 b 80-150 cm
Crête - sol profond.



3) H 52 b 50-100 cm
Plateau - sol profond.

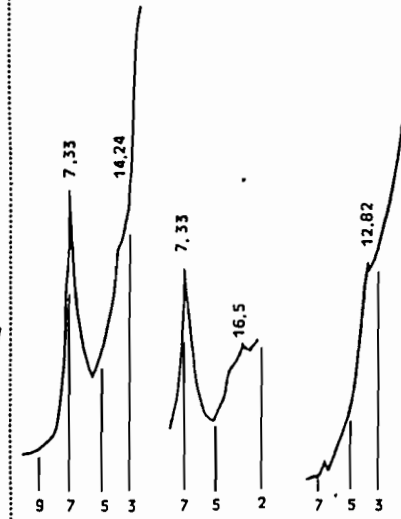
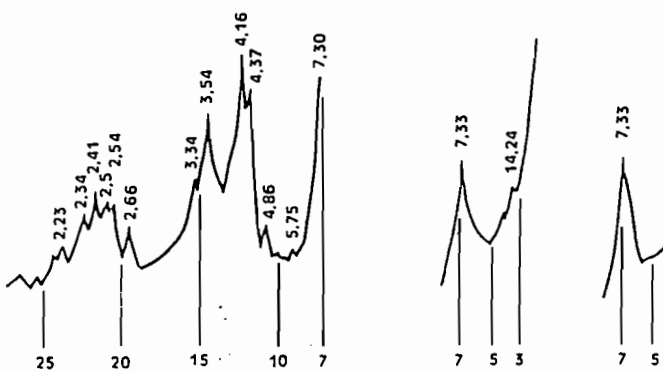


FIG. 7. — Région de Furcy. Sols volcaniques.

Conclusion

L'altération des coulées basaltiques ou andésitiques sous les pluviométries des zones étudiées (1 500 à 2 000 mm) aboutit donc à la formation de ferrisols de coloration plus ou moins rouge vif, dont l'argile renferme essentiellement de la métahalloysite ou des fire-clay et de la goéthite. La gibbsite est absente ou peu représentée. L'hématite semble surtout apparaître sur les crêtes bien drainées là où les sols sèchent davantage. La montmorillonite semble exister en faible quantité dans certains profils ou en quantités notables dans d'autres. Il s'agit vraisemblablement dans ces sols acides et souvent désaturés de montmorillonites ferrifères et aluminique, pour lesquelles les critères de détermination sont moins nets. Dans la classification française, ces sols seraient qualifiés de ferrallitiques moyennement désaturés typiques.

3. EXEMPLE DE QUELQUES SOLS DÉRIVÉS DE CALCAIRES

On n'envisagera que les sols dont l'origine calcaire ou marno-calcaire est certaine. De nombreux sols rouges reposant sur les calcaires feront l'objet du prochain paragraphe.

3.1. — Dans le sud de l'île, près de Port Salut, sur des calcaires crayeux, blancs, se développent des rendzines généralement érodées et si mêlées de fins débris calcaires, que les sols paraissent presque blancs.

Dans un sol peu épais, très friable, gris-blanc, quoique renfermant 4 à 5 % de matières organiques, très calcaire, mais avec une capacité d'échange de base de 30 mé %, les rayons X et l'analyse thermique différentielle, indiquent la présence très importante et presque exclusive de la montmorillonite dans la fraction argileuse, avec peut-être quelques traces d'illite (fig. 8 - H 10).

3.2. — Dans la presque île du nord-ouest, en zone très sèche, les sols sont peu différenciés des marnes miocènes dont la puissance atteindrait une centaine de mètres. Les sols sont argilo-limoneux, renfermant 20 % de calcaire et des filonnets salifères. Le type d'argile principal est la montmorillonite (raie à 12,8 Å argile NH₄, passant à 17,7 au glycérol) P5/3 (fig. 9), avec un peu d'illite et un peu de minéral à 7 Å (kaolinite ou chlorite). On note également la présence du quartz, (fig. 10 P5/3).

On peut penser que la marne a sensiblement la même composition minéralogique.

3.3. — Depuis les sols rendziniiformes jusqu'aux vertisols, on passe par toute une gamme de sols calcimorphes, plus ou moins profonds et compacts.

Nous retiendrons, à titre d'exemple, le vertisol qui a été observé sur les flancs d'une colline de la région de Puilboreau, à quelques mètres des sols rendziniiformes noirs et caillouteux du sommet. Il s'agit d'une zone localement très légèrement concave et moins érodée, quoique en forte pente.

Profil H 31

0 - 15 Argileux ; noir (sec : 2,5 Y 3/2 - frais : 10 YR 3/2) - très dur sec ; fendillé, massif avec masque grumeleux friable ; structure polyédrique grossière, porosité importante, micropores de 1 à 2 mm, faces subangulaires non luisantes ; le sol humide est plastique et adhérent, rares débris calcaires, sauf quelques blocs de 10 à 20 cm, provenant de la crête de la butte.

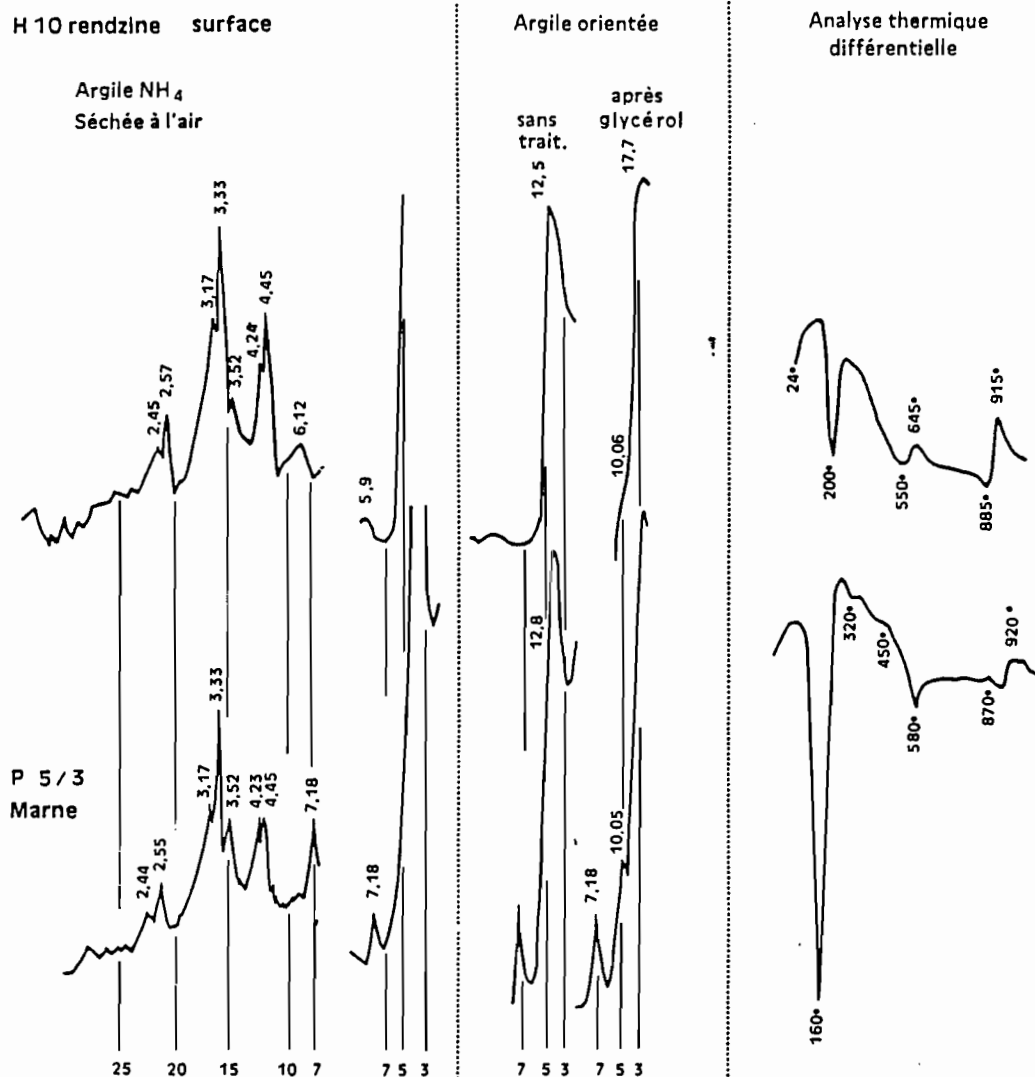


FIG. 8-9. — H 10 rendzine surface. — P 5/3 Marne.

- 15 - 25 Argileux, grisâtre beige, compact massif, adhérent, plastique, racines encore importantes.
- 25 - 40 Argileux ; massif ; structure continue ; à l'état humide plastique et adhérent ; vertisol jaune uniforme (sec : 10 YR 5/8 frais : 10 YR 5/6) pas de sables visibles, rares veines un peu plus claires ou légèrement rougeâtres (frais : 5 YR 5/6).
- 40 - 80 Argileux, semble moins adhérent ; structure continue jaune mais avec des taches grisâtres et rougeâtres plus abondantes, bigarrures ; matériau plus friable ; moins cohérent quoique encore bien plastique, pas de minéraux visibles.

Le tableau 3 montre les teneurs élevées en bases échangeables. Les diagrammes de rayons X (gonflement à 17,7 Å au glycérol), l'analyse thermique différentielle et l'analyse totale ($\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3 = 5$), soulignent l'importance de la montmorillonite. Notons aussi l'importance du quartz dans la fraction fine et la présence possible d'un peu de boehmite (6,25 Å et renflement à 500°).

TABLEAU 3

PROFIL H 31 — VERTISOL

Profondeur cm	Bases échangeables mé %					T	V %	pH
	Ca	Mg	K	Na	S			
0-15	39,4	3,5	0,27	0,26	43,4	53	81	7
25-40	35,7	3,5	0,30	0,38	40	51	79	6,5
70	34,3	3,5	0,30	0,48				6

Après traitement au citrate de sodium à pH 9 la capacité d'échange passe à 96 mé % dans l'horizon de 25 à 40 cm.

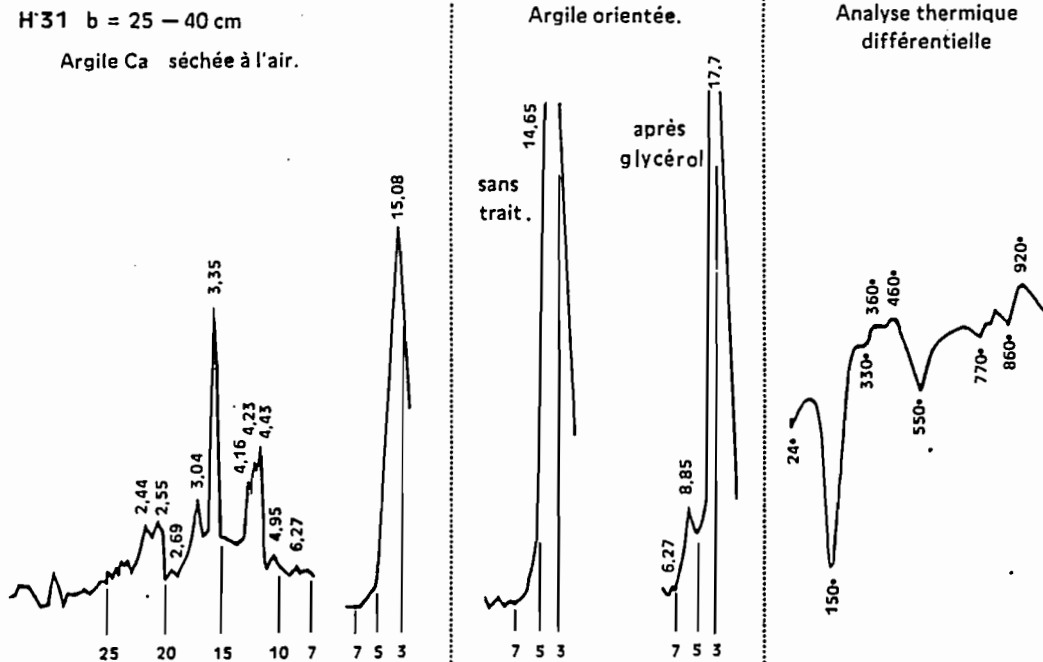


FIG. 10. — H 31. b : 25-40 cm.

Conclusion

La nature de l'argile des sols calcimorphes depuis les rendzines jusqu'aux vertisols, est donc essentiellement montmorillonitique.

4. SOLS ROUGES FRIABLES A MONTMORILLONITE SITUÉS SUR CALCAIRES DURS

Ces sols sont fréquemment observés à proximité de sols calcimorphes noirs montmorillonitiques.

Tous les sols rouges décrits dans ce paragraphe et les suivants ont été observés à une certaine altitude entre 700 et 1 000 mètres, dans des régions à pluviométrie relativement abondante — 1,6 à 2 m par an. La température moyenne pendant les mois les plus frais de l'année peut s'abaisser à 20° (région de Puilboreau).

4.1. — Certains profils sont très profonds et ressemblent fortement à des sols rouges ferrallitiques, avec lesquels il serait possible de les confondre.

Le profil décrit ci-dessous, rouge sur 2 m d'épaisseur au moins, un peu plus compact jusqu'à 60, plus friable en dessous, a été observé sur les flancs d'une colline dont le sommet, à quelques dizaines de mètres, portait des sols noirs calcimorphes très minces et l'autre versant des vertisols.

Le sol est fortement argileux, acide et désaturé en profondeur. La capacité d'échange de l'argile atteint 47 mé %.

Profil

- 0 - 20 Brun rougeâtre (frais : 10 R 4/8 — sec : 2,5 YR 4/6) — argileux, assez dur à l'état sec, mais avec un fin recouvrement d'agrégats. Structure à tendance polyédrique, avec faces anguleuses, s'émiette bien, porosité moyenne, avec faces angulaires.
- 20 - 50 Uniforme — rouge vif (sec : 10 R 5/8 — frais : 10 R 4/8), argileux, non adhérent mais très friable, s'émiettant en pseudo-sable à l'état frais, structure d'ensemble continue, faces angulaires luisantes avec revêtement d'argiles rouges, porosité faible, quelques points grisâtres argileux non calcaires. Le sol paraît plus compact, moins friable jusqu'à 50 cm, puis devient ensuite très friable, les racines descendent jusqu'à 50.
- 150 - 180 Quelques petites taches grisâtres apparaissent, mais au moins 80 % du sol reste rouge (frais : 10 R 4/6 — sec : YR 5/8). Le sol paraît un peu plus plastique, non adhérent, encore bien friable, pas de minéraux altérés visibles.

TABLEAU 4

Profondeur cm	Complexe absorbant en mé %						V %	T argile	pH	M.O %	Argile < 2μ	Limon 2-20	Sables microns %			
	Ca	Mg	K	Na	S	T							20-50	50-200	200-2000	
0-30.....	11,4	3,9	0,30	0,31	15,9	32	50	—	5,6	5,5						
50-70.....	3,6	2,9	0,24	0,26	7	36	19	47	5,0	1,5	73,3	14,8	2,5	0,4		0,2
150-180.....	1,1	2,8	0,27	0,26	4,4			—	4,9	1,0	63,3	18,3	5,3	0,4		0,6

Après traitement au citrate de sodium à pH 9 la capacité d'échange de base passe de 36 mé % à 72 mé %.

Dans le niveau friable, vers 60 cm de profondeur, les rayons X et l'analyse thermique différentielle indiquent la montmorillonite associée à de l'hématite et peut-être des traces de boehmite. Notons également la présence de quartz (fig. 11).

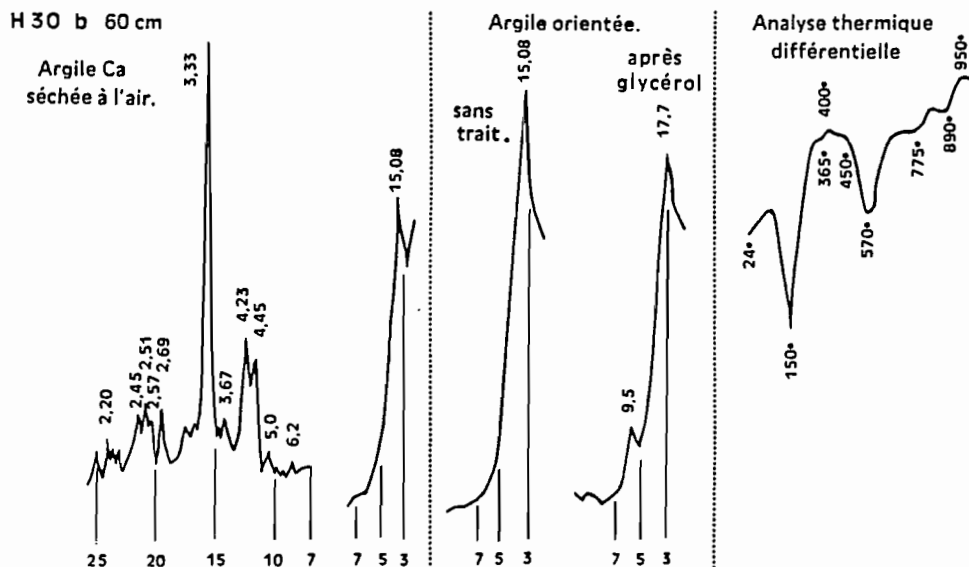


FIG. 11. — H 30. b : 60 cm.

La présence de montmorillonite dans les sols rouges friables peut surprendre. Dans bien des sols des Antilles, relativement riches en fer, de coloration rouge ou brun-rouge, la présence de montmorillonite est très souvent délicate à déceler par des observations morphologiques du profil et bien des erreurs peuvent être commises. Les caractères propres à cette argile, de gonflement, d'adhérence, de compacité, sont fortement réduits par la présence des hydroxydes.

La présence d'hématite, au lieu de la goéthite, est à signaler dans cette région humide, à climat nettement ferralitisant.

4.2. — A une centaine de mètres de ce profil, on observe sur les flancs de la colline voisine, dont les sols paraissent entièrement rouges, le profil suivant, peu épais, argileux rouge, uniforme, reposant en discordance sur le calcaire dur vers 60 cm.

Profil H 32

- 0 - 30 cm Beige à brunâtre, 10 YR 5/3 sec et 3/3 humide, peu adhérent, argileux en blocs assez durs à l'état sec. Fine porosité rendant les blocs légers.
- 30 - 60 cm Argileux rouge, 2,5 YR 6/6 sec et 4/8 humide, assez friable, mais adhérent humide. Un peu plastique.
Le sol est fendillé, uniforme et repose brutalement sans transition sur la dalle de calcaire dur blanc. Cette dalle est souvent brisée, formant par endroit de petites falaises de 50 à 100 cm plus ou moins ennoyées par les sols rouges.

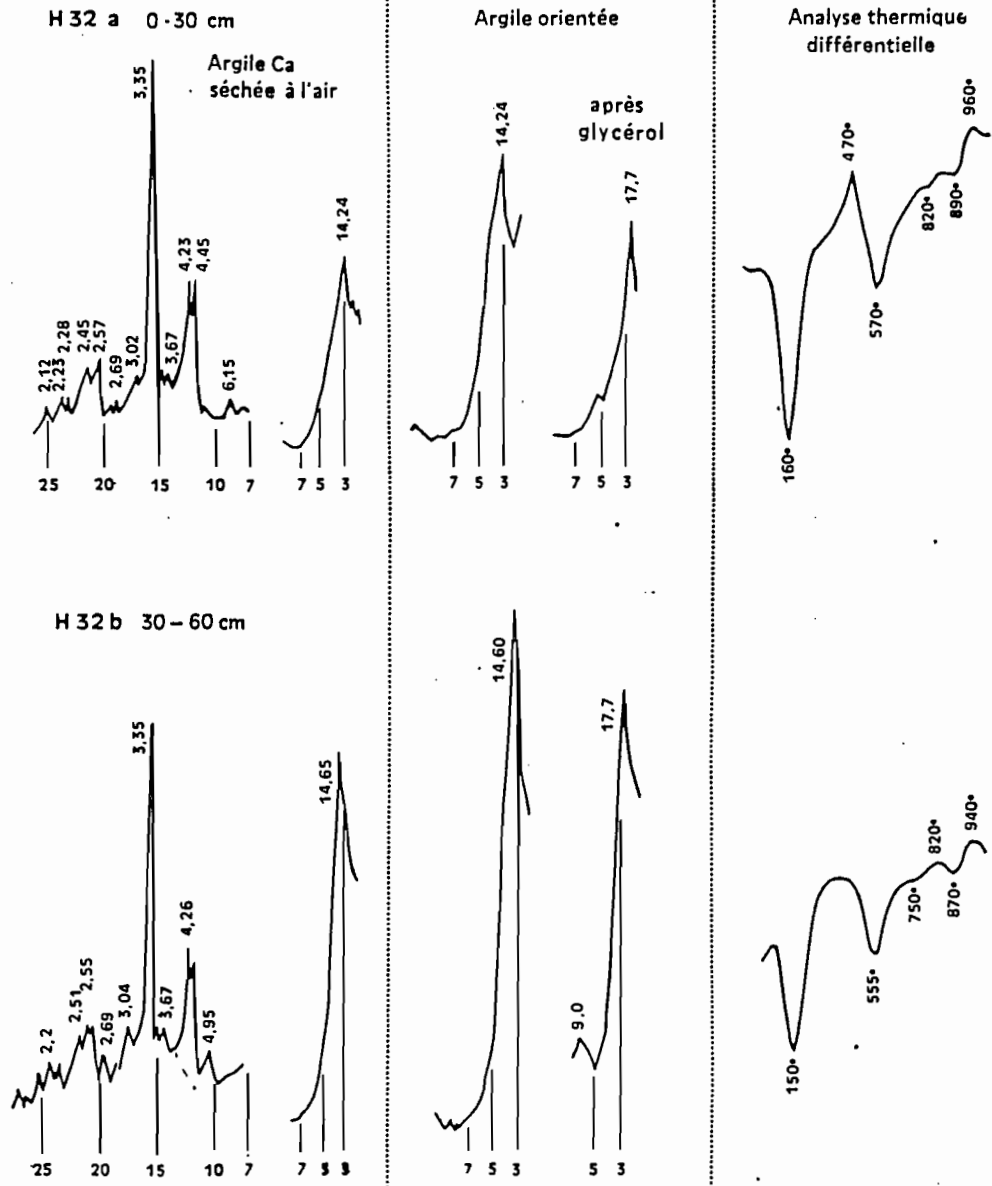


FIG. 12. — H 32.

TABLEAU 5

Profondeur cm	Complexe absorbant mé %						V %	pH	M.O
	Ca	Mg	K	Na	S	T			
0-30	17,8	5	0,35	0,17	23,4	37,5	62	5,7	4,8
30-60	25,3	4,4	0,32	0,26	28,5	44	65	5,4	1,3

L'argile est essentiellement constituée de montmorillonite en surface comme en profondeur (raie à 14,2 Å argile Ca passant à 17,7 avec le glycérol). On remarque la présence probable d'hématite ou goethite, peut-être en très faible quantité en surface, mais en plus forte quantité en profondeur. Il y aurait un peu de boehmite en surface (raie à 6,15 Å et renflement à l'ATD vers 500°), mais pas en profondeur. Le quartz paraît abondant (fig. 12).

Conclusion

Bien que d'apparence très semblable souvent à des sols ferrallitiques ces sols rouges acides sur calcaires, sont essentiellement constitués de montmorillonite. Dans la classification française, ils seraient qualifiés de sols fersiallitiques.

5. SOLS ROUGES A MINÉRAL A 14 Å OU INTERSTRATIFIÉS SITUÉS SUR CALCAIRES DURS

Des profils très semblables aux précédents ont été observés dans le sud de l'île, près de Port-au-Prince (Boutillers), vers 600 m d'altitude. Seule, la composition minéralogique de l'argile diffère vraiment, qu'il s'agisse de sols profonds de 1 à 2 m d'épaisseur ou érodés, très courts sur les pentes.

5.1. Sol profond

Le sol est d'abord brun rouge sur 20 à 30 cm, puis rouge vif sur 2 m d'épaisseur environ. Il devient ensuite plus clair, virant au rouge jaune dans les 50 derniers cm au-dessus du calcaire dur qu'il recouvre en discordance, sans la moindre transition (planche 1, photo 1). Quelques poches d'argiles rougeâtres peuvent être observées plus en profondeur dans la masse du calcaire. S'agit-il d'un sol en place ou en partie colluvionné ? Il est difficile de le dire. Le profil est très uniforme, relativement friable, paraissant bien perméable.

Un échantillon a été prélevé dans la couche de 5 à 10 cm, située immédiatement au-dessus du calcaire, donc à environ 2 m de la surface du sol. L'argile représente 87 % du sol et les limons fins et grossiers 7 %. Il n'y a pas de sables (tableau 6 — H 41).

Les rayons X et l'analyse thermique différentielle indiquent un minéral à 14 Å. La raie à 14,24 Å ne change pas avec le glycérol, mais a tendance à disparaître, (comme pour les vermiculites) plutôt qu'à se renforcer (comme pour les chlorites vrais), par chauffage à 470°, en passant à 13,5 Å. Un renflement se produirait aussi, après chauffage, vers 10 Å. L'hématite est abondante et les raies aux rayons X bien nettes. La goethite semble également présente en quantité très faible. Il est difficile de savoir, en présence de ce minéral à 14 Å, si la kaolinite est aussi présente (fig. 13 — H 41).

5.2. Sol érodé rocailleux

A quelque 150 mètres de ce profil, sur la forte pente cultivée de la montagne, les sols sont rouges, mais très peu épais : 10 à 20 cm. Le calcaire affleure presque partout, avec des formes de dissolution angulaires conchoïdales, et les sols sont parsemés de débris pierreux et graveleux. Le sol est rouge, peu compact, se prenant en mottes assez dures lorsqu'il est sec, mais finement poreuses et légères. Humide, le sol paraît un peu gras et adhésif et présente une sous-structure à faces angulaires, lorsque malgré les nombreux graviers calcaires on peut l'observer. Tous ces sols sont très érodés et le contact avec le calcaire très tourmenté est brutal, l'argile s'infiltrant entre les aspérités, les poches et les fissures. Le pH est voisin de 8 et la capacité d'échange du sol de 49 mé %.

Les rayons X et l'analyse thermique différentielle révèlent la présence d'un minéral à 14 Å (inchangé au glycérol et chauffage), de l'hématite en quantité notable et des traces, semble-t-il, de boehmite. La goëthite est à peine identifiable (fig. 14 — H 42).

TABLEAU 6

Profondeur cm	Complexe absorbant mé %						V %	pH	% M.O	% Argile	limon 2-20	Sables microns %		
	Ca	Mg	K	Na	S	T						20-50	50-200	200-2000
H 41 300	15,4	0,14	0,06	0,07	15,6	24	65	7,5	2	86,5	4,8	2	0,1	0
H 42 0-20	43,5	0,14	0,25	0,14	44	49	90	8,0	5,2					

Après traitement au citrate de Na la capacité d'échange passe de 24 à 30 mé %.

Conclusion

Ces sols rouges très argileux seraient donc constitués par un minéral à 14 Å qui s'apparenterait à la fois aux chlorites et aux vermiculites, sans en avoir, toutefois, les caractères bien nets. La raie à 14 Å des chlorites et des vermiculites reste inchangée après traitement au glycérol. Elle a tendance à s'accroître dans le cas des chlorites par chauffage à 500°. Elle disparaît, passant à 10 Å pour les vermiculites. La raie diminuant d'intensité par chauffage et passant à 12-13 Å, il pourrait donc s'agir d'interstratifiés chlorites-vermiculites. Cependant, un excès d'aluminium par rapport aux taux habituels, soit dans les montmorillonites ou les vermiculites, soit en remplacement de la couche brucitique des chlorites, perturbe sensiblement les données classiques sur ces argiles. L'effondrement du réseau des montmorillonites ou des vermiculites peut, de ce fait, être limité durant le chauffage. Au contraire, la stabilité d'une chlorite aluminée est compromise au-delà de 350°, température de décomposition de la gibbsite, si ce minéral a remplacé la couche « brucitique ».

Sans anticiper sur les discussions du chapitre IV, nous conserverons donc le terme de minéral à 14 Å, souvent relaté dans la littérature.

On peut penser déjà que ces deux profils représentent des stades d'évolution plus poussés que les sols rouges montmorillonitiques dont ils pourraient dériver par dégradation de la montmorillonite en ce minéral à 14 Å ? L'hématite est aussi plus abondante. Notons, cependant, qu'il n'y a pas de quartz. Ces sols correspondent aux sols fersiallitiques de la classification française actuelle.

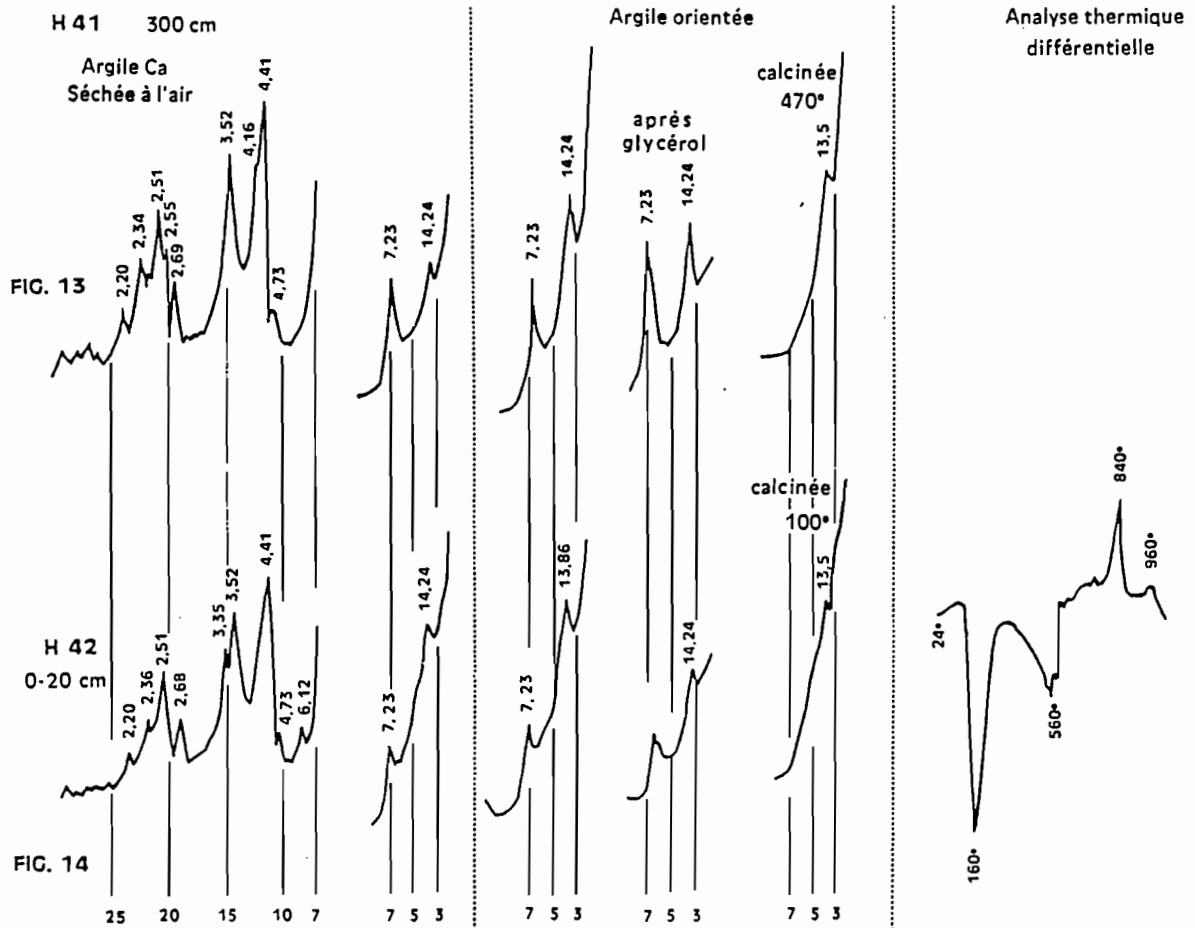


FIG. 13 et 14. — H 41 et H 42.

6. SOLS ROUGES A MINÉRAL A 14 Å ET HYDROXYDES D'ALUMINE SITUÉS SUR CALCAIRES DURS

Dans diverses régions de l'île, on observe fréquemment des sols rouges très semblables à ceux que nous venons de décrire, mais souvent un peu plus friables, non adhérents, bien qu'ils puissent être assez durs à l'outil à l'état sec et présenter quelques fentes de retrait. L'analyse révèle la présence d'hydroxydes d'alumine en quantité importante. La distinction morphologique de ces sols, d'avec ceux qui ont été précédemment étudiés — paragraphes 4 et 5 — n'est pas évidente sur le terrain et des confusions sont très possibles.

6.1. Sols à gibbsite

6.1.1. — 1° Dans le sud de l'île, près de Kenscoff, les sols sont partout très rouges et peuvent atteindre sur les pentes légèrement concaves, 1 ou 2 mètres d'épaisseur d'aspect très uniforme. Ils reposent brutalement, sans aucune transition, sur des calcaires blancs, fissurés et déchiquetés.

Le profil suivant a été décrit sur une forte pente, près du sommet d'une colline. Le calcaire blanc affleurerait en divers endroits dans les ravines d'érosion ou en surface : l'altitude est voisine de 1 000 mètres.

Profil H 39

- 0 - 20 cm Argileux ; brun-jaune, très léger sec et extrêmement poreux, petits pores ; légèrement fissurés.
- 20 - 60 cm Argile rouge, peu fissurée (sol paraissant peu humide), structure d'ensemble continue, sous-structure à tendance polyédrique, faces subangulaires, s'émiette bien entre les doigts en petits agrégats, non plastique frais, non adhérent ; frais, s'écrase en pseudosables sans changer de couleur, pas de revêtement, pas de sables ni de graviers visibles.
- 60 cm Transition brutale avec le calcaire fissuré aux formes irrégulières, quelques blocs épars dans l'argile dès 50 cm.

La transition avec le calcaire est brutale. Celui-ci est souvent brisé sur 30 à 40 cm, en blocs aux formes émoussées (planche 1 — photo 2). Entre ces blocs calcaires, on peut extraire au couteau une argile rouge brune, paraissant légèrement adhésive humide. Ces intercalations d'argiles de quelques mm à 1 cm d'épaisseur ne concernent guère que les 20 premiers centimètres, car plus en profondeur, les blocs sont très jointifs et le calcaire devient massif, sauf aux emplacements des fissures remplies d'argile rouge entraînée.

La composition minéralogique du sol rouge et des lamelles d'argile incluses dans le calcaire en profondeur, sont identiques (rayons X et ATD) en dépit des différences importantes de pH (5 dans le sol rouge, 8,3 dans les lamelles), qui peuvent d'ailleurs provenir en partie des particules de calcaire écrasées au broyage.

Le minéral à 14 Å (raie à 14,24 Å, argile Ca, inchangée au glycérol et diminuée par le chauffage à 470° avec un léger renflement à 10 Å) est associé à une quantité importante de gibbsite et relativement abondante d'hématite et goethite. Il semble difficile de dire si des argiles de type kaolinique sont présentes.

TABLEAU 7 — H 39

Profondeur cm	Complexe absorbant mé %				S	T	V %	pH	T après citrate
	Ca	Mg	K	Na					
0-20	1,8	0,1	0,06	0,02	2	23	8	5,4	32
20-50	0,6	0,1	0,04	0,02	0,8	24	3	5	
60-70	24,9	0,1	0,11	0,07	25,2			8,3	45*

* Lamelles d'argiles très fines entre les cailloux calcaires.

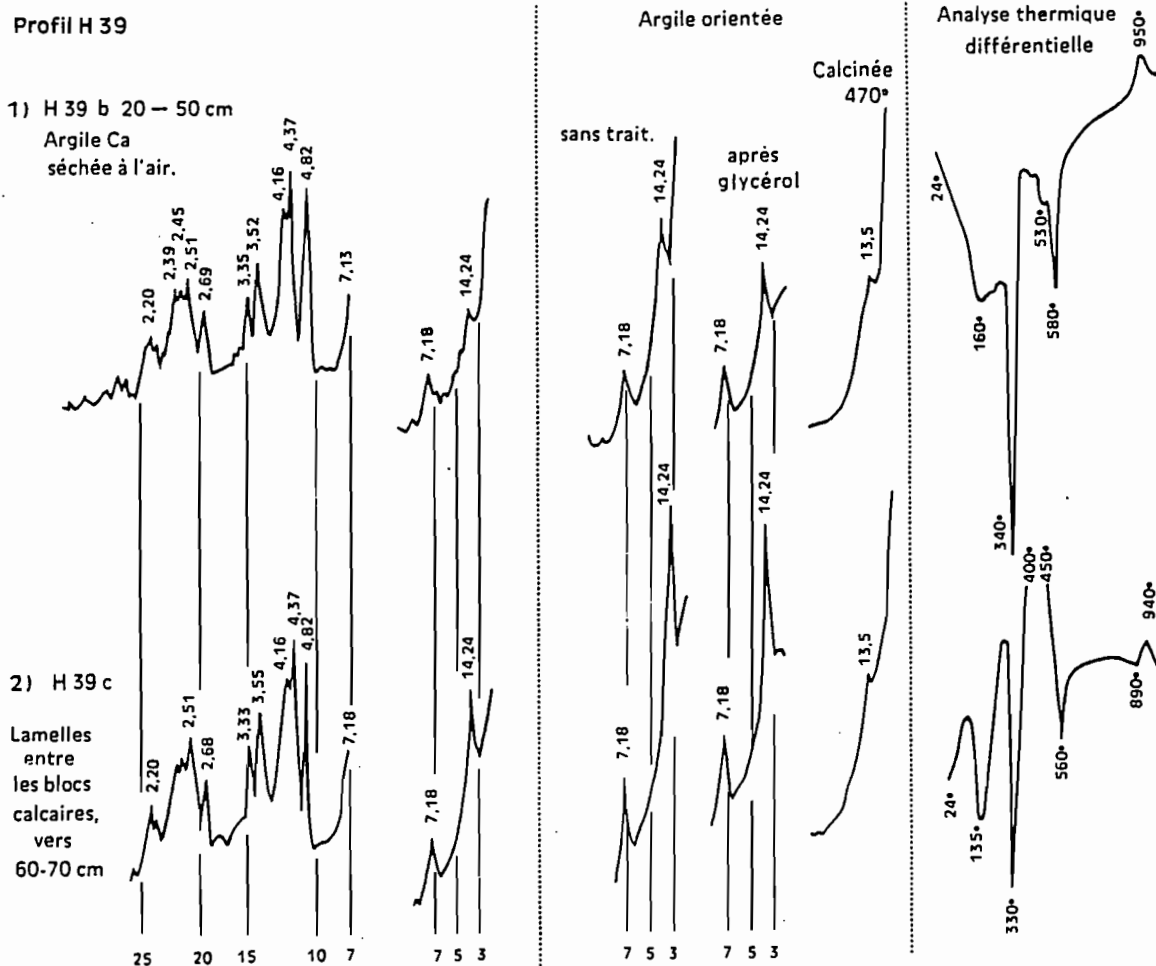


FIG. 15. — Profil H 39.

2° — Plus en contrebas, à une centaine de mètres, la pente est moins forte, légèrement concave et les sols rouges plus profonds ont, sans doute une origine partiellement colluviale, à partir des niveaux de surface de sols du type précédent.

Ces sols renferment davantage de gibbsite, comme l'indique la figure 16. L'hématite est bien représentée, le minéral à 14 Å n'existe qu'en faible quantité (et éventuellement la kaolinite si elle existe ?). Il n'y aurait que des traces de goéthite (H 44).

L'évolution de ces sols tendrait donc à la disparition du minéral à 14 Å ainsi que de la goéthite avec augmentation importante de la proportion de gibbsite surtout et d'hématite.

6.1.2. — Certains sols d'aspect analogue de la même région, ont été observés à proximité du sommet d'autres collines non dominées par d'autres versants. Ces sols paraissent donc formés in situ sur le calcaire,

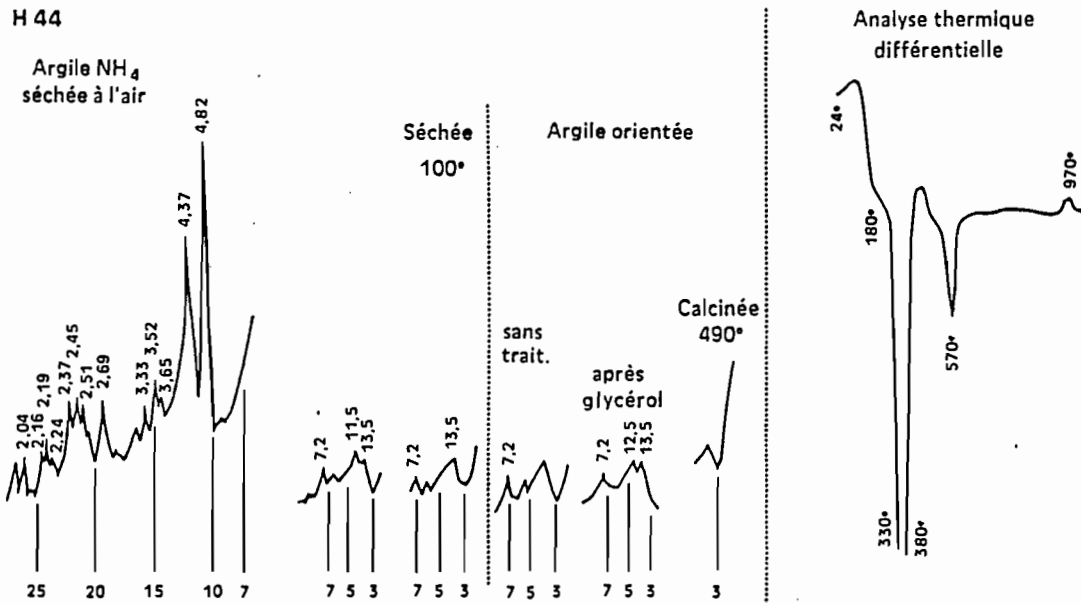


FIG. 16. — H 44.

sans apports. Les sols sont peu profonds et le calcaire apparaît généralement dès 50 cm. Ils sont mieux pourvus en bases échangeables et les pH sont alcalins (tableau 8 — H 54). La composition minéralogique demeure analogue.

TABLEAU 8

PROFIL H 54 — FERMATE : ALTITUDE 1 300 M

Profondeur	Argile	Limon	Sables μ			Bases échangeables mé %					T	V %	pH		M.O %	eau hygrom.
			20-50	5-200	200-2000	Ca	Mg	K	Na	S			eau	KCl		
0-25	70	13	4,2	2,2	0,5	16,6	0,83	0,05	0,12	17,6	26	70	7,7	7,1	4,3	9
25-55	73	10	4,3	1,0	0,2	6,8	0,83	0,04	0,05	7,7	21	37	6,9	6,1	2,7	12

Après traitement citrate T passe de 21 (25-55 cm) à 48 mé %.

L'examen aux rayons X (fig. 17) montre la présence du minéral à 14 Å stable au glycérol, peu stable au chauffage, avec une importante quantité de gibbsite, de goéthite et peut-être un peu de kaolinite ?

6.1.3. — D'autres profils similaires ont été observés dans diverses régions d'Haïti.

Ainsi, à St-Marc, dans le milieu de l'île, vers 1 100 mètres d'altitude, un sol rouge de 60 cm d'épaisseur au-dessus du calcaire dur présente les mêmes caractéristiques que les sols déjà acides et désaturés de Kenscoff (Profil H56 — tableau 9 — fig. 18).

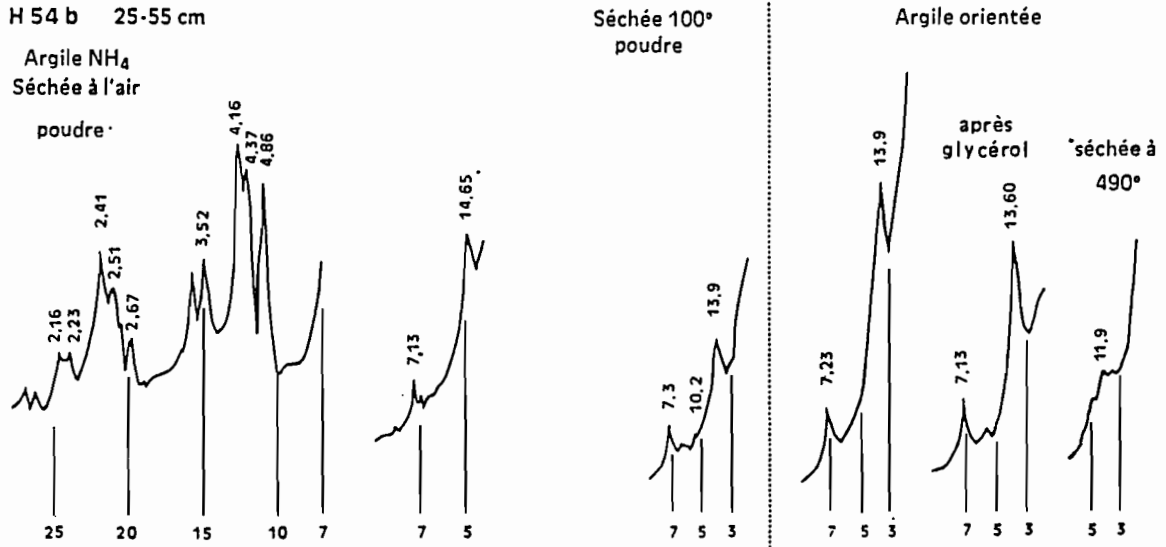


FIG. 17. — H 54b.

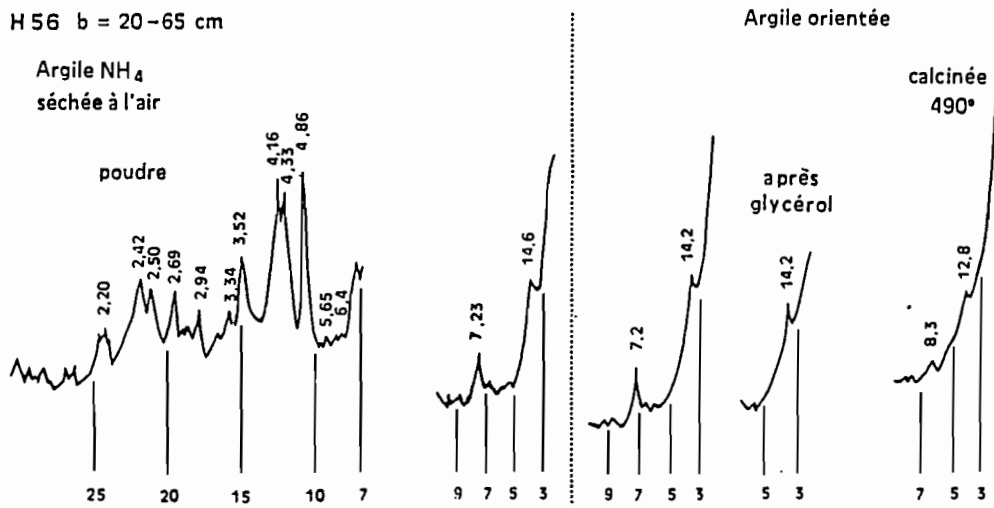


FIG. 18. — H 56.

TABLEAU 9

PROFIL H 56

Profondeur cm	Argile %	Limon 2-20	Sables μ %			Bases échangeables mé %					T	V %	pH		M.O %	eau hygro
			20-50	50-200	200-2000	Cu	Mg	K	Na	S			eau	KCl		
0-20	62	15	5,7	2,9	1,6	3,4	0,8	0,06	0,11	4,4			5,7	4,9	2,9	7,4
20-65	83	5	0,7	0,4	0,2	0,9	0,8	0,04	0,05	1,8	18	10	5,2	4,7	1,8	9,5

6.1.4. — Dans une toute autre région, à l'extrême Sud de l'île, près de la frontière de la République Dominicaine, sur le massif de 1 300 m d'altitude du Morne des Commissaires recouvert de vastes forêts de pins caraïbes (*pinus occidentalis*), les sols sont généralement plus profonds, rouges sur 1 m d'épaisseur ou davantage. Ils sont bien friables, ce qui leur confère parfois, une tendance limoneuse. Certains débris calcaires sont altérés, rubéfiés ou jaunés et s'écrasent entre les doigts aisément. Il y aurait du quartz très fin en quantité relativement abondante.

La composition minéralogique de l'argile est assez constante. Outre le minéral à 14 Å stable au glycérol et modérément stable au chauffage à 490°, signalons la présence de gibbsite en quantité variable, de goéthite, mais aussi de quartz dans la fraction fine. Le profil H 67 se singularise par une très faible teneur en gibbsite et très probablement un peu de kaolinite, alors que dans les autres profils il est difficile de savoir, en présence du minéral 14 Å, si la kaolinite est effectivement présente. Cela paraît probable cependant (fig. 19).

On peut penser qu'il s'agit de sols plus jeunes, moins évolués que les sols rouges de Kenscoff. Ces sols sont actuellement en cours de formation et d'évolution sur des calcaires dont les impuretés sont à l'origine de ces altérations ocres ou rougeâtres, et parfois même d'un vrai niveau de départ brun jaunâtre limono-argileux.

Les sols sont modérément acides. Les teneurs en bases échangeables descendent rarement en dessous de 4 mé %, mais sont plus élevées en surface ; du fait de la présence de petits graviers calcaires, il est d'ailleurs illusoire d'y attacher trop d'importance (tabl. 10).

6.2. Sols à boehmite

Dans le Nord de l'île, on observe des sols semblables sur les calcaires durs. Le relief est souvent plus abrupt avec des falaises calcaires verticales de plusieurs dizaines de mètres. Le calcaire semble plus dur.

Les replats ondulés séparant ces falaises successives sont souvent inclinés en amphithéâtres vers le pied de la falaise supérieure. Les eaux s'engouffrent dans les puisards ou ruissellent au bord de la falaise supérieure, contribuant ainsi à son effondrement et au renforcement de sa hauteur et de son caractère abrupt.

Les sols rouges friables, sont généralement peu épais, sauf dans les parties concaves. Le calcaire dur affleure un peu partout mais, à la différence de la région de Kenscoff, où il y avait tendance en surface, à fragmentation en blocs à surfaces arrondies émoussées par la dissolution, il se présente ici avec des formes de dissolution aux arêtes vives et tranchantes, conchoïdales, hérissant le sol dangereusement sur parfois 30 à 50 cm de hauteur. Ce micro-relief de dissolution du calcaire sous les sols rouges est très

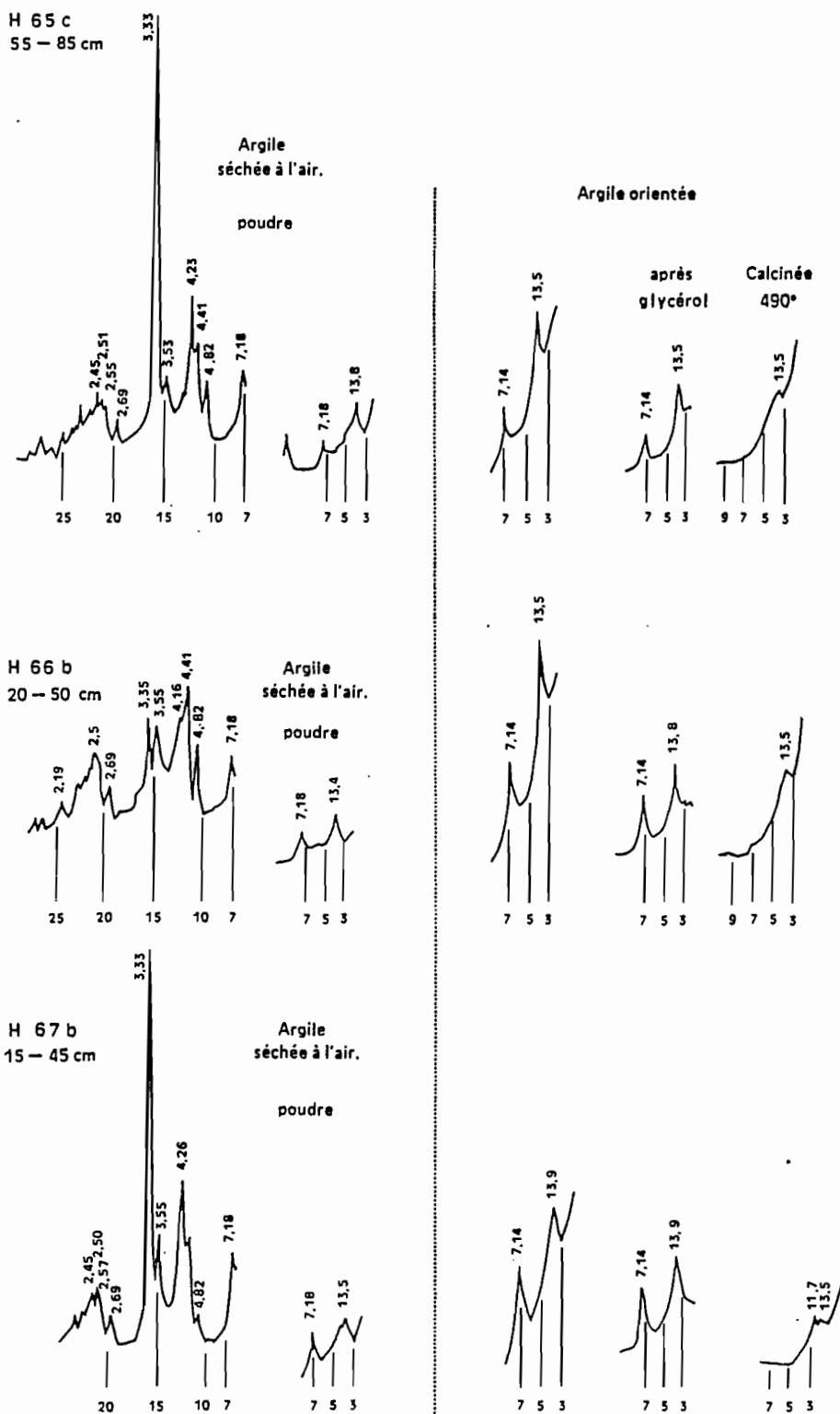


FIG. 19. — Morne des Commissaires. Forêt des pins. Altitude 1 300 m.

TABLEAU 10

MORNES DES COMMISSAIRES — FORÊT DE PINS.

Profondeur cm	Argile	Limon	Sables μ			Bases échangeables mé %					T	V %	pH		M.O. %	eau hygro
			20-50	50-200	200- 2 000	Ca	Mg	K	Na	S			eau	KCl		
H 63 — Calcaire à 85 cm																
0-15						10,6	0,18	0,13	0,19	11,1	18	62	6,1	5,9	2,1	2,9
15-40						3,6	0,18	0,04	0,08	3,9	6,5	60	6,3	6,2	0,6	1,7
40-70						2,4	0,55	0,06	0,10	3,1	9	34	5,8	5,6	0,5	2,9
70-85																
H 65 — Calcaire à 125 cm																
0-30						18,1	1,8	0,13	0,10	20,1	56	36	5,9	5,6	14,4	10,9
30-55						7,4	0,46	0,03	0,05	7,9	18	44	6,8	6,4	3,4	6,2
55-85						11,8	0,18	0,05	0,17	12,2	9	100	8,0	7,6	0,7	
85-120																
déjà quelques cailloux calcaires																
H 66 — Calcaire à 110 cm																
0-20						21	0,28	0,07	0,11	21,4	31	70	7,5	6,9	3,0	7,3
20-50						3	0,46	0,06	0,07	3,6	27	13	5,5	4,5	2,2	7,5
50-100						3,4	1,7	0,04	0,06	5,1	25	20	5,4	4,3	0,8	9,7
H 67 — Calcaire à 75 cm																
0-15						9,5	1,8	0,10	0,12	11,5	20	55	6,0	5,5	4,4	4,4
15-45						8,1	0,8	0,03	0,11	9,1	17	53	6,5	6,2	2,8	4,3
45-75						10,6	1,6	0,05	0,10	12,3	26	47	5,8	5,1	1,9	7,3

semblable aux formes d'abrasions observées sur les tables de calcaire coralliens compacts, battus constamment par les vagues de l'océan.

La dissolution de calcaire est très active et les recristallisations de la calcite sont par endroits sur les pentes, très importantes. Parfois même, il y a précipitation avec enrobement de matériaux ferrugineux rouges, donnant un aspect de cuirasse ferrugineuse dure qui se désagrège en fait très rapidement en milieu acide chlorhydrique.

6.2.1. — Dans un amphithéâtre en pente modérée, on a observé un profil profond à quelques mètres seulement des affleurements calcaires du rebord supérieur de la falaise. Le drainage interne de l'eau vers un puisard est excellent. Le sol est rouge brun (10 R 4/6 sec — 2,5 YR 3/4 humide), pulvérulent, véritable pseudo-sable à l'état frais. La structure d'ensemble est continue, uniforme, la porosité paraît faible. Le sol n'est ni plastique, ni adhérent. La sous-structure est à peine angulaire et plutôt poudreuse. Sec, le sol est cependant assez dur à l'outil, mais s'émiette aisément à la main. Le sol semble uniforme sur tout le profil.

Les rayons X et l'analyse thermique différentielle montrent une quantité très importante de boehmite et de gibbsite. Le minéral à 14 Å n'est présent qu'en très faible quantité. La kaolinite, si elle existe toutefois, serait peu importante. L'hématite et la goéthite sont assez abondants (fig. 20).

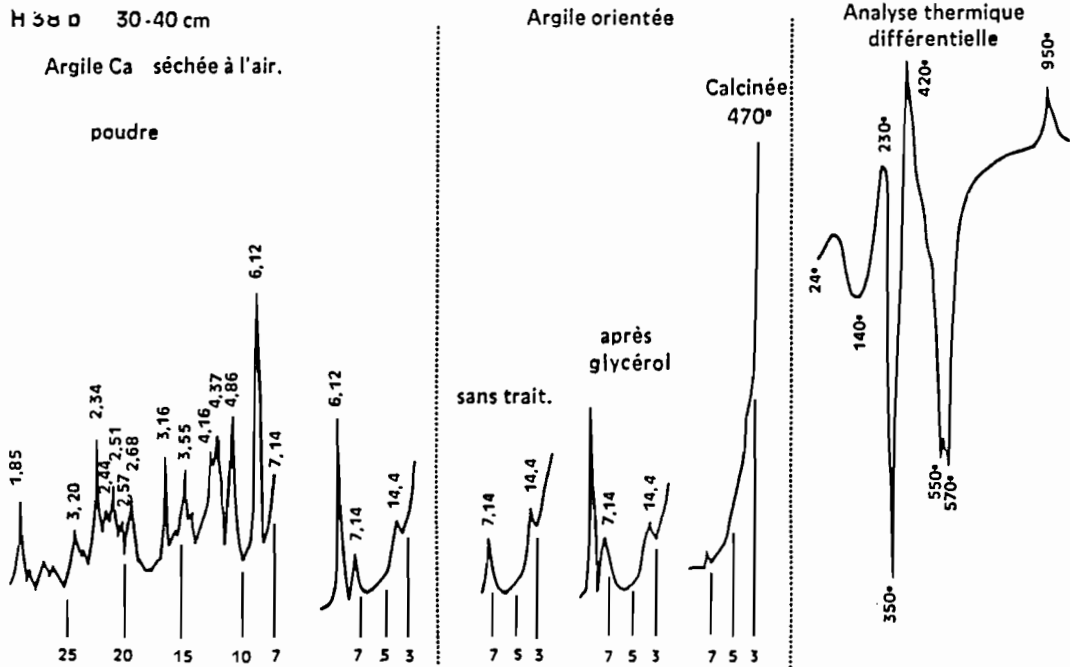


FIG. 20. — H 38 b : 30-40 cm.

TABLEAU 11

PROFIL H 38

Profondeur cm	Complexe absorbant mé %						V %	Argile	Limon 2-20	Sables μ %			M.O %	pH
	Ca	Mg	K	Na	S	T				20-50	50-200	200- 2 000		
H 38 a 0-10	10,3	3,2	0,25	0,07	13,6	25	54	83	5	1,9	1,1	2,9	5,8	6,7
b 30-40	7,04	0,1	0,08	0,07	7,2	16	45						3,3	7,4

Il s'agit donc d'un sol déjà fortement bauxitisé, mais avec une forte proportion de boehmite, alors que dans les précédents profils au Sud de l'île, on ne rencontrait que la gibbsite. La présence de boehmite peut être attribuée au pH, encore relativement élevé du sol. Il semble que cette hypothèse soit très fragile, les pH élevés pouvant être dus à des apports obliques récents de produits de dissolution des calcaires.

6.2.2. — Au pied de cette falaise, les sols rouges forment par place de vastes éboulis en fortes pentes, d'où émergent les calcaires blancs parsemés de larges cristaux de calcite. L'argile est très rouge, friable en surface, presque grumeleuse avec un masque d'agrégats de quelques centimètres, finement polyédriques,

mais paraît plus grasse en profondeur. L'épaisseur de ces sols dépasse rarement 60 cm, mais de petites poches d'argile rouge sont visibles dans la masse du calcaire blanc.

Le pH est relativement élevé : 7,7 et la capacité d'échange de base atteint 27 mé %. La composition minéralogique de l'argile diffère seulement de celle du sol précédemment examiné et situé au-dessus de la falaise, par la présence d'un peu de montmorillonite (gonflement à 17,7) en plus du minéral à 14 Å. Les traitements au chlorure de calcium ou de magnésium, donnent des conclusions analogues. La boehmite, toujours très importante, la gibbsite, la goéthite et l'hématite semblent se retrouver dans les mêmes proportions. Il y a probablement eu sur la pente, mélange avec des produits d'altérations montmorillonitiques plus récentes, des impuretés du calcaire (fig. 21)

Conclusion

A côté du minéral à 14 Å, les hydroxydes d'alumine apparaissent donc en proportion variable. Certains sols pourraient déjà presque passer pour des bauxites, bien que la capacité d'échange demeure encore généralement assez élevée.

Il semble que dans certaines régions, on ne rencontre que la gibbsite, et dans d'autres régions la boehmite, associée généralement avec la gibbsite. Il est difficile de dire pourquoi.

Certains de ces sols qui reposent en discordance sur le calcaire dur, seraient peut-être issus de niveaux de calcaires impurs disparus. D'autres sols semblent plus jeunes, avec un début de différenciation des horizons au-dessus d'un calcaire impur, nettement altéré. Ils seraient formés in situ.

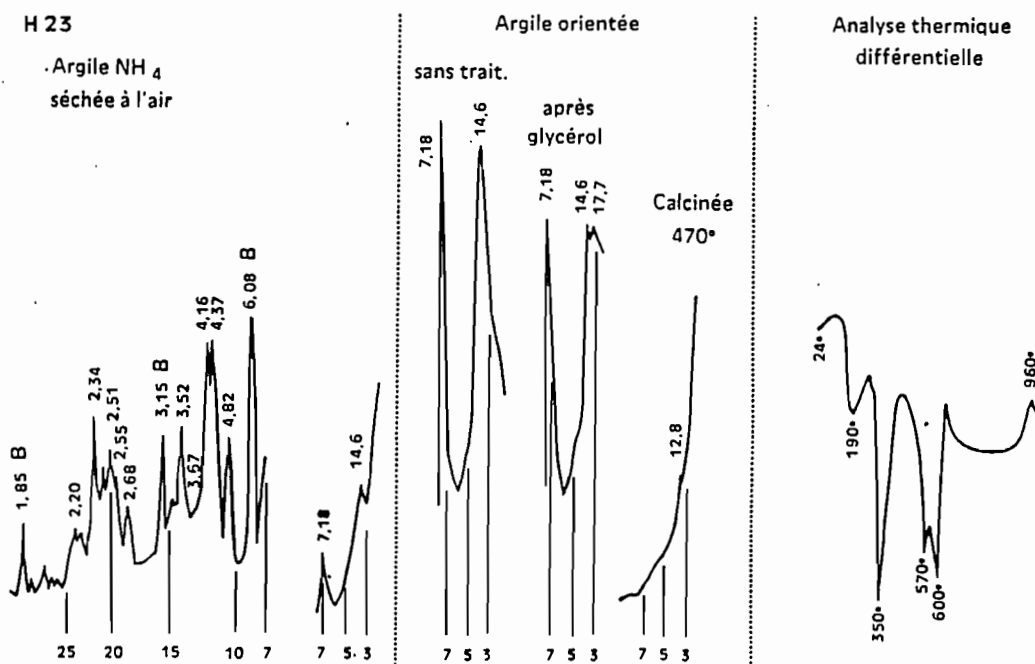


FIG. 21. — H 23.

7. LES SOLS ROUGES A KAOLINITE

Ces sols n'ont jusqu'ici été observés que dans le Sud du pays, près de Jacmel. L'aspect du profil est toujours sensiblement le même. Les sols sont rouges, souvent très rouge vif sur environ 1 m d'épaisseur, avec une structure d'ensemble continue, une sous-structure polyédrique angulaire fine et stable, et reposent sur un calcaire dur présentant des signes de désagrégation.

Outre la kaolinite médiocrement cristallisée, ou plutôt un fire-clay, on peut observer de la gibbsite, en quantité variable, depuis des traces, jusqu'à des teneurs très appréciables. L'hématite est souvent importante. La goethite n'est parfois décelable qu'à l'état de traces. La boehmite apparaît en quantité notable dans certains profils. Dans quelques profils, le minéral à 14 Å semble présent, mais en très faible quantité.

Donnons-en quelques exemples :

Le tableau 12 et la figure 22 donnent les résultats analytiques et les diagrammes d'argiles de divers profils observés dans la même région, à quelques dizaines de kilomètres de distance et entre 400 à 700 mètres d'altitude.

7.1. Avec minéral à 14 Å en faible quantité, hématite ou goethite, gibbsite

Le profil 62, très argileux, mais modérément acide, renferme, outre la kaolinite, un peu de minéral à 14 Å. Sensible entre 30 et 50 cm de profondeur, les raies de ce minéral s'atténuent et disparaissent presque entre 50 et 80 cm. L'hématite est bien représentée, la goethite plus faiblement. La gibbsite est nette, mais peu abondante. Les teneurs en oxydes et hydroxydes semblent être un peu plus faibles en profondeur.

Le profil H 71, sur le flanc d'une colline est très semblable, un peu plus profond, mais la kaolinite est moins bien cristallisée, la gibbsite plus abondante, l'hématite absente (fig. 22-1)

7.2. Avec hématite, un peu de goethite, trace de gibbsite

Le profil 69 est situé sur une faible pente et le calcaire n'apparaît qu'à 4 mètres, sous le manteau d'argile rouge. Le profil 70, sur une forte pente, a cependant 1,5 m d'épaisseur.

Le tableau indique des sols relativement bien saturés.

La gibbsite n'apparaît que très très faiblement (fig. 22-2)

7.3. Avec gibbsite et boehmite, hématite, un peu de goethite

La pente est modérée et les sols atteignent souvent 2 m d'épaisseur. Le pH est voisin de 7 et les teneurs en calcium échangeable sont notables (tableau 12). Les raies de l'hématite sont importantes, celles de la boehmite très nettes. Dans le profil 73 la raie de la gibbsite est forte. Dans le profil 68 elle est très faible et il y aurait des traces de minéral à 14 Å (fig. 22-3)

L'aspect du profil 68 diffère seulement de celui des précédents, par l'abondance de pisolithes noirs bien arrondis, dont le diamètre moyen est de 1 mm.

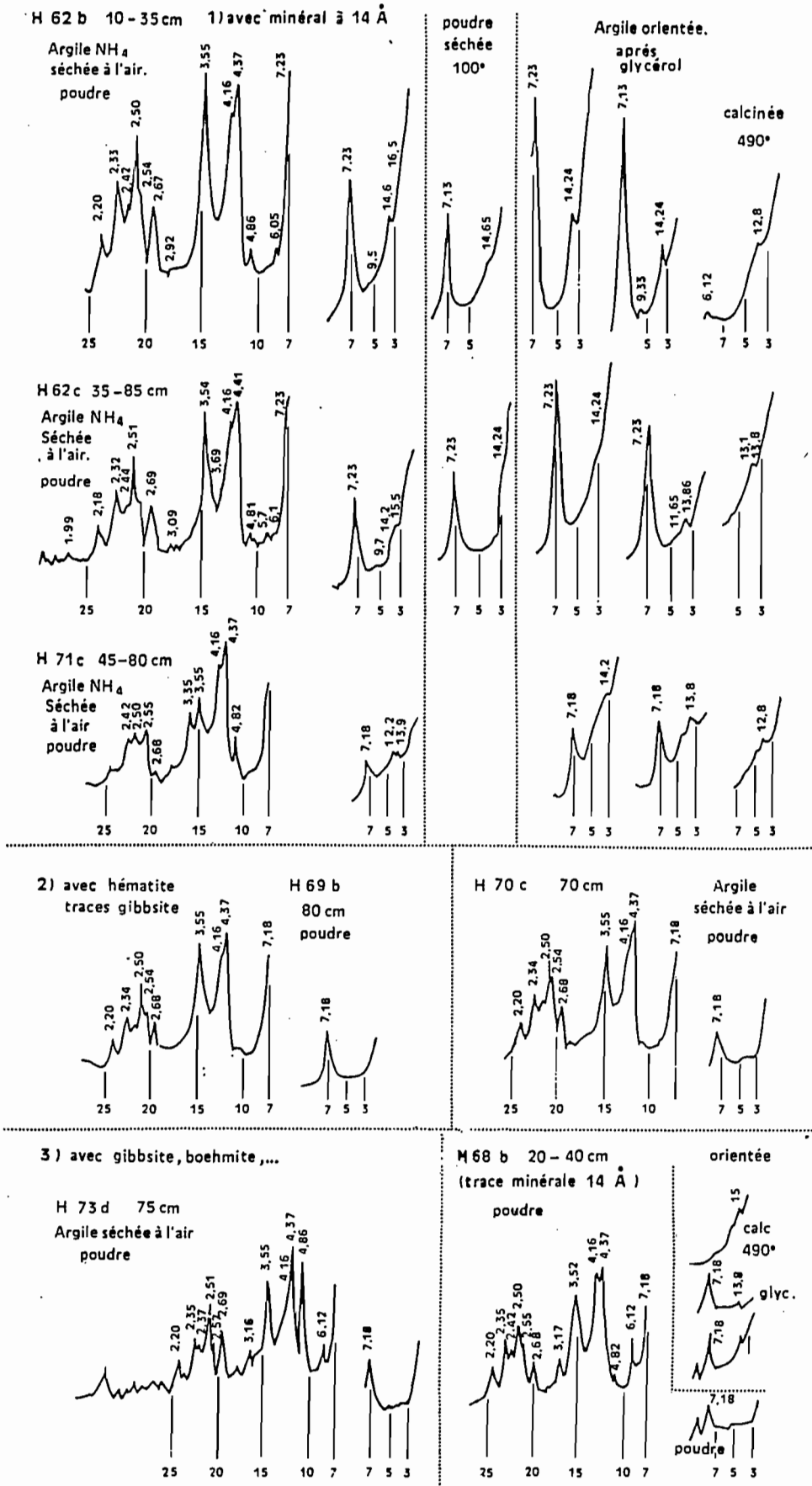


FIG. 22. — Sols rouges à kaolinite.

TABLEAU 12
SOLS ROUGES A KAOLINITE

N° Echantillons	Profondeur cm	Argile %	Limon %	Sables μ %			Bases échangeables mé %					T	V %	pH		M.O %	Eau hygro
				20- 50	50- 200	200- 2000	Ca	Mg	K	Na	S			eau	KCl		
Kaolinite — Minéral 14 — gibbsite — hématite ou goethite																	
H 62 a	0-10	80	6,5	0,6	0,6	0,6	8,6	2,7	0,30	0,10	11,7	21	56	6,8	6,0	4,3	12
b	10-35	69	11	0,7	0,4	0,5	7,1	0,4	0,08	0,07	7,6	18	42	6,4	5,5	3,9	15
c	35-85						4,8	0,2	0,06	0,06	5,0	13	38	6,0	5,5		
	85	Calcaire dur partiellement altéré															
Kaolinite avec hématite et traces de gibbsite																	
H 69 a	0-25	77,2	11,6	0,6	0,6	0,5	20,5	2,0	0,15	0,29	23	31	74	7,2	6,7	5,6	5,7
b	80	85,5	2,0	0,3	0,1	0,1	7,2	0,3	0,03	0,11	7,6	17	44	6,7	6,2	2,2	11,3
c	150	Calcaire dur partiellement altéré															
Kaolinite avec gibbsite — boehmite																	
H 70 a	0-30	76,7	9,2	0,3	0,25	0,1	26,4	1,93	0,30	0,23	28,9	37	78	7,7	7,2	5,3	10,3
b	30-60	85,2	1,7	0,3	0,1	0,1	12,3	0,92	0,14	0,12	13,5	24	56	7,1	6,2	3,5	13,1
c	80	97,8	0,7	0,25	0,1	2,8	11,3	0,46	0,09	0,11	12,0	22	55	6,9	6,2	2,8	5,8
d	120						12,4	0,46	0,08	0,12	13,0			7,2	6,3	2,7	
	150	Calcaire dur altéré															
Kaolinite avec gibbsite — boehmite																	
H 73 a	0-15						16,1	0,46	0,07	0,11	16,8	24	70	7,5	7,1	4,4	4,9
b	15-30						8,0	0,28	0,04	0,08	9,1	16	57	7,1	6,7	2,5	5,1
c	30-65						6,6	0,28	0,02	0,06	7,0	14	50	7,1	6,6	1,9	3,4
d	75						5,0	0,28	0,02	0,05	5,3			6,8	6,4	1,3	
	150	Calcaire altéré — dalles calcaires fissurées rubrifiées															
Kaolinite avec gibbsite — boehmite																	
H 68 a	0-15	79,6	1,6	0,6	0,5	0,2	18,6	4,2	0,25	0,14	23,1	35	65	6,8	6,2	6,0	7,9
b	15-45	88,8	2,5	0,6	0,3	0,1	7,7	0,64	0,04	0,11	8,4	21	40	6,4	5,9	3,1	6,3
c	45-120	90,4	0,9	0,55	0,25	0,2	9,8	0,92	0,06	0,20	10,9			6,9	6,5	2,8	6,0
	150	Calcaire karstique															

Après un traitement au citrate de Na, T passe de 18 à 31 mé % dans l'échantillon 62 b.
Certains pH élevés sont attribuables à des grains de calcaires écrasés au broyage.

Conclusion

Peu de différences apparentes séparent ces sols de certains sols rouges issus de basaltes que nous avons précédemment décrits. Dans les sols rouges issus de matériaux volcaniques, la métahalloysite est parfois assez nette, mais très souvent aussi il s'agit de fire-clay, voisins de ceux que nous trouvons dans ces sols rouges sur calcaires. Les doublets vers 2,35 - 2,55 Å sont relativement nets et semblables et la raie à 3,55 Å d'intensité analogue. La seule différence en définitive pour certains profils réside dans la position de la raie vers 7 Å ; supérieure à 7,2 pour des argiles issues de formations volcaniques, inférieure pour celles issues des formations calcaires. Ce sont des sols ferrallitiques moyennement désaturés.

8. LES BAUXITES ARGILEUSES

8.1. Remarque sur la formation de la boehmite

Il résulte des faits exposés dans les paragraphes précédents que les sols rouges évolués, semblent s'enrichir progressivement en hydroxydes d'alumine qui peuvent être la gibbsite, ou une association de gibbsite et de boehmite dans laquelle ce dernier minéral peut parfois dominer. Avec les restrictions faites sur des entraînements éventuels en profondeur de produits de surface, la boehmite semblerait, cependant, apparaître avant la gibbsite dans les sols encore riches en montmorillonite ou en minéral à 14 Å.

De fait, la boehmite est souvent observée aux Antilles françaises en petite quantité dans les niveaux de départ des sols formés en régions humides sur des tufs marins à argile montmorillonitique, qui ont été récemment découverts par l'érosion des coulées ou des brèches volcaniques plus récentes qui les recouvraient. Ces matériaux sont placés sous un climat ferrallitisant. Le niveau de départ est très acide, mais avec une teneur en bases échangeables élevée. Le drainage interne est par contre, ici très faible à nul. La boehmite ne se retrouve pas dans les niveaux supérieurs du sol plus dégradés et plus riches en argiles du type kaolinique (fig. 23).

De même dans certains horizons de sols sur cendres volcaniques d'Equateur, dans des régions à saison sèche marquée, où le processus normal d'évolution est l'halloysite hydratée 4 H₂O, avec un stade initial amorphe dans lequel la montmorillonite est parfois décelée, on remarque la présence fréquente d'un peu de boehmite qui disparaît dans le niveau supérieur du sol.

La présence de boehmite peut donc sembler, d'après ces quelques exemples, liée à la dégradation de la montmorillonite. Dans certains sols, elle disparaît rapidement, alors que la gibbsite semble, au contraire se conserver. S'agit-il encore d'une phase transitoire dans laquelle la boehmite est appelée progressivement à céder la place à la gibbsite ? Il semble difficile de pouvoir le penser.

8.2. Les bauxites argileuses à boehmite et gibbsite

Dans la presque île Sud de l'île, un vaste plateau ondulé, relativement bien drainé et arrosé, à 1 000 mètres d'altitude environ, est recouvert de sols rouges friables analogues à ceux que nous avons décrits. L'épaisseur de ces sols varie de quelques dizaines de centimètres, avec de fréquents affleurements du calcaire, à plusieurs mètres. Ils sont très uniformes, de structure continue, moyennement compacts à l'outil, très friables entre les doigts. Ils reposent sans transition, brutalement sur les calcaires blancs. La capacité d'échange de base du sol entier est faible : une dizaine de mé % de sol. Ces bauxites sont d'ailleurs exploitées et bulldozers et scrapers racle le sol jusqu'au calcaire dur.

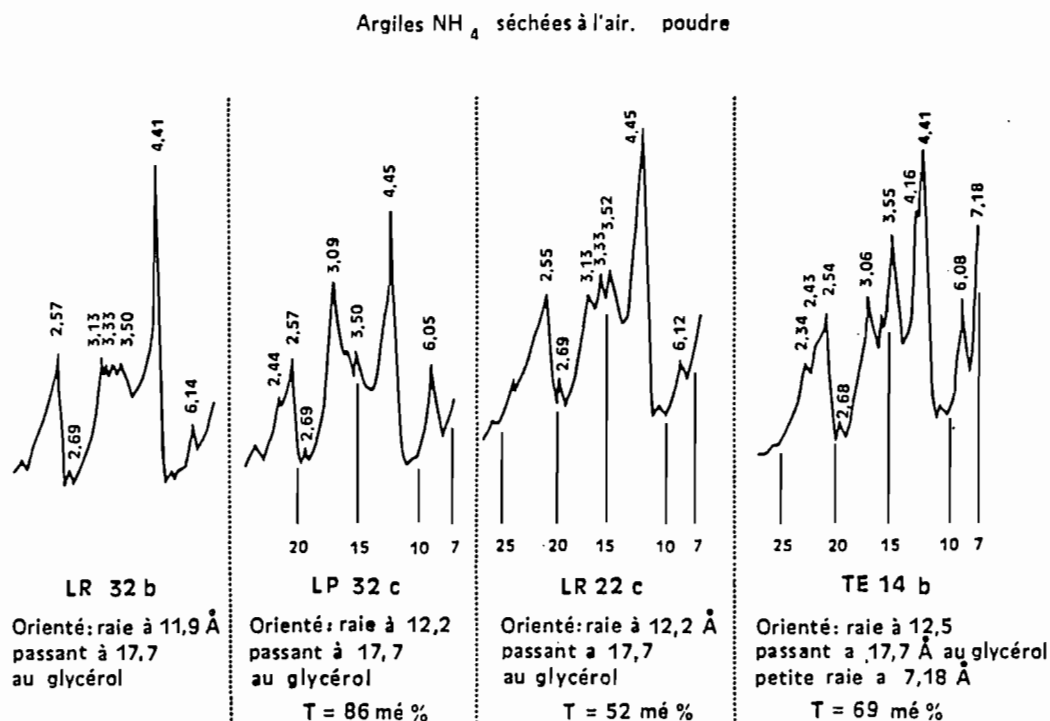


FIG. 23. — Echantillon de Martinique - Sols rouges montmorillonitiques. Argiles NH₄ séchées à l'air-poudre.

L'échantillon H 1 a été prélevé dans un profil de 4 m d'épaisseur, à mi-distance de la surface du sol et du calcaire. L'échantillon H 2 a été prélevé au même endroit, mais à moins de 1 mètre au-dessus du calcaire sous-jacent. A cette profondeur, l'argile paraissait un peu plus grasse, peut-être parce que plus humides, car les résultats sont identiques.

Les rayons X et l'analyse thermique différentielle indiquent une très importante proportion de boehmite et de gibbsite. L'argile en est presque exclusivement constituée. Il n'y a pas de traces de minéraux argileux : chlorites, kaolinites ou montmorillonite... L'hématite est bien représentée, la goethite est peu abondante (fig. 24).

Dans le profil 59, également épais, la boehmite l'emporte nettement sur la gibbsite. L'hématite est encore bien représentée (tableau 13 — figure 24).

Conclusion

Cet exemple montre bien la persistance de la boehmite jusqu'au stade ultime de l'évolution du sol. Il est difficile d'en donner les raisons. Comme pour les bauxites du midi de la France, également riches en boehmite et intercalées dans des calcaires ce dernier a-t-il eu par le maintien d'un milieu riche en bases, une influence sur sa formation ? Dans tous les sols tropicaux acides, on ne rencontre que la gibbsite. Il s'agit de sols ferrallitiques généralement fortement désaturés.

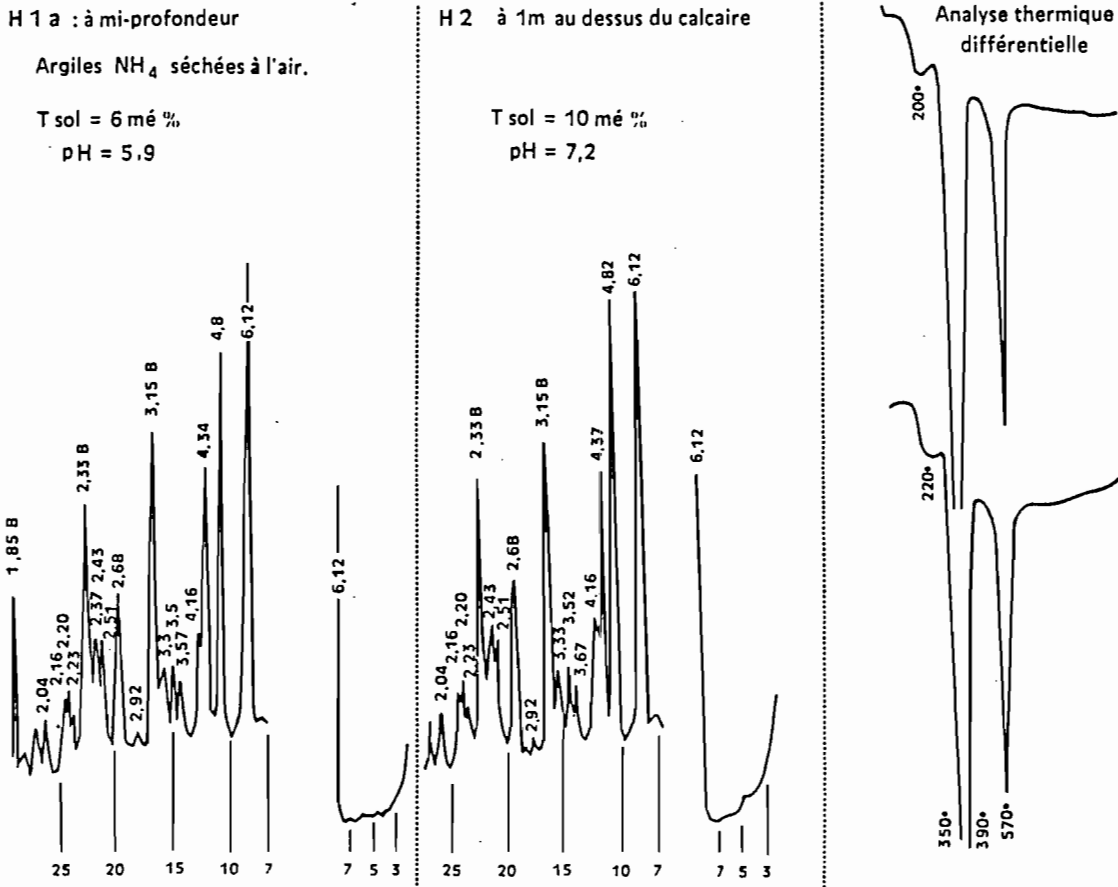


FIG. 24. — Profil de bauxite argileuse en exploitation de 4 m d'épaisseur au-dessus du calcaire dur.

TABLEAU 13

PROFIL H 59

Profondeur cm	Argile <2	Limon 2-20 %	Sables %			Bases échangeables mé %						V %	pH		M.O %	eau hygro
			20-50	50-200	200-2000	Ca	Mg	K.	Na	S	T		eau	KCl		
0-20	60,0	30,5	1,6	1,0	0,1	4,1	0,8	0,44	0,05	5	14	36	6,7	6,3	3,6	3,4
20-60	72,8	20,2	1,3	0,6	0,1	0,22	0,69	0,01	0,10	1	8	12	5,5	5,7	2,2	3,3
60-200	85,4	4,2	2,4	0,3	0,1	0,14	0,18	0,03	0,02	0,4	4	10	6,0	6,4	0,5	2,1
200 à 300	Calcaire karstique plus ou moins altéré															

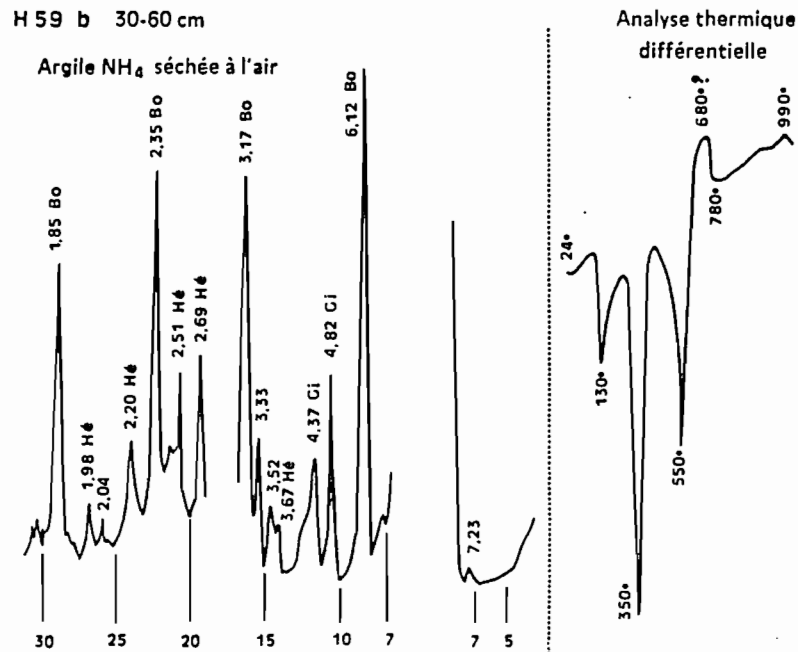


FIG. 25.

9. LES INTERGRADES

9.1. Introduction

Le cloisonnement un peu arbitraire que nous avons fait entre les différents sols rouges, en nous basant sur leur composition minéralogique, trouve sa justification du fait que dans les différentes régions de l'île, sur des formations géologiques, sous un climat et à une altitude analogues, les principaux sols observés, tendent à se grouper au sein d'une même catégorie. Il arrive aussi, bien entendu, qu'il soit nécessaire de faire appel à deux ou trois des catégories ainsi définies et des cas intermédiaires sont alors observés.

Ces cas intermédiaires intergrades, ou ces catégories différentes de sols, peuvent se présenter de deux façons distinctes :

1 — Il est possible, au sein d'un même profil, d'observer des variations importantes dues à l'évolution des minéraux argileux. On peut ainsi rencontrer, comme nous le verrons, des horizons inférieurs, qui rentrent dans la catégorie des sols rouges montmorillonitiques, alors que les horizons supérieurs sont presque des bauxites. Les poches argileuses incluses dans le calcaire peuvent renfermer aussi de la montmorillonite, alors que les sols correspondants qui surmontent le calcaire, en sont tout à fait dépourvus. Les différences ne sont pas toujours aussi nettes, mais des variations sensibles de la composition minéralogique sont néanmoins, parfois, observables de bas en haut des profils.

2 — Il est possible et plus fréquent de rencontrer en juxtaposition, sur le terrain, deux catégories de sols rouges, avec bien entendu, des cas intermédiaires. Dans un paysage tourmenté et aussi sujet à

érosion, on peut alors se demander si ces cas intermédiaires sont bien des intergrades au sens où on l'entend normalement, c'est-à-dire se différenciant par un degré d'évolution, ou proviennent de mélanges dus à des remaniements ou des apports sur les pentes.

Seule, l'observation d'un nombre important de profils dans des sites topographiques variés, pourra permettre d'indiquer si le sens général constaté de variations des sols dans une région, est la conséquence d'une évolution fonction du temps, du drainage interne, de variations de composition de la roche mère originelle, ou du climat et quels sont les sols qu'il faudrait considérer comme des mélanges.

A priori, l'observation de variations importantes de la nature des argiles au sein d'un même profil, serait une preuve moins discutable et plus sûre. Beaucoup de prudence est cependant nécessaire. On a souligné combien ces divers sols rouges, de composition minéralogique pourtant variée, se ressemblent étroitement par leur aspect morphologique sur le terrain. Des recouvrements éventuels sont donc difficiles à déceler. On a d'ailleurs toujours pris soin d'indiquer si le profil était situé en position dominante ou dominée. Même en position dominante, près d'une crête de colline par exemple, des variations de faciès du calcaire, peuvent entraîner la formation d'un profil complexe, issu de deux matériaux mères différents.

L'observation d'une nette évolution au sein d'un même profil, confirmée par de nombreuses observations dans l'espace d'associations de sols, doit permettre cependant, d'aboutir à des conclusions plus affirmatives.

9.2. Passage vertical montmorillonite, minéral à 14 Å, hydroxydes d'alumine

9.2.1. AU SEIN D'UN MÊME PROFIL

Deux profils illustrent bien ces variations. Ils sont tous deux situés sur de petites buttes non dominées, donc sans possibilité d'apports extérieurs. Le drainage externe est dans les deux cas très rapide. L'altitude est voisine de 700 m, la pluviométrie de 1 000 à 1 400 mm environ (Région St-Marc - Goyavier).

Le profil 57 peut être schématisé ainsi :

- 0 - 15 Argileux, très dur à l'état sec, mais finement grumeleux humide, brun rouge foncé
10 R 3/6 frais et plus clair sec : 5/6.
- 15 - 200 Argileux, compact à l'outil, structure continue, mais très nombreux micropores, sous-structure polyédrique angulaire stable. Assez friable. Le sol humide est plastique.
Couleur rouge vif : 7,5 R 3/8 frais et plus clair sec : 10 R 5/8.
- 200 - 240 Argile compacte, à structure très continue, massive.
Couleur rouge brun : 2,5 YR 5/8 frais et un peu plus clair sec : 6/8.
- 240 Argile plus légère, sol bien frais, structure faiblement développée à tendance subangulaire instable, avec de nombreux débris fortement altérés du matériau originel, un calcaire massif très fissuré, mais probablement impur.

Le tableau 14 montre le fort accroissement de la capacité d'échange de base à partir de 200 cm, la très forte teneur en argile qui décroît, cependant, en profondeur, l'acidité relative et l'accroissement de l'écart entre le pH eau et ClK en profondeur.

La figure 26 montre les différences considérables de nature de la fraction argileuse entre 15-45 cm d'une part, 200-240 d'autre part.

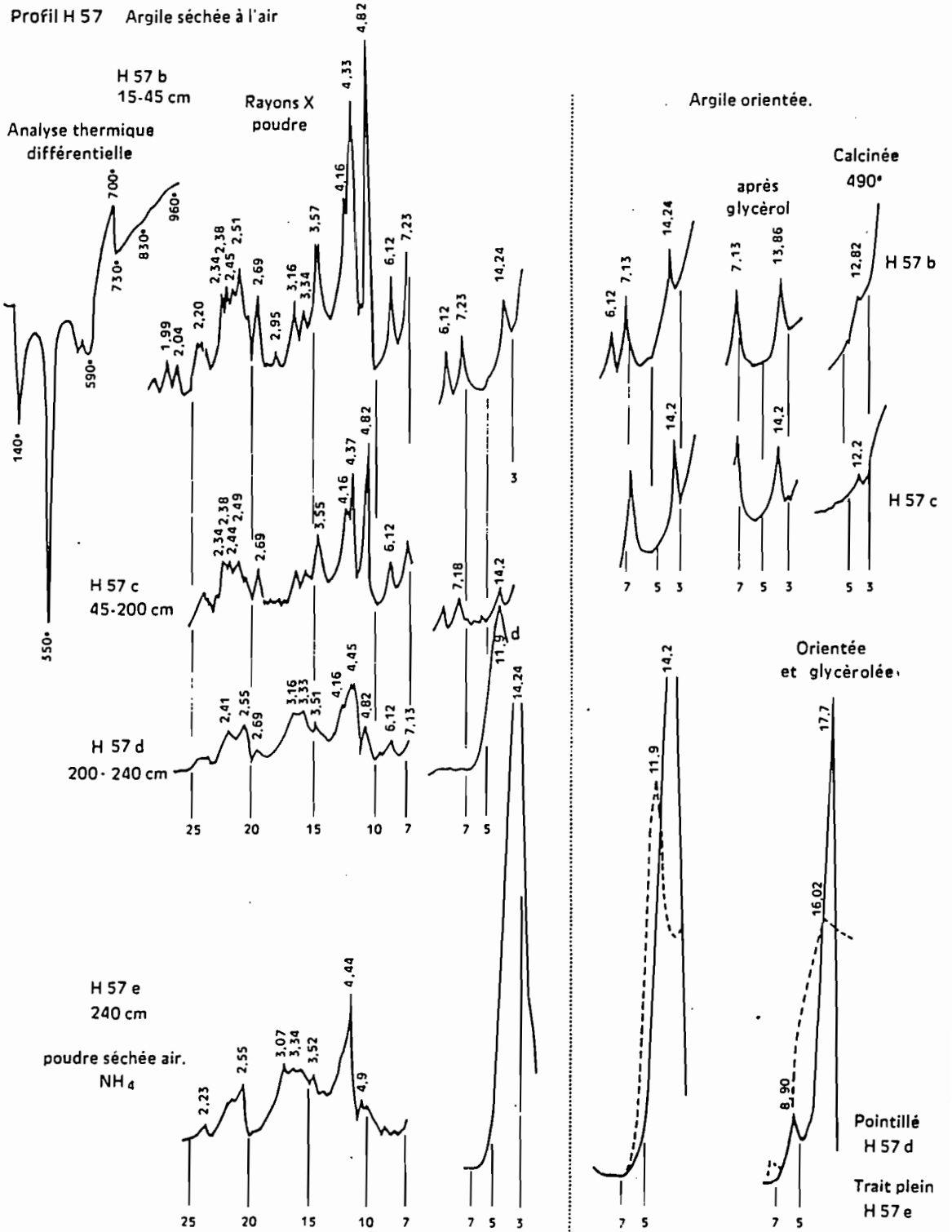


FIG. 26. — Profil H 57.

La gibbsite, la goethite en quantité très importante, l'hématite, la boehmite en proportion moindre et un minéral à 14 Å avec possibilité de kaolinite, sont les constituants du niveau proche de la surface.

En profondeur, par contre, le diagramme de rayons X révèle une très belle montmorillonite bien cristallisée, avec peut-être un soupçon de gibbsite.

L'opposition entre surface et profondeur est donc considérable. Le matériau mère n'a malheureusement pas été prélevé. On peut penser qu'il s'agit d'un calcaire marneux dont cette belle montmorillonite serait héritée ?

TABLEAU 14

Profondeur cm	Argile <2	Limon 2-20	Sables %			Bases échangeables mé %						V %	pH		M.O %	eau hygro
			20-50	50-200	200-2 000	Ca	Mg	K	Na	S	T		eau	KCl		
0-15	73	7,5	1,7	0,5	0,4	7,6	0,80	0,16	0,07	8,7	23	38	5,8	5,4	4,5	12
15-45	75,5	8,8	1,6	0,3	0,2	1,6	0,80	0,06	0,05	2,6	13	20	5,0	5,0	1,9	11
45-200	85,5	5,5	1,7	0,1	0,2	0,8	0,80	0,03	0,02	1,7	12	14	5,3	4,9	1,6	10
200-240	70,5	9,3	1,2	1,1	0,4	7,6	1,8	0,27	0,14	9,8	51	19	5,4	4,0	0,5	18
240	52,0	31,7	1,4	0,9	0,9	18,2	1,4	0,47	0,23	20,3	76	27	5,9	4,9	<0,5	16

9.2.1.2. Le profil 55 a été aussi observé sur une crête non dominée, donc sans possibilités d'apports par colluvionnement. La pente est forte, le drainage externe est rapide.

Profil H 55

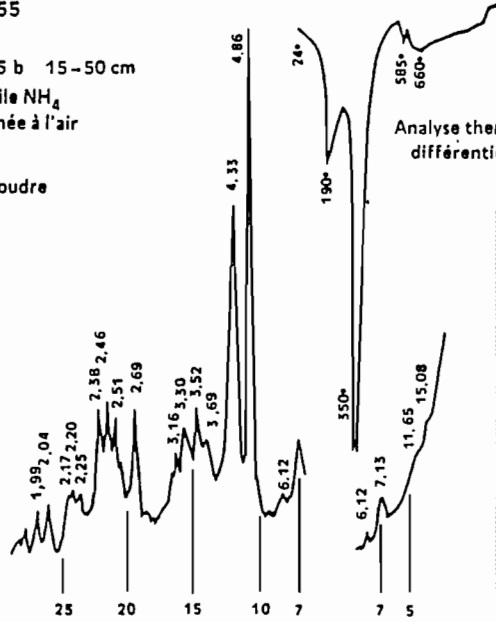
- 0 - 15 Très sec et très dur avec fente de retrait de 1 cm ou davantage finement grumeleux à l'état frais, un peu plastique à l'état humide, porosité moyenne. Galeries de vers et racines abondantes. Couleur rouge : 10 YR 3/6 à l'état frais et 2,5 YR 5/6 sec.
- 15 - 50 Matériau sec fendillé, argileux, structure d'ensemble continue et sous-structure subangulaire assez bien développée — consistance assez ferme, galeries de vers, racines. Couleur rouge vif : 7,5 R 4/6 frais et 10 R 5/4 rosé sec.
- 50 - 100 Matériau légèrement frais, avec barriolage rouge à jaune rouge. Couleur d'ensemble 2,5 YR 5/8.
Argileux, structure polyédrique subangulaire stable, le sol est friable, la porosité faible. Il y a quelques fragments calcaires altérés.
- 100 - 150 Assez brutalement on passe à un matériau frais, très plastique, très friable, avec une sous-structure polyédrique subangulaire instable. Il y a des débris calcaires durs plus ou moins altérés.
La coloration est jaune claire.
Le calcaire compact et très fissuré apparaîtrait en dessous.

Le tableau 15 montre la diminution régulière de la teneur en argile en profondeur et l'augmentation des sables et des limons. La capacité d'échange croît aussi énormément à partir de 50 cm.

Profil H 55

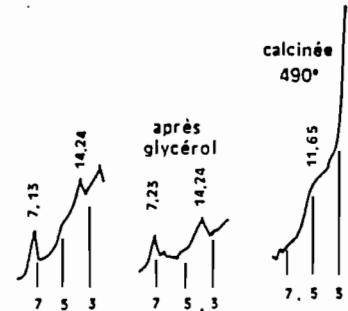
H 55 b 15-50 cm
Argile NH₄
séchée à l'air

poudre

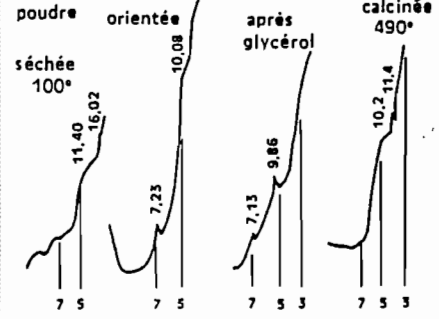
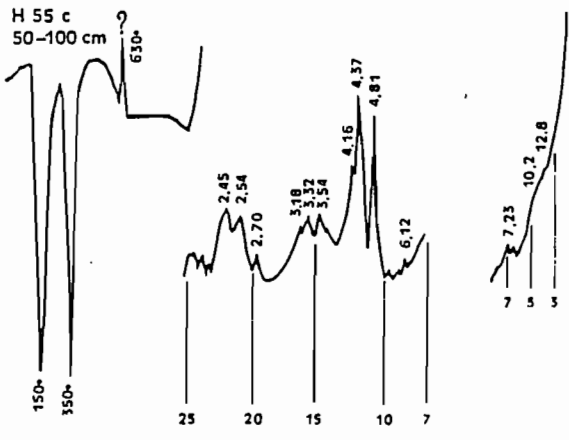


Analyse thermique
différentielle

Argile orientée



H 55 c
50-100 cm



H 55 d 100-150 cm
Séchée à l'air
poudre

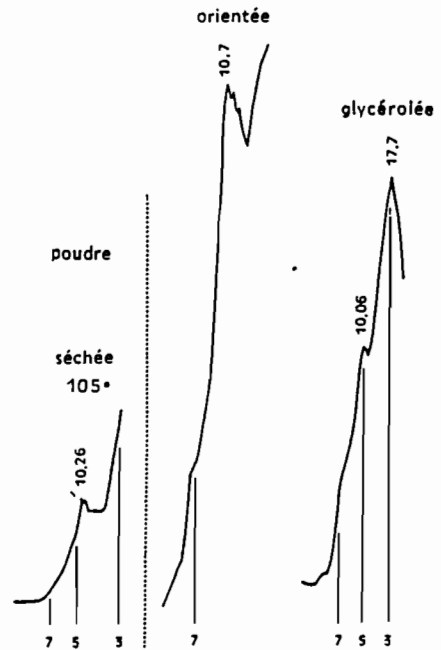
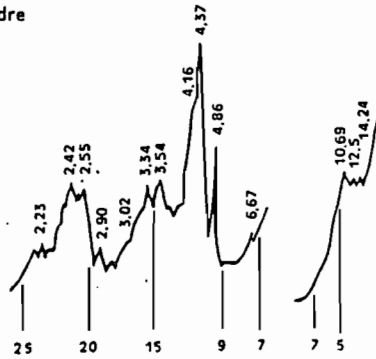


FIG. 27.

La figure 27 montre les changements très importants de la nature de l'argile. Dans le niveau rouge poreux de 15 à 20 cm, la gibbsite est très abondante. Il y aurait, en outre, de l'hématite et de traces de boehmite. La raie à 14 Å est faible, stable au glycérol, instable au chauffage, mais un renflement persiste vers 12 Å. Ce minéral à 14 Å est peu abondant. Il n'est pas impossible qu'un peu de kaolinite soit aussi présente.

Dans le niveau 50-100, la gibbsite est encore abondante, mais en bien moindre importance, ainsi que l'hématite. La boehmite est à peine décelable, ainsi que la goéthite. La présence de montmorillonite, de minéral à 14 Å et d'un peu d'illite est probable.

Dans le niveau 100-150, la gibbsite est très légèrement moins importante que dans le niveau immédiatement supérieur, mais la montmorillonite est très nette avec, semble-t-il, un peu d'illite. Un léger renflement apparaît vers 7.5, il y aurait peut-être un peu d'hallowysite ou de métahallowysite.

On observerait donc la disparition de la montmorillonite en surface et l'augmentation importante de la gibbsite qui serait, cependant, déjà présente en profondeur. Un crochet exothermique vers 630° demeure mal expliqué ?

TABLEAU 15 - H 55

Profondeur cm	Argile <2	Limon 2-20	Sables μ %			Bases échangeables mé %						pH		M.O %	
			20-50	50-200	200-2000	Ca	Mg	K	Na	S	T	V %	eau		KCl
0-15	69,0	9,8	3,9	2,3	0,9	2,5	0,65	0,10	0,05	3,3	19	17	5,4	4,8	3,6
15-50	67,3	8,8	3,1	2,4	0,5	2,3	1,0	0,06	0,02	3,4	25	13	5,3	4,3	1,1
50-100	49,0	21,8	4,7	4,2	0,2	8,5	2,6	0,25	0,07	11,4	43	27	5,2	4,0	0,8
100-150	37,5	23,5	4,9	10,7	1,0	11,2	2,9	0,16	0,12	14	43	32	5,5	4,1	0,5

9.2.2. POCHES ARGILEUSES DU CALCAIRE EN PROFONDEUR

Dans les tranchées de routes nouvellement ouvertes ou rajeunies, on observe en profondeur, dans la masse même du calcaire, de petites poches d'argiles n'ayant parfois que quelques centimètres de diamètre, de coloration rouge ou rose pâle. On s'est efforcé de choisir pour les prélèvements des poches nettement éloignées de fissures par où les eaux peuvent s'infiltrer, entraînant des éléments du sol superficiel. Ces prélèvements n'ont pu être faits toujours exactement aux emplacements des profils décrits dans les précédents chapitres, mais à peu de distance et les sols situés à 1 ou 2 m au-dessus sont tout à fait analogues.

9.2.2.2. Poches du calcaire sous des sols rouges riches en gibbsite avec présence de minéral à 14 Å

Dans le sud de l'île, le versant de colline des profils H 39 et 44 précédemment décrits parag. 611, a été choisi. Ces profils étaient très riches en gibbsite et ne présentaient pas de montmorillonite. De l'argile rouge a été prélevée dans une tranchée ravivée la veille par des terrassiers, dans une petite poche située à plus de 2 m en-dessous de la limite brutale du calcaire et du sol rouge superficiel. Ces petites poches emplies d'argile sont plutôt rares et ne dépassent guère en volume quelques centimètres cubes. Le calcaire paraît à l'endroit du prélèvement, compact et aucune fissure apparente n'apparaît à moins de 3 ou 4 m de distance (planche I -- photo 4). Le calcaire est légèrement rubéfié par endroit. L'argile contenue dans les petites poches est rouge-brune, un peu plastique et finement poreuse.

Bien que les possibilités d'un entraînement en profondeur, depuis les niveaux supérieurs, soient à l'endroit du prélèvement apparemment très réduites, c'est cependant une hypothèse qu'il n'est pas possible de rejeter catégoriquement. On sait, en effet, la profondeur à laquelle certaines racines peuvent se frayer un passage dans les calcaires massifs. C'est une voie sinuuse, par laquelle des entraînements peuvent se produire, une fois la racine disparue, sans qu'il soit facile de les déceler.

Enlevée délicatement au couteau, avec un entraînement inévitable de particules calcaires, cette argile rougeâtre a un pH voisin de 8,3 et une capacité d'échange de base de 41 mé % — tableau 16.

Les rayons X et l'analyse thermique différentielle indiquent une forte proportion de montmorillonite en association avec un minéral à 14 Å. Il y a gonflement de l'argile Ca avec le glycérol de 13,9 Å à 17,7, mais une raie persiste à 14,24 Å. Par chauffage à 490°, il y a diminution d'intensité et passage à 13,2 Å de ces raies, avec apparition d'un renflement assez net à 10 Å. La gibbsite est assez abondante, ainsi que la goéthite. La présence de kaolinite en faible quantité est possible, mais peu probable (fig. 18).

TABLEAU 16

Profondeur cm	Complexe absorbant mé %						V %	pH	M.O %
	Ca	Mg	K	Na	S	T			
environ 500 ..	(41,8)	0,14	0,14	0,12		41	100	8,3	2,3

Après traitement au citrate de Na, T passe de 41 à 75 mé %.

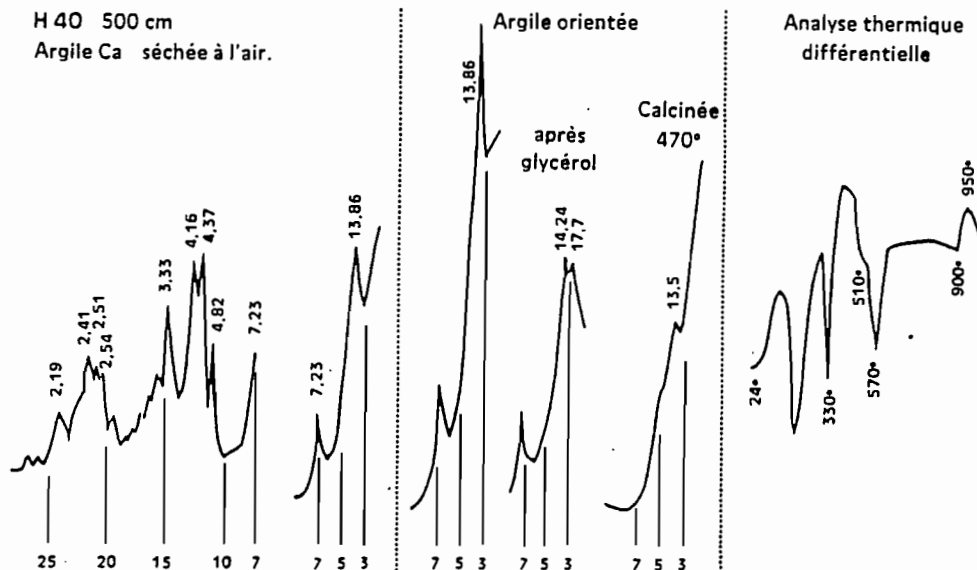


FIG. 28. — H 40 500 cm.

Par rapport aux sols qui surmontent le calcaire (H 39 et H 44), l'argile de ces poches renferme donc moins de gibbsite, mais davantage de minéral à 14 Å, avec présence nette de montmorillonite.

La présence de montmorillonite dans ces poches de profondeur a donc, certainement, pour origine des produits de l'altération, de transformation ou hérités des impuretés du calcaire au contact même des solutions de dissolution du calcaire en milieu à pH élevé. La gibbsite s'est-elle formée in situ ? a-t-elle été entraînée depuis la surface ? Il est difficile de répondre. On peut prudemment penser ici, à un entraînement avant d'ébaucher des hypothèses de néo-formation dans des conditions plutôt rares dans les régions tropicales humides.

Il serait donc permis de penser, qu'à une altération de type montmorillonitique (ou héritage) au sein même du calcaire, aurait succédé une évolution tendant rapidement à la disparition de cette argile, au profit d'un minéral à 14 Å et d'hydroxydes de fer et d'alumine, ces derniers devenant très rapidement prédominants en milieu acide sous forme de gibbsite.

9.2.2.3. Poches dans le calcaire sous des sols rouges à boehmite et minéral à 14 Å

Dans le nord de l'île, les fortes pentes situées au pied de la falaise où a été examiné le profil 38, riche en boehmite et gibbsite, sont recouvertes d'argiles rouges de composition voisine, mais avec présence d'un peu de montmorillonite (H 23).

1° Dans le calcaire blanc, massif, à soixante centimètre en dessous de la limite du sol rouge et du calcaire, on a gratté des lamelles d'argiles rouges brunes (5 YR 4/6). La capacité d'échange de cette argile atteint 64 mé % (tableau 17).

TABLEAU 17

Profondeur H 37	Complexe absorbant mé %						V %	pH	M.O %	T argile inf. 2 μ
	Ca	Mg	K	Na	S	T				
60 cm	(43)	0,1	0,24	0,24		31	100	8,2	1	64

Les rayons X et l'analyse thermique différentielle (fig. 29) indiquent la présence de montmorillonite en forte proportion, avec peut-être des traces de minéral à 14 Å ou de kaolinite ? La boehmite est décelée, mais en petite quantité (raie à 6,12 Å et renflement à l'ATD vers 500°). La goéthite semble peu abondante.

Il y aurait donc formation de boehmite et gibbsite sur les plateaux bordés de falaises, à drainage interne excellent dans le calcaire, et sur les pentes moins bien drainées au pied de ces falaises, apparition de montmorillonite.

2° Dans la même zone, on a aussi prélevé, dans une profonde et récente ravine d'érosion creusée dans le calcaire avec des entonnoirs où tourbillonnent les eaux des fortes pluies, en ravivant les parois, un matériel très léger, argilo-calcaire, rose pâle.

Ce matériau rose pâle, rempli de petites poches du calcaire, dont les parois semblent nettement altérées, rendant les limites de ces poches quelque peu diffuses. On peut penser qu'il y a eu dissolution du calcaire et formation in situ au moins partielle des matériaux qui emplissent la poche.

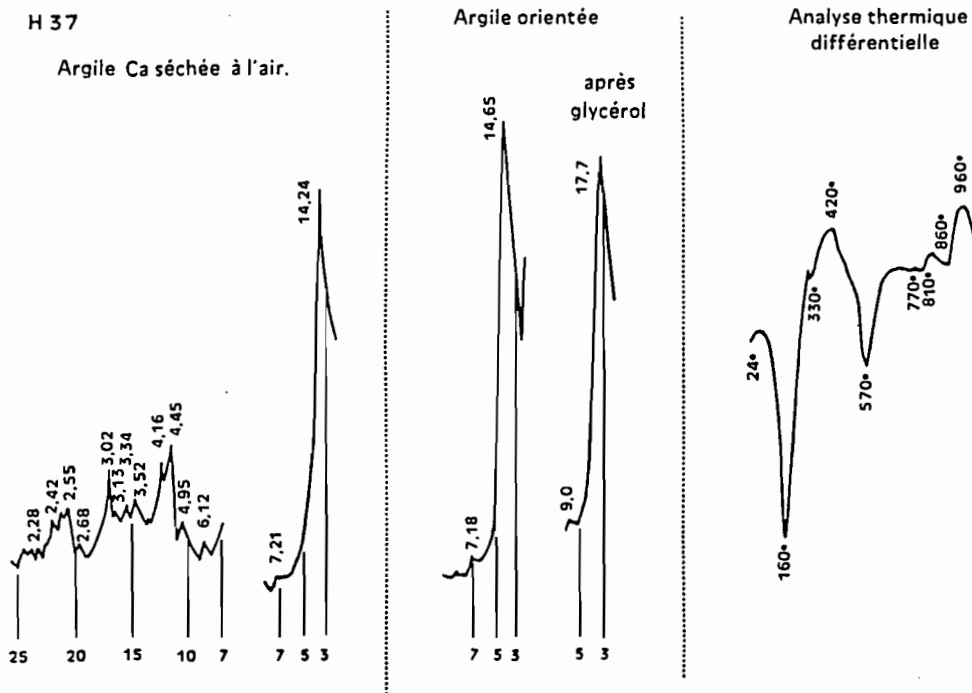


FIG. 29. — H 37.

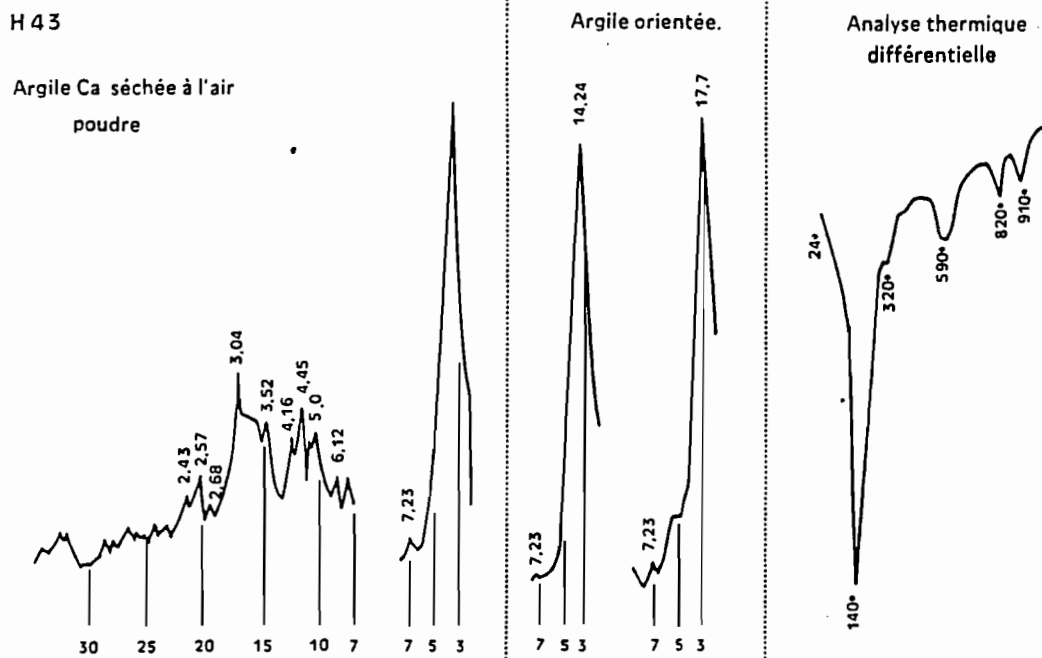


FIG. 30. — H 43.

Après destruction et élimination du calcaire à l'acide, les rayons X et l'analyse thermique différentielle révèlent, dans la fraction argileuse, une forte proportion de montmorillonite avec un peu de boehmite et de goethite. Le pH est élevé 8,8 sur la terre écrasée et la capacité d'échange du sol entier voisine de 8 mé %, avec 87 % de Co^3Ca (fig. 30).

Les risques d'entraînement depuis les horizons supérieurs paraissent faibles. Il est donc permis de penser que, dans un premier temps, la montmorillonite néoformée ou héritée apparaît dans les poches du calcaire. Après dissolution du calcaire, les produits contenus dans ces poches contribuent à former des horizons de sols qui évoluent rapidement en boehmite, gibbsite et minéral à 14 Å.

3° A quelques kilomètres, un autre prélèvement d'argile en fine lamelle, dans les interstices du calcaire, a été effectué. Le calcaire est très fissuré et des entraînements depuis la surface ne sont pas impossibles. Les sols sont érodés et très courts, rouges : 5 YR 4/4, sur 20 à 30 cm. La capacité d'échange de l'argile inférieure à 2 microns est de 64 mé % (tableau 18).

Les rayons X et l'analyse thermique différentielle indiquent une forte proportion de montmorillonite, des traces d'un minéral ayant une raie à 7 Å, kaolinite ou chlorite, de la gibbsite en quantité relativement importante, de la boehmite en plus faible proportion et enfin un peu de goethite (fig. 31).

TABLEAU 18

Profondeur cm	Complexe absorbant mé %						V %	pH	M.O %	T argile inf. 2 μ
	Ca	Mg	K	Na	S	T				
H 34 - 60	(45,1)	3,6	0,32	0,19		48	100	8,2	3,4	64

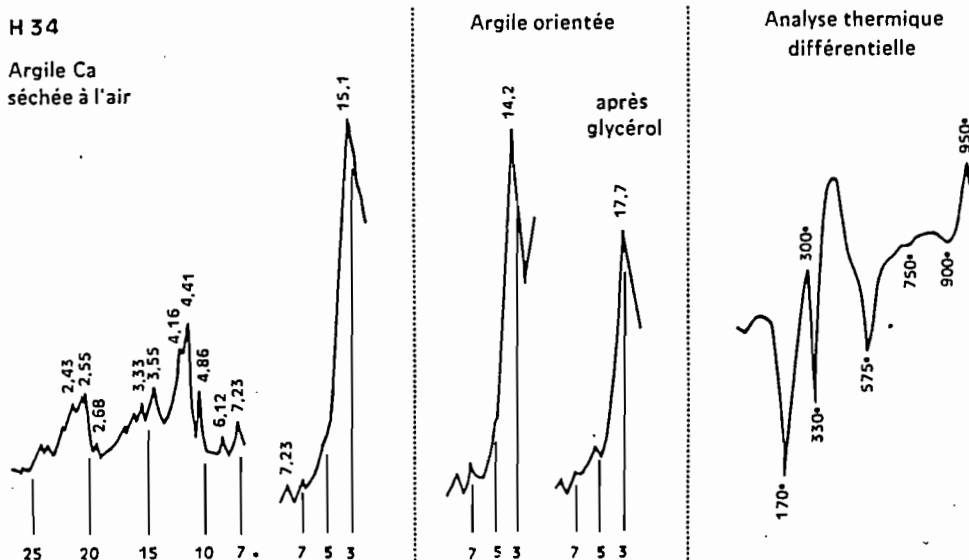


FIG. 31. — H 34.

Il semble que ce matériau soit nettement plus évolué que celui précédemment examiné dans les poches du calcaire. Un mélange partiel avec des particules entraînées depuis le sol superficiel n'est pas à exclure pour la gibbsite.

9.3. Passage latéral d'une catégorie de sols rouges à une autre. Sols Intermédiaires

Sans revenir sur les sols déjà décrits pour chacune des diverses catégories, nous donnerons quelques exemples de cas intermédiaires.

On peut naturellement penser que tous les intermédiaires existent entre les sols rouges pratiquement dépourvus d'hydroxydes d'alumine et les sols rouges d'apparence très voisine, dont la composition préfigure déjà une bauxite.

La plupart de ces sols sont observés sur des fortes pentes. Il est difficile de savoir ce qui a pu se former « in-situ » et ce qui a été apporté par ruissellement depuis les hauteurs où se rencontrent fréquemment les sols riches en gibbsite et boehmite. L'érosion en Haïti est extrêmement active.

9.3.1. SOLS ROUGES À MONTMORILLONITE, HYDROXYDES D'ALUMINE, MINÉRAL À 14 Å

On a retenu le cas suivant, dans lequel deux profils bien représentatifs, l'un relativement friable à tendance ferrallitique et l'autre gras, adhérents, sont rencontrés à quelques dizaines de mètres tout au plus de distance dans le nord de l'île, sur une pente régulière.

C'est dans cette région, mais à quelques centaines de mètres sur un plateau qu'ont été observés les sols rouges riches en boehmite et gibbsite avec un minéral à 14 Å décrits au paragraphe 62 (profil H 38). C'est là aussi également qu'ont été prélevés dans les poches du calcaire, des argiles de type montmorillonitique associées à un peu de boehmite.

9.3.1.1.

Le profil H 36 pourrait être confondu avec un ferrisol ou un sol faiblement ferrallitique sur formation volcanique. Le sol est profond, argileux, mais relativement friable, avec quelques petits pisolithes ferro-manganiques. En profondeur, des légères taches brun-rougeâtre diffuses, à brun-jaune sale apparaissent.

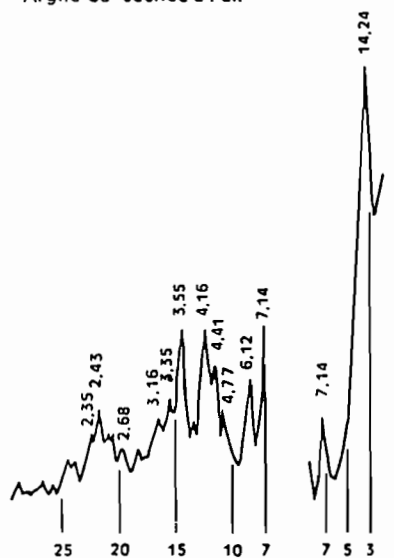
Profil H 36

- 0 - 15 Argileux (brun foncé, sec : 10 YR 4/3 et idem frais). Assez compact. Structure d'ensemble continue. Porosité faible. Sous-structure à tendance angulaire. Les mottes s'émiettent assez bien. Peu plastique. Peu adhérent.
- 15 - 40 Argileux ; brun-jaune à jaune (sec : 5 YR 5/8 et idem frais). Structure d'ensemble continue. Sous-structure polyédrique à faces angulaires luisantes, relativement friable, plastique à l'état humide, quelques nodules ferro-manganiques noirs de 1 à 2 mm. Le sol frais est assez compact à l'outil.
- 40 - 80 Idem, mais plus friable, s'émiette aisément, plastique mais peu adhérent à non adhérent. Structure continue, uniforme, pas de concrétions noires.
- 80 - 150 Idem, mais légères taches brun-rougeâtre diffuses et brun-jaune sale. Pas de minéraux visibles, le sol humide est assez compact et plastique, un peu gras, mais les mottes s'émiettent assez bien.

TABLEAU 19

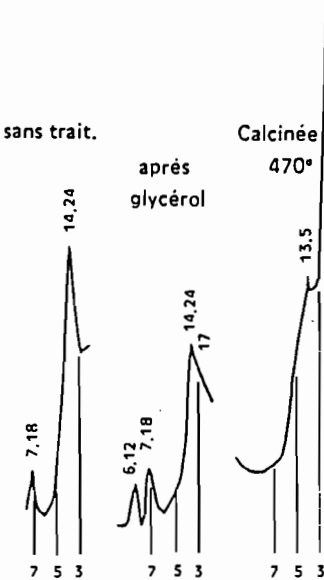
Profondeur cm	Complexe absorbant mé %					T	V %	pH	M.O %	Argile %	Limon %	Sables μ %		
	Ca	Mg	K	Na	S							2-20	20-50	50-200
H 36 0-15	26	1,15	0,14	0,12	27,4	70	39	6,7	5					
30-60	21,3	1,38	0,20	0,12	23,1	36	64	6,9	3,6	79	8,3	3,2	0,7	
150	35	1,24	0,23	0,23	36,7			7,4	2,2				0,4	

H 36 b = 30-60 cm
Argile Ca séchée à l'air



Argile orientée

sans trait.



Analyse thermique différentielle



FIG. 32. — H 36 b : 30-60 cm.

TABLEAU 20

Profondeur cm	Bases échangeables mé %						V %	pH	M.O
	Ca	Mg	K	Na	S	T			
H 35 0-10 ...	46,7	1,75	0,36	0,19	49	54	91	8,1	6,7
25-40 ...	44	0,23	0,27	0,17	44,7	54	83	8,1	5,5

N.B. pH élevé car échantillon mêlé de calcaires qui ont été broyés avec.

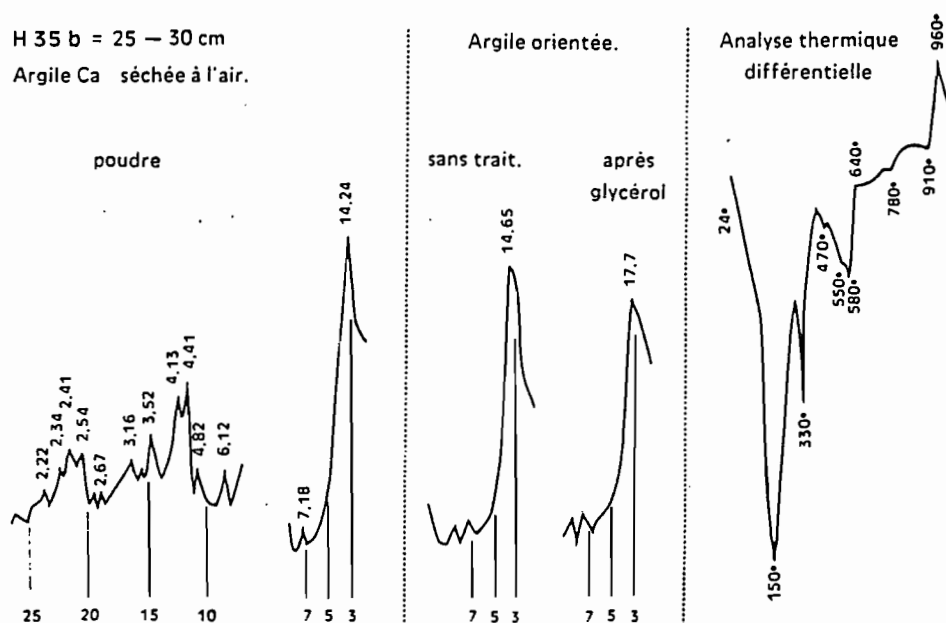


FIG. 33. — H 35 b : 25-30 cm.

Dans l'horizon B, vers 5 cm de profondeur, le pH est voisin de 7 et la capacité d'échange de base de l'argile, inférieure à 2 microns, atteint 66 mé % (tableau 19).

Les rayons X et l'analyse thermique différentielle indiquent la présence du minéral à 14 Å (raie à 14,2 Å stable au glycérol, passant à 13,5 en diminuant d'intensité par chauffage à 470°, avec renflement vers 10 Å). La boehmite est importante, bien visible aux rayons X et à l'analyse thermique différentielle, ainsi que le goéthite. Il y aurait un peu de montmorillonite. La présence de kaolinite en faible quantité est incertaine (fig. 32).

9.3.1.2.

A une dizaine de mètres de ce profil, sur une pente plus forte, le calcaire affleure fréquemment. Les sols sont peu profonds : 30 à 40 cm, parfois même moins, riches en surface en débris calcaires caillouteux, et de tendance nettement vertisolique.

Profil H 35

- 0 - 10 Argile brune foncée (sec : 5 YR 3/4 et frais 4/4), structure massive. Sol très compact, gras, adhérent humide et très dur sec. Le sol est recouvert d'un masque d'agrégats friables en surface. Il y a de nombreux graviers et cailloux calcaires.
- 10 - 30 Argile brune, moins foncée (sec : 7,5 YR 4/4 et un peu plus claire humide). Argile adhésive en remplissage entre des blocs calcaires fissurés et tourmentés. Débris calcaires très abondants rendant difficile l'approfondissement de la tranchée.

Le pH est élevé : 8,1, sur la terre écrasée et la capacité d'échange de base sur le sol entier nettement plus élevée que dans le profil précédent (tableau 20). Les rayons X et l'analyse thermique différentielle révèlent la présence de montmorillonite, de boehmite, de gibbsite et de goéthite en quantités relativement importantes (fig. 33).

Conclusion

Ces deux profils sont bien des intermédiaires entre les sols rouges dépourvus d'hydroxydes d'alumine et ceux à tendance bauxitique. La possibilité, même réduite, d'entraînements sur les pentes de produits bauxitiques, situés plus en altitude, incite à la prudence et à des observations plus nombreuses. On pourrait classer ces sols parmi les sols fersiallitiques.

9.3.2. SOLS ROUGES MONTMORILLONITIQUES, SOLS ROUGES À KAOLINITE, SOLS ROUGES BAUXITIQUES

A proximité des sols rouges à kaolinite décrits au paragraphe 7 et qui semblent le faciès dominant de la région et d'un profil bauxitique à gibbsite et boehmite cité au paragraphe 8, on a observé le profil suivant riche en montmorillonite, mais renfermant, néanmoins, un peu de gibbsite et de goethite.

Ce sol rouge serait situé dans une zone de transition entre les sols rouges et les sols calcimorphes classiques noirs ou beiges. De fait, le sol est moins rouge 2,5 YR 5/4 à 5/6, argilo-sableux sur 40 cm, avec des débris calcaires abondants, puis limono-sableux rouge clair, très friable, à structure subangulaire instable, forte porosité, très nombreux débris calcaires. On passe à la roche calcaire très altérée, probablement très impure à 70 cm.

Le pH est voisin de 8 et la capacité d'échange du sol élevée, en dépit d'une importante proportion de calcaire (tableau 21).

Dans l'horizon 25 - 40, l'argile est essentiellement du type montmorillonitique, avec de la kaolinite en moindre proportion, un peu de gibbsite, de la boehmite, de l'hématite, de la goethite (fig. 34).

TABLEAU 21

Profondeur cm	Argile <2	Limon 2-20	Sables			Bases échangeables mé %						V %	pH		M.O %	eau hyg.	CO ₂ Ca
			20- 50	50- 200	200 2000	Ca	Mg	K	Na	S	T		eau	KCl			
0-25						41,8	1,9	0,42	0,24	44,3			7,7	7,2	7,4		
25-40						(34,6)	0,6	0,21	0,23	(36)	31	100	8,0	7,4	3,4		
40-70						25,9	0,4	0,11	0,17	27			8,2	7,5	1,0		
70	Calcaire altéré impur																

Conclusion

Il s'agit donc d'un sol encore jeune, riche en débris calcaires, dans lequel la kaolinite d'une part, les hydroxydes d'alumine, d'autre part, commencent à se différencier, préfigurant ainsi les sols rencontrés dans la région. L'évolution plus accentuée vers la kaolinite, ou vers les hydroxydes d'alumine, peut être due aux conditions de drainage. La kaolinite dérive-t-elle de la montmorillonite, ou est-elle héritée du calcaire impur ? Il n'est pas encore possible de répondre. Vu l'importance de la proportion de sols à kaolinite dans cette région, on peut penser, soit que certaines formations de calcaires marneux renferment au départ ce type d'argile, soit que les conditions de drainage ralenti au-dessus de la roche mère sont favorables à la néo-synthèse de cette argile, même à un pH aussi élevé ?

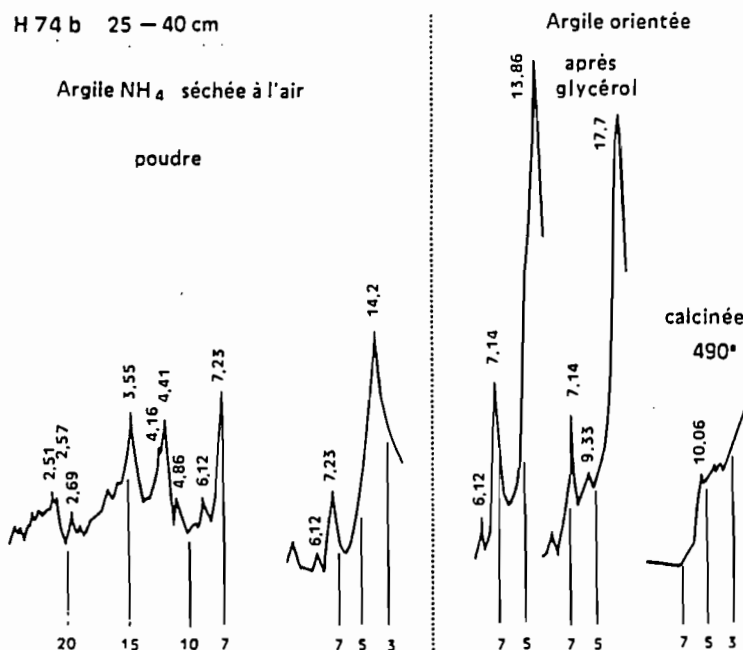


FIG. 34. — H 74 b : 25-40 cm.

9.3.3. BAUXITES ARGILEUSES ET SOLS À MINÉRAL À 14 Å

On a déjà vu au paragraphe 5 relatif aux sols renfermant un minéral à 14 Å et des hydroxydes d'alumine, que la proportion de ces deux constituants semblait varier en sens inverse. Si ce minéral à 14 Å paraît fortement stable, il finit, cependant, par disparaître entièrement dans les vraies bauxites, comme les bauxites à boehmite et gibbsite du plateau de Rochelois, examinés au paragraphe 8.

En confirmation de ces observations, on trouvera ci-dessous les résultats concernant un profil situé à proximité de ces vastes gisements de bauxite, mais à une altitude inférieure (400 m au lieu de 1 200). Il s'agit du versant d'une petite butte élevée, non dominée, où un apport en provenance des hauts plateaux bauxitiques est impossible. Les sols sont, dans l'ensemble peu profonds, souvent très érodés, laissant apparaître le calcaire dur fissuré, et ceux d'une certaine épaisseur, plutôt rares et dispersés.

Le sol est argileux sur 85 cm, dur à l'état sec. La structure d'ensemble est continue, mais la porosité importante et les galeries de vers nombreuses. La coloration est rouge foncé à l'état frais : 10 R 3/4 en surface et 7,5 R 3/6 en profondeur. On passe vers 85 cm, au substratum calcaire partiellement altéré.

La teneur en argile est élevée et l'état de saturation plus important que dans les bauxites du plateau (tableau 22).

L'analyse aux rayons X de l'horizon 50 - 85, révèle la présence d'une importante proportion de gibbsite et de boehmite, mais en moindre quantité que dans les bauxites situées plus en altitude. La raie à 14 Å stable au glycérol, peu stable au chauffage, est bien observable. Avec le glycérol il y aurait un léger gonflement qui pourrait être attribué à la montmorillonite. La présence de kaolinite est possible, mais difficile à établir en présence du minéral à 14 Å. Un peu de goethite, de magnétite et des traces d'hématite sont aussi décelées (fig. 35).

TABLEAU 22

Profondeur cm	Argile -2 %	Limon 2-20	Sables μ %			Bases échangeables mé %					T	V %	pH		M.O %	Eau hygro.
			20-50	50-200	200-2000	Ca	Mg	K	Na	S			eau	KCl		
0-50	82,0	6,5	0,3	0,3	0,3	20,6	1,01	0,12	0,14	21,8	30	73	7,5	7,2	4,7	6,8
50-85	91,5	1,9	0,3	0,3	0,5	9,1	0,28	0,04	0,06	9,5	13	73	7,6	7,1	1,6	4,9

A noter : une teneur considérable en P_2O_5 total : 2 % en surface.

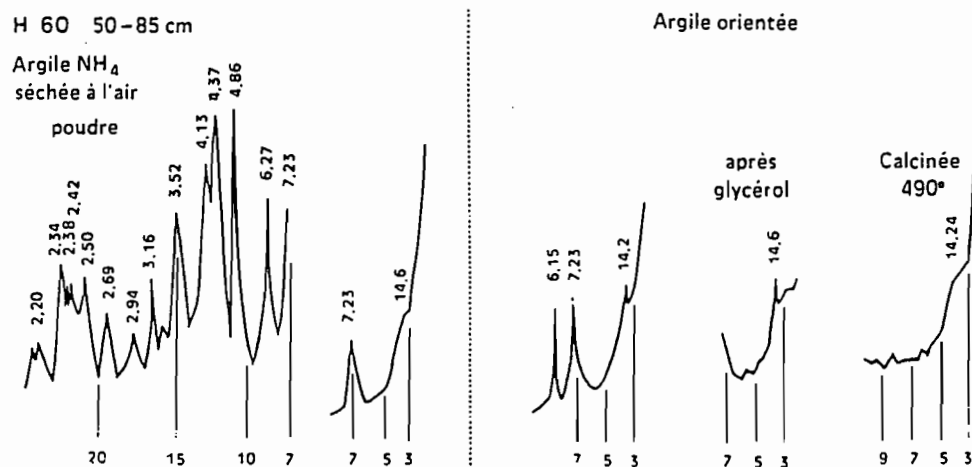


FIG. 35. — H 60 50-65 cm.

Conclusion

Il s'agit donc d'un sol déjà fortement bauxitisé. Evoluera t-il vers une bauxite avec disparition totale de la montmorillonite, du minéral à 14 Å et de la kaolinite, si celle-ci est réellement présente ? Il est difficile de se prononcer.

La différence d'altitude est-elle responsable des différences observées ? Il est certain que les hauteurs sont mieux arrosées et que la température plus fraîche, l'ennuage, réduisent l'évapo-transpiration, accentuant l'humidité du milieu, l'eau drainée dans le profil. Comme dans la région de Jacmel, la kaolinite aurait davantage tendance à apparaître aux altitudes relativement basses. Bien d'autres observations sont nécessaires, avant que ces impressions puissent être retenues.

II. NATURE DES MINÉRAUX A 14 Å

Essais de détermination

De nombreux chercheurs se sont efforcés depuis quelques années de préciser la nature des minéraux à 14 Å qui ne gonflent pas en présence de glycérol et dont l'écartement des feuillets est peu réduit par chauffage prolongé, même à haute température.

Citons les travaux de ALEXIADES et JAKSON (1965-1967), CAILLERE et HENIN (1957-1963), CAMEZ (1957-1959), de KIMPE (1961-1964-1966), GASTUCHE et HERBILLON (1961-2-3) GLENN (1953), HEYSTEK (1955), KELLER (1963), KLAGES (1957), KODAMA (1962), MILLOT (1964), RICH (1960), TAMURA (1955 et 1957) VANMOORT (1966), WEEB (1962).

Sans vouloir reprendre ici l'exposé de ces divers travaux, dont les références plus complètes figurent en annexes, il est cependant possible d'en donner les grandes lignes directrices :

Pour la plupart de ces auteurs, la présence d'aluminium entre les feuillets viendrait accroître la rigidité de l'édifice cristallin empêchant, soit le gonflement avec le glycérol, soit l'affaissement des feuillets au chauffage. La disposition de ces aluminiums demeure mal connue et semble être irrégulière en îlots. Certains espaces interlamellaires peuvent donc être extrêmement stables, d'autres, au contraire, voient leur équidistance varier plus aisément à la suite de divers traitements chimiques. Il peut arriver avec les chlorites que la couche brucitique soit remplacée par une couche gibbsitique.

En faisant subir au sol divers traitements chimiques qui ont pour but de dissoudre la gibbsite ou d'éliminer les aluminiums situés entre les feuillets, on devrait donc, en principe, retrouver des argiles répondant aux critères bien établis et classiques des vermiculites, des montmorillonites ou des chlorites. Certains travaux font, en effet, état d'argiles réfractaires à tout gonflement au glycérol et à tout affaissement des feuillets par chauffage jusqu'à 600° et qui, après traitement à la potasse, au citrate de sodium, à l'acide chlorhydrique, au fluorure d'ammonium, etc. retrouvent les propriétés, soit des montmorillonites, soit des chlorites... Ce n'est pas toujours aussi simple et certaines argiles peuvent présenter une résistance aux traitements très importante et conserver une rigidité exceptionnelle, ce qui explique la variété des traitements préconisés. Tel auteur trouvera suffisant une ébullition dans KOH durant 5 minutes, jugeant qu'une durée plus longue entraînerait des dissolutions excessives des argiles, mais tel autre auteur recommandera 15 heures d'ébullition, un autre 5 jours.

Divers traitements ont donc été sélectionnés, comprenant :

- l'ébullition dans le chlorure de potassium normal durant 5 minutes,
- l'ébullition dans la potasse demi-normale durant 5 minutes,
- le même traitement, mais pendant 15 heures,
- le traitement à chaud avec le citrate d'ammonium normal durant 5 heures effectué soit directement sur l'argile, soit sur l'argile déjà traitée à la potasse,
- le traitement à l'acide chlorhydrique 6 fois normal pendant 1 heure à 90 °C,
- le traitement par le fluorure d'ammonium normal en milieu chlorhydrique à chaud pendant une minute.

La plupart des échantillons ont été, après traitement, maintenus ou resaturés en potassium, afin de faciliter les comparaisons, sauf pour le traitement au glycérol où ils ont été resaturés par Mg ou Ca.

On a choisi des échantillons variés : l'un ne semble renfermer que ce minéral à 14 Å (H 41), un autre renferme en outre beaucoup de gibbsite (H 39a 39c), un autre, un peu de montmorillonite, semble-t-il (H 40) et enfin, le dernier, probablement de la kaolinite (H 62). Un échantillon de sol ferrallitique à kaolinite et goethite a aussi été placé dans les séries pour servir de base de comparaison en ce qui concerne la kaolinite, mais comme pour H 41 les résultats ne sont pas figurés.

Le schéma directeur peut être ainsi résumé :

1° Après traitement avec le chlorure de potassium à l'ébullition, les raies à 14 Å devraient passer à 10 Å s'il s'agit de vermiculites et demeurer à 14-12 Å pour les montmorillonites et 14 Å pour les chlorites.

2° Le traitement avec la potasse à l'ébullition devrait renforcer les résultats du précédent traitement dans le cas de vermiculites ou montmorillonites récalcitrantes.

Avec des chlorites à couche gibbsitique, la structure serait détruite, la gibbsite étant dissoute. S'il n'y a pas de kaolinite, la raie à 7 Å devrait aussi disparaître.

3° Par élimination des aluminiums placés entre les feuillets avec le citrate d'ammonium utilisé directement sur l'argile ou après traitement à la potasse, on devrait rétablir les propriétés de gonflement de la montmorillonite avec le glycérol, l'effondrement des feuillets au chauffage et faciliter le passage à 10 Å des vermiculites récalcitrantes.

4° Le traitement au fluorure d'ammonium, plus brutal que le citrate, devrait conduire aux mêmes résultats.

5° L'acide chlorhydrique 6 N à chaud dissout la gibbsite et la couche brucitique des chlorites. Ce traitement devrait donc conduire à la disparition de ce type d'argile. La persistance de la raie à 7 Å devrait indiquer la présence de kaolinite, à moins qu'il ne puisse s'agir d'un résidu de chlorite ayant résisté.

Chacun des échantillons traité, a été chauffé à 300 - 400 - 500° et certains à 800°, afin de mieux pouvoir suivre l'effondrement des feuillets de la montmorillonite au chauffage ou la disparition éventuelle des chlorites à couches gibbsitiques par destruction de celles-ci vers 350°.

D'une façon générale, aucun traitement chimique n'affecte fortement les spectres des échantillons d'Haïti, à l'exception des raies concernant la gibbsite, la boehmite et la goethite.

Les traitements à la potasse et à l'acide chlorhydrique dissolvent fortement la gibbsite, mais laissent inchangées les autres raies.

Dans tous les échantillons, le traitement au citrate de sodium entraîne une sensible diminution d'intensité de la raie à 14 Å, plus marquée dans deux échantillons (39 et 54) où un dédoublement 14 et 12,5 Å se produit également.

Le traitement au fluorure d'ammonium ne modifie pas les spectres. Aucun gonflement n'est enregistré avec le glycérol après traitement. (Argiles Ca).

Les résultats après calcination des échantillons ayant subis les divers traitements chimiques sont plus explicites.

Le chauffage à 800° des échantillons non traités, fait passer la raie de 14 Å à 10 Å. Pour les températures intermédiaires, on remarque très nettement que les traitements au citrate favorisent un affaissement plus important des feuillets, à température égale, que les traitements à la potasse ou surtout à l'acide chlorhydrique.

Le tableau suivant résume ces variations.

TABLEAU 23

Echantillons saturés en potasse		80°	int.	300°	400°	525°	800°	Intensité de la raie gibbsite à 80° (1)
39 a 0 à 20 cm	Témoin	14 Å	s	13,2 (10)	12-(10)	11,7	10,5	vs
	KOH	14	s	13,2 (10) (11,6)	11,6 (10)	10,9		w
	Citrate	{ 14 12,5	w	13	10,7	11-10		m
	Citrate KOH	14	w	13,1-12,2	13,1-11,6 -10	12-11,4 -10		vw
	HCl	14	m	13,1	14,6-13	12,5		tr
39 c 60-70 cm	Témoin	14	s	13,5	12,5	12,2-11,4	10	vs
	KOH	14	s	13,8	13,5-12	11,9-10,7		w
	Citrate	13,5	vw	trace	13,5-12,2 (10)	10		m
	Citrate KOH	13,8	m	14,5-12,5	12,8-11,1	12,8-10		w
	HCl	14	s	14	13,8	12,2		tr
	KOH-15 h	14			14	(13-10)		
	FNH ₄	14			14	12,2		
54 b 25-55 cm	Témoin	14	s	13,2	12,8-12,2	12,2	(10)	vs
	KOH	14 (10)	s	14-12,5	12,8	11,5-10,5		tr
	Citrate	{ 14 (10) 12,8	m	12,2 (10,5)	trace	trace		s
	Citrate KOH	{ 14 12,8	vw	12,8-10,5	12,8 11-10,5	12,8-10,2		tr
	HCl	14	s	14	13,2	12,8-11,9		tr
	KOH 15 h	14	s		13,8-12,2	(11,5)		
	FNH ₄	14	s		14-10	12,5-10,2		
H 40 500 cm	Témoin	13,5 12,8	m	12,8	12,8-11,9	11,9 10,7	(11,1)-10	m
	KOH	13,5	m	12,8	12,8-11,9	11,9		w
	Citrate	13,8-12,8	m	12,8	12-11,9	11,9-(10,7)		m
	Citrate KOH	13,5	s	12,2-(10,7)	11,9	11,4-(10)		tr
	HCl	13,5	s		13,5-12,8 (10,7)	12,8-(10)		tr

(1) vs : très fort, s : fort, w : faible, vw : très faible, m : moyen
italique : bandes mal définies.
(..) raies très faibles parfois douteuses.

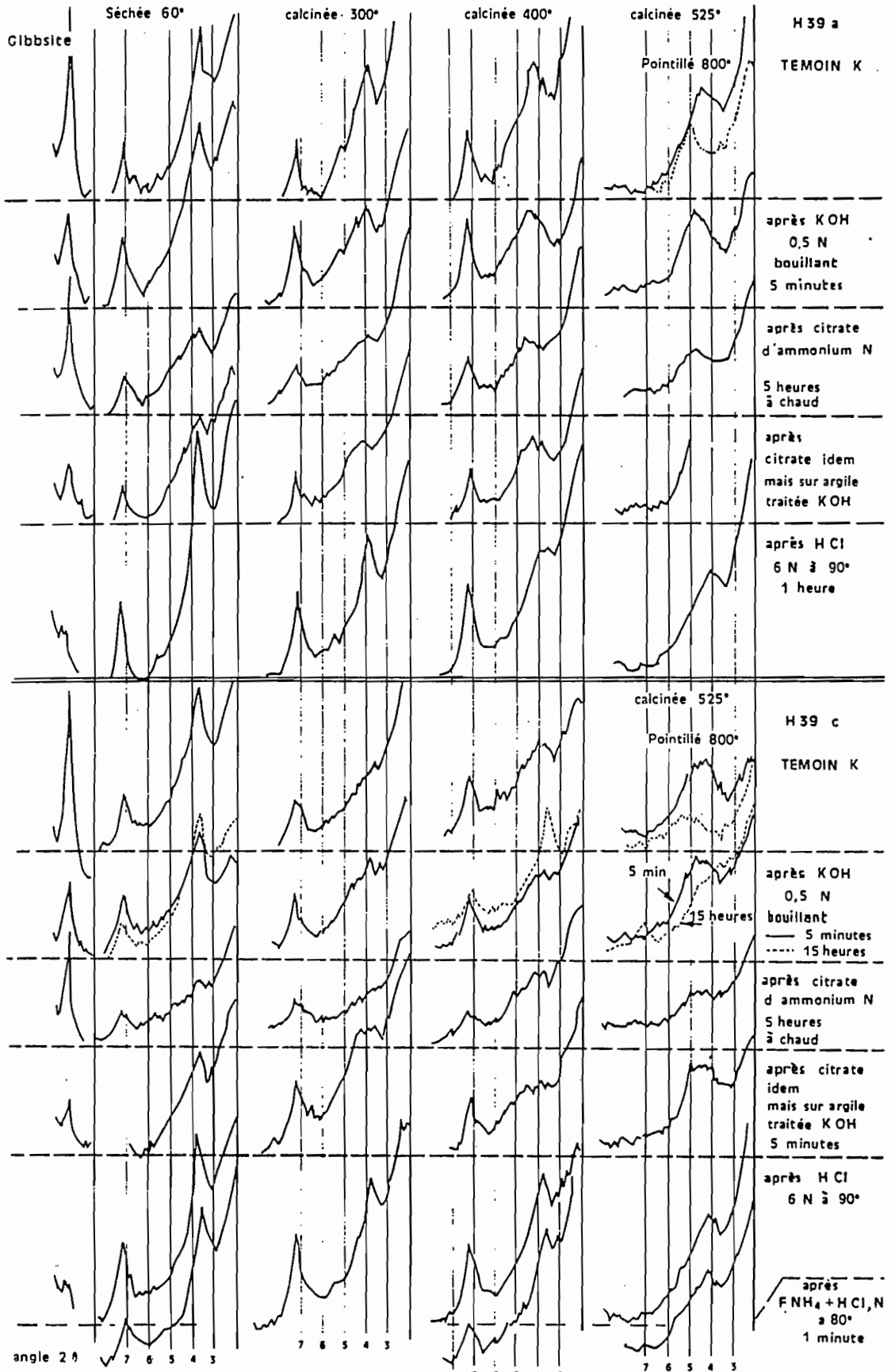


FIG. 36.

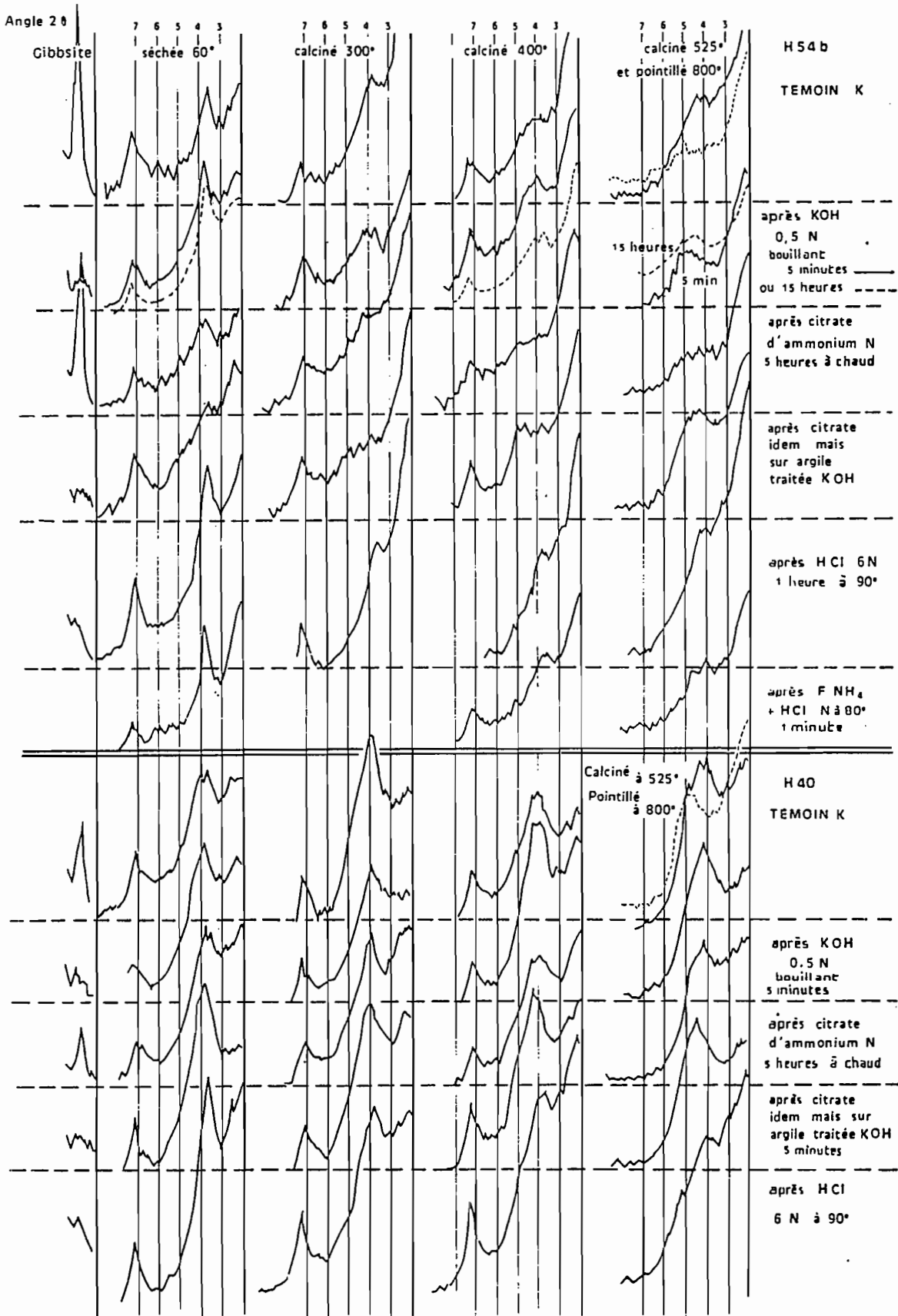


FIG. 37.

L'examen des résultats du tableau permet encore, difficilement, d'aboutir à des conclusions précises.

L'hypothèse des chlorites à couches brucitiques ou gibbsitiques, semblerait devoir être rejetée car les traitements potasse et acide chlorhydrique à chaud ne modifient ni l'intensité des raies, ni leur position (gibbsite et goethite exceptée).

Le traitement au citrate de sodium, par contre, affecte le plus souvent l'intensité de la raie à 14 Å, nettement diminuée et provoque un léger dédoublement à 12,8 Å sur quelques échantillons à basse température. Par chauffage à 300° - 400° - 525°, ledit passage de la raie à 14 Å vers 10 Å est progressivement observé bien qu'un dédoublement vers 12,5 et 10 Å ou 11, persiste encore dans certains échantillons. Aucun gonflement n'est, par contre, constaté avec le glycérol. (Argiles Mg).

On pourrait donc penser qu'il s'agit de vermiculites alumineuses, mais aucun traitement chimique ne parvient à faire passer la raie de 14 Å à 10 Å, comme c'est la règle pour les vermiculites saturées en potasse.

La distinction entre vermiculites et montmorillonites alumineuses, paraît d'ailleurs difficile à concevoir et bien des auteurs hésitent à faire une distinction basée sur les critères habituels d'identification de ces argiles qui sont mis en défaut et peuvent donner lieu à une mauvaise interprétation sur le plan structural. Le citrate de sodium semble désorganiser, en partie, le réseau cristallin, comme l'indique la diminution d'intensité des raies, leur étalement, et les phénomènes de gonflement avec les substances organiques peuvent s'en trouver ainsi perturbés.

Pour JONES (1964), les feuillets d'une vermiculite qui comporte en intercalation des couches d'aluminium, s'effondrent irrégulièrement quand on chauffe en dessous de 800°. Les raies intermédiaires à 13-12 Å observées, seraient attribuables à l'interstratification de feuillets écartés et resserés. L'auteur observe ainsi le passage à 13,4 Å à 200°, 12,4 Å à 400°, 11,6 Å à 600° et 10 Å à 800°. Un traitement à KOH + KCl normal à 80° durant 5 heures, fait apparaître une petite raie à 10 Å, mais détruit déjà un peu la vermiculite. Le citrate d'ammonium semble plus efficace.

Ces résultats sont à rapprocher de ceux d'Haïti. Le citrate provoque aussi une diminution importante de l'intensité des raies, plus importante que la potasse.

Pour ce même auteur, le traitement à la potasse 80° durant 5 heures, détruit la chlorite mais sans apparition de raies à 10 Å. De même le chauffage à 400° entraîne une disparition anormale de la raie à 14 Å, sans passage à 10 Å. Il s'agit donc d'une chlorite à couche gibbsitique, cette dernière étant dissoute dans la potasse ou par chauffage à plus de 350°.

Est-il alors possible de penser qu'une chlorite ne comportant que certaines couches gibbsitiques puisse par chauffage voir, son écartement interfeuillelet, non pas rester à 14 Å, comme dans les chlorites à brucite, ni disparaître comme dans les chlorites à couches gibbsitiques, mais prendre une valeur intermédiaire. La persistance des raies après traitements à l'acide chlorhydrique indique, cependant, que si chlorite il y a, elle n'est pas seule et qu'il s'agit d'un mélange.

PAWLUK (1962) n'observe pas de modifications de la raie à 14 Å après traitement au glycérol ; pas de variations non plus avec différents cations ; K, Na, Ca, NH₄ et pas d'effondrement des feuillets à 10 Å par chauffage à 510°.

Il conclut à l'existence dans les feuillets de montmorillonite, d'aluminiums hydratés. Si la fixation de ces ions par la montmorillonite est, dans certains sols, modérée, il y a par chauffage après enlèvement des Al par traitements chimiques, effondrement à 10 Å. Le traitement au citrate de sodium permet ainsi de retrouver les caractéristiques d'une montmorillonite et le gonflement au glycérol.

Par contre, dans certains podzols les liaisons sont très fortes. Les aluminiums soudent les fines particules d'argile montmorillonitique rendant difficile la dispersion avec les agents dispersants usuels (comme en Haïti) et les modifications de l'écartement du réseau, ce qui fait appeler ces minéraux « chlorite-like » ou « vermiculite-chlorite mixed layering ».

Aucun gonflement au glycérol n'ayant pu être obtenu sur les argiles Ca ou Mg d'Haïti, il paraît difficile de parler de montmorillonite pour le moment au moins. Le citrate de sodium et la potasse agissent de fait avec une intensité variée. Certains échantillons (39a-54) voient leurs raies très affaiblies et diffuses après traitement d'autres (39c-40) sont plus résistants. S'agit-il d'une même argile plus ou moins rigide ? Ces différences traduisent-elles, au contraire, une variation de la composition d'un mélange ?

Ainsi, un affaiblissement important des raies par traitement au citrate, surtout après chauffage, pourrait indiquer la présence d'une chlorite alumineuse en proportion plus importante, mais le traitement à l'acide chlorhydrique n'indique, cependant, guère de différence. Il peut s'agir aussi de la même nature d'argile, mais avec des aluminiums inter-feuillets conférant une rigidité différente aux feuillets.

WEED et NELSON (1961) obtiennent des résultats similaires, mais ils concluent à un minéral « chlorite-like ». Le fer, d'après eux, pourrait jouer un rôle analogue à celui de l'aluminium et son extraction des feuillets serait encore plus difficile, exigeant d'autres méthodes.

Un certain désaccord existe donc sur la nomenclature de ces minéraux et justifierait les propositions de JAKSON pour le terme « d'inter-gradational chlorite vermiculite-montmorillonite ».

L'hypothèse d'une vermiculite alumineuse semble devoir, pour le moment, être retenue en attendant que l'essai d'autres traitements plus énergiques, où les mêmes traitements, mais davantage prolongés, viennent éventuellement à bout de la résistance au gonflement de ces argiles en présence de glycérol.

Il n'est, cependant, pas possible d'éliminer l'hypothèse d'un mélange avec des chlorites à couches gibbsitiques. La gibbsite intercalée dans les feuillets et faisant donc partie intégrante du réseau de la chlorite, serait beaucoup plus résistante aux acides ou aux bases que la gibbsite libre. Le fait qu'aucun effondrement sensible n'ait été constaté après attaques acides et basiques n'est donc pas une preuve suffisante. La forte diminution d'intensité des raies à 14 Å sur certains échantillons après chauffage au-delà de 400°, pourrait indiquer la présence de ces chlorites alumineuses dans le mélange.

Il est permis de s'étonner de l'action nettement plus énergique du citrate de sodium qui provoque une forte diminution de l'intensité de la raie à 14 Å et parfois son dédoublement. Après chauffage à 300°, 400°, 500°, le passage vers 10 Å semble aussi plus rapide qu'avec les autres traitements, bien qu'il ne reste plus parfois que des bandes peu nettes et incertaines. L'enlèvement de l'aluminium intercalé dans les feuillets, provoquerait donc un affaissement du réseau et souvent aussi une dislocation importante entraînant un fort affaiblissement ou la disparition des raies. Pour SIEFFERMANN, l'action plus énergique du citrate de sodium serait attribuable, non seulement, à une affinité considérable pour l'aluminium, mais aussi à l'apport d'un cation venant compenser les déficits de charge importants qu'entraîne l'extraction de l'aluminium du réseau, et qui s'opposent à cette extraction. L'absence de cations compensateurs, lors de la dissolution de l'aluminium par l'acide chlorhydrique, sous forme de chlorure d'alumine ou la potasse en aluminate, expliquerait, peut-être, l'action moins énergique de ces traitements, contrairement à ce qu'il eut été possible, a priori, de penser.

III. DISCUSSION

1. INTRODUCTION

Les sols rouges que l'on rencontre sur les calcaires à des stades très variés d'évolution, sont-ils des vestiges de formations volcaniques disparues ou proviennent-ils des impuretés du calcaire ? Ces impuretés sont-elles d'origine volcanique ou s'agit-il de sédiments argileux ?

Très souvent en Guadeloupe, en intercalations dans les calcaires coralliens, on observe des lentilles ou des niveaux parfois épais de cendres volcaniques ou produits pyroclastiques, formant des bancs discontinus. La présence de ces couches relativement importantes, probablement déposées directement en mer sur les calcaires, lors des éruptions ou transportées par les rivières vers la mer, permet de penser qu'une présence plus diffuse dans les calcaires est aussi possible et même vraisemblable.

Pour divers massifs d'Haïti, sur lesquels nous avons observé des sols rouges, WOODRING (1924) signale l'existence d'intercalations tuffeuses ou d'impuretés qui peuvent avoir une origine volcanique ou autre.

Ainsi, dans le massif de la Selle, au Sud du pays où nous avons observé de nombreux sols rouges à hydroxydes d'alumine, « le calcaire impur interstratifié avec des basaltes du crétacé », renfermerait souvent des matières tuffacées non altérées et des fossiles marins. Ces matériaux volcaniques auraient été rejetés dans la mer lors des inondations. « Certains tufs calcaires contiennent aussi des fragments anguleux d'augite et de plagioclases. On observerait même de fines couches essentiellement constituées de cristaux de plagioclases et d'augite ».

Les calcaires éocènes de la région de Plaisance, dans le Nord du pays, sur lesquels nous avons observé des sols rouges à montmorillonite ou des sols très riches en boehmite, « seraient souvent très purs avec 99 % de CO_3Ca ». « La base de ce calcaire est riche en matériaux argilo-schisteux ; la proportion de calcaire s'accroît au-dessus de cette base, mais des couches de 5 à 10 cm d'argile schisteuse sont fréquentes. La masse principale du calcaire pur forme des lits de 10 à 25 cm d'épaisseur, très durs et massifs. Ce calcaire semble aisément se détruire et de grandes cavités de dissolution sont observées ». Nous avons déjà cité, à propos de ces formations, les formes de dissolution conchoïdales anguleuses, et la présence d'argile montmorillonitique dans les petites poches à parois tendres observées dans les gouffres creusés par les eaux tourbillonnantes. M WOODRING signale d'ailleurs que « ces formations calcaires complexes dont l'épaisseur pourrait atteindre 1 000 m, donnent naissance à des sols rouges. Le conglomérat de base renfermerait parfois des cailloux d'andésite et autres roches éruptives, prises dans une matière calcaire pourpre ».

Les calcaires de l'éocène supérieur de la vaste région au Nord de Gonaïves (Terre Neuve, etc.) renfermeraient des lits d'argiles schisteuses, de grès tendres, de conglomérats grossiers. Un calcaire blanc, poreux, conchoïdal, alternerait en couches de 5 à 15 cm avec de minces lits argilo-schisteux et parfois des sables détritiques.

Plus à l'Ouest, le calcaire du plateau de Bombardopolis, où les sols rouges abondent, serait riche en « chert » bleuâtre (silice impure) disposé en fines couches en intercalations avec des matériaux sableux, contenant des fragments de roches éruptives. Ces calcaires littés à « chert » seraient aussi caractéristiques du massif de la Hotte, à l'extrémité de la presqu'île Sud du pays.

Dans la chaîne des Matheux, au centre du pays, celle-là même où nous avons observé ces profils riches en montmorillonite en profondeur et en hydroxydes d'alumine en surface, « les calcaires peuvent se présenter en couches de 15 à 20 cm, alternant avec des quantités considérables de matériaux sableux gris ou bruns, constitués de grains très décomposés de roches basaltiques avec présence de foraminifères ».

Ces quelques exemples montrent bien que les calcaires d'Haïti sont très souvent fortement impurs ou intercalés avec des bandes de composition variée argileuses ou sableuses. D'après M. PETITLOUIS, les calcaires seraient, le plus souvent, mêlés d'impuretés et les formations de calcaires les plus purs s'observeraient rarement sur une forte épaisseur.

L'hypothèse d'une formation des sols rouges, à partir de débris volcaniques pyroclastiques, en couches continues, ou dispersés dans la masse du calcaire est donc possible. D'autres matériaux argileux ou sableux, non volcaniques, en lits ou diffus, peuvent également avoir contribué à cette formation. Suivant les endroits, la proportion d'éléments d'origine volcanique ou sédimentaire qui a été utilisée pour aboutir

aux sols rouges actuellement observés, doit être très variable. La nature originelle de ces argiles peut avoir subi des transformations au cours des évolutions ultérieures. La kaolinite est ainsi plus stable que les argiles de type montmorillonitique.

L'étude des variations d'une région à l'autre, de la nature minéralogique des argiles supposées héritées, dans des sols dont l'évolution n'est pas encore trop poussée, doit être recoupée par l'examen approfondi des impuretés renfermées par les calcaires.

On ne possède encore aucun renseignement sur la nature même des argiles incluses dans les marnes ou les calcaires. La seule détermination concerne les épaisses (1 000 m) marnes miocènes de la presqu'île du Nord-Ouest, riche en montmorillonite avec un peu de kaolinite, sur lesquelles, par suite de la sécheresse, on observe rarement des sols rouges.

2. LIMITES DE L'EXAMEN MINÉRALOGIQUE DES SABLES

Les sols très évolués ne renferment presque plus de sables et l'identification de ceux-ci est délicate lorsqu'elle est encore possible. Par contre, les faciès modérément évolués, devraient renfermer encore quelques indices attestant de leur origine volcanique.

L'examen minéralogique des sables paraît donc pouvoir, dans certains cas, renseigner utilement, non pas sur l'origine exclusive du sol, mais sur la contribution évidente de certains matériaux volcaniques, sans pouvoir, d'ailleurs, préciser s'ils se présentaient en coulées distinctes ou en fines particules pyroclastiques, mêlées aux calcaires, lors de leur formation ou en recouvrement plus récent.

Quelle est la nature et l'origine de ces formations volcaniques ?

D'après WOODRING (1924) et BUTTERLIN (1960), les formations volcaniques du *Sud* du pays seraient essentiellement des basaltes à proportion variable d'olivine. Ils proviendraient d'épanchements calmes sous-marins. Les tufs étant très rares.

Dans le centre du pays, on rencontre des basaltes à augite, des basaltes néphéliniques, des labradorites à augite et à hypersthène.

Il semble qu'à l'éocène moyen, dans cette région centrale, le volcanisme ait pris un caractère explosif comme en témoigne l'abondance des tufs. Un petit volcan certainement quaternaire, « plus probablement pléistocène que récent », montre son cône de tuf, cendres et scories et un cratère de 250 m de diamètre, où les bombes à croûte de pain sont encore visibles (BUTTERLIN 1960).

Plus au Nord, les vrais basaltes deviennent rares. On observerait des labradorites à augite et hypersthène, et surtout des andésites à augite et hypersthène, à hypersthène, à hornblende, des dacites à augite et hypersthène, à hornblende (WOODRING).

Situé sur calcaire dur, le profil 35 est un sol à gibbsite et boehmite qui renferme encore une proportion importante de montmorillonite (cf. paragraphe 9.3). La composition des minéraux de la fraction lourde des sables présente une dominance d'hypersthène et de hornblende verte, composition fréquente des cendres andésitiques. De l'épidote, probablement secondaire, est aussi rencontrée avec des traces de zircon. C'est une composition fréquente des minéraux lourds des sols sur formations volcaniques, brèches, coulées, dans les Antilles françaises et qui correspond bien à la composition des andésites de cette région.

Les sables d'un sol plus évolué, situé à quelques dizaines de mètres, ont été aussi observés. La gibbsite et la boehmite sont plus abondantes, et la montmorillonite a presque disparu. L'hypersthène

et la hornblende verte sont très peu représentées, l'épidote constituant 84 % des minéraux lourds. L'épidote provient-elle de la transformation des minéraux rencontrés dans le précédent sol : amphiboles, augites,... ? Une origine volcanique partielle de ce sol, nettement plus ancien, peut donc être admise en ce cas, au même titre que pour le précédent profil. Il n'est pas possible, cependant, de préciser si la proportion de matériaux volcaniques utilisée pour la formation de ces sols est très importante ou très faible.

TABLEAU 24

Echantillons	Pondéral % de Sab. tot.	Minéraux lourds des sables (M. DELAUNE)					
		en % de minéraux lourds			épidote	Zircon	Rutile
		Hypersthène	Augite	Hornb. verte			
H 21 (35)	4,1	62	2	18	16	2	
H 23 (36)	3,2	2	4	6	84	4	+

Le problème n'est pas simple, car la présence de minéraux d'origine volcanique dans les caraïbes, sur des sols d'évolution poussée, déjà très anciens, ne prouve pas de façon impérative, que les sols en soient issus. Une des difficultés rencontrées dans l'étude de certains sols volcaniques évolués des Antilles françaises, est précisément souvent le pourcentage relativement plus important, contrairement à la logique, d'éléments peu altérés dans les niveaux de surface qu'en profondeur. Parfois même, dans certains tufs argilisés profonds dont ces sols dérivent manifestement, il n'y a pas dans les sables, de minéraux identifiables.

Les volcans actifs d'où proviennent ces émissions de cendres, ne sont souvent situés dans ces îles, qu'à quelques dizaines de kilomètres. Il est vrai qu'aux époques récentes, les dépôts de cendres des dernières éruptions en Martinique et à St-Vincent, ont été identifiés en quantité notable sur les sols calcimorphes d'îles voisines, comme la Barbade, à plusieurs centaines de kilomètres de distance.

L'hypothèse, en Haïti, d'un certain saupoudrage de cendres par le petit volcan quaternaire dont nous avons parlé, n'est donc pas à exclure. Il ne pourrait s'agir que de dépôts modestes, pouvant, néanmoins, induire en erreur.

Sans fournir la preuve rigoureuse d'une origine spécifiquement volcanique du sol indépendante des impuretés des calcaires, la présence relativement abondante de minéraux volcaniques primaires ou secondaires, peut contribuer à expliquer en partie, l'importance des teneurs en fer de certains sols évolués.

3. HYPOTHÈSE D'UN RECOUVREMENT DE CENDRES ANDÉSITIQUES OU DACITIQUES

Il s'agirait davantage de dépôts de cendres ou de tufs intercalés dans les calcaires, puis mis à nu par le jeu des dissolutions des calcaires et de l'érosion, que de recouvrements récents dont l'importance est vraisemblablement faible.

L'altération dans des conditions de drainage excellent d'un manteau de recouvrement de cendres andésitiques, peut-elle expliquer la formation des hydroxydes d'alumine, sans qu'il y ait le plus souvent

apparition de kaolinite. Il est difficile d'imaginer, en effet, que des minéraux volcaniques, tels que l'hyperstène, puissent subsister si les hydroxydes d'alumine proviennent de la décomposition extrêmement lente (et discutée) de la kaolinite.

La silice devrait être aussitôt entraînée, avant que les resiliques puissent se produire.

En climat modérément humide, l'évolution des sols sur cendres, avec un drainage en profondeur, aboutit à l'halloysite, en climat sec ou dans des conditions de mauvais drainage interne, à la montmorillonite, et en climat très humide, à des produits amorphes très hydratés, qui donnent directement naissance à des hydroxydes d'alumine (gibbsite), lorsque l'élimination de la silice en profondeur est possible. Ce dernier processus n'a été observé que dans des sols déjà fortement désaturés en bases aux Antilles Françaises, comme en Equateur (COLMET - DAAGE 1961 - 5 - 7) et pourrait très bien expliquer l'apparition de bauxites dans des dépôts relativement épais, au-dessus des calcaires très perméables.

On explique difficilement, cependant, l'existence de ces intermédiaires, sols rouges à hydroxydes d'alumine, renfermant aussi une proportion appréciable de montmorillonite ou de minéral à 14 Å, sans présence de kaolinite ni d'halloysite.

Est-il possible de supposer que les cendres intercalées dans les calcaires et s'altérant en profondeur, ou entraînées dans les fissures du calcaire ou au bas des pentes et constamment imprégnées par les eaux, chargées en bases de dissolution des calcaires, puissent s'altérer en donnant soit des montmorillonites, soit des hydroxydes d'alumine ? Ces conditions très particulières et rarement rencontrées sous les tropiques humides, peuvent-elles expliquer la présence de la boehmite ?

S'il faut attribuer la formation des hydroxydes d'alumine au processus classique de l'altération des cendres sur des plateaux bien drainés, on devrait expliquer par un mélange dû à l'érosion sur les pentes, leur association à des argiles de type montmorillonitique (ou les minéraux à 14 Å) ayant une origine différente. Cela paraît peu vraisemblable.

4. HYPOTHÈSE DE L'ALTÉRATION DE COULÉES VOLCANIQUES EN PLACE

Il est curieux de constater que les sols rouges à divers stades d'évolution ne renferment souvent pas de kaolinite, bien que les difficultés d'identification de cette argile en présence de chlorite-vermiculite, laissent quelques incertitudes.

Il paraît peu probable qu'entre la néoformation de la montmorillonite au-dessus de la coulée, dans des conditions de drainage interne modéré ou imparfait, et les argiles bauxitiques, un intermédiaire kaolinique ne soit jamais rencontré, comme on le constate pourtant dans presque tous les produits de l'altération des coulées en Haïti et aux Antilles Françaises. Le processus classique impliquerait pour les sols les plus évolués, la présence simultanée de la forme la plus stable des argiles, c'est-à-dire la kaolinite plutôt que la montmorillonite ou de minéraux à 14 Å, à côté des hydroxydes d'alumine et de fer.

Tous les vertisols formés sur des matériaux volcaniques aux Antilles Françaises, renferment une certaine proportion d'argiles du type kaolinique (métahalloysite ou fire-clay), dont la proportion ne fait que s'accroître au cours de l'évolution et de la dégradation de la montmorillonite. La présence des eaux de dissolution des calcaires maintenant le milieu constamment riche en bases, peut-elle inhiber la formation de la kaolinite ?

S'il y a d'abord formation de montmorillonite seule, puis individualisation du fer et dégradation de la montmorillonite, il importe peu alors, pour l'explication du phénomène évolutif, que celle-ci soit d'ori-

gine volcanique ou soit héritée, comme c'est plus probable, des marnes ou des impuretés diverses des calcaires.

Les surfaces occupées par les sols rouges sont si importantes qu'il paraît difficile d'envisager comme ZANS, une origine exclusivement volcanique.

5. HYPOTHÈSE DE LA DÉGRADATION D'ARGILES HÉRITÉES OU DE NÉOFORMATION SUR DIVERSES IMPURETÉS DES CALCAIRES (OU MARNES) D'ORIGINES VOLCANIQUES OU NON

5.1. Nature de l'argile des formations sédimentaires

L'importance des formations de marnes calcaires est frappante en Haïti. Dans le Nord-Ouest, leur épaisseur peut atteindre plus de cent mètres, avec présence presque exclusive de montmorillonite. Constantement, le long des routes, on peut observer l'intercalation dans les calcaires durs de bandes marneuses de quelques dizaines de centimètres à plusieurs mètres d'épaisseur. On ne sait presque rien, malheureusement, de la nature de ces argiles géologiques.

La montmorillonite est-elle toujours le minéral essentiel de ces formations marneuses ou des impuretés diffuses dans le calcaire ? Les minéraux à 14 Å doivent-ils être considérés comme des produits d'évolution de la montmorillonite, ou sont-ils directement hérités de certaines formations ? Il semble, d'après MILLOT (1964) que le passage à double sens puisse être observé dans la nature. La montmorillonite pourrait provenir de l'évolution ultime de chlorites et de vermiculites, mais la disparition de la montmorillonite avec apparition de chlorites et vermiculites, aurait été observée dans les sols, souvent en interstratifiés. Ces études concernent les régions tempérées où la présence d'illite perturbe sensiblement le problème de la disparition d'un minéral et de l'origine des autres minéraux apparus.

En Haïti, les apparences peuvent actuellement, dans l'état des études, faire penser à une évolution dans le sens montmorillonite classique vers des minéraux à 14 Å.

Le fait que la montmorillonite soit présente dans les poches du calcaire en profondeur, n'implique pas, cependant, qu'elle constitue obligatoirement, après la disparition du calcaire, le matériau mère des sols à minéral à 14 Å qui surmontent ces calcaires. On imagine aisément que dans les poches du calcaire, en milieu imparfaitement drainé, les conditions soient quelque peu différentes de celles qui existent au contact même du sol rouge et de la surface des calcaires en dissolution, avec évacuation rapide des produits dissous dans les fissures du calcaire. L'entraînement dans les poches du calcaire, d'impuretés, pourrait peut-être aussi conduire par des néoformations ou des transformations d'argiles héritées de ces minéraux à 14 Å, à l'apparition de montmorillonite ?

L'évolution au sein d'une même étendue de sols rouges varie peut-être suivant la distance aux fissures principales du calcaire par où s'évacuent les eaux de drainage en profondeur. Que se passe-t-il lorsque, par suite d'éboulements ou de colmatages, des modifications interviennent dans le réseau de drainage interne préférentiel du sol et que certaines zones jusqu'alors excessivement drainées, deviennent subitement ou progressivement engorgées.

La nature de l'argile est probablement assez constante dans une même formation marine, bien que les venues volcaniques aient pu par compression et échauffement provoquer une diagenèse. Des différences peuvent exister d'une formation à l'autre, soit qu'il y ait eu accumulation de produits de nature différente, soit qu'il y ait eu en mer des transformations au sein même du dépôt. Une étude systématique des argiles des divers sédiments calcaires ou marno-calcaires serait donc en Haïti à entreprendre. Trouvera-

t-on exclusivement la montmorillonite, ou également des minéraux à 14 Å, de la kaolinite et même de l'illite. C'est ainsi que dans un sol très rouge, situé sur des calcaires coralliens de la région sèche de Jean Rabel, on note la présence d'illite avec un peu de minéral à 14 Å (et de fire-clay). L'illite est très probablement ici héritée, mais des observations détaillées n'ont pas eu lieu dans cette région (1).

La faible proportion des illites serait à mettre en parallèle avec le volcanisme intense de cette région caraïbe. Cette argile n'est presque jamais rencontrée dans les produits néoformés des sols volcaniques en régions tropicales et il y a peu de chance ainsi, que les sédiments qui en dérivent en renferment une proportion importante, sauf cas de diagenèse ultérieure.

Au Brésil, dans le Nord-Ouest du pays, les sédiments marno-calcaires intercalés dans les grès crétacés, renferment des interstratifiés chlorite-illite-montmorillonite, avec présence plus ou moins importante de la montmorillonite dans les vertisols ou paravertisols qui en dérivent directement. L'illite dioctaédrique est souvent présente semble-t-il, hors de l'interstratifié, en petite quantité. Son existence dans des sédiments à proximité du bouclier précambien sud-américain ne peut surprendre ? On ne l'observe pas par contre dans les sols intergrades fersialitiques-vertisols, dérivés de venues volcaniques basiques et constitués d'interstratifiés chlorite-montmorillonite, parfois associés à de la montmorillonite et de la métahalloysite (COLMET-DAAGE, GUICHARD 1965).

Aux Antilles Françaises, l'illite est très rare. La montmorillonite et les argiles kaoliniques ou halloysites sont exclusivement observées sur les calcaires et les formations volcaniques.

5.2. Formation des sols rouges et des bauxites

Peut-on envisager la transformation d'une argile montmorillonitique ou d'un minéral à 14 Å, argiles déjà riches en fer, en une argile bauxitique.

C'est une transformation qui semble, du moins pour les extrêmes, très plausible et relativement classique, mais est rarement observée avec d'autant de netteté et d'opposition sur des profils dans l'ensemble peu épais.

Ces transformations ne peuvent se produire qu'en milieu perméable, ce qui n'est généralement pas le cas pour les sols riches en montmorillonite. Le soutirage du fer hors du réseau de cette argile et son individualisation sous forme d'hydroxydes confère au sol une friabilité importante et c'est là un premier stade essentiel de l'évolution.

Il paraît vain d'épiloguer sur les transformations vraisemblables de la montmorillonite, en minéral à 14 Å, tant que des observations plus complètes ne nous auront pas mieux renseigné sur la nature des argiles originelles contenues dans les marnes et les calcaires. Il semble, par contre, que la transformation rapide en hydroxydes d'alumine, gibbsite ou boehmite, sans apparition de kaolinite en quantité notable, puisse être facilitée par le drainage très rapide en profondeur dans les diaclases du calcaire. On retrouve ainsi des conditions de drainage voisines de celles des sols hydratés à allophanes dérivés de cendres volcaniques qui évoluent rapidement en régions humides en gibbsite, sans qu'il puisse y avoir des resiliifications et formations d'halloysite ou kaolinite.

Qu'il s'agisse des sols sur calcaires durs ou des sols sur cendres, il y a donc drainage intense et élimination des produits dissous à la base du profil, là où justement, dans la plupart des sols, se produit un ralentissement du drainage favorable aux néoformations argileuses. Ce ne peut être cependant la seule

(1) Prélèvement effectué par L. ALEXIS.

explication. Dans les sols sur cendres volcaniques, le maintien d'un état d'hydratation élevé, semble ainsi retarder ou empêcher la formation des argiles classiques.

Les sols déjà riches en hydroxydes d'alumine peuvent avoir des pH élevés ou au contraire très bas. Il y a aussi des écarts au sein même du profil. Les variations des pH ont pu être très importantes au cours de l'évolution, car les modifications de la morphologie entraînent des grandes perturbations dans l'écoulement pelliculaire des eaux chargées en produits de dissolution des calcaires. Des pH élevés durant certaines périodes de l'évolution ont-ils pu freiner l'apparition de la kaolinite et favoriser celle du minéral à 14 Å ? Il est encore difficile de le savoir, car les processus de dégradation de la montmorillonite, de l'individualisation du fer et des hydroxydes d'alumine en milieu basique, sont peu fréquents en régions tropicales humides où l'acidité est en général la règle. Ces processus seraient, par contre, voisins de ceux qui aboutissent à la formation des sols rouges des régions méditerranéennes sur les calcaires, mais bien des auteurs qui les ont étudiés, ont tendance à expliquer leur apparition par des conditions climatiques antérieures de type tropical humide, comme celles qui prévalent actuellement en Haïti. Il s'agirait pour eux de sols fossiles, l'une des raisons invoquées, étant le passage brutal, comme en Haïti, du sol rouge au calcaire dur.

6. COMPARAISON DES OBSERVATIONS DE TERRAIN ET DES EXPÉRIENCES DE LABORATOIRE

Le simple exposé des faits concernant les divers profils, suggère aussitôt quelques hypothèses sur l'évolution des sols et des argiles. Elles sont encore des plus fragiles, et des observations de terrain plus nombreuses et un examen plus détaillé de la nature même des argiles, sont nécessaires.

Un point qui mérite particulièrement d'être précisé est la présence éventuelle de la kaolinite, difficile à mettre en évidence en présence des chlorites. On a montré dans cet exposé, l'importance qu'il fallait y attacher pour l'explication des processus de pédogenèse.

Ces restrictions étant faites, on peut cependant établir, en partant des hypothèses, des comparaisons avec les nombreuses investigations poursuivies en laboratoire sur les transformations des argiles, sous des conditions variées : concentration en divers électrolytes, température, pression.

Il serait très intéressant de savoir si des transformations, comme celles que suggèrent à première vue les faits exposés, ont été constatées au laboratoire, dans des conditions voisines de celles actuellement rencontrées en Haïti.

6.1. Passage montmorillonite vers le minéral à 14 Å. Interstratifié-chlorite-montmorillonite

En étudiant l'altération de montmorillonites de carrières, en présence de résines échangeuses de cations avec dialyse des produits d'hydrolyse, pour qu'ils réagissent en milieu très dilué, FRIPIAT et ses collaborateurs concluent :

« Le mécanisme primaire de l'altération de la montmorillonite est l'extraction d'une fraction de l'aluminium et la précipitation ultérieure d'une couche d'hydroxyde plus ou moins bien cristallisée entre les feuillets de la montmorillonite. Ce mécanisme expliquerait la nature des produits formés dans le circuit d'échange et en particulier le maintien des distances basales supérieures à 13 Å dans les substances traitées à température aussi élevée que 550° » (ce qui s'observe en Haïti). « Au cours de l'altération de la montmorillonite, des substances de faible poids moléculaire diffuseraient à travers la membrane de dialyse et cristalliseraient dans le milieu dilué — à pH élevé — sous forme d'un interstratifié de montmorillonite aluminique et d'une chlorite ».

« La formation de l'interstratifié se fait dans une gamme étendue de pH puisqu'ils atteignent, en fin d'expérience, 2 à 3,5 dans le milieu d'échange et 9 à 10 dans le circuit de dialyse, fait méritant d'être souligné, car il est assez exceptionnel qu'une phyllite puisse se former de façon sensiblement identique dans une telle gamme de pH. Tout au plus, a-t-on remarqué que la morphologie des substances obtenues en milieu basique semblent plus parfaite que dans les solutions acides ».

D'après ces auteurs, et c'était l'idée directrice de leurs expériences, l'interstratifié montmorillonite-chlorite, issu de la montmorillonite, pourrait être un précurseur de la kaolinite. Qu'ils n'y soient pas arrivés, rend précisément les résultats de ces expériences beaucoup plus proches des faits observés en Haïti.

« Une raie à 7,1 - 7,2 Å qui, bien qu'atténuée, subsiste après calcination, pourrait s'expliquer en admettant la présence de chlorite vraie à côté de l'interstratifié ».

Dans les diagrammes d'Haïti, ces raies disparaissent, par contre, par chauffage à 490°.

Il y aurait donc une certaine concordance entre les sentiments qui résultent des observations de terrain en Haïti et les faits constatés au laboratoire dans des expériences.

6.2. Boehmite et gibbsite

Le problème de l'apparition de la boehmite et de la gibbsite est plus confus. Il est connu (HENIN, de КИМБЕ...) que les pH élevés dans les expériences de synthèse au laboratoire, vers 8 - 9 favorisent la formation des argiles 2 : 1. Dans la gamme des pH 6 - 7, il peut y avoir précipitation d'hydroxydes d'aluminium, mais la rapide recristallisation de celui-ci en boehmite, empêcherait la formation de la kaolinite.

En faisant vieillir des gels d'hydroxyde d'alumine à température ordinaire, HERBILLON et GASTUCHE, obtiennent d'abord à pH 8 une pseudo-boehmite, alors qu'en milieu plus acide, les gels restent amorphes aux rayons X. En milieu très dilué par dialyse, et désionisé, il y a formation de gibbsite et bayerite pour les gels précipités à pH 8, bayerite et pseudo-boehmite pour ceux précipités à pH 6,5 et gibbsite pure pour ceux précipités à pH 4,5, le pH final étant dans les trois cas voisin de 5,5. Ils concluent :

« Quel que soit le pH initial de précipitation du gel, la dilution par dialyse induit plus ou moins facilement, mais dans tous les cas, la synthèse des trihydrates cristallins. La bayerite et la pseudo-boehmite semblent dérivées des gels à structure plus désordonnée, rapidement précipités dans la zone d'insolubilisation maximale » (avec Na).

Ces auteurs signalent que :

« La présence de kaolinite dans le cas de gels vieillis dans la solution mère à pH 8, a un effet promoteur sur la cristallisation des trihydrates et inhibe la formation de pseudo-boehmite ».

La kaolinite étant toujours présente dans les sols à évolution ferrallitique des régions tropicales humides, et les pH d'abrasions, au contact des minéraux en voie d'altération, élevés (DELVIGNE 1965 — pH 8 à 9 dans les plagioclases où apparaît la gibbsite), faut-il voir là une des raisons de l'absence de boehmite et de la présence presque exclusive de la gibbsite ? En Haïti, l'absence de kaolinite dans certains sols rouges à montmorillonite ou minéral à 14 Å favoriserait-elle l'apparition de la boehmite ? En Martinique, certains niveaux de départ fortement montmorillonitiques contiennent, avons-nous vu, un peu de boehmite qui disparaît rapidement plus en surface, dans les niveaux de dégradation de la montmorillonite en kaolinite. En Equateur, la boehmite apparaît aussi à titre transitoire dans des sols jeunes sur cendres, dans les zones relativement sèches où l'halloysite commence seulement à s'organiser.

La gibbsite apparaît, cependant, très rapidement en Haïti, à côté de la boehmite. Il est donc difficile de dire quelles sont les conditions de milieu qui paraissent les plus favorables à l'apparition de l'un ou

l'autre de ces hydroxydes. Tout au plus, peut-on penser qu'un milieu riche en bases en présence de montmorillonite, est favorable à l'apparition de la boehmite.

La proportion de gibbsite et de boehmite dans les sols bauxitiques les plus évolués, pourrait donc dépendre de la durée de la première phase d'évolution pendant laquelle l'ionisation du milieu est favorable à la formation de pseudo-boehmite, comme cela semble fréquent au laboratoire (FRIPIAT, HENIN, PEDRO), celle-ci cristallisant ensuite en boehmite plus stable.

6.3. Passage montmorillonite-kaolinite

D'après HERBILLON et GASTUCHE :

« Pour que la silification proprement dite ait lieu en kaolin, l'ajout de silice doit être simultané à l'édification de la couche gibbsitique. Il n'y a pas silification proprement dite de la gibbsite, » (ce que contestent certains auteurs pour expliquer les toits des gisements de bauxite), « mais apparition simultanée des deux formes cristallines. La raison de formation de la kaolinite dépendrait dans un milieu fortement désionisé, de la concentration en silice des eaux de percolation ».

Dans les sols montmorillonitiques conditionnés et rendus friables par les hydroxydes de fer, peut-on supposer que les eaux de percolation demeurant soit, trop riches en cations, calcium principalement, soit trop pauvres en silice, la synthèse de la kaolinite ne puisse se produire. Il y aurait alors auto-enrichissement de la montmorillonite en aluminium et transformation en un minéral à 14 Å, ne gonflant pas au glycérol et s'effondrant mal au chauffage à 500°, sans que la formation de la kaolinite ne puisse se faire simultanément à l'apparition des feuilletts gibbsitiques.

6.4. Conclusion

Les expériences de laboratoire sont très suggestives et précises, mais elles montrent que parfois, quelques légères modifications des conditions de milieu peuvent profondément modifier les produits obtenus, soulignant par les contradictions apparentes fréquentes de la littérature qui les concerne, la complexité des facteurs en jeu et le danger des extrapolations hâtives.

Il est intéressant de constater que certains des résultats précis exposés d'investigations au laboratoire, semblent concorder, en laissant encore bien des points obscurs, avec les hypothèses que suggèrent les observations de terrain en Haïti.

IV. CONCLUSION

Il serait très prématuré, après cet exposé, de conclure sur l'origine et les processus de formation des divers sols examinés. Des observations de terrain beaucoup plus nombreuses, dans d'autres régions de l'île et dans des positions topographiques variées, ainsi que des analyses complémentaires surtout pour l'identification des minéraux des argiles, sont nécessaires. La connaissance de la nature des argiles contenues dans les calcaires impurs ou les marnes paraît essentielle.

La formation de sols rouges friables acides montmorillonitiques, sans kaolinite, à partir des montmorillonites héritées ou néoformées sur les impuretés du calcaire ou des débris volcaniques, ainsi que leurs transformations en hydroxydes d'alumine demeure difficile à expliquer.

Les conditions de milieu qui président à la formation soit de la boehmite, soit de la gibbsite, à partir non pas de minéraux primaires, mais d'argiles alumineuses demeurent obscures.

Haïti constitue un champ d'action particulièrement favorable à la poursuite de ces études. Leur intérêt scientifique est doublé d'une grande importance pour l'agriculture. Quel agronome pourrait imaginer, en effet, sans études approfondies, que des sols d'apparence si semblable et qui ont, en fait, des propriétés et une constitution totalement différentes (capacité d'échange de base; pH, état de saturation, fixation du phosphore, rétention pour l'eau utile), puissent se rencontrer côte à côte sur les calcaires ? Les problèmes de l'adaptation des cultures ou de la fertilisation peuvent être ainsi fortement perturbés.

Mai 1968

REMERCIEMENTS

Nous remercions M. P. SEGALEN d'avoir bien voulu relire ce texte et nous faire part de ses observations dont il a été tenu compte. Nos remerciements vont aussi à A. COMBEAU.

BIBLIOGRAPHIE

- ALEXIADES (C.A.), JACKSON (M.L.). — Quantitative clay mineralogical analysis of soils and sediments. Nat. conf. on clays and clay minerals. 14. 1965. Berkeley, California, pp. 35-52.
- ALEXIADES (C.A.), JACKSON (M.L.), 1967. — Chlorite determination in clays of soils and mineral deposits. *Amer. Miner.*, vol. 52, pp. 1855-1873.
- BROWN (G.), 1961. — The X ray identification and crystal structures of clay minerals. Mineralogical Society, London, 544 p.
- BUTTERLIN (J.), 1960. — Géologie générale et régionale d'Haïti. Trav. Mém. Inst. Hautes Et. Amérique Latine, VI. Paris, 178 p.
- CAILLÈRE (S.), HENNIN (S.), POGUEHIN (T.), 1962. — Présence d'un nouveau type de chlorite dans les « bauxites » de Saint Paul de Fenouillet. *C.R. Acad. Sci.*, Paris, t. 254, pp. 1657-8.
- CAILLÈRE (S.), HENIN (S.), 1963. — Minéralogie des argiles. Masson, Paris, 354 p.
- CAMEZ (T.), ROTH (C.), 1957. — Evolution des minéraux argileux des Ichms des environs de Strasbourg. *Bull. Serv. Cart. géol. Als.-Lor.*, t. 10, pp. 21-25.
- CAMEZ (T.), LUCAS (J.), MILLOT (G.), 1959. — Minéraux argileux interstratifiés dans certains sols et leur évolution. *Bull. Group. fr. Argiles*, XI, pp. 43-47.
- COLMET-DAAGE (F.), GUICHARD (E.), 1965. — Caractéristiques et classification des principaux sols du Val Jaguaribe Etat du Ceara, Brésil. *Cah. ORSTOM, sér. Pédol.*, vol. III, fasc. 1, pp. 3-20.
- COLMET-DAAGE (F.), GAUTHIEYROU (J. et M.), LAGACHE (P.), 1965. — Caractéristiques de quelques groupes de sols dérivés de roches volcaniques aux Antilles Françaises. *Cah. ORSTOM, sér. Pédol.*, vol. III, fasc. 2, pp. 91-121.
- COLMET-DAAGE (F.), GAUTHIEYROU (J. et M.), DELAUNE (M.) et al., 1967. — Caractéristiques de quelques sols d'Equateur dérivés de cendres volcaniques. *Cah. ORSTOM, sér. Pédol.*, vol. V, fasc. 1, pp. 3-37 et fasc. 4, pp. 353-392.

- DE KIMPE (C.), GASTUCHE (M.C.), BRINDLEY (G.W.), 1961. — Ionic coordination in aluminosilicic gels in relation to clay mineral formation. *Amer. Miner.*, 46, pp. 1370-1388.
- DE KIMPE (C.), GASTUCHE (M.C.), BRINDLEY (G.W.), 1964. — Low temperature syntheses of kaolin minerals. *Amer. Miner.*, 49, pp. 1-16.
- DE KIMPE (C.), HERBILLON (A.), FRIPIAT (J.J.), 1966. — Synthesis of analcite and clay minerals in relation to the reactivity of the starting materials. *Int. Clay Conf.* 2, 1966. Jérusalem, vol. 1, pp. 109-119.
- DELVIGNE (J.), 1965. — Pédogenèse en zone tropicale. La formation des minéraux secondaires en milieu ferrallitique. *Mém. ORSTOM*, n° 13. Paris, 178 p.
- FRIPIAT (J.J.), GASTUCHE (C.), 1961. — Réflexions sur les problèmes de synthèse. in : Genèse et synthèse des argiles. *CNRS. Colloques internationaux*, n° 105. Paris, pp. 207-210.
- GASTUCHE (M.C.), HERBILLON (A.), 1962. — Etude des gels d'alumine : cristallisation en milieu désionisé. *Bull. Soc. chim. Fr.*, pp. 1404-1412.
- GASTUCHE (M.C.), 1963. — The octahedral layer. *Nat. Conf. on clays and clay minerals*. 12. 1963. Atlanta, Georgia, pp. 471-493.
- CLENN (R.C.), NASH (V.E.), 1963. — Weathering relationships between gibbsite, kaolinite, chlorite and expandable layer silicates in selected soils from the lower Mississippi coastal plain. *Nat. Conf. on clays and clay minerals*. 12. 1963. Atlanta, Georgia, pp. 529-548.
- GRIM (E.R.), 1953. — Clay mineralogy. Mc Graw Hill, London, 384 p.
- HERBILLON (A.), GASTUCHE (C.), 1962. — Etude des complexes kaolinite-hydroxydes d'aluminium. Synthèse et genèse des trihydrates cristallisés. *Bull. Groupe fr. Argiles*, XIV, pp. 77-93.
- HEYSTEK (H.), 1955. — Vermiculite as a member in mixed-layer minerals. *Nat. Conf. on clays and clay minerals*. 4. 1955. Pennsylvania State University, pp. 429-434.
- JONES (L.H.P.), MILNE (A.A.), ATTWILL (P.M.), 1964. — Dioctahedral vermiculite and chlorite in highly weathered red loams in victoria australia. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, vol. 28, pp. 108-113.
- KELLER (W.O.), 1963. — The origin of high alumina clay minerals, a review. *Nat. Conf. on clays and clay minerals*. 12. 1963. Atlanta, Georgia, pp. 129-151.
- KLAGES (M.G.), WHITE (J.L.), 1957. — A chlorite like mineral in Indiana soils. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, vol. 21, pp. 16-20.
- KODAMA (HIDEOMI), KOARU (OINUMA), 1962. — Identification of kaolin minerals in the presence of chlorite by X-ray diffraction and infra-red absorption spectra. *Nat. Conference on clays and clay minerals*. 11, 1962. Ottawa, pp. 236-249.
- LAMOUREUX (M.), 1965. — Observations sur l'altération des roches calcaires sous climat méditerranéen humide. *Liban. Cah. ORSTOM, sér. Pédol.*, vol. 3, fasc. 1, pp. 21-42.
- MILLOT (G.), 1964. — Géologie des argiles. Masson. Paris, 494 p.
- PAWLUK (S.), 1962. — Characteristics of 14 Å clay minerals in the B horizons of podzolized soils of Alberta. *Nat. Conf. on clays and clay minerals*. II. 1962. Ottawa, pp. 74-82.
- PONCELET (C.M.), BRINDLEY (G.W.), 1966. — Experimental formation of kaolinite from montmorillonite at low temperature. *Techn. Report. N° 2. Pennsylvania State University*, 25 p, multigr.
- RICH (C.I.), 1960. — Aluminium in interlayers vermiculite. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, vol. 24, pp. 26-32.
- SEGALEN (P.), 1965. — Les produits alumineux dans les sols de la zone tropicale humide. *Cah. ORSTOM, sér. Pédol.*, vol. 3, fasc. 2, pp. 149-175 et fasc. 3, pp. 179-205.
- SEGALEN (P.), 1966. — Etudes des produits amorphes des sols à hydroxydes. *Cah. ORSTOM, sér. Pédol.*, vol. VI, 1, 105-126.
- TAMURA (TSUNEO), 1955. — Weathering of mixed-layer clays in soils. *Nat. Conf. on clays and clay minerals*. 4. 1955. Pennsylvania State University, pp. 413-422.
- TAMURA (TSUNEO), 1957. — Identification of the 14 Å clay mineral component. *Amer. Miner.*, 42, pp. 107-110.
- VAN MOORT (J.C.), DE KIMPE (C.), HERBILLON (A.), FRIPIAT (J.J.), 1966. — Néo-synthèse d'un interstratifié chlorite-montmorillonite à partir des produits d'altération de la montmorillonite. *Bull. Soc. fr. Minér. Cristallogr.*, LXXXIX, pp. 89-99.
- WEED (S.B.), NELSON (L.A.), 1962. — Occurrence of chlorite-like intergrade clay minerals in coastal plain, piedmont, and mountain soils of North Carolina. *Soil. Sci. Soc. Amer. Proc.*, vol. 26, pp. 393-398.
- WOODRING (W.P.), BROWN (J.S.), BURBANK (W.S.), 1924. — Géologie de la République d'Haïti. Trad. Delporte, Dept. Trav. publ., Port-au-Prince, 631 p.
- ZANS (V.A.), 1952. — Bauxites ressources of Jamaica and their development. *Colon. Geol. Miner. Resour.*, 3, pp. 307-333.
- ZANS (V.A.), LEMOINE (R.G.), ROCH (E.), 1961. — Genèse des bauxites caraïbes. *C. R. Acad. Sci.*, Paris, t. 252, pp. 3302-3304.

PLANCHE I



Photo 1. — Sol rouge avec minéral à 14 Å sans gibbsite ni boehnite — profil H 41 (voir page 357).



Photo 2. — Sol rouge à gibbsite et minéral à 14 Å — profil H 39 (voir page 361).

PLANCHE II



Photo 3. — Sol rouge à gibbsite — passage du sol rouge au calcaire — profil H 39 (voir page 361).



Photo 4. — Poches dans le calcaire sous des sols rouges à gibbsite — profil H 40 (voir page 381).

B)- HAITI PROFILS H 30 A H81

PAYS: HAITI

REGION: PUILBOREAU - MARMELADE

PROFIL NO H 30

Altitude: 1000 m

Roche Mère: calcaire dur éocène, mais il y a passage de roches volcaniques basaltiques dans la région - et on en remarque à 1 Km.

DATE: Janv. 1967

Pluviométrie: environ 2 m - nuageux -
Température : 20°

Modelé local: Pente assez forte - à 20 m du sommet d'une petite colline non dominée - donc pas d'apports colluvionnaires -

Drainage externe: Rapide

Végétation et cultures: Jardins - patate -

Lieu et paysage: Entre Puilboreau-Marmelade, à environ 4 Km de Puilboreau, au lieu dit FESSADE - Sur l'arête montagneuse qui sépare les versants Nord et Sud - Sommets calcaires déchiquetés émergeant d'une région ondulée avec quelques croupes de sols rouges épais, mais peu étendus en surface - et ayant un micro-relief plus uniforme - Les sols rouges semblent issus des calcaires, mais voisinant à quelques mètres des sols noirs - Ici, le sol est rouge profond, mais à 30 m sur le sommet de la butte c'est une rendzine noire sans différence visible du micro-relief - Probablement s'agit-il de sols rouges anciens érodés par place et laissant place à une altération actuelle de type montmorillonitique noir ou beige -

Les agriculteurs préfèrent les sols noirs qui, selon eux, restent plus frais que les sols rouges, quoique moins profonds -

PROFIL -

0 - 20 Brun rougeâtre - frais : IO R 4/8 - sec : 2,5 YR 4/6 - argileux - assez dur à l'état sec mais avec un fin recouvrement d'agrégats - structure à tendance polyédrique - avec faces angulaires - s'émiette bien - porosité moyenne - non adhésif -

20 - 150 Uniforme - rouge vif - sec : IO R 5/8 - frais : IO R 4/8 - argileux non adhérent mais très friable - s'émiettant en pseudo-sable à l'état frais - structure d'ensemble continue - faces angulaires luisantes avec revêtements d'argiles rouges - porosité faible - quelques points grisâtres argileux non calcaires - Le sol paraît plus compact, moins friable jusqu'à 50 cms, puis devient ensuite très friable - les racines se trouvent jusqu'à 40 - 50 cm

150 - 180 quelques petites taches grisâtres plus abondantes - mais au moins 80 % de sol rouge frais : IO R 4/6 - sec : 2,5 YR 5/8 - comme au-dessus - paraît un peu plus plastique - non adhérent - encore bien friable -
Le sol resterait frais toute l'année - ?

e) Montmorillonite + hématite + quartz + traces de boehmite (lx. III)

Echantil- lon No	Profond- eur cms	Hori- zon	Argile Limon Sables %					Ka. Or. x172 Z	C %	N mg %	C/N
			%	%	%	%	%				
a	0 - 30										
b	50 - 70		73,3	14,8	2,5	0,16	0,2			322 84	
c	150 - 180		63,3	18,3	5,3	3,3	0,6			61	

No	Bases échangeables mé.p.100				C sol	T	V %	Taux argile sur sol	eff	pH eau
	Ca	Mg	K	Na						
a	11,5	3,9	0,30	0,31		32		54,9	-	5,6
b	3,6	2,9	0,24	0,26		36		46,8	1	5
c	4,1	2,8	0,27	0,26		-				4,9

No	Zanjan	Perdue	SiO ₂ %	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	Total	S.O ₂ %	S.O ₂ %
argile	8,30	12,6	34,78	13,5	18,5	0,92	2,17	0,91	1,32	0,31	99,3	4,38	2,32

Type de sol: Sol ferrallitique friable -

PAYS: HAITI

REGION: PUILBOREAU-MARMELADE

PROFIL N° H 31

Altitude: 1000 m

DATE: Janv. 1967

Roche Mère: calcaire dur éocène, mais il y a passage de roches volcaniques basaltiques dans la région - et on remarque à 1 Km -

Pluviométrie: environ 2 m - nuageux -

Température : 20°

Modelé local: Pente moyenne, mais plus forte au-dessus - à environ 100 m du profil H 30, mais de l'autre côté de la colline - rendzine noire très peu profonde plus haut sur l'arête et le sommet de la colline - très caillouteux avec quelques affleurements de roches calcaires - Ici, Drainage externe: Rapide - pente un peu plus faible, sol plus profond -

Végétation et cultures: Patates douces à jardins -

Lieu et paysage: Entre Puilboreau-Marmelade, à environ 4 Km de Puilboreau, au lieu dit FESSADE - Sur l'arête montagneuse qui sépare les versants Nord et Sud - sommets calcaires décaquetés émergeant d'une région ondulée avec quelques croupes de sols rouges épais, mais peu étendus en surface - et ayant un micro-relief plus uniforme -
- Ici, vertisol, mais rendzine sur la colline quelques mètres plus haut et sols rouges à quelques dizaines de mètres sur la butte voisine - profil H 32 -

PROFIL -

- 0 - 15 Argileux noir - sec : 2,5 Y 3/2 - frais : 10 YR 3/2 - très dur sec - fendillé, massif avec masque grumeleux friable - structure polyédrique grossière - porosité importante - micropores de 1 à 2 mm - faces subangulaires non luisantes - le sol humide est plastique et adhérent - rares débris calcaires, sauf quelques blocs de 10 à 20 cms, provenant de la crête de la butte -
- 15 - 25 Argileux - grisâtre beige - compact massif - adhérent - plastique - racines encore importantes -
- 25 - 40 Argileux - massif - structure continue - à l'état humide, plastique et adhérent - vertisol jaune uniforme - sec : 10 YR 5/8 - frais : 10 YR 5/6 - pas de sables visibles - rares veines un peu plus claires ou légèrement rougeâtres - frais : 5 YR 5/6
- 40 - 80 Argileux - semble moins adhérent - structure continue jaune mais avec des taches grisâtres et rougeâtres plus abondantes - bigarrures - matériau plus friable - moins cohérent quoique encore bien plastique - pas de minéraux visibles -

1) Mouillabilité et un jeu de granulité à l'usage de Boehmit

Echantil- lon N°	Profond- eur cms	Hori- zon	Argile		Sables %	Na. Or. x172 Z	C %	N %	C/N
			Limón	%					
a	0 - 15								4,45
b	25 - 40								1,48
c	70								1,8

NO	Bases échangeables mé.p.100				g. sol S	T	V %	Targile sec. sec	pH / eau
	Ca	Mg	K	Na					
a	39,4	3,5	0,27	0,26		53		-	7
b	35,7	3,5	0,30	0,38		52	64,8		6,5
c	34,3	3,5	0,30	0,48		-			6

NO	Fe	Al ₂ O ₃	SiO ₂	CaO	MgO	TiO ₂	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	Total	P ₂ O ₅ %	P ₂ O ₅ %
a	10,43	6,96	46,36	15,5	11,0	0,80	3,72	2,56	0,88	0,38	98,55	5,06	3,48
<p><i>acide</i> 6,50</p>													

Type de sol:

PAIS: HAÏTI
 Altitude: 1000 m
 Roche Mère:

REGION: PUILBOREAU-MARIELADE

FICHIL N°H 32-33-34

DATE: Janv. 1967

Pluviométrie: Voisin de 2 m

Modelé local: Fortes pentes

Drainage externe: Rapide

Végétation et cultures: Jardins -

Lieu et paysage:

H 32 - A quelques dizaines de mètres de H 31 sur une pente forte - terrain entamé par érosion
 Colline de sols rouges sur calcaire dur blanc - affleurant par place -
 Ici, le sol est rouge sur environ 50 cms - sec : 2,5 YR 6/8 - frais : 10 R 4/8 -
 adhérent humide - uniforme, mais paraissant plus beige en surface - sec : 10 YR 5/3
 frais : 10 YR 3/3 - peu adhérent - à l'état sec le sol est très léger et les niveaux
 de surface seraient très peu fertiles -
 Pas de transition entre le sol rouge et le calcaire dur blanc - le passage est brutal

H 33 - Passage volcanique - la coulée de basalte à olivine et calcite est bien visible sur
 quelques centaines de mètres -
 Les sols sont rouges sur 2 à 3 mètres d'épaisseur - sec : 2,75 YR 6/8 - et humidité 4/8
 puis c'est un épais niveau de basalte altérée - de teinte rougeâtre avec de nombreu-
 ses plaquettes altérées de basalte et enfin de basalte fissuré beige verdâtre avec
 quelques morceaux durs à grains très fins -

H 34 - Sur le calcaire - auprès d'une grande falaise calcaire - Le sol est rouge - sec :
 5 YR 4/4 - frais : idem - peu épais : 20 à 30 cms ou moins, mais le calcaire est
 entaillé par des alvéoles remplies d'argile rougeâtre - qui paraît peu grasse &
 L'échantillon H 34 a été prélevé dans les alvéoles du calcaire dur - sol sec rouge
 mêlé de graviers calcaires -

32a Montmoullouite - un jeu de boehmite - quartz

32 b: Montmoullouite - quartz - un jeu d'hématite

33 - Montmoullouite - metachalcopyrite - hématite - un jeu de goethite

34 - Montmoullouite - gibbsite - boehmite - quartz - un jeu de minéraux 7700 (le sol de H 32 a)

Echantil- -lon N°	Profond- -eur cms	Hori- -zon	eau	Argile		Limon			Sables %		Ma-Or. x172 Z	C %	N mg %	C/N
				%	%	20-60	60-100	fin	gross	très gross				
H 32 a	0 - 10		9,8	65,3	19,8	6	1,2	0,2					277	
b	30 - 50												75	
H 33	sol rouge		5,9	24,8	27	14	18,1	14,3					19	
H 34													198	

No	Bases échangeables mé.p.100				g. sol	T	V %	Taux de eau	pH / eau
	Ca	Mg	K	Na					
32	17,8	5	0,35	0,17		37,5		57,3	5,7
33	25,5	4,4	0,32	0,26		64		53,5	5,4
34	0,32	4,1	0,18	0,31		30		32,3	5,6
	45,1	3,6	0,32	0,19		68		63,0	8,2

Type de sol:

PAIS: HAÏTI
 Altitude: 800 m
 Roche Mère: Calcaire -

RÉGION: PUILBOREAU

PROFIL N° H 35
 DATE: Janv. 1967

Pluviométrie: 2 m

2.11.67

Modelé local: Forte pente - mi-pente de versant -

Drainage externe: Rapide

Végétation et cultures: Jardins et friche après cultures

Lieu et paysage: Forte pente dominée à 200 m environ par une grande falaise calcaire -
 En descendant de Pulboreau vers Plaisance -

PROFIL -

- 0 - 10 Argile brune foncée - sec : 5 YR 3/4 - frais : 5 YR 4/4 - structure massive - sol très compact - gras - très dur sec - adhérent humide - avec un masque friable en surface - nombreux graviers et cailloux calcaires en surface -
- 10 - 30 Argile brune - moins foncée - sec : 7,5 YR 4/4 - un peu plus clair humide - adhésive - remplissage entre des blocs calcaires fissurés - très abondants et - difficilement creusable -

*b) Montmorillonite - gibbsite - boehmite - goethite
 avec Minéral à 7M° (Kocumb. Chloate)*

Echantillon N°	Profondeur cms	Horizon	Argile		Limon		Sables %		Mn. Or. x172 %	C %	N mg %	C/N
			%	%	%	%						
a	0 - 10										192	
b	25 - 30										324	
No	Bases échangeables Ca	Mg	K	mé.p.100 Na	g sol S	T	V %	Argile recan				pH / eau
a	46,7	1,75	0,36	0,19		54						8,1
b	44	0,23	0,27	0,17		54		62,0				8,1
No												

Type de sol:

PAIS: HAÏTI
 Altitude: 800 m
 Roche Mère: Calcaire

RÉGION: FUILBOREAU

PROFIL N° H 36
 DATE: Janv. 1967

Pluviométrie: 2 m

D x 1171

Modelé local: Forte pente - mi-pente de versant -

Drainage externes: Rapide

Végétation et cultures: Friches après cultures -

Lieu et paysage: A côté de H 30 - dominée par une grande falaise calcaire à 2000 m -
 En descendant de Fuilboreau vers Plaisance -

PROFIL -

- 0 - 15 Argileux - brun foncé - sec : 10 YR 4/3 - idem frais - assez compact - mais s'émiette assez bien - peu plastique - peu adhérent - structure continue - porosité faible - sous-structure à tendance angulaire - pas de débris calcaires non effervescent avec HCl -
- 15 - 40 Brun jaunâtre à jaune - sec : 5 YR 5/8 - idem frais - argileux - assez compact - structure continue - sous-structure polyédrique à faces angulaires luisantes - moyennement friable - plastique - humide - quelques nodules ferro-manganiques noirs de 1 à 2 mm -
- 40 - 80 Idem, mais plus friable - s'émiette aisément - plastique mais peu adhérent à non adhérent - structure continue - uniforme - pas de concrétions noires -
- 80 - 150 Idem, mais légères taches brun rougeâtre diffuses et brun jaune sale - pas de minéraux visibles - humide, s'émiette assez bien - quoique assez compact et plastique - un peu gras -

*b) chlorite avec probablement un peu de vermiculite - (g rempli) = 100°
 bochimé any important (H10 n°)
 hema G4
 gneiss important*

Echantil- -lon N°	Profond- -eur cms	Hori- -zon	Argile		Limon			Sables %			Na-Ox. x172 Z	C %	N mg %	C/N
			%	%	%	%	20-30	50-200	200-2000					
a	0 - 15												285	
b	30 - 60		79	8,3	3,2	0,7	0,4						210	
c	130												126	
No	Bases échangeables mé.p.100				σ _s sol	T	V %	Fargile en eau					pH / eau	
	Ca	Mg	K	Na										
a	26	1,15	0,14	0,12		39								6,7
b	21,3	1,38	0,10	0,12		36,8		66,3						6,9
c	35	1,24	0,23	0,23										7,4
N°														
a														
b														
c														

Type de sol:

PAYS: HAÏTI

RÉGION: PUILBOREAU

PROFIL N° H 38

Altitude: 900 m

Roche Mère: Calcaire avec présence fréquente de gros cristaux de calcite

DATE: Janv. 1967

Pluviométrie: 2 m

Modelé local: Pente modérée - régulière

Drainage externe: rapide

Végétation et cultures: Friches et Jardins - patates

Lieu et paysage: Plateau ondulée entre deux falaises calcaires de plusieurs dizaines de mètres de hauteur - donc drainage interne excellent - pas d'accumulation d'eau en profondeur - La zone se présente comme un amphithéâtre dont les gradins seraient situés près du rebord de la falaise inférieure et dont la scène serait au pied de la falaise supérieure où l'eau s'en-gouffre dans un puisard - Le sol est rouge uniforme, d'une profondeur variable sur les pentes régulières, mais très peu profonds sur le rebord avec des affleurements de calcaire déchiqueté par l'érosion en formes d'ardoises - entre lesquelles on trouve de l'argile rouge épars - Le profil a été relevé sur la pente, à mi-pente -

0 - 50 Argile rouge brun - très friable - sec : IO R 4/6 - frais : 2,5 YR 3/4 plus foncé - pulvérulent - structure continue uniforme - porosité faible - peu de pores visibles - ni plastique, ni adhérent - racines bien réparties - sec en surface - peu dur - humide dès 30 Cms - sous-structure à peine angulaire, plutôt inexistante - poudreuse -

Au pied de la falaise -

H 37 - Argile rouge 5 YR 4/6 - de quelques cm d'épaisseur entre des blocs de calcaire -

H 43 - Argile très légère, rose - certainement très calcaire - prélevée dans des poches du calcaire - zone d'altération -

37) Mont murelle (leaves minuscule à 7H) - grolle - un peu de burland

38b minéral à 140° = chlorite ? intercalée avec vermiculite - de chlorite - bréchet, grolle, lamella en quatuorles sur pointes un peu de grolle -

43) Mont murelle - un peu de burland - un peu de grolle -

Echantil- -lon N°	Profond- -eur cms	Hori- -zon	eau	Argile Limon			Sables %			Na-Ox x172 Z	C %	N mg %	C/N
				%	%	%	20-50	50-75	75-100				
H 38 a	0 - 10												
	30 - 40		81	83	5	1,9	1,1	2,9			141		
H 37											52		
H 43											14		
No	Bases échangeables mé.p.100				C.sol G S	T	V %	Teneur eau				pH / eau	
	Ca	Mg	K	Na									
2	10,3	3,2	0,25	0,07		25						6,7	
2	7	<0.1	0,08	0,07		16		1,9				7,4	
37	42.9	0.1	0,24	0.14		31		62,5				8,2	
43						7,6						8,8	
No													

Type de sol:

PAYS: HAITI

REGION: KESCOFF FURCY

PROFIL N° H 39

Altitude: 1000 m

Roche Mère: Calcaire cristallin - très dur et fendillé avec formes de dissolution au contact de l'argile -

DATE: Janv. 1967

Pluviométrie: 1500 mm

Modelé local: Forte pente 60 ‰ - presque en sommet - pente plutôt convexe -

Drainage externe: excessif -

Végétation et cultures: Pâturage à cynodon dactylodon ras -

Lieu et paysage: 2 Kms environ au-dessus de Kescoff, presque en sommet de colline dominant toute la plaine du cûl de sac - Au-dessus, mais séparé par un léger thalweg ou par la route, vaste plateau en pente concave avec des sols rouges de J à plusieurs mètres d'épaisseur - au-dessus du calcaire dur - sols sans doute en partie colluvionnés - Ici, les sols sont courts, très rouges et le calcaire blanc apparaît par place - voir photo -

PROFIL H 39 -

- 0 - 20 Argile d'abord brun jaune, très légère sèche et extrêmement poreuse - petits pores légères fissures -
- 20 - 60 Argile rouge - peu fissurée (sol paraissant peu humide) - structure d'ensemble continue - sous-structure à tendance polyédrique - faces subangulaires - s'émiette bien entre les doigts en petits agrégats - non plastique frais - non adhérent - frais, s'écrase en pseudo-sables sans changer de couleur - pas de revêtement - pas de sables ni de graviers visibles -
Transition brutale avec le calcaire fissuré et aux formes irrégulières - quelques blocs épais dans l'argile dès 50 cms -
- 60 Dans le calcaire fissuré, on trouve de l'argile rouge entre les blocs - analogue, mais paraissant non friable - légèrement adhésive, humide - placages d'argile de quelques mm à 1 cm par endroits - intéressant surtout les 10 à 20 premiers cms de calcaire (a été pris entre les blocs au couteau) -

H 40 - Juste au-dessus du village de Kescoff dans la partie plus en pente, située à quelques dizaines de mètres en-dessous du profil H 39 - dans un talus de la route, fraîchement ravivé par les terrassiers, on a prélevé de l'argile rouge incluse dans de petites poches de calcaire dur, à plus de 2 m en-dessous du niveau de séparation des sols rouges et du calcaire - Aucune fissures n'étant apparentes et le calcaire paraissant bien compact à l'endroit du prélèvement, on peut penser qu'il n'y aurait pas eu d'entraînement à partir de l'épais sol superficiel... mais peut-on en être sûr... Le calcaire est par endroits *subépisé* avec de petites lamelles argileuses et des poches de quelques cms au plus - l'argile est rouge brun, un peu plastique et poreuse -

Echantillon N°	Profondeur cms	Horizon	Argile Limon		Sables %		Na. Or. x172 Z	C %	N mg %	C/N
			%	%	%	%				
H 39 a	0 - 10								196	
b	30 - 50								142	
c	60 - 70								296	
H 40									134	

No	Bases échangeables mé.p.100				C. sol %	T	V %	pH / eau
	Ca	Mg	K	Na				
39 a	1.76	<0.1	0.06	0.02		24		5.4
b	0.6	<0.1	0.04	0.02		21		5
c	24.9	<0.1	0.11	0.07				8.3
40	41.8	0.14	0.14	0.12		41.3		8.3

No									

Type de sol:

a) *chlo. le 2 (idem 38)*
arg. br. et hum. calc. / arg. br. - granule

b) *chlo. le 2 (idem 38)*
arg. br. et hum. calc. / arg. br. - granule

PAYS: HAÏTI
 Altitude: 500 m
 Roche Mère: Calcaire dur cristallin -

RÉGION: LA BOULE - BOUTILLERS

PROFIL N° H 41-42
 DATE: Janv. 67

Pluviométrie: 1000 mm

Modelé local: Fortes pentes -

Drainage externe: excessif

Végétation et cultures: Jardins à patates et friches -

Lieu et paysage: au-dessus d'une grande carrière de calcaire avant d'arriver à BOUTILLERS en montant vers LA BOULE -

H 41 - Sol rouge de 3 m d'épaisseur dont on voit la coupe au-dessus de la carrière et qui paraît remplir une micro-dépression dans le calcaire de quelques mètres de largeur - Sol d'abord brun rouge, puis rouge sur 2 m et enfin rouge un peu plus clair tirant légèrement sur le jaune -

Structure continue - sol friable s'émiettant aisément en fins agrégats -

Le contact entre l'argile et le calcaire dur est brutal - sans niveau de transition - on remarque quelques poches d'argile dans le calcaire -

H 42 - Quelques dizaines de mètres au-dessus de l'endroit où a été relevé ce profil, la colline est très en pente et érodée -

Les sols rouges sont très peu épais (10 à 20 cms) et le calcaire dur avec ses formes de dissolution conchoïdales, affleure presque partout - Le sol rouge paraît à l'état sec très léger - On observe de nombreux petits nodules calcaires et des graviers -

Le sol est peu compact mais paraît un peu gras avec des faces subangulaires - Sol travaillé et planté en patates douces -

41 - Chloite avec interstratifié vermiculaire - (uniquement 1500)
 une grande quantité
 limonite importante

42 - Chloite avec interstratifié vermiculaire (uniquement 1500)
 traces de goethite
 limonite

Echantillon N°	Profondeur cms	Horizon	eau	Argile		Limon			Sables			Ca-Ox x172 %	C %	N mg %	C/N	
				%	%	%	%	%	%	%						
H 41			74	86,5	6,8	2	0,1	0							156	
H 42															308	
No	Bases échangeables mé.p.100				C sol	T	V %									pH / eau
	Ca	Mg	K	Na												
41	15,4	0,14	0,06	0,07		24										7,5
42	43,5	0,14	0,25	0,14		49										8
No	Eau	Mg	Ca	K	Na	S	T	V %								
41	13,04	0,15	35,99	23,00	15,50	1,32	0,63	0,94	0,70	0,12	0,32	2,10	156			
	4,5															

Type de sol:

Formations andésitiques et basaltiques surmontées de calcaires

Ech.21 et 22: Juste au Nord du col de Puilboreau à 900 m d'altitude. Fortes pentes avec des roches calcaires éparses. Les sols sont noirs en surface puis rouges à plus de 20 cm de profondeur. Sols très humides - pluies abondantes et fréquentes. Les sols sont probablement issus de calcaire car il n'y a pas trace de volcanisme jusqu'au sommet de l'arête

Ech.21 : en bordure d'une petite ravine : sols paraissant déjà kaoliniques épais du type ferrisol ou ferrallitique avec légères veines jaunes

22 : A quelques mètres du précédent endroit. Sols encore gras adhésifs partie érodée, rougeâtre. En général on observe un niveau superficiel plus noir fendillé, grumeleux sur 10 cm

23 : Quelques centaines de mètres plus bas au pied d'une falaise calcaire. Argile très rouge d'éboulis, un peu gras, mais très friable en surface. Il ne semble pas qu'il y ait du volcanisme jusqu'à la crête. Le calcaire apparaît dès 50 cm avec des poches d'argile rouge

Ech.24 : Après le village de Plaisance à 2 ou 3 km. Formations volcaniques dures en coulées avec des passages très altérés, rougeâtres sur plusieurs mètres d'épaisseur. Végétation de fougères - sols très érodés - cultures des régions humides café etc..

Sols rouges argileux friables non adhésifs type ferrallitique acide
Prélèvements de 0 à 20 cm dans une partie érodée (horizon B)

Ech. 25 : 6 km après Plaisance, lieu dit Bédorette. Coulées volcaniques - végétation de bananiers, caféier, arbre à pin. Fortes pentes. Sur une petite butte - profil érodé avec abondant cailloutis.

0-60 : rouge argileux, friable - structure polyédrique - non adhésif
60-100 : rouge-jaune - paraît plus collant - beaucoup de roches
Ferrisols acide, peut être un peu montmorillonitique.

VALLEE DE L'ASILE

Ech. 8 : Dans la vallée - passages calcaires - peu accidentés - jardins
Argile noire montmorillonitique - bien grasse - reposant à 30 cm sur une argile beige - calcaire crayeux, tendre en profondeur

Ech. 9 : A proximité - passage volcanique - sol rouge et argileux avec quelques veines jaunâtres à évolution ferrallitique. Quelques roches et cailloux non calcaires dès 50 cm.

VALLEE DE CAVAILLON

Ech. 6 : Sols alluviaux. Habitation Clonard vers Mauiche près de la rivière terrasse doucement ondulée - bananes et pois d'Angole
Sols légers limoneux très bien structurés mais durs à creuser (sec) beige jaune - blanchis en séchant (Ech. 0 à 15)

Ech. 7 : Plus haut en se rapprochant de la montagne les piétons ont des sols rougeâtre avec de nombreux caillaux (Ech. 7) paraissant peu calcaires.
Au pied des montagnes on rencontre des rendzines.

	pH				T			
21	7.3				52			
22	7.9				41			
23	7.7				27			
24	5.2				10			
25a	6.2				16			
25b	6.3				21			
6	7.0				25			
7	7.6				29			

21	0.5	
22	0.7	
23	0.2	
24	0.7	
25	0.5	
26	1.3	
27	1	
28	4	
29	407	

Plateau de Rochelois - exploitation de bauxite.

Sols rouges de 3 à 4 m d'épaisseur. Prélèvements dans un talus exploité à la pelle mécanique

Ech. 1a - vers 2 m de profondeur et à au moins 2 m au-dessus du calcaire tendre sous jacent. Argile rouge friable ferrallitique, peu collante.

Ech. 1b - au même endroit mais à 1 m au-dessous du calcaire. Quelques débris calcaires. Argile rouge nettement plus adhésive et structurée.

PLAINES d'AQUIN

Ech. 2 - Près du carrefour 44 à 3 km environ de la mer. Vaste plaine. Zone plate. Taches salines à efflorescences en surface. Très salé au goût. Végétation éparse.

0-40 cm argile noire grasse mais s'émiettant assez bien. Très fissurée et craquelée en bordure de la route. Nombreuses taches de plusieurs mm blanche, molle, souvent en tubés dans les trous de racines. Argile floculée par le sel - sol humide

40-60 cm. Davantage brun beige encore assez foncé - adhérent - argile montmorillonitique (Grande Terre) avec tache blanche - pas de minéraux visibles - humide - bien gras.

Ech. 2a = 10 à 20 cm 2b = 60 cm

Ech. 3 - Près du carrefour 44 zone apparemment peu salée
Argile très noire compacte, sèche, avec des faces anguleuses. Structures polyédriques - pores assez abondants - pas de minéraux visibles (Grande Terre) Ech. 3a = 10 à 20 cm

Ech. 4 - Avant le carrefour 44 Vers Fonds des Nègres donc plus loin de la mer. Lieu dit Maseilla - Les sols ne sont pas salés jusqu'à la Montagne.

Belle terre franche, noire sur 20 cm puis beige brun - limono argileux - très bien structurée - friable. Ech. - surface

Ech. 5 - Sud Vieux Bourg d'Aquin. Champ de tabac. En se rapprochant de la mer, les sols sont salés avec des cultures de sisal. (sols très noirs, craquelés, reposant sur des argiles beiges, grasses, adhésives.

Sols bruns très foncés, friables en surface, légèrement fissurés sur 5 à 10 cm - couche gommeuse travaillée. (Ech.). Plus en profondeur au-delà de 10 cm l'argile est brune, grasse, dure.

PORT-SALUT

Ech. 10 : A 3 km environ de Port-Salut. Collines de calcaire tendre érodées - Les sols sont très crayeux blanchâtres et très mêlés de cailloux buffeux sur 10 cm. - Rendite blanche - petit mile

Echantillon en surface

	pH	Ca	Mg	K	N _{tot}	S	Γ		PKS	PKS	
									g/kg	g/kg	
1a							10			1	
1b							6		3,8		
2a	7,9						65		42	162	
2b	8,3						57		13	56	
3	8,3						59		9	112	
4	8						60		77	260	
5	7,6						63		4	333	
10				1,01			36		5,1	2,1	280

- Ech. 11 - Sol + canne Un peu au Nord de l'aérodrome vers Camp Perrin.
Argile noire, grasse, assez friable (Grande Terre) montmorillonitique
Ech. = 0-20 cm
- Ech. H 12 - Sol + canne Après l'usine centrale Dessaline Canne en très mauvais état, 1 m de hauteur - feuilles étroites jaunes vertes. - sols frais
0-30 : argile très noire, bonne structure polyédrique à granuleuse, un peu gras.
- Ech. H 13 - Sol Au bout de la piste d'aviation. Petit mil
0-30 : argile noire et légèrement rougeâtre sur le conglomérat calcaire dur.
- Ech. H 14 - Sol + canne Un peu au Sud de Laborde dans des jeunes cannes
0-30 : argile brun noire polyédrique - sol assez frais
- Ech. H 15 - Sol + Canne Carrefour Formon - chez Mme ISRAEL Simon Lacorrière - Route des Cayes à Torbeck. Cannes de 175 m à feuilles étroites, sauf sur certaines tiges où elles ont un aspect normal. Jamais d'engrais.
0-30 : argile noire - un peu limoneuse - poreux - sous structure polyédrique s'émiettant aisément - structure d'ensemble fondue (éch. = 0-20 cm)
30-50 - argile avec limon et sable fin. Ensemble relativement peu compact. Quelques taches jaunes.
- Ech. H 16 - Sol + Canne Route de Torbeck vers Jauge. A 200 m de la grand route. Canne médiocre à feuilles étroites de 4 à 5 mois. Hauteur 172 m. Tallage correct - rejets - grandes pièces
0-30 : limono argileux, noire à brun noir - s'effrite bien - poreux - structure à tendance polyédrique - pores assez abondants - nombreuses racines -
30 limono-argileux beige
- Ech. H 17 - Sol + Canne Habitation Redon - chez M. Darius Lutin qui possède 20 carreaux de cannes à sucre. Ici 3ème rejeton. Canne coupée en Mai 1965 avec des pluies qui ont durées jusqu'en Janvier 1966. Cannes hauteur 2 m. presque pas de tiges mais surtout des feuilles avec des limbes assez larges normal. Jamais d'engrais. Variété PP Kuka (canne de Cuba) qui a remplacé les POJ
0-30 : argile brun noire assez compacte - très poreuse - assez dure - un peu gras mais avec un peu de limon - faces anguleuses. (éch. 0-20)
30 : argile limoneux beige poreux.
- Ech. H 18 - Sol + Canne Route Ouest bois Landry. Champs de cannes de 1,2 m plantées en Mai 1965 mais déjà coupées une fois pour être mangées. Tallage moyen de 7 à 8 tiges - feuilles bien vertes à limbes larges dans l'ensemble. Plantation bien écartée à environ 1,5 m avec en plus des pois d'Angole. Précédent culturale : manioc et jardin
0-60 : limoneux un peu argileux - beige foncé - bien friable entre les doigts - peu cohérent - structure polyédrique - terre franche - raffut plus argileux en surface - très poreux - gros pores. (Ech. = 0-20)
- Ech. H 19 - Sol + Canne Route carrefour Citadelle vers Picot - Castel Fère Champs de cannes coupées en Mars 1965 puis recouées il y'a 3 mois. 4ème rejeton - très faible végétation - feuilles très étroites de couleur d'ensemble vert-jaune avec décoloration du bord du limbe - sol bien frais.
0-30 : limono argileux - frais - bonne terre franche s'effritant bien - poreux facile à travailler - brun noir (Ech. 0-20)
30 beige jaune - limono sableux.

Feuilles de Canne

	pH	Ca	Mg	K	Na	S	T	%					p.p.m.			
								C	H	N	P	mg	12	12		
11	7.7			0.28			41								2	2
12	7.5			0.44			52	1.44	0.153	1.265	0.378	0.228			20	40
13	7.8			0.36			29								18	31
14	7.5			0.56			36								5.6	6
15	8			0.15			29	1.470	0.276	1.000	0.502	0.152			3.8	5
16	8.1			0.15			32	1.120	0.191	1.075	0.622	0.115			3.2	5
17	7.9			0.15			36	1.232	0.152	1.430	0.506	0.121			4	7
18	8			0.31			32	1.746	0.198	1.530	0.682	0.121			4	5
19	8			0.15			27	1.704	0.141	1.175	0.687	0.055			3.6	5

PAYS: HAITI

REGION: FURCY-BROUETTE

PROFIL N° H 51

Altitude: 1600 Mètres

DATE: 29/4/67

Roche Mère: Sur assises volcaniques fortement altérées de la série basaltique allant de FURCY à OBLEON

Pluviométrie: En moyenne 1800 à 2000 mm, plus ou moins nuageux par moments

Température: ± 20° centigrade

Modelé local: Crête dénudée séparant deux versants à très forte pente et non influencée par les apports colluvionnaires éventuels -

Drainage externe: Normal

Végétation et cultures: Pins isolés - légumes récemment récoltés -

Lieu et paysage: BROUETTE - terminus de la route carrossable en direction de JACMEL

Site intensément cultivé et très érodé d'où n'émergent que quelques arbres isolés -

Sol argileux à profil tronqué très mince formé par altération d'un substrat volcanique -

PROFIL H I -

0-0-5 18° 24' x 72° 17'

0 - I5 H I/I Matériau sec apparemment humifère - brun rouge 5 YR 4/8 sec et humide -
Texture argileuse - structure polyédrique sub-angulaire stable - consistance ferme - porosité faible -

Réaction à HCl nulle -

Développement racinaire peu abondant et irrégulier -

TRANSITION DISTINCTE

I5 - 50 H I/2 Matériau frais - rouge assez vif 5 YR 5/8 sec - 5/6 frais - texture argileuse - structure polyédrique subangulaire - consistance friable - présence de débris fortement altérés de roches basaltiques - racines de plus en plus rares -

Angle R. Metachalozite
hematite
un peu de goethite et de gibbsite

Echantillon N°	Profondeur cms	Horizon	eau %	Argile %	Limon %	Sables %	20-50	50-200	200-2000	Na-Ox %	C %	N %	C/N
a	0-15		12,5	50,0	19,3	7,7	4,3	1,2	3,05			1,77	
b	15-50		17,0	44,3	17,7	7,1	6,9	5,9	1,06			62	
c													
No	Bases échangeables mé.p.100				g. sol	T	V %					pH	pH /
	Ca	Mg	K	Na	S		5/100					KCl	eau
a	3.74	3.86	0.23	0.12	8,00	37	21					4,5	5,4
b	1.76	4.04	0.05	0.19	6,00	38 36	16					4,3	5,3
No	pF	pF	pF										
	2,5	3	4,2										
a	x	x	x										
b	x	x	x										

Type de sol:

PAYS: HAÏTI REGION: FURCY
 Altitude: 1600 Mètres
 Roche Mère: Sur basaltes fortement altérés

PROFIL N° H 52
 DATE: 29/4/67

Pluviométrie: 1800 mm à 2000 mm - temps nuageux -

Modelé local: Petit plateau uniforme, ne recevant pas d'apports extérieurs -

Drainage externe: Normal

Végétation et cultures: Eucalyptus et pins épars -

Lieu et paysage: A l'entrée du centre rural de FURCY et à une vingtaine de mètres au Nord du dispensaire -

Sol latéritique rouge montrant peu de différenciation d'horizons, relativement profond et protégé localement par un couvert végétal assez dense de cynodon dactylon et de paspalum conjugatum. Coes: 1° 25' x 72° 13'

PROFIL H 2 -

0 - 25 H 2/1 Matériau sec et dur, de couleur brun rouge 5 YR 4/4 sec et frais -
 texture argileuse - structure à tendance granulaire - consistance très ferme - porosité faible -

Réaction à HCl nulle -
 Développement racinaire médiocre

Traces blanchâtres de débris organiques décomposés
 Rares fragments de roches basaltiques très altérés -

TRANSITION DISTINCTE

25 - 125 H 2/2 Matériau frais - rouge vif 5 YR 5/8 sec - 4/8 frais - texture argileuse -
 structure polyédrique subangulaire stable - consistance ferme plastique à l'état frais - Enracinement moins abondant -
 A 125 cm, substrat volcanique partiellement altéré -

*2) meta halloysite
 probablement un gisement de montmorillonite
 goethite
 un peu de gibbsite*

Echantil- -lon N°	Profond- -eur cms	Hori- zon	eau hygro	Argile %	Limon %	Sables % 20-50	50-200	200 2000	Ma.Or. x172.2	C %	N mg %	C/N
a	0-25		7,9	51,3	20,0	19,0	4,0	3,6	3,85		2,94	
L	50-100		12,3	54,5	19,8	8,6	3,6	1,3	1,31		76	
No	Bases échangeables mé.p.100				g.sol	T	V %	pH		pH / eau		
	Ca	Mg	K	Na	S			total	mg %			
a	1.76	0.51	0.27	0.10	2.64	22		156		4,5	5,0	
b	0.11	0.51	0.07	0.12	0,80	22				4,2	4,6	
No	2,5	3	4,2									
a	x	y	x									
b	x	x	x									

Type de sol:

PAYS: HAÏTI REGION: FURCY - SOURCAILLES
 Altitude: 1.550 mètres
 Roche Mère: Volcanique - basalte partiellement altéré -

PROFIL N° H 53
 DATE: 29/4/67

Pluviométrie:
 Température : ± 20° centigrade
 Modelé local: Petite crête dégagée bordant la route avec une légère inclinaison vers le Sud, mais non dominée par le milieu avoisinant -
 Drainage externes: Bon
 Végétation et cultures: Eucalyptus - pins

Lieu et paysage: Au lieu dit Sourcailles, en bordure de la route conduisant au centre rural de FURCY, à environ 500 m au Nord-Est du village - l'argile d'un rouge très vif s'étend sur une bonne profondeur et, selon toute apparence, semble développée au départ de l'altération du basalte en place. Coords: 28° 26' - 77° 18'

PROFIL H 3 -

0 - 25 H 3/I Matériau un peu frais, dur à l'état sec avec fentes de retrait - I cm brun rouge 2,5 IR 4/6 sec et 3/6 frais -
 Texture argileuse - structure polyédrique subangulaire stable - consistance ferme - plastique à l'état humide - bon développement racinaire - traces blanchâtres d'éléments organiques décomposés - débris anguleux de roches volcaniques -

TRANSITION DISTINCTE

25 - 170 H 3/2 Matériau plus frais - légèrement fendillé - rouge très vif IO R 4/8 sec et 4/6 frais -
 Texture argileuse - structure polyédrique subangulaire friable (revêtements d'argiles ou coatings très nets sur les parois des agrégats) -
 170 cm et plus, fragments de roches plus ou moins altérées -

*2) metahalloysite
 goethite
 kernalite
 traces de gibbsite*

Echantil- -lon N°	Profond- -eur cms	Hori- zon	eau hygic	Argile %	Limons %	Sables %	20-50 %	50-200 %	200-2000 %	Ma.-Or. x172 Z	C R %	N mg %	C/N
a	0-25		13	58,5	17,3	6,8	1,8	0,6	2,70			15,7	
b	25-170		16	58,0	17,0	6,4	1,5	0,45	0,91			5,3	
No	Bases échangeables mé.p.100				g sol	T	V %					pH KCl	pH eau
	Ca	Mg	K	Na	g								
A	3,1	1,01	0,06	0,07	4,24	2726	15,0					4,5	5,2
B						3430	13					4,1	4,9
No	2,5	pF 3	4,2										
a	x	x	y										
b	x	y	y										

Type de sol:

PAYS: HAITI REGION: FERMIATE - FORT JACQUES
 Altitude: 1300 Mètres
 Roche Mère: Calcaire blanc - un peu crayeux par endroits

PROFIL N° H 54
 DATE: 29/4/67

Pluviométrie: 1800 à 2000 mm
 Température: ± 25° centigrade
 Modelé local: Colline émaillée - fortement érodée - dominant l'aire avoisinante -

Drainage externe: Normal
 Végétation et cultures: Légumes - patates

Lieu et paysage: A environ 1km,5 à l'Ouest de FORT JACQUES, en bordure de la route FERMIATE-FORT JACQUES - Sol argileux rouge très mince résultant de l'altération du calcaire in situ.

Cours. 18.28' x 72° x 17'

PROFIL H 4

0 - 25 H 4/I Matériau très sec - fendillé - brun clair IO YR 4/3 sec - 4/4 frais -
 Texture argileuse - structure polyédrique subangulaire très stable -
 consistance très friable -
 Réaction à HCl positive
 Enracinement abondant -

TRANSITION DIFFUSE

25 - 55 H 4/2 Matériau un peu frais - brun rouge non fendillé 7,5 YR 5/6 frais - 5/8 sec -
 Texture argileuse - structure polyédrique subangulaire stable - consistance friable -
 Réaction à HCl positive
 Enracinement médiocre -
 A 55 cm et plus, débris de roches calcaires plus ou moins altérées -

*2 - Base vers 14,6 A°, structure argyline, instable au chauffage, se déforme vers 12 A°
 Un peu de kaolinite probable
 gibbsite assez importante
 goethite*

Echantillon N°	Profondeur cms	Horizon	eau hygros	Argile %	Limon %	Sables % 20-50	20-700	200	Na.Ox x172 Z	C %	N mg %	C/N
a	0-25		9,0	69,5	13,0	4,2	2,2	0,5	4,3		25,2	
b	25-55		11,6	73,3	10,0	4,3	1,0	0,2	2,7		16,0	
No	Bases échangeables mé.p.100			g.sol S	T	V %		CaCO ₃ %		pH eau	pH / eau	
	Ca	Mg	K	Na								
a	16,6	0,83	0,05	0,12	17,6	30	5,9	414	0	7,1	7,7	
b	6,8	0,83	0,04	0,05	7,70	28	27,21		0	6,1	6,5	
No	2,5	3	4,2									
a	x	x	x									
b	x	x	x									

Type de sol:

PAYS: HAITI

REGION: St MARC - GOYAVIER

PROFIL N° H 55

Altitude: 1100 m - site bien ensoleillé

DATE: 14 Mai 1967

Roche Mère: Calcaire compact et très fissuré

Pluviométrie: 1000 à 1400 mm

Température : 25°

Modelé local: Petite crête séparant les versants N et S, à assez forte déclivité, donc non dominée par les colluvions.

Drainage externe: Très rapide

Végétation et cultures: Irrégulièrement cultivé : pois, maïs, caféier, pommiers, goyaviers champs en général très clairsemés

Lieu et paysage: Coupe relativement fraîche, en bordure de la route conduisant au Centre agricole de Goyavier. Environ 500 m au SW de la ruine coloniale.

PROFIL -

0 - 15 Matériau très sec, avec fentes de retrait de plus de 1 cm - Couleur rouge brun (Munsell ?)

Texture grumeleuse fine - consistance très dure à l'état sec - réaction HCl nulle
Porosité moyenne - un peu plastique à l'état humide - racines chevelues abondantes - tunnels de lombrics -

- TRANSITION DISTINCTE -

15 - 50 Matériau sec avec des fentes verticales assez nombreuses - Couleur rouge très vive (Munsell ?)

Texture argileuse - structure polyédrique subangulaire assez bien développée - consistance ferme - porosité moyenne - réaction HCl nulle - revêtements argileux (coatings) très nets sur les parois des agrégats - racines moyennes (peu abondantes) - nombreuses galeries de vers de terre -

- TRANSITION DISTINCTE -

50 - 100 Matériau un peu frais - rouge bariolé (Munsell ?)

Texture argileuse - structure polyédrique subangulaire stable - consistance friable - porosité faible - réaction à HCl nulle - enracinement médiocre - présence de fragments rocheux très altérés -

- TRANSITION BRUSQUE -

100 - 150 Matériau très frais et très plastique - couleur jaune rougeâtre, bariolé (Munsell?)

structure polyédrique subangulaire instable - consistance très friable - réaction HCl nulle - peu ou pas de racines - présence de fragments rocheux + ca - altérés -

Echantillon N°	Profondeur cms	Horizon	eau hygro %	Argile		Limon		Sables %		CaO x172 %	Mg %	C/N
				%	%	20-50	50-200	200	2000			
a	0-25		9,4	69,0	9,8	3,9	2,3	0,9	3,6		21,0	
b	15-50		11,2	67,3	8,8	3,1	2,4	0,5	1,4		8,1	
c	50-100		14,1	49,0	24,8	4,7	4,2	0,2	0,77		4,5	
d	100-150		16,5	37,5	23,5	4,9	10,7	1,05	0,48		2,8	
No	Bases échangeables mé.p.100				C sol	T	V %				pH KCl	pH 1/2 eau
	Ca	Mg	K	Na								
a	2,47	0,64	0,10	0,05	3,26	23	14				4,8	5,4
b	2,31	1,01	0,06	0,02	3,4	22,5	14				4,3	5,3
c	8,52	2,60	0,25	0,07	11,4	33,36	21				4,0	5,2
d	11,2	2,85	0,16	0,12	14,30	35,2	27				4,1	5,5
No	p ^c											
	2,5	3	4,2									
a	>	>	>									
b	>	>	>									
c	>	>	>									
d	>	>	>									

Type de sol:

PAYS: HAITI REGION: St MARC - GOYAVIER
 Altitude: 1100 m - Bien ensoleillé
 Roche Mère: Calcaire massif à érosion karstique

PROFIL N° H 56
 DATE: 14 MAI 1967

Pluviométrie: 1000 à 1400 mm Température : ± 25°

Modelé local: Mi-pente fortement érodée et dominée par une colline de faible élévation

Drainage externe: Excessif

Végétation et cultures: Jachère ou abandonnée - Végétation arbustive comprenant : langue-
 chatte, fougère, goyaviers avec des manguiers et avocats épars.

Lieu et paysage: Environ 30 m au Sud de la ruine coloniale. Ici, l'argile assez mince prend
 une coloration rouge jaunâtre, suite probablement du rajeunissement constant du profil par
 l'érosion.

PROFIL -

0 - 20 Argile limoneuse fendillée très dure à l'état sec -
 couleur brun rougeâtre (Munsell ?)

Structure granulaire à tendance polyédrique - consistance très ferme - porosité
 faible - enracinement médiocre - galeries de vers de terre rares, mais visibles

- TRANSITION DISTINCTE -

20 - 65 Matériau moins sec, rouge vif (Munsell ?)

Texture argileuse lourde avec revêtements d'argile sur les parois des agrégats
 structure polyédrique angulaire bien développée - consistance très ferme -
 plastique à l'état humide - racines très rares - 65 cm + calcaire dur faiblement
 altéré.

65 *calcaire dur faiblement altéré*

Echantil- -lon N°	Profond- -eur cms	Hori- zon	eau o/o	Argile Limon		Sables %			Ka-Or. x172 z	C r %	N mg %	C/N	
				%	%	%	%	%					
a	0-20		7,4	62,0	25,0	5,7	2,9	1,6	2,9		1,08		
b	20-65		9,5	82,5	5,0	0,7	0,35	0,15	1,8		1,04		
No	Bases échangeables mé.p.100			g.sol S	T	V %					pH KCl	pH eau	
	Ca	Mg	K										Na
a	3,41	0,83	0,06	0,11	4,40	26	17				4,9	5,7	
b	0,88	0,83	0,04	0,05	1,8	18	7,9				4,7	5,2	
No	pK												
	2,5	3	4,2										
a	y	y	v										
b	x	y	y										

Type de sol:

PAYS: HAÏTI

REGION: St MARC - GOYAVIER

PROFIL N° H 57

Altitude: ± 700 m - Nungeux au moment de l'observation

DATE: 14 MAI 1967

Roche Mère: Calcaire massif, très fissuré

Pluviométrie: 1000 à 1400 mm Température : ± 25°

Modelé local: Petite butte non dominée par les colluvions

Drainage externe: Très rapide

Végétation et cultures: Jachère - Végétation arbustive : zamotette, langue-chatte, feuille loup-garou, goyaviers, etc...

Lieu et paysage: Profil situé en bordure de la route (St Marc-Goyavier), à l'endroit dénommé "Nan Cabean", environ 4-5 Km au N.E de la ruine coloniale de Goyavier. L'argile rouge y est particulièrement profonde et repose sur un substrat bariolé fortement altéré.

0 - 15 Matériau sec et très dur, de couleur rouge brun foncé (Munsell ?)

Texture argileuse - structure grumeleuse fine - consistance très ferme - réaction à HCl nulle - bonne distribution de racines chevelues - quelques galeries de vers de terre -

15 - 45 Argile lourde et compacte - rouge très vif (Munsell ?)

Structure polyédrique angulaire stable - consistance ferme à friable - plastique à l'état humide - réaction HCl nulle - racines chevelues et moyennes abondantes - et régulièrement distribuées - nombreux micropores -

45 - 200 Matériau argileux - frais - très lourd - rouge vif (Munsell ?)

Structure polyédrique subangulaire stable - revêtements d'argile (coatings) très nets sur les parois des agrégats - consistance ferme à friable - plastique - réaction à HCl nulle - racines de plus en plus rares - micropores abondants -

200 - 240 Argile lourde peu compacte - rouge brun bariolé (Munsell ?)

structure faiblement développée - consistante liante - réaction HCl nulle - peu ou pas de racines -

240 Matériau léger - très frais - jaune rougeâtre bariolé (Munsell ?)

Texture argileuse - structure à tendance polyédrique subangulaire instable - faiblement développée - consistance liante - réaction à HCl nulle - pas de racines débris fortement altérés du matériau originel -

Echantil- -lon N°	Profond- -eur cms	Hori zon	eau o/o	Argile %	Limon %	Sables %			Ka-Or. x172 %	C %	N mg %	C/N
a	0-15		12,3	72,8	7,5	1,7	0,55	0,4	4,5		260	
b	15-45		11,8	75,3	8,8	1,6	0,3	0,2	1,87		209	
c	45-200		9,9	85,5	5,5	1,7	0,1	0,2	1,55		90	
d	200-240		19,8	61,0	13,2	2,8	3,3	1,4	0,47		28	
e	240		26,0	37,3	23,3	4,6	6,3	3,6	<0,48		<28	
NO	Bases échangeables mé.p.100			e.sol	T	V %					pH KCl	pH eau
	Ca	Mg	K	Na	S							
a	7,64	0,83	0,16	0,07	8,7	(2,9)	31				5,4	5,8
b	1,65	0,83	0,06	0,05	2,59	13	10				5,0	5,2
c	0,82	0,83	0,03	0,02	1,7	16	7,0				4,9	5,3
d	7,6	1,8	0,27	0,14	9,80	52	16				4,0	5,4
e	18,2	1,38	0,47	0,23	20,38	76	3,2				4,9	5,4
NO	7,5	0,3	4,2									
a												
b												
c												
e												

Type de sol:

PAYS: HAÏTI REGION: MIRAGOANE - PAILLANT
 Altitude: 860 m - Site dégagé et bien ensoleillé
 Roche Mère: Calcaire (Eocène inférieur) à érosion karstique

PROFIL N° H 58
 DATE: 27 MAI 1967

Pluviométrie: 1200 mm Température: ± 25°

Modelé local: Somme peu élevé et fortement ézoussé - Pas d'apport de colluvions

Drainage externe: Modéré

Végétation et cultures: Abandonné, suite aux opérations d'exploitation actuelles - Terrain encore couvert par végétation herbacée - herbe sure (*Paspalum conjugatum*) verveine et fougère ayocatiars (*Persea Americana*), etc...

Lieu et paysage:

Secteur actuellement en exploitation et communément appelé Ste Croix (Hussote) sur un large plateau karstique montrant par endroits d'importantes cavités de dissolution de calcaire, notamment après l'enlèvement du matériau pédologique. L'épaisseur de l'argile intensément rouge varie sensiblement (25 à 50 cm en moyenne). Sur les faces connexes du relief, l'érosion très accentuée fait apparaître la roche calcaire en place.

0 - 30 Matériau sec et dur - rouge vif (Munsell ?)

Texture limono-argileuse à argileuse - structure granulaire fine - consistance ferme à friable - porosité assez forte - plastique à l'état humide - racines chevelues assez abondantes -

- TRANSITION DISTINCTE -

40 - 400 Argileux - rouge très vif (Munsell ?)

structure polyédrique subangulaire stable, avec revêtements argileux ou coatings très caractéristiques sur les parois des agrégats - très peu ou pas de racines - 500 cm - roche calcaire partiellement altérée -

500 roche calcaire feuilletée et colorée

argiles boohimite importante
 gibbsite importante
 lemnaite assez importante
 traces de magnésite

Echantil- -lon N°	Profond- -eur cms	Hori- zon	eau %	Argile Limon		Sables %		eau %	Na.Or. x172 Z	C x %	N mg %	C/N
				%	%	20-50	50-700					
a	0-30		5,3	46,8	27,5	5,9	2,9	5,9	3,57		196	
b	de 40 à 400		2,2	32,3	9,3	9,5	22,3	22,9	< 0,48		< 28	
N°	Bases échangeables mé.p.100			g. sol S	T	V %					pH KCl	pH / eau
	Ca	Mg	K									
a	0,05	0,83	0,03	0,02	0,90	(27)	3,0				4,3	4,4
b	0,05	0,83	0,02	0,02	0,90	5					5,3	5,0
N°	2,5	^{PF} 3	4,2									
a	Y	Y	Y									
b	Y	Y	Y									

Type de sol:

PAYS: HAÏTI REGION: NORD-OUEST - PAILLANT
 Altitude: 780 m Bien ensoleillé
 Roche Mère: Calcaire dur, fissuré

PROFIL N° II 59
 DATE: 27 MAI 1967

Pluviométrie: 1200 mm Température : ± 25°

Modelé local: Début de pente faible, assez bien couvert -

Drainage externe: Modéré à rapide

Végétation et cultures: Manguiers, avocatier, bambou, sucrin, caféier, maïs, patate, etc...

Lieu et paysage: Profil situé à "Nan Babou", en bordure de la route comprise entre Paillant et la zone d'exploitation actuelle. Environ 1-2 Km au N.E de la dite zone d'exploitation - Ici, comme partout dans la région, le matériau argileux rouge semble issu du substrat calcaire en place.

- 0 - 20 Limono-argileux à argileux sec - rouge vif (Munsell ?)
 structure granulaire à grumeleuse - consistance friable - un peu plastique à l'état humide - forte porosité - nombreux micropores et galeries de lombrics - racines chevelées très nombreuses -
- 20 - 60 Texture idem - structure massive, très dure à l'état sec - consistance très ferme - peu ou pas de racines - beaucoup de micropores et de tunnels de lombrics -
- 60 - 200 Argileux et sec - rouge très vif (Munsell ?)
 Structure polyédrique subangulaire stable - consistance ferme à friable - revêtements d'argile très caractéristiques - porosité faible à nulle - disparition quasi-totale des racines - 200/300 cm roche mère calcaire plus ou moins altérée - (érosion karstique) -

592 - bochimite très importante
 gibbsite assez importante
 hematite assez importante

Echantillon N°	Profondeur cms	Horizon	eau humide	Argile %	Limon %	Sables % 20-50	Sables % 50-200	200 2000	Ma. Or. x172 Z	C r %	N mg %	C/N
a	0-20		4,05	34,6	32,8	13,2	7,7	0,7	3,61		210	
b	20-60		3,3	30,8	22,0	14,6	16,0	7,8	2,16		126	
c	60-200		2,1	33,8	5,0	5,4	14,6	36,8	<0,42		<28	
No	Bases échangeables mé.p.100			e.sol	T	V %	pH _{1M} eau			pH KCl	pH eau	
	Ca	Mg	K	Na	S							
a	0,83	0,04	0,05		21				124	6,3	6,7	
b	0,22	0,69	<0,01	0,10	2,00	8				5,7	5,5	
c	0,14	0,18	0,03	0,02	0,37	11	3,4			6,4	6,0	
No	2,5	pH 3	4,2									
a	Y	Y	Y									
b	Y	Y	Y									
c	Y	Y	Y									

Type de sol:

PAYS: HAITI

REGION: MIRAGOANE - PAILLANT

PROFIL N° H 60

Altitude: ± 400 m Paysage ensoleillé

DATE: 27 MAI 1967

Roche Mère: Calcaire dur fissuré -

Pluviométrie: 1200 mm

Température ± 25°

Modelé local: Petite butte élevée sur mi-pente assez forte, non dominée par les apports colluvionnaires

Drainage externe: Rapide

Végétation et cultures: Arbres fruitiers, bambou, Médecinier, Hortensias, caféier, maïs, etc

Lieu et paysage: Profil situé à "Carrefour Dent" le long de la route principale - 1-2 Km au N.E. de Paillant (village)

A ce niveau, l'argile rouge est relativement mince et n'est représentée que sporadiquement par petites plages isolées.

0 - 50 Matériau sec - brun foncé (Munsell ?)

Texture limono-argileuse à argileuse - structure granulaire - consistance très ferme - plastique à l'état humide - activité biologique intense et bonne distribution racinaire -

- TRANSITION DISTINCTE -

50 - 85 Argileux sec - rouge vif (Munsell ?)

structure massive très dure à l'état sec - porosité très forte - pas de racines - galeries de vers de terre et micropores nombreux - 85 cm³ substrat calcaire partiellement altéré -

606 - yellowish to light gray, silty, calcareous, with some iron
oxides possible to Mn and Al
Kaolinite probable
gibbsite and jarosite
bucinite
gastrolite
Muscovite magnesian
bases possible to borate

Echantil- -lon N°	Profond- -eur cms	Hori zon	eau humide	Argile %	Limon %	Sables %	20-50	50-200	200 2000	Ma. Or. x172 Z	C B %	N mg %	C/N
a	0-50		6,8	71,5	10,5	2,7	1,9	0,8		4,73		275	
b	50-85		4,9	72,0	12,0	1,6	0,9	0,6		1,63		95	
No	Bases Ca	échangeables Mg	échangeables K	mé.p.100 Na	g sol S	T	V %			P ₂₀₅ mg % total	pH KCl	pH eau	
a	20,6	1,01	0,12	0,14	21,80	3034	64			1955	7,2	7,5	
b	5,1	0,28	0,04	0,06	9,50	2113	45				7,1	7,6	
No	2,5	3	4,2										
a	x	x	x										
b	x	x	x										

Type de sol:

PAYS: HAÏTI

REGION: LA VALLEE DE JACMEL

PROFIL N° H 61

Altitude: ± 650 m

DATE: Juil. 1967

Roche Mère: Calcaire à érosion karstique

Pluviométrie: # 1.600 mm

(Temps clair, bien ensoleillé)

Température: ± 25°C

(Pluies rares au cours du mois précédent)

Modelé local: Petit plateau cultivé dominant un relief montagneux complexe
Donc non influencé par les apports de colluvions.

Drainage externe: Normal

Végétation et cultures: Caféier - manquier - avocatier - caimitier - palmiste - maïs - canne à sucre - bananier - etc...

Lieu et paysage: A l'endroit dit "Carrefour Marché Dade" à l'entrée de la maison Horace LOUISJEUNE - Plateau calcaire altéré en argile latéritique rouge, dominant deux versants déclinés et couverts d'une végétation arbustive peu dense. Le sol d'un rouge vif est très profond et semble formé au départ de l'altération du substrat calcaire en place -

PROFIL -

0 - 10 Horizon sec, léger, pulvérulent - Couleur : brun rouge (Munsell)

Texture limono-argileuse à argileuse, consistance ferme à friable - structure granulaire fine, racines chevelues et moyennes assez denses, petits cailloux calcaires anguleux de diamètre environ 1 cm - Réaction à HCl positive -

10 - 25 Matériau argileux un peu léger - couleur rouge brun foncé munsell -

Structure grumeleuse, consistance ferme à friable, porosité faible, galeries de vers de terre, réaction à HCl positive - racines moyennes et chevelues très nombreuses, quelques débris isolés de charbon de bois et efflorescences blanchâtres de mycélium - débris anguleux épars de roches calcaires -

25 Matériau un peu frais, légèrement plastique, couleur rouge foncé (Munsell)

Texture argileuse, structure polyédrique subangulaire, peu stable, consistance un peu ferme, revêtements d'argile très nets, forte porosité, fourmillières et nombreuses galeries de termites - roche mère calcaire difficile à atteindre -

Echantillon N°	Profondeur cms	Horizon	eau Russo	Argile %	Limons %	Sables %			CaO %	MgO %	Na ₂ O %	Ca. Or. x172 %	C %	N mg %	C/N
						20-50	50-200	200-2000							
a	0-10											6,41		373	
b	10-25		15,7	73,5	3,7	0,85	0,6	0,9				5,00		291	
c	25		7,7	89,8	1,75	0,35	0,30	0,20							
No	Bases échangeables mé.p.100			g. sol	T	V %	Pression			pH	pH / eau				
	Ca	Mg	K	Na	g _s		t/m ²			KCl					
a	24,2	2,4	1,31	0,17	28	33	85			1,61	7,4	8,0			
c	20,9	1,4	0,90	0,14	23,5	28	83				7,4	8,0			
No															
	y														
	y														

Type de sol:

PAYS: HAÏTI
 Altitude: 750 m
 Roche Mère: Assises calcaires à érosion karstique
 Température : ± 25° C
 Pluviométrie:

REGION: VALLEE DE JACMEL

PROFIL N° H 62

DATE: 16/7/67

Modelé local: Plateau mollement ondulé, avec quelques petites dolines peu prononcées -

Drainage externe: Très rapide

Végétation et cultures: Palmiste, bois trompette, bois capable, manguiier, avocatier, citrus
 herbe de Guinée, herbe sure -

Lieu et paysage: A Roman, en face de la maison de Marcel BELIZAIRE -

Profil décrit le long du sentier qui longe la ligne de crête dominant un relief montagneux complexe. Cette chaîne calcaire culmine au niveau de l'église et descend ensuite en pente plus douce vers Blockauss que sur le versant opposé. Le sol d'un rouge particulièrement vif, semble selon toutes apparences, se développer à partir de l'altération de l'assise calcaire.

0 - 10 Matériau très sec, léger, pulvérulent - couleur rouge brun (Munsell)

Texture limono-argileuse à argileuse, structure granulaire très fine, consistance friable, réaction à HCl négative - Beaucoup de racines chevelues et de débris de charbon de bois.

10 - 35 Matériau sec plus ou moins léger - couleur rouge brun (Munsell)

Texture limono-argileuse, structure granuleuse, consistance ferme à friable, faible porosité, réaction HCl nulle - racines denses et régulièrement distribuées quelques tunnels de vers de terre, termitières et fourmillières assez nombreuses -

35 - 85 Matériau sec très dur, couleur rouge brun foncé (Munsell)

Texture argileuse lourde (revêtements argileux très nets) - structure polyédrique subangulaire stable, consistance très ferme, réaction HCl nulle - plastique à l'état humide, porosité très faible - termitières de plus en plus rares -

85 Calcaire dur partiellement altéré -

Echantillon N°	Profondeur cms	Horizon	Cau h ₂ O	Argile %	Limon %	Sables % 20-50	50-75µ	75-250µ	Ma.Or. x172 Z	C %	N %	C/N
a	0-10		12,0	79,5	6,5	0,6	0,6	0,6	4,33		252	
b			15,0	68,5	11,0	0,7	0,4	0,5	3,85		224	
N°	Bases échangeables mé.p.100				g sol	T	V %				pH KCl	pH eau
	Ca	Mg	K	Na	S							
a	8,6	2,7	0,30	0,10	11,7	23	51				6,0	6,8
b	7,05	0,37	0,08	0,07	7,6	18					5,5	6,4
c	4,75	0,18	0,06	0,06	5,0	13	23				5,5	6,0
N°	2,5	P ₃	6,2									
a	x	y	y									
b	x	x	x									
c	y	x	y									

Type de sol:

PAIS: HAÏTI
 Altitude: ± 1500 mètres
 Roche Mère: Calcaire karstique

RÉGION: MONTES DES ORIENTAUX

PROFIL N° 1163
 DATE: 11/1/67
 BÉRIER-YOUM

Pluviométrie: 1600 à 1800 mm - Temps nuageux lors de l'observation - Vents dominants par vents - Température moyenne: ± 20°C

Modelé local: Légère pente 2 à 5% débouchant sur une large cuvette

Drainage externe: moyen

Végétation et cultures: Pinus occidentalis - herbe élève - Forêt actuellement exploitée et parsemée ca et là de champs de graminées.

Lieu et paysage: Le profil est décrit sous forêt, à proximité de la scierie PERSI, au sud-est du marché de la forêt des pins (coordonnées géographiques: 18°21' N x 72°44' O)

Plateau faiblement décliné vers le Nord, dominant une cuvette relativement vaste.

Matériau pédologique plus ou moins épais.

C - 15 Horizon humifère très frais, léger, voire spongieux - couleur brun clair - IO YR

Texture limono-sableuse à limoneuse - structure indéterminée - consistance friable à meuble, non plastique - réaction à HCl nulle - développement racinaire régulier (chevelues) - tunnels colmatés de vers de terre - présence de cailloux de plus de 4 cm de diamètre - transition graduelle

15 - 40 Matériau frais, léger, apparaît peu humifère - couleur brun jaunâtre
 texture argilo-limoneuse, argileuse, structure granulaire meuble, consistance friable, réaction à HCl négative, faible porosité, cailloux de ± 2 cm de diamètre racines chevelues nombreuses, tunnels de vers de terre et micropores rares.
 transition distincte

40 - 70 Frais moins léger, rouge brunâtre, tacheté de noir - IO M
 texture argileuse, structure polyédrique sub-angulaire instable, consistance ferme à friable, réaction à HCl nulle, racines moyennes rares, micropores nombreux, petits cailloux altérés < 1 cm de diamètre.
 transition diffuse

70 - 85 Matériau sec, peu compact, couleur jaune clair - IO LP
 texture argileuse, structure polyédrique instable, consistance ferme, friable, racines rares, irrégulières, porosité faible, un peu plastique à l'état humide, forte charge de cailloux altérés.

> 85 Substrat calcaire partiellement altéré.

Au contact de l'assise géologique en place, de nombreux cailloux de dimensions assez variables (1 à 5 cm de diamètre) apparaissent, précisément dans la zone d'altération du calcaire. Ils sont généralement anguleux et de couleur jaune ocre et leur degré d'altération est de plus en plus poussé dans les horizons supérieurs.

Echantillon NO	Profondeur cms	Horizon	Argile Limon Sables %			Na ₂ O _r x172 %	C %	N mg %	C/N
			%	%	%				
a	0 - 15					2,11		123	
b	15 - 40					0,61		36	
c	40 - 70					0,48		28	
d	70 - 85					-		-	

NO	Bases échangeables mé.p.100				C _s sol	T	V %	pH / eau
	Ca	Mg	K	Na				
a	10,6	0,18	0,03	0,19	11,1	23	48	5,9
b	3,6	0,18	0,04	0,08	3,9	9	43	6,2
c	2,4	0,55	0,06	0,10	3,4	16	19	5,8

NO	pF		
	2,5	3	4,2
a	x	x	v
b	x	x	x
c	x	y	y

Type de sol:

PAYS: MAINTI
 Altitude: ± 100 m
 Roche Mère: Calcaire karstique

REGION: MONT-ROUGE

PROFIL NO 100
 DATE: 10/10/55
 LIEU: MONT-ROUGE

Pluviométrie: 1500 à 1800 mm

Modelé local: Pente assez forte inclinée vers le Sud, le long de la route descendant à Oriani

Drainage externe: moyen

Végétation et cultures: Pinus occidentalis - herbe fine. Forêt actuellement en exploitation et parsemée çà et là de champs de grains.

Lieu et paysage: Le profil est décrit sous forêt, à proximité de la carrière 1001, un peu au Sud-est du marécq de la forêt des Pins. (coordonnées géographiques: 13° 51' N, 78° 15' W)
 Plateau faiblement déclive vers le Nord, surmontant une cuvette relativement vaste. Matériau pédoologique plus ou moins épais.

- 0 - 20 Horizon organique un peu frais, léger voire spongieux, très humide - brun très foncé - 10 YR
 texture limono-argileuse/argileuse - structure granulaire fine, consistance très friable, réaction à Hcl nulle, forte porosité, présence de bois, débris organiques partiellement décomposés. transition brusque
- 20 - 70 Très frais, collant à l'état humide, brun foncé, 10 YR
 texture limono-argileuse/argileuse, structure granulaire fine, consistance très friable, réaction Hcl nulle, racines fines, irrégulières, petits cailloux altérés ± 2cm débris de racines décomposés. transition distincte
- 70 - 125 Matériau très frais, un peu lourd, rouge vif 10 YR
 texture argileuse, structure polyédrique subvitrineuse à stable, consistance friable plastique à l'état humide, racines fines et irrégulières mal distribuées, micropores nombreux, porosité moyenne, revêtement argilo sur les parois des agrégats, canaux de racines décomposés.
- >125 10Y ou +, roche calcaire plus ou moins altérée.

*Mineralia 14A°
 Mujaia Kuolm4??
 gibbrite
 goethite.*

ch deuk

Echantillon No	Profondeur cms	Horizon	Argile Limon %		Sables %		Ka-Or x172 Z	C %	N mg %	C/N
			%	%	%	%				
a	0 - 20						7,22		420	
b	20 - 70						0,72		42	
c	70 - 125						0,99		58	
No	Bases Ca	échangeables Mg	K	mé.p.100 Na	Csol S	T	V %	C/N		pH / eau
a	3,45	0,83	0,27	0,10	4,65	57	8/11		4,9	5,8
b	6,60	1,52	0,0	0,07	8,2	19	43		4,1	5,4
c	19,8	0,46	0,13	0,67	21	46	46	0	7,6	8,0
No	2,5	PF 3	4,2							
a	x	x	x							
b	x	x	x							
c	x	x	x							

in vert sim

in vert

PAIS: ALGERIE REGION: ALGERIE PROFIL N° 1
 Altitude: ± 1000 mètres DATE: 11/11/77
 Roche Mère: Calcaire karstique LOCALITE: VOLUBIS
 Pluviométrie: 1000 à 1200 mm - vents de faible intensité soufflant par intermittence -
 Le sol est arrosé et arrosé au moment de l'observation.
 Modelé local: pente moyenne 3 - 5% de descente vers le sud-est, direction de l'altération.

Drainage externe: bien drainé
 Végétation et cultures: Pin - Pommiers - jachères, etc. - Cultures: céréales de terre -

Lieu et paysage: Profil étudié le long de la route Nord des îles - situé au pied du versant
 du massif de l'Orni (coordonnées géographiques: 36°17' x 7°12') - correspond à pente assez
 forte (3-5%), bordée d'une grande dépression intéressante cultivée. L'île latéritique
 y est relativement profonde, et semble se développer par un départ, au substrat
 calcaire altéré.

- 0 - 30 Horizon frais, léger voire spongieux, aspect très kaifère -
 brun foncé 10 YR
 texture limoneuse, structure granulaire fine, consistance meuble, hcl négatif,
 développement racinaire (chevelures) excellent, petits cailloux fins (2 à 3 cm
 de diamètre); présence d'une mince bande de charbon de bois tout au bas de l'hor-
 rizon. transition distincte
- 30 - 55 Frais, léger, brun jaunâtre
 texture argilo-limoneuse, argileuse, structure granulaire moyenne, consistance
 très friable, hcl nulle, porosité élevée, micropores nombreux, pelures de vers
 de terre et tunnels de racines décomposés, racines rares et irrégulières, quel-
 ques rares petits cailloux partiellement décomposés.
 transition diffuse
- 55 - 85 Latéritique frais, lourd, compact - couleur rouge brunâtre à rouge
 texture argileuse, structure polyédrique subangulaire instable, consistance un
 peu liante, hcl nul, porosité faible, racines rares, irrégulières, cailloux
 anguleux plus ou moins altérés (diamètre ± 5 cm).
 transition distincte
- 85 - 120 Idem que l'horizon sus-jacent, mais cailloux de plus grandes dimensions (diam. > 7 cm)
 >120 Substrat calcaire en altération.

Au niveau de l'altération, le calcaire se détache en blocs anguleux de dimensions très varia-
 bles, généralement rubéfiés. Dans les horizons 85-120, l'altération est déjà très
 poussée, et bien que certains petits cailloux peuvent être aisément brisés sous une simple
 pression des doigts.

Echantil- -lon N°	Profond- -eur cms	Hori- zon	Argile Limon			Sables %			Ca-Or. x172 z	C %	N mg %	C/N
			%	%	%	%	%	%				
a	0 - 30							14,4		840		
b	30 - 55							3,4		196		
c argv	55 - 85							7,2		42		
d	85 - 120							-		-		

No	Bases échangeables mé.p.100			C _s sol	T	V %	C ₆ H ₆	pH KCl	pH eau
	Ca	Mg	K						
a	18,1	1,8	0,13	0,10	20,1	5758	39	5,6	5,9
b	7,4	0,46	0,03	0,05	7,9	2418	33	6,4	6,8
c	11,8	0,18	0,05	0,17	12,2	129	100	7,6	8,0

No	AF		
	3	4, L	
a	x	y	y
b	x	y	y
c	y	y	y

Type de sol:

PAYS: ALGERIE
 Altitude: ± 550 m
 Roche Mère: Calcaire karstique
 Température moyenne: ± 20°C
 Pluviométrie: 200 à 1200 mm -

REGION: ALGERIE

PROFIL NO 10
 DATE: 1977
 LOHIER-BOUASSA

Modelé local:

Drainage externes:

Végétation et cultures:

Lieu et paysage: Forêt des Pins - Le contexte général est celui d'un plateau calcaire karstique au N 60 - Ici, l'observation porte sur un profil situé toujours sous forêt, juste à l'entrée de la forêt, mais à un niveau légèrement plus bas. (altitude) C'est un début de pente moyennement inclinée vers le Nord et qui montre un paysage plus ou moins accidenté. L'argile résultant de l'altération du substrat calcaire en place y est relativement profonde (coordonnées géographiques : 19221' x 71943').

- 0 - 20 Horizon très frais et très léger, forte ent humifère, brun foncé 10 YR
 Texture argile, limoneuse/argileuse, structure polyédrique subangulaire stable, consistance friable, racines moyennes bien distribuées, rares petits cailloux et débris de charbon de bois.
- 20 - 50 *transition distincte*
 Matériau frais et léger, de couleur brun clair 10 YR
 Texture argileuse, structure polyédrique subangulaire instable, consistance forte à friable, faible porosité, micropores peu nombreux, tunnels de vers de terre rares.
- 50 - 110 *transition graduelle*
 Horizon frais, lourd, un peu compact, jaune très clair 7.5 YR
 texture argileuse, structure polyédrique subangulaire stable, consistance friable, porosité moyenne, micropores assez nombreux, revête avec l'humus assez net sur les parois des agrégats, racines surtout moyennes rares et irrégulières, quelques débris anguleux de roches plus ou moins altérés.
- >110 Roche mère calcaire partiellement altérée.

66b - mineral vers 14A°
 un jeu de Kaolinite
 gibbsite
 lemanite
 un jeu de gaskinite

Echantil- -lon NO	Profond- -eur cms	Hori- -zon	Argile Limon Sables %			Ca. Or. x172 %	C %	N mg %	C/N		
			%	%	%						
a	0 - 20					2,94		171			
b ap	20 - 50					2,21		123			
c	50 - 110					0,82		48			
NO	Bases Ca	échangeables Mg	mé.p.100 K	Na	Ca-sol S	T	V %			pH 1:10	pH eau
a	20,9	0,28	0,07	0,11	21	32	67			6,9	7,5
b	3,02	0,46	0,06	0,07	3,6	35,7	10			4,5	5,5
c	3,35	1,66	0,04	0,06	5,11	28	19			4,3	5,4
NO	2,5	pC 5	4,2								
a	x	x	x								
b	x	x	x								
c	x	x	x								

Type de sol:

PAYS: MALI
 Altitude:
 Roche Mère:

REGION: Kourouma

PROFIL N° 1177

DATE: 11/11/77

Pluviométrie:

Modelé local:

Drainage externe:

Végétation et cultures:

Lieu et paysage: Forêt des Pins - Le profil est décrit le long de la route conduisant à la forêt. Précisément au lieu dit: "Terre Froide" où a permis de déceler les traces évidentes d'altération du calcaire en place (altitude 100m). Le relief général est un versant à pente raide > 25% qui exhibe un paysage relativement accidenté. Le sol y est particulièrement mince mais, par endroits, la couche d'argile dépasse aisément 100 cm (coordonnées géographiques: 12° 23' x 71° 42').

- 0 - 15 cm Sols, apparemment humifère, brun foncé 10 UR
 texture argilo-limoneuse/argileuse, structure granulaire stable, consistance ferme friable, nombreuses racines clavées régulièrement distribuées, rares petits cailloux ± 1 cm de diamètre.
- 15 - 45 cm horizon frais, brun clair à rouge brunâtre 10 UR
 texture argileuse, plastique à l'état humide, structure polyédrique subangulaire instable, consistance friable, porosité faible, racines très rares et irrégulières, cailloux assez nombreux ± 4 cm de diamètre.
- 45 - 75 cm horizon idéal -
 structure polyédrique subangulaire très stable - microporosité - trou - quelques boudes de vers de terre, petits cailloux éparpillés et irréguliers.
- 75 cm Roche mère calcaire karstique -

676 = mineral vers 14A°
 Un yende Koulunk
 gashik
 Un yende g. bbn k

Echantillon N°	Profondeur cms	Horizon	Argile		Limon		Sables		Na-Ox. x172 z	C %	N mg %	C/N
			%	%	%	%						
a	0 - 15								4,38		255	
b argile	15 - 45								2,75		160	
c	45 - 75								2,87		109	
No	Bases échangeables mé.p.100				g.sol S	T	V %				pH eau	pH / eau
	Ca	Mg	K	Na								
a	9,5	1,8	0,10	0,12	11,5	25	46				5,5	6,0
b	8,1	0,83	0,03	0,11	9,2	17	44				6,2	6,5
c	10,6	1,56	0,05	0,10	12,3	26	37				5,1	5,8
No	2,5	PF S		4,2								
a	Y	Y	Y									
b	Y	Y	Y									
c	Y	Y	Y									

Type de sol:

PAYS: ... REGION: ... PROFIL N° ...
 Altitude: ... DATE: ...
 Roche Mère: ...
 Fluviométrie: ...
 Modélé local: ...
 Drainage externe: ...
 Végétation et cultures: ...
 Lieu et paysage: ...

- 0-10 Matériau frais apparemment homogène - couleur rouge orangé ...
 texture argilo-limonuse, structure granulaire fine, consistence friable,
 réaction à HCl ... transition distincte
- 10-25 Matériau frais, lourd et compact, couleur rouge vif
 texture argileuse, structure polyédrique subangulaire instable - consistance friable,
 réaction à HCl ... transition diffuse
- 25-100 ...
 note sur les parois des agrégats. Porosité forte
- >100 ...

LOHLER-FOURNIER-BERARD

686- Kaolinite
 Humminud à 14 A°
 Boehm
 Humide gibbelle
 humide
 gachelle

Echantil- -lon NO	Profond- -eur cms	Hori- zon	Argile Limon Sables %			Na-Ox x172 Z	C %	N mg %	C/N	
			%	%	%					
a	0 - 10					6,02		350		
b argile	10 - 15					3,13		182		
c	15 - 100					2,75		160		
No	Bases échangeables mé.p.100				C.S	T	V %		nH KCl	pH eau
	Ca	Mg	K	Na						
a	18,6	4,15	0,25	0,14	23,1	3835	61		6,2	6,8
b	7,65	0,64	0,04	0,11	8,4	2721	31		5,9	6,4
c	9,75	0,92	0,06	0,20	10,9	26	4,2		6,5	6,9
No	2,5	5	6,2							
a	x	y	y							
a	y	y	y							
c	y	y	y							

Type de sol:

PAIS: CAMBODGE
 Altitude: ± 500 mètres
 Roche Mère:

RÉGION: (Sa - Collin)

PROFIL N° 10
 DATE: 14/10/67
 LOHLER-FOUANCE
 BERNARD

Pluviométrie: 1400 à 1800 mm

Modelé local: Plateau faiblement incliné (1-2%) et bordé vers la mer par un sommet relativement élevé (coordonnées géographiques: 11°14' N x 72°50' E).

Drainage externe: Rapide

Végétation et cultures: Herbe de quinze mètres, arbres divers. Champs intensément cultivés: manioc, ignames, gironnon, cocotier, etc...

Lieu et paysages: Le paysage, ainsi que toutes les autres conditions locales découlent de ce profil décrit ci-après est situé en bordure de la voie de pénétration et à un niveau légèrement plus bas que plateau (altitude ± 400 mètres). La pente y est plus faible (2-3%) et le substratum géologique plus profond (> 400 cm).

- 0 - 25 cm Matériau frais, léger, un peu humide, couleur rouge brun 10 YR. Texture argilo-limonieuse/Argileuse, structure granulaire fine, consistance friable, réaction à HCl: racines moyennes assez nombreuses, tunnels de vers de terre, termitières, débris végétaux partiellement décomposés, fragments de roches (± 1 cm) altérés. transition distincte
- 25 - 40 cm Matériau un peu sec et dur, couleur rouge vif 10 YR. Texture argileuse. Structure polyédrique subangulaire stable, consistance ferme/friable, racines rares et irrégulières, tunnels également rares. Revêtements argileux peu nets.
- > 400/500 cm Roche mère calcaire partiellement altérée.

*8 - Kaolin
 Kemah
 au sud de Kemah*

Echantillon NO	Profondeur cms	Horizon	Argile Limon Sables %				Ma.Or. x172 Z	C %	N mg %	C/N
			%	%	%	%				
a	0-25						5,64	328		
b	30						2,21	129		
c	150						-	-		
NO	Bases échangeables mé.p.100				C.S	T	V %		pH KCl	pH / eau
	Ca	Mg	K	Na						
a	20,5	2,02	0,15	0,29	23,8	31	67		6,7	7,2
b	7,15	0,28	0,03	0,11	7,6	14	55		6,2	6,7
c	-	-	-	-	-	-	-		-	-
NO	PF									
	1,5	3	4,2							
a	x	x	x							
b	y	y	y							
c	>	>	>							

Type de sol:

PAYS: CAMBODGE REGION: SOUT-OUEST
 Altitude: ± 400 mètres
 Roche Mères: Calcaire karstique

PROFIL N° 100
 DATE: 1970
 LOMLIM-YOUCANCE
 BERTRAND

Pluviométrie: 1400 à 1500 mm - Coordonnées géographiques : 10° 55' N x 102° 55' E

Modelé local: Début de pente à surface relativement plane, dominé dans les horizons supérieurs par les a ports de colluvions.

Drainage externe: Très rapide voire excessif.

Végétation et cultures: Arbres fruitiers, acacia, palmiste, bois tropette, moubin, etc...
 Caféier, petit mil, pois-congo, pite, etc...

Lieu et paysage: E 70 est décrit au terminus de Route Colin, juste à l'entrée du plateau dit "De Colin". La pente y est déjà très importante 30-40 %, ce qui explique la grande vulnérabilité du sol à l'érosion. Néanmoins, l'argile s'étend localement sur une assez bonne profondeur.

- 0 - 30 cm Matériau frais, léger, brun rouge 10 YR
 texture argilo-limoneuse/argileuse, structure granulaire fine, consistance très friable, réaction à l'acide. Nombreuses racines chevelues et moyennes régulièrement distribuées. Forte porosité avec nombreux tunnels de vers de terre. Quelques cailloux anguleux (2-3 cm de diamètre) partiellement altérés.
 transition distincte
- 30 - 50 cm Matériau sec, ombrille (fentes ± 1 cm) formant de gros blocs aisément détachables.
 couleur rouge très vif 10 YR
 texture argileuse compacte, structure polyédrique sub-cubique stable, consistance très ferme, réaction à l'acide. Racines peu abondantes et irrégulières, porosité moyenne.
 transition floue
- 50 - 100 cm Matériau qui fait horizon sous-jacent à 70/2
 l'argile y est plus compacte. Des contours ou revêtements argileux assez caractéristiques apparaissent sur les parois des aréolats.
 150 cm +, roche mère calcaire en voie d'altération.

70c: Kaolinite
 hematite
 oxyde de fer
 huile de gypse

Echantillon NO	Profondeur cms	Horizon	Argile Limon		Sables %		Ka. Or x172 Z	C %	N mg %	C/N
			%	%	%	%				
a	0-30						5,25		365	
b	30-60						3,47		202	
c	60-100						2,75		160	
d	100						2,70		157	
No	Bases Ca	échangeables Mg	échangeables K	mé.p.100 Na	C.S	T	V %	CO ₂	pH KCl	pH / eau
a	26,4	1,93	0,30	0,23	28,8	36	80	-	7,2	7,7
b	12,3	0,92	0,14	0,12	13,5	29	46	0	6,2	7,1
c	11,3	0,46	0,09	0,11	22,0	27	44	0	6,2	6,9
d	12,4	0,46	0,08	0,12	13,0	30	43	0	6,3	7,2
No	2,5	1,5	4,2							
a	x	y	y							
b	x	x	y							
d	y	y	y							

Type de sol:

PAYS: KATZ
 Altitude: ± 600 mètres
 Roche Mère:

REGION: JACCEL

PROFIL N° 71

DATE: 2/11/67

LOLLIER-YOANCE-CELESTIN

Pluviométrie: 1400 à 1600 mm/an. - Températ. moy. ± 25°C - Temps nuageux au moment de l'observation...

Modelé local: Flanc d'une colline légèrement décline vers le Sud (2-3°), les horizons superficiels du sol pouvant être dominés éventuellement par les colluvions.

Drainage externe: Moyen

Végétation et cultures: Palmiste, chadèque, sucrin, figuier, bois tropette, arbres fruitiers cultivés: caféier, bananier, millet, canne à sucre, etc...

Lieu et paysage: CAP ROUGE (Source Jeanty) - Profil situé au lieu dit "Source Jeanty" - coordonnées géographiques: 18°17' x 72°25' - dans un relief karstique présentant de larges ondulations. C'est un début de pente faible, s'inclinant un peu vers le Sud. Les m.és.és. affleurements basaltiques signalés dans la ravine de Meyer par J. BERTHELE, ont été remarqués à un niveau assez élevé du morne, conduisant à Cap Rouge, bien que ces formations n'aient apparemment aucune influence possible sur le développement des sols du plateau.

- 0 - 20 Matériau un peu frais, dur à l'état sec, brun clair - 10 YR
 Texture argilo-limoneuse à argileuse, structure polyédrique subangulaire stable consistante ferme - Réaction à HCl nulle, porosité faible, nombreuses racines chevelues régulièrement distribuées.
 transition distincte
 - 20 - 45 Matériau frais, lourd et compact, rouge assez vif 10 YR
 Texture argileuse, structure polyédrique subangulaire instable, consistance très friable, réaction à HCl négative, faible porosité, racines rares, irrégulières, petits cailloux brunâtres, très altérés, tendres.
 transition graduelle
 - 45 - 80 Matériau frais, léger, rouge brunâtre 10 YR
 Texture argilo-limoneuse, structure polyédrique subangulaire instable, consistance très friable, racines rares, quelques petits cailloux épars.
 transition distincte
 - 80 - 125 Matériau idéal, mais plus foncé.
 cailloux altérés beaucoup plus nombreux (diam. ± 5 cm), tunnels de vers de terre sporadiques.
- > 125 Roche calcaire partiellement altérée.

Roche mère: L'altération du calcaire s'accroît à mesure que l'on s'écarte du substrat géologique intact. Des cailloux rubéfiés, parfois brunâtres, de dimensions variables se remarquent à différents niveaux du profil et dans les horizons supérieurs, ils sont particulièrement altérés, voire très tendres.

Echantillon N°	Profondeur cms	Horizon	Argile		Sables %	Na. Or x172 Z	C %	N mg %	C/N
			%	%					
a	0 - 20					5,40		314	
b	20 - 45					2,75		160	
Carpa	45 - 80					2,27		132	

No	Bases échangeables mé.p.100			C. sol S	T	V %	CO ₂ a	pH KCl	pH 1/2 eau
	Ca	Mg	K						
a	10,3	0,37	0,17	0,23	11,8	34	32	5,6	6,2
b	3,4	0,18	0,07	0,15	3,8	3129	12	4,1	5,1
c	1,26	0,18	0,05	0,19	2,8	3629	41	4,1	5,0

No	pK		
	2,5	3	4,2
a	x	x	x
b	x	x	x
c	x	x	x

Type de sol:

PAYS: HAÏTI
 Altitude: + 500 mètres
 Roche Mère:

REGION: JACIEL

PROFIL N° II 72

DATE: 2/11/67

LOHIER-YOUMACHE-CELESTIN

Pluviométrie: 1400 à 1600 mm/an - Températ. moy. ± 25°C - Temps moueux au moment de l'observation.

Modelé local: Plan d'une colline légèrement déclive vers le Sud (1-2%), les horizons superficiels du sol pouvant être dominés éventuellement par les colluvions.

Drainage externe: Moyen

Végétation et cultures: Palmiste, chadèque, sucrin, figuier, bois toupette, arbres fruitiers cultivés: caféier, bananier, millet, canne à sucre, etc...

Lieu et paysage: Les conditions climatiques sont identiques à celles notées au II 71. Il en est de même du contexte géologique. Le profil en question est décrit en bordure de la route et sur le versant face au Nord du monticule émosué. En amont du point d'observation se trouve un champ intensément cultivé, de sorte que l'épipédon peut, dans une certaine mesure être dominé par les apports colluvionnaires.

- 0 - 20 Matériau sec, léger, rouge brun assez vif IO YR
 Texture argilo-limonuse/Argileuse, structure grumeleuse, consistance ferme/friable. faible porosité, un peu plastique à l'état humide, racines chevelues irrégulièrement distribuées. transition diffuse
- 20 - 40 Matériau un peu frais, léger, rouge brun IO YR
 Texture argileuse, structure polyédrique subangulaire instable, consistance très friable, réaction à HCl nulle, porosité faible, micropores peu nombreux, racines rares, irrégulières. transition diffuse
- 40 - 55 Idem que horizon sus-jacent, mais matériau plus compact avec des revêtements argileux assez nets sur les parois des agrégats, racines de plus en plus rares et irrégulières.
- > 55 Assise géologique partiellement altérée.

*gibbsite
 muscovite
 kaolinite
 hematite*

Echantillon N°	Profondeur cms	Horizon	Argile Limon Sables %			Ma. Or x172 z	C %	N mg %	C/N
			%	%	%				
a	0 - 20					3,56		207	
b argile	20 - 40					1,30		76	
c	40 - 55					0,96		56	

No	Bases échangeables mé.p.100			g sol	T	V %	pH	pH / eau
	Ca	Mg	K					
a	5,2	0,28	0,08	0,10	5,6	24	23	6,5
b	0,77	0,28	0,02	0,07	1,1	16	10	7,1
c	2,65	0,28	0,02	0,08	3,9	18	21	6,1

No	pF		
	2,5	3	4,2
a	>	>	>
b	x	x	>
c	>	>	>

Type de sol:

PAYS: MALI
 Altitude: - 500 mètres
 Roche Mère:

REGION: JACQUEL

PROFIL N° H 73

DATE: 2/11/67

LOHIER-CELESTIN-YOUCHE

Pluviométrie: 1400 à 1500 mm/an - Températ. moy. + 29°C - Temps nuageux au moment de l'observation.

Modelé local: Flanc d'une colline légèrement déclive vers le Sud (2-3%), les horizons superficiels du sol pouvant être dominés éventuellement par les colluvions.

Drainage externe: Moyen

Végétation et cultures: Palissade, chadèque, sucrin, figuier, bois toupette, arbres fruitiers cultivés: caféier, bananier, millet, canne à sucre, etc...

Lieu et paysage: CAP ROUGE (Salignère) - Le contexte d'ensemble demeure inchangé. Le profil ci-après décrit est sis en bordure de la route principale conduisant au marché de CAP ROUGE plus précisément en aval du cimetière de Salignère. A cet endroit, la couche d'argile, particulièrement épaisse, dépasse 200 cm.

- 0 - 15 Matériau sec, feuillé (fentes de retrait > 1 cm), très dur à l'état sec, rouge très vif 10 YR.
 Texture argileuse, structure granulaire moyenne, consistance ferme, peu ou pas de racines, présence de très nombreuses concrétions noires, dures et bien arrondies (diam. ± 1 mm), quelques cailloux anguleux faiblement altérés.
 transition diffuse
- 15 - 30 Horizon au peu frais, léger, rouge vif 10 YR
 Texture argileuse, structure polyédrique subangulaire stable, consistance friable pas de racines, porosité moyenne, concrétions noires très denses.
 transition diffuse
- 30 - 65 Idem, mais rouge plus clair, concrétions très denses, rares fourmillières.
 transition distincte
- 65 - 100 Matériau frais, lourd, compact, rouge vif 10 YR
 Texture argileuse,
 Structure polyédrique subangulaire stable, consistance ferme, réaction à HCl nulle faible porosité, très plastique à l'état humide.
 Restants argileux très caractéristiques, concrétions noires très denses.
- > 100 Calcaire altéré, dalles calcaires fissurées et rubéfiées.

d - kaolinite
 gibbsite
 boehmite
 hémalite
 un grand goethite

Echantillon N°	Profondeur cms	Horizon	Argile Limon		Sables %		Ca-Ox x172 Z	C %	N mg %	C/N
			%	%	%	%				
a	0 - 15						4,04		235	
b	15 - 30						2,51		146	
c	30 - 65						1,87		109	
d argil	75						1,30		76	
e	110						-		-	

No	Bases échangeables mé.p.100 g.sol				T	V %	pH	pH / eau
	Ca	Mg	K	Na				
a	16,2	0,46	0,07	0,11	26,8	28	6,0	7,5
b	8,0	0,28	0,04	0,01	9,1	26	3,5	7,1
c	6,6	0,28	0,02	0,06	7,0	23,7	3,0	7,1
d	5,0	0,28	0,02	0,05	5,3	23	2,3	6,8

No	pH			
	2,5	5	4,2	0,08
a	x	x	x	
b	x	x	x	
c	x	x	x	
d	x	x	x	

Type de sol:

PAYS: HAÏTI
 Altitude: ± 450 mètres
 Roche Mère:

REGION: JACMEL

PROFIL N° H 74
 DATE: 2/II/67
 LOHIER-CELESTIN-YOUCAN

Pluviométrie: 1400 à 1600 mm/an - Températ. moy. ± 25°C - Temps nuageux au moment de l'observation.

Modelé local: Flanc d'une colline légèrement déclinée vers le Sud (2-5%), les horizons superficiels du sol pouvant être dominés éventuellement par les colluvions.

Drainage externe: moyen

Végétation et cultures: Palmiste, chadèque, sucrin, figuier, bois trompette, arbres fruitiers cultivés: caféier, bananier, millet, canne à sucre, etc...

Lieu et paysage: CAP-ROUGE - (coordonnées géographiques: 18°15' x 72°26')

Profil décrit dans la zone de transition entre l'argile latéritique typique et les sols ordinaires. Les caractéristiques morphologiques de ces divers horizons sont quelque peu mal définies et différent, dans une certaine mesure, de celles du matériau latéritique vrai déjà rencontré. Quant au substrat calcaire en place, il est fortement altéré et présente de nombreuses concrétions tendres, s'effritant aisément entre les doigts.

- 0 - 25 Matériau frais, léger, apparemment humifère, brun foncé 10 YR
 Texture argilo-sableuse/argileuse, structure polyédrique subangulaire instable, consistance friable, réaction à HCl positive, porosité faible, racines rares et irrégulières; nombreux cailloux de dimensions très variables amenés par colluvionement. transition graduelle
- 25 - 40 Horizon frais, léger, brun rougeâtre, 10 YR
 Texture argilo-sableuse/argileuse, structure mottée, consistance ferme/friable, violente effervescence avec HCl, quelques tunnels colonnés de vers de terre. transition graduelle
- 40 - 70 Frais, léger, rouge clair 10 YR
 Texture limono-sableuse/limoneuse, structure polyédrique subangulaire très instable, consistance très friable, réaction à HCl positive, nombreuses concrétions calcaires tendres, micropores nombreux, racines, surtout moyennes, très rares, irrégulières.
- >70 Roche mère calcaire fortement altérée.

*l. montmorillonite
 les yeux de Karolin
 Boehm
 githila
 kemuh
 guethin*

Echantillon NO	Profondeur cms	Horizon	Argile Limon		Sables %		Ma. Or. 4x172 Z	C %	N mg %	C/N
			%	%	%	%				
a	0 - 25						7,41		431	
b	25 - 40						3,42		199	
c	40 - 70						0,96		56	
d	> 70								-	

No	Bases échangeables mé. p. 100 g. sol				T	V %	CO ₂	pH	pH / eau	
	Ca	Mg	K	Na						
a	41,8	1,85	0,42	0,24	44,3	61	73	1,05	7,2	7,7
b	34,6	0,64	0,21	0,23	35,7	31	85	69,5	7,4	8,0
c	25,9	0,17	0,11	0,17	26,5	27	98	33,7	7,5	8,2

No	p ^H		
	2,5	5	6,2
a	x	x	x
b	x	x	x
c	x	x	x

Type de sol:

PAYS: HAÏTI
 Altitude: ± 400 m
 Roche Mère: Calcaire éocène massif

RÉGION: JÉRÉMIE - DICHITY

PROFIL N° H 76
 DATE: 12/4/68
 LOHIER & BERNARD

Pluviométrie: 1400/1800 mm/an - Température moyenne/an ± 27°C

Modelé local: Ouvertures de la vallée s'étendant de DÉRON à DICHITY

Drainage externe: Bon

Végétation et cultures: Secteurs emblavés de caféiers, plus arbres d'ombrage

Lieu et paysage: Carrefour Déron-Dichity - H-76 est décrit le long du sentiers partant de la route Nationale BEAU-MONT-DICHITY et conduisant à la Rivière Glace, non loin du carrefour "Gouffre effrayant" (200 m environ du carrefour).

Coordonnées géographiques (18°26'3" x 73°53') -

L'argile latéritique est particulièrement épaisse dans les endroits peu influencés par l'érosion. Dans l'ensemble, les fonds de vallées et les pentes faibles s'étendant de DICHITY au "gouffre effrayant" sont intensément cultivées. Les affleurements de l'assise géologique montrent le calcaire éocène massif avec des poches irrégulières de dissolution de calcaire. Les profils 75 et 76 se retrouvent sur ces mêmes formations sus-indiquées.

0 - 15 Matériau sec, léger, apparemment humifère, brun très foncé
 Texture argilo-limoneuse/argileuse - Structure granulaire fine - Consistance très friable - Développement racinaire excellent - Porosité moyenne (microscopores assez nombreux) -

Transition distincte

15 - 55 cm Sec, léger, rouge brun
 Texture argileuse - Structure granulaire - Consistance très friable - Forte porosité (microscopores et tunnels de vers de terre nombreux) - Racines chevelues régulièrement distribuées -

Transition graduelle

55-95 Matériau un peu frais, compact, rouge vif
 Texture argileuse - Structure polyédrique subangulaire stable - Consistance ferme - Très peu de racines - Micropores rares - Nœuds d'argile bien marqués - Quelques petits cailloux épars partiellement altérés -

95 cm + Calcaire karstique -

Echantillon N°	Profondeur cms	Horizon	Eau hygro	Argile		Limon			Sables %			Ma. Or. x172 Z	C %	N mg %	C/N
				%	%	20-50	50-200	200-2000	%	%	%				
A2 76 a	0-15		8,3	83,9	2,5	1,7	1,2	0,01	2,8					165	
b	15-55		-	-	-	-	-	-	-					-	
A2 c	55-95		4,3	93,0	2,1	0,7	0,2	0,06	1,05					70	
No	Bases échangeables mé.p.100				σ _s	T	V %						pH	pH/eau	
	Ca	Mg	K	Na											
a	10,8	4,3	0,53	0,22	16,3								3,8	4,8	
b	manque												-	-	
c	2,3	0,46	0,17	0,13	3,06	26	11						3,3	4,6	
No															

Type de sol:

PAIS: MALI
 Altitude: ± 650 m
 Roche Mères: Formations de base paléocènes

RÉGION: JEREBE - LA COMBE

PROFIL N° H 77
 DATE: 11/1/68
 LAHUR & BARRARD

Pluviométrie:

Modelé local: Décrit à un début de pente 10-15%, à l'endroit connu sous le nom "LA COMBE", en bordure du sentier Férace-Amiel

Drainage externe:

Végétation et cultures:

Lieu et paysage: Coordonnées géographiques (13°26'3" x 7°59'59") - Sol profond par endroits - La carte géologique (J. LUTTERLIN) montre une bande étroite d'âge éocène, comportant des marnes et des grès volcaniques et qui sépare précisément le crétacé supérieur formant le lacaya des Assises calcaires massives rencontrées à Beaumont-Dichity. Ces formations s'altèrent en donnant naissance à des sols rouges argileux, apparemment plus légers et moins compacts que ceux développés sur calcaire dur. Les profils H77, H78 et H79 semblent se développer au départ de ces marnes et grès volcanique altérés.

- 0 - 15 Matériau sec, léger, brun très foncé
 Texture argilo-limoneuse/argileuse - Structure granulaire fine - Consistance très friable - Développement racinaire très dense - Taux de matière organique apparemment élevé.
 Transition distincte
- 15 - 45 Un peu frais, léger, rouge très vif
 Texture argileuse - Structure polyédrique subangulaire instable - Consistance friable Racines très rares - Peu plastique à l'état humide -
- 45 - 65 Matériau frais, rouge moins vif
 Texture argileuse - Structure polyédrique subangulaire instable - Consistance friable Elasticité faible -
 Transition graduelle
- 65 - 90 Frais, léger, rouge jaunâtre vermillon
 Texture argileuse - Structure polyédrique subangulaire instable - Consistance très friable - Pas de racines - Fragments de roches (grès volcanique notamment) totalement altérés -
 Transition distincte
- 90 - 200 Idem (Horizon sus-jacent)
 charge caillouteuse multicolore (vert, noir, rose) et très dense - Des débris rocheux sont fortement altérés et s'effritent aisément entre les doigts -
- 200 cm+ Assise géologique en place, partiellement altérée (Grès volcanique feuilletonné).

en p. 100 g et g/100 g à 105°

Echantillon N°	Profondeur cms	Horizon	Eau Hygro	en p. 100 g et g/100 g à 105°				Na. Or. x172 Z	C %	N mg %	C/N
				Argile %	Limon %	Sables % 20-50	50-75				
a	0 - 15		0	48,8	17,6	8,8	17,4	2,6	2,8	165	
b	15 - 45		0	64,4	16,2	7,2	5,9	1,0	0,6	35	
c	45 - 65		0	50,1	16,9	8,5	21,0	3,5	0,53	71	
d	65 - 90		0	50,0	16,5	8,5	17,4	4,8	0,72	42	
e	90 - 200		0	51,6	21,7	9,2	12,1	4,9	-	-	

N°	Bases échangeables mé.p.100				C-sol %	T	V %			pH / eau
	Ca	Mg	K	Na						
a	7,1	4,4	0,24	0,17	11,8	-	-			3,7
b	2,5	2,9	0,36	0,17	6,0	40	15			3,6
c	0,66	2,9	0,35	0,14	4,0	-	-			3,7
d	0,95	2,0	0,33	0,12	3,9	-	-			3,7
e	0,35	3,1	0,23	0,19	4,1	36	12,1			3,6

N°										

Type de sol:

PAYS: MALI

REGION: GHERIA - MOUSSO

PROFIL N° 78

Altitudes: ± 200 m

DATE: 10/11/68

Roche Mère: Formation de base paléocène (marnes et grès volcanique)

52° 10' E 13° 00' N

Pluviométrie: 1400 à 1800 mm/an

Modelé local: Profil décrit au village de KOUSSO (environ 100 m au Sud du marché)

Drainage externes:

Végétation et cultures: Caféier et arbres d'ombrage (Dacria)

Lieu et paysage: Coordonnées géographiques (13°26' x 7°40'42")

- 0 - 20 Matériau sec, léger, apparemment humifère, brun clair
Texture argileuse - Structure granulaire fine - Consistance ferme - Racines chevelues irrégulièrement distribuées - Forte porosité (microscopiques et tunnels de lombrics nombreux) -
Transition distincte
- 20 - 35 Un peu frais, léger, brun plus clair
Texture argileuse - Structure granulaire, polyédrique subangulaire instable - Consistance friable - Racines chevelues assez nombreuses - Faible porosité -
Transition diffuse
- 35 - 60 Matériau très frais, un peu lourd, rouge vif
Texture argileuse - Structure lamellaire - Consistance très friable - Racines de plus en plus rares - Élastique à l'état humide - Vestiges de débris de squelette décomposés
Transition distincte
- 60 - 150 Matériau très frais, lourd et compact, rouge très vif
Texture argileuse -
Structure polyédrique subangulaire instable
Consistance friable
Faible porosité - Petits cailloux dans très altérés (jaune, jaun-brun)
- 150 + Complexe volcanique (grès en particulier) très altéré - Sable fin à moyen

à plus de 105°

Echantillon N°	Profondeur cms	Hori. 2000	Eau H ₂ O	Argile		Limon			Sables		No. Or. x172 Z	C %	N mg %	C/N
				%	%	20-50	50-200	200-2000						
a	0-20		o	75,1	8,5	4,8	3,6	0,1	5,5				3,19	
b	20-35		o	81,8	9,3	2,7	0,7	0,03	3,1				1,79	
c	35-60		o	82,1	9,2	1,7	0,13	0,02	2,2				1,26	
d	60-100		o	78,4	18,8	2,4	0,10	0,00	4,6				3,2	
e	100-125		o	85,5	9,7	2,2	0,21	0,01	-				-	
f	125-150		o	83,1	12,9	2,2	0,71	0,03	-				-	
NO	Bases échangeables mé.p.100				C _s sol	T	V %						pH / eau	
	Ca	Mg	K	Na										
a	4,1	1,56	0,59	0,15									4,5	
b	3,6	1,56	0,64	0,15									4,4	
c	1,3	0,46	0,58	0,19									4,2	
d	0,55	0,23	0,27	0,10									4,6	
e	0,55	0,28	0,25	0,10									4,4	
f	0,55	0,23	0,22	0,10									4,4	
NO														

Type de sol:

PAIS: ALGERIE REGION: ALGERIE - ALGERIE
 Altitude: 290 m
 Roche Mère: formation de base paléocène (marnes et grès volcaniques)

PROFIL N° H79
 DATE: 11/1/65
 LIEU: ALGERIE

Pluviométrie: 1400 à 1800 mm/an

Modelé local: au nord du village de ALGERIE, au sommet de "Ete.orno" (pente 40%)

Drainage externe:

Végétation et cultures:

Lieu et paysage: Coordonnées géographiques (35°20' x 7°00') - L'horizon de surface est qualifié par des dépôts de colluvions.

0 - 25 Très frais, brun foncé

Texture argileuse lourde - Structure grumeleuse - Consistance ferme - Racines rares, irrégulières - Petits cailloux (± 1cm) épars, partiellement altérés -
 Transition graduelle

25 - 50 Très frais, brun rouge

Texture argileuse - Structure liante - Consistance friable - Faible porosité - Racines très nombreuses -

50 - 80 Très frais, brun rouge

Texture argileuse - Structure polyédrique subangulaire instable - Consistance friable - Ravètements argileux très nets sur les parois des arégats - Très peu de racines -
 Transition distincte

80-150 Très frais, lourd, compact, rouge très vif

Texture argileuse - Structure polyédrique subangulaire instable - Consistance friable - Ravètements argileux caractéristiques - quelques fragments de racines (3-4 cm de diam.) très fortement altérés.

H79/4a 80-120

H79/4b 120-150

150 Assise géologique altérée -

Echantillon: H79.5

en 100 g de séche 105°

Echantillon No	Profondeur cms	Horizon	Eau hygro	Argile		Sables		100-150	Na. Or x177 Z	C %	N mg %	C/N
				%	%	20-50	50-70					
a	0 - 25		0	76	2,0	5,4	5,0	0,7	5,05		294	
b	25 - 50		0	87	4,1	2,7	2,2	0,15	3,71		246	
c	50 - 80		0	86,4	5,2	3,0	2,5	0,05	4,93		112	
d	80 - 120		0	84,2	5,5	2,4	1,7	0,03	2,50		87	
e	120 - 150		0	78,7	6,5	5,8	3,3	0,8	-		-	
No	Bases échangeables mé.r.100			C.sol S	T	C.sol T	C.sol T	C.sol T	C.sol T	C.sol T	pH	pH / eau
	Ca	Mg	K									
a					-						4,5	5,3
b					28						4,4	5,2
c					-						3,9	5,0
d					-						3,8	4,3
e					-							
No												

Type de sol:

PAYS: HAÏTI
 Altitude: 500 m
 Roche Mère: Marnes du Miocène (BUTTERILL.)

REGION: HAÏSSADE

PROFIL N° 25
 DATE: Février 1968
 ROBERT - R. L. LAURE

Pluviométrie: Sub-désertique

Modelé local: Légère vallonné

Drainage externe: mauvais

Végétation et cultures: Culture : Petit mil, maïs, herbe fine Michel

Lieu et paysage: HAÏSSADE - Région de Laginac - 1 Km de HAÏSSADU

Coordonnées : 500 x 25 1/2

Prélèvement sur une étroite bande de sol rouge au milieu d'argile (grise très gypseuse. La bande elle-même comporte des cristaux de gypse dont la taille augmente avec la profondeur. Cette bande plutôt étroite paraît très épaisse (quinqante). Son épaisseur de surface serait de 100 x 25 m.

Les formations du plateau central d'âge miocène inférieur, comprendraient des marnes gréseuses grises qui sont des grès ou des conglomérats grossiers. A Thomonde le miocène moyen comporte des calcaires coralliens, des grès, du gypse, des lignites.

HORIZONS :

- 0 - 18 Nombreuses racines - couleur : rouge très foncé
mauvais drainage - aspect luisant -
- 18 - 23 Limon compact - couleur rouge
- 28 - 31 Bande barrillée rouge verdâtre - compact - très humide
- 31 - 60 Les deux teintes persistent - très compact - très humide

Echantil- -lon N°	Profond- -eur cms	Hori- zon	Eau hygro	Argile		Sables			Ca-Ox x172 Z	C %	N mg %	C/N	
				%	%	20-50	50-75	%					
a			6,5	77,3	9,5	1,0	0,9	0,9					
b			6,1	74	10,7	0,8	0,16	0,15					
c			6,4	75,5	6,8	1,2	0,32	0,22					
d			6,4	69,5	8,0	0,9	0,46	1,41					
No	Bases échangeables mé. p. 100			C. sol S	T	V %					pH Kcl	pH eau	
	Ca	Mg	K				Na						
a												5,4	7,2
b												5,3	7,3
c												5,7	7,3
d												5,7	7,3
No													

Type de sol:

PAYS: MALI
 Altitude: 400 m

REGION: MADAME JOIE

PROFIL N° H 81

Roche Mère: Formations oligo-miocène ou de Madame Joie
 Ce sont des marnes, des argiles bleues grisâtres des grès des calcaires coralliens.

DATE: Fév. 1968
 ROBERT - PIERRE-LOUIS

Pluviométrie:

Modelé local:

Drainage externe:

Végétation et cultures:

Lieu et paysage: Village de Madame Joie

Le sol de la localité est rose. A 150 m du gisement, une sorte de vallon est formé d'un sol plus ou moins rouge, très sec et très détritique.

Des andésites crétacées forment des sommets qui encadrent et dominent le plateau au Nord et à l'Est, tandis qu'un grand affleurement d'andésites éocène est logé à proximité de la localité de Madame Joie.

Le plateau central formé presque exclusivement d'argile présente très peu de sols rouges, et les affleurements rencontrés posent des problèmes quant à leur origine. Tout ce qu'on peut affirmer c'est qu'ils paraissent en place, étant interstratifiés avec les autres séries.

PROFILS -

0 - 30 Drainage moyen - beaucoup de racines - couleur sombre - humide - Argile plus ou moins granuleuse -

30 à X Argile bigarrée : gris verdâtre avec des pointements rouges indiquant presque un envahissement de l'argile verdâtre par l'argile rouge ???

L'argile bleu verdâtre domine dans la région : formation de Madame Joie (J. BUTTERLIN)
 La profondeur est inconnue
 Le sol est extrêmement humide.

Echantillon N°	Profondeur cms	Horizon	Eau		Argile %	Limon %	Sables %			Na. Or x172 %	C %	N mg %	C/N
			litre	100			20-50	50-75	75-200				
a	0 - 30		5,2	75,5	12,5	6,7	1,5	0,1					
b	30		5,2	65	24	4,5	0,13	5,2					
NO	Bases échangeables mé.p.100				C. sol %	T	V %					pH	pH / eau
	Ca	Mg	K	Na									
a						-						5,7	6,6
b						3,9						3,6	4,8
NO													

Type de sol: