

## ÉTUDE DE L'ALTÉRATION DE LA CHARNOCKITE DE MAN

PAR

**G. CLAISSE**

Chargé de recherches de Pédologie de l'O. R. S. O. M.

Au cours d'une prospection effectuée dans la région ouest de la côte d'Ivoire nous avons examiné une latérite qui s'était développée sur le granite à hypersthène du massif de Man ou charnockite.

Cette latérite se trouve située dans la plantation de quinquina de la station agricole du Tonkouï. Cette station s'étend au sommet d'un ensemble montagneux, à 1 200 m d'altitude, et à une vingtaine de km de la ville de Man.

### Climatologie

Le climat est caractérisé par des chutes d'eau abondantes réparties sur presque toute l'année, avec un seul maximum pluviométrique aux mois de juillet, août et septembre, et un minimum aux mois de décembre et de janvier. La répartition des jours de pluie correspond avec celle des pluies.

Mois .....	janvier	février	mars	avril	mai	juin
m/m de pluie .....	16	85	120	140	180	220
Nombre de j. de pluie .	1	4	7	7	10	11
Mois .....	juillet	août	septembre	octobre	novembre	décembre
m/m de pluie .....	273	269	262	241	115	20
Nombre de j. de pluie .	11	15	16	10	5	2

La saison sèche est courte et bien tranchée. Ce serait là un climat convenant parfaitement au développement de la latéritisation.

La température générale semble caractérisée par les grands écarts qui existent entre les maxima et les minima. D'après les chiffres fournis par la station (ceux-ci sous toute réserve) nous retenons qu'au maximum des pluies les températures sont de l'ordre de 15 à 29° soit une différence entre le minimum et le maximum de 14° et, en période sèche, de l'ordre de 22 et 27° soit 5° de différence.

**O. R. S. T. O. M.**

**Collection de Référence**

25 JANV 1967

n° 11207

### Végétation

Nous nous trouvons en présence d'une forêt très dense qui est attaquée par l'homme et à sa suite par l'érosion. SCHNELL y a reconnu une association à *Parinari* ; elle est caractérisée par de nombreux épiphytes, des lichens et des fougères arborescentes.

### Pétrographie

Le granite à hypersthène est un granite à quartz abondant. On y trouve de l'orthose à perthite et des plagioclases à antiperthite ; comme éléments noirs, de la biotite et de l'hypersthène. Lorsque ce dernier devient plus abondant, il apparaît des grains de pyroxène et d'amphibole verte. L'apatite peut être parfois assez fréquente. Le climat très humide a profondément altéré la roche-mère et permis la formation d'une latérite parfaitement définie. L'ensemble des latérites issues de la charnockite, présente une zone de départ tachetée de marques jaunes, rouges ou violettes, tandis que les horizons supérieurs tournent au jaune brun et à l'ocre brun. La structure est nettement motteuse tandis que la trame de quartz qui est excessivement fine ne donne pas une impression sableuse.

### Étude analytique de la roche et de la latérite

BOLGARSKY a donné l'analyse chimique de la charnockite de Man :

SiO <sub>2</sub> .....	71 %	CaO .....	2,58
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	14,1	MgO .....	1,81
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	3,8	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> .....	traces
H <sub>2</sub> O .....	0,15		

Certains rapports moléculaires nous intéressent plus particulièrement.

$$\begin{aligned} \text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3 &= 8,4 \\ \text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3 &= 6,55 \\ \text{CaO} + \text{MgO}/\text{Al}_2\text{O}_3 &= 0,65 \end{aligned}$$

### Type pédologique

Le profil étudié se trouve localisé à la limite nord de la station à l'ouest du point culminant de cote 1205.

La topographie du lieu est relativement plane, la végétation est abondante. Par suite l'érosion est faible.

### Description

C'est un profil légèrement tronqué au sommet avec une couverture organique (0 à 30 cm) correspondant à toute la zone des racines.

30 à 400 cm. — Horizon rouge brun — taches jaunâtres à l'empla-

cement d'anciens cailloux complètement altérés argileux, motteux — vers le bas plus compact et plus clair.

400 à 600 cm. — Sommet de la zone de départ avec nombreuses taches blanches et larges veines rouges violettes — argileux — structure lamellaire.

Echantillons :

A à 200 cm de la surface  
B à 350 cm  
C à 550 cm

L'analyse chimique a donné les résultats suivants :

	A	B	C
S <sub>2</sub> O combinée .....	9,5	15,3	17,6
Quartz.....	4,9	15,3	17,6
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	33,7	33,5	27,8
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	29,5	25,4	19,5
CaO.....	0,65	0,55	1,07
MgO.....	0,4	0,28	0,41
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> .....	0,05	0,03	0,03
H <sub>2</sub> O Pertes au rouge.....	20,6	19,4	13,4
pH .....	5,4	5,5	5,5

Nous remarquons de suite la très faible proportion de silice qu'elle provienne du quartz ou des argiles en comparaison de la forte quantité de fer et d'alumine, d'une part et de la perte au rouge d'autre part.

Il est intéressant de faire la comparaison avec les différents constituants de la roche-mère. Pour cela nous faisons les rapports Horizon A / Roche-mère.

SiO <sub>2</sub> .....	14,4/71	0,20
H.T (hydroxydes totaux).....	63,1/17,9	3,51
Fer .....	33,7/3,8	8,87
Alumine.....	29,5/14,1	2,09
Calcium .....	0,65/2,58	0,25
Magnésium .....	0,40/1,81	0,22
Eau .....	20,5/0,15	13,7

Tous ces résultats peuvent servir de coefficient d'altération et de latéritisation ; cependant certains attirent plus particulièrement notre attention : La silice diminue très fortement ce qui est normal. Le quartz résiste assez mal à la décomposition totale de la roche. Comme nous avons affaire à une roche très quartzéuse et relativement compacte, on a la preuve que la dissolution de la silice est poussée très loin. Ceci semble confirmé par le fait que l'on assiste à l'énorme accumulation des métaux, surtout en ce qui concerne le fer, mais l'alumine ne suit pas cette accumulation aussi rapidement. A partir de la roche-mère le taux de l'alumine ne fait que doubler, alors que celui du fer est passé de 1 à 9.

Un autre indice peut être donné par l'augmentation de la teneur en eau. Le rapport des deux proportions pourra signifier un accroissement des radicaux OH en rapport avec la libération du fer et de l'alumine.

On peut affirmer que la latéritisation est poussée dans le profil que nous venons de décrire.

Le taux de calcium dans ce sol est assez surprenant pour un sol latéritique. La quantité de CaO dans l'horizon latéritisé est relativement forte. On constate que le rapport avec la roche-mère n'est que de 0,25. Celui de la zone de départ avec la roche-mère est de  $1,07/2,58 = 0,42$ . Nous avons pu faire une remarque analogue en analysant de nombreuses latérites de côte d'Ivoire. Le calcium résisterait relativement bien à l'entraînement lors de l'altération de la roche.

Étudions l'évolution des divers éléments à travers ce profil latéritique.

	A	B	C
Sa/ST .....	0,68	0,71	0,47
Sa/HT .....	0,15	0,26	0,37
Sa/Al .....	0,32	0,60	0,90
Fe/Al .....	1,14	1,32	1,42
10 (Ca + Mg)/Al.....	0,35	0,32	0,76
Eau/HT .....	0,32	0,33	0,28

Sa — représente la partie de l'insoluble qui, précipité après l'attaque par l'acide chlorhydrique, s'est trouvé dissoute par l'ébullition au carbonate de soude dilué. En principe le résultat de cette opération nous donne la silice combinée, c'est-à-dire entrant dans les argiles et les formations d'altération des silicates.

ST et HT représentent la silice totale (Sa + quartz) et les hydroxydes totaux.

L'évolution ABC du premier rapport est descendante bien que le taux de la silice argileuse (ainsi dénommerons-nous cette silice) augmente. Il s'ensuit qu'à la zone de départ il existe encore un bon nombre de silicates en cours d'altération, ce n'est qu'au-dessus de la zone de départ qu'il y a le maximum de silice argileuse pour un minimum de minéraux peu altérés.

Un autre rapport décroissant est celui de l'eau par rapport aux sesquioxydes. La production d'argile et la libération des métaux du troisième groupe vont de pair avec l'hydratation du profil. Mais l'argile contient beaucoup moins d'eau ; une prédominance argileuse se marquera par un rapport beaucoup plus faible.

Au contraire tous les autres rapports sont croissants dans le sens ABC. La silice argileuse est faible par rapport aux hydroxydes et à l'alumine ; il y a une forte accumulation de fer tandis que le calcium et le magnésium sont lessivés mais cela dans une proportion qui, comme nous l'avons indiqué plus haut, n'est pas aussi considérable qu'on ne le pense souvent.

Le tableau suivant indique les valeurs de ces variations dans les horizons :

	B/A	C/A
Sa/ST .....	1,05	0,69
Sc/HT .....	1,73	2,47
Fe/Al .....	1,15	1,12
Sa/Al .....	1,87	1,80
CaMg/Al.....	0,92	2,17
Eau/HT .....	1,1	0,86

Nous voyons qu'il y a peu de différence entre l'horizon A et l'horizon B, de nombreux rapports sont voisins de 1.

Après avoir transformé ces résultats en valeurs moléculaires on obtient :

$$\begin{aligned} \text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3 &= 0,545 \text{ (A) } 1 \text{ (B) } 1,66 \text{ (C)} \\ \text{CaO} + \text{MgO}/\text{Al}_2\text{O}_3 &= 0,072 \text{ (A) } 0,064 \text{ (B) } 0,17 \text{ (C)} \end{aligned}$$

La valeur du rapport « sa » ( $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ ) montre qu'il doit exister un assez grand pourcentage d'argile kaolinique dans la zone de départ. Ce rapport est d'autant plus faible que l'on se rapproche de la surface c'est-à-dire que la latérisation s'accroît.

Le rapport « ba » ( $\text{CaO} + \text{MgO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ ) nous permet de calculer le lessivage du profil suivant JENNY :

par rapport à la zone de départ : 0,366,

par rapport à la roche-mère : 0,098.

Le lessivage semble beaucoup plus important, suivant ce calcul, qui nous montre aussi que l'attaque chimique la plus poussée a lieu directement au-dessus de la roche.

Ce type latéritique est recouvert par une forte végétation forestière. Pour permettre la culture du quinquina, la direction de l'agriculture avait fait dénuder d'assez grandes surfaces. Sur le flanc sud-ouest du sommet, un assez grand espace est resté sans couverture pendant un temps relativement long. L'érosion a enlevé toute l'épaisseur de terre et a mis à nu la roche à la première zone d'altération. L'évolution de la roche-mère tend maintenant vers la formation d'une cuirasse ferrugineuse. Les éléments argileux qui peuvent se former sont rapidement entraînés par les eaux de pluie. Cependant dans un endroit protégé de l'érosion, le long du talus de la route on assiste à la formation d'un néosol sur une vingtaine de centimètres, qui aboutit à une formation ferrugineuse.

Observons ces phénomènes de ferruginisation à partir des granites à hypersthène :

Dans les endroits très érodés où le granite est directement exposé à l'air, on s'aperçoit que les différents constituants évoluent chacun pour leur propre compte.

Les feldspaths se kaolinisent très rapidement et se transforment en poudre blanche qui, par la suite, prend une couleur jaunâtre du fait de l'oxydation des traces de fer que peut contenir le kaolin.

Les éléments ferromagnésiens brunissent très vite. Ils forment un vermiculage très fin dans la masse blanche ou jaune décrite précédemment. La masse kaolinique, soumise au lavage des eaux, disparaît petit à petit, tandis que la ferruginisation de l'ancienne maille ferromagnésienne est poussée à fond. On finit par aboutir à une masse poreuse, relativement légère qui a l'aspect d'une carapace ferrugineuse. La silice

quartzeuse et celle des silicates s'est trouvée complètement éliminée ; on n'en trouve qu'une trace infirme.

Cette formation décrite n'a que quelques millimètres d'épaisseur voire 1 cm. Elle enrobe les petits cailloux dont l'intérieur conserve le vermiculage ferrugineux dans la masse kaolinique. La carapace peut se présenter sur des petits spécimens comme une simple pellicule ferrugineuse. Par contre les rognons assez gros peuvent être transformés totalement. Mais c'est sur les dalles de roches qu'elle est très visible avec son aspect rugueux et poreux.

Lorsque l'altération est poussée plus en profondeur on aboutit au microsol dont les propriétés sont les suivantes :

ST .....	9,6	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	24,8	Sa/Al.....	0,155	CaO .....	0,94
SQ .....	3,2	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	41,1	Fe/Al.....	0,605	MgO .....	0,32
Sa.....	6,4	Sa/ST.....	0,67	10 CaMg/Al .....	0,031	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> .....	0,17
HT.....	65,9	Sa/HT.....	0,097	Eau/HT.....	0,35	Eau.....	22,4

Il est remarquable que, sous des conditions différentes (absence de forêt, humidité du sol assez forte) la roche évolue très rapidement vers le même type que celui étudié plus haut, et ceci d'une manière plus poussée.

Nous obtenons le même coefficient de silice argileuse (0,67 et 0,68 pour l'horizon du néosol A' et pour A), le même coefficient eau-HT, 0,35 et 0,33. Ce qui signifie que la silice argileuse va de pair avec celle des minéraux non altérés, et que l'augmentation du fer et de l'alumine se fait en même temps que leur hydratation. On assiste d'autre part à l'accroissement de la teneur en alumine dont le taux dépasse désormais celui du fer.

En ce qui concerne le calcium nous constatons une fois de plus que sa proportion, en valeur absolue, reste à peu près constante et ne marque pas l'évolution.

Les rapports moléculaires nous donnent les résultats suivants :

$$\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3 = 0,26 \quad \text{CaO} + \text{MgO}/\text{Al}_2\text{O}_3 = 0,062$$

d'où le coefficient de lessivage des bases par rapport à la roche-mère  $0,062/0,65 = 0,0955$ .

Là encore nous retrouvons le coefficient de lessivage des bases, comme dans le profil latéritique précédent.

Nous attachons à l'étude de ce profil, à son érosion et à la régénération d'un néosol, après la destruction de la forêt, une très grande valeur, puisque de tous les facteurs qui concourent à la genèse d'un sol, nous pouvons, après étude en supprimer un qui est le facteur forêt. Nous préciserons donc son rôle et ses rapports avec le sol, dans le cas particulier qui nous intéresse.

Déjà, dans la partie descriptive du profil, nous ne mentionnons que 30 cm de terre dans lesquels vivent les racines. Dans d'autres descriptions d'horizons supérieurs d'endroits avoisinants nous avons remarqué la

limite nette qui existe entre l'horizon supérieur, siège des racines, et les autres horizons du profil. Il semble qu'ici le rôle dynamique de la forêt soit réduit, et qu'il n'intéresse qu'une couche superficielle à laquelle la végétation ajoute ses matières organiques. Encore n'en avons-nous remarqué de très abondantes qu'au Tonkoui (2 à 4 p. 100 d'acide humique d'après nos analyses.)

Au-dessous de cette couche, intimement liée à des phénomènes de biologie végétale, nous observons un ensemble régi par des phénomènes de chimie minérale. Qu'il y ait de la forêt ou non, les résultats analytiques indiquent des phénomènes très voisins.

Nous comprenons que la forêt ait un rôle dans la formation d'un sol, lorsqu'elle embrasse, par son infra structure, l'ensemble des horizons et qu'elle atteint la roche-mère. Mais lorsque son domaine ne touche qu'au 1/5<sup>e</sup> du profil, son importance, vis-à-vis de la roche et de son altération, ne peut être que faible.

Quel est le rôle du sol en face de la forêt ? Nous observons une forêt dense et importante sur un substratum dont une analyse totale (aux « 3 acides » et « à chaud ») ne donne que des quantités faibles de calcium, de magnésium et de phosphore. Une analyse plus ménagée (à l'acide nitrique) mais encore assez forte donne des résultats de l'ordre du p. 1 000. Voici en p. 1 000, la comparaison avec un profil voisin, pris sur granite, à hypersthène dans des conditions analogues, à quelques centaines de mètres de là.

	CaO	MgO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
Tk 41 .....	1,85	1,12	1,45
Tk 42 .....	2,1	1,08	1,82
A .....	6,5	4	0,3

L'horizon A est l'homologue de l'horizon Tk 42.

Remarquons de suite les différences de 1 à 4 entre les deux analyses pour CaO et MgO alors que le résultat est le contraire pour P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, présent dans ce dernier sol, sous forme phospho-humique, en est la cause.

Ces attaques chimiques ne correspondent nullement à l'attaque possible des minéraux en milieu naturel. La forêt ne peut tirer sa propre nourriture que des déchets organiques qu'elle abandonne continuellement. Le complexe phospho-humique se manifeste par un taux élevé d'humus et de phosphore.

La forêt ne paraît donc pas avoir un rôle prépondérant dans la genèse du sol latéritique, puisqu'un sol analogue se forme en présence ou en l'absence de la forêt.

La forêt paraît avoir seulement ici un rôle régulateur en adoucissant les attaques des agents externes ; le néosol est aussi « latéritique » que le sol en place.

La forêt possède un rôle transformateur sur une certaine épaisseur du

profil, embrassant une partie d'horizon, la totalité de l'horizon ou plusieurs horizons. Cette épaisseur est assez constante pour un certain nombre de conditions. La forêt crée donc un horizon supérieur spécial, un horizon biologique, l'horizon que nous observons est la résultante de l'horizon biologique et de l'horizon naturel. On y remarque des propriétés physiques et chimiques particulières.

La forêt joue un rôle de fertilisateur temporaire, puisqu'elle accumule des matières intéressantes immédiatement utilisées pour sa propre existence : cet horizon biologique fait partie de son cycle végétatif. Si on supprime la forêt on peut utiliser cet horizon pour la culture. Mais s'il n'est pas entretenu, il disparaît au profit de l'horizon naturel, ou ce qui est plus grave est entraîné par l'érosion.

La forêt joue donc un rôle protecteur et conservateur. Notre étude sur le Tonkoui a montré que l'érosion pouvait emporter jusqu'à 30 000 m<sup>3</sup> de terre par hectare au bout de deux à trois ans.



Pedo

# ÉTUDE DE L'ALTÉRATION DE LA CHARNOCKITE DE MAN

PAR

G. CLASSE

---

(Extrait des ANNALES DE L'I. N. R. A., livraison du N° 1 de 1953.)  
Pages 45 à 52

---



INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE  
7, rue Keppler - Paris

B41207