



NOTE SUR LES ELEMENTS TRACES  
DANS LES SOLS CENTRAFRICAINS

Y. BOULVERT

MRP - ORSTOM - BONDY

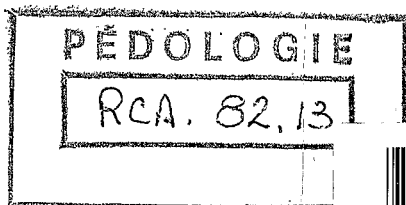
MAI 1982

Dans le cadre de la Notice de synthèse sur les sols centrafricains, cette note a pour simple but de donner une première vue d'ensemble sur ces éléments qui sont présents en faibles quantités dans les sols et que l'on appelle oligo-éléments ou éléments traces.

Les premiers renseignements que l'on possède à ce sujet datent d'une étude des grès de Carnot réalisée en 1959 par P. BENOIT-JANIN. Pour sa thèse de Doctorat, D. RAMBAUD a choisi d'étudier par fractions granulométriques les éléments traces de 6 profils ferrallitiques sur substratum granitique acide. L'un de ces sols étudiés en détail a été choisi parmi nos profils centrafricains : OD 37 sur charnockite (cf. p. 104-106). Par la suite, plusieurs allusions au soufre, bore... ont été faites par P. QUANTIN (1965), A.G. BEAUDOU (1980), J.P. COINTEPAS (1980).

Au cours de nos prospections en RCA (entre 1964 et 1979), nous avons, dans un but de reconnaissance exploratoire, demandé quelques analyses d'éléments traces sur des profils représentatifs, en général sur deux horizons au plus : l'horizon B ou structichron et l'horizon C ou altérite. Ce n'est que dans le cadre de l'étude du cuirassement sur un plateau cuirassé de la série de Kouki (séquence de Boulo) qu'une étude d'ensemble a été entreprise sur 72 échantillons. Sans compter ceux de nos collègues, 257 analyses d'éléments traces ont été dépouillées et confrontées en fonction du matériau original et du type de sol.

Les dossiers analytiques ayant été réalisés année après année, il se pose un problème d'homogénéisation des données. Les méthodes d'analyses ont évolué ainsi que la précision de leurs résultats.



Fonds Documentaire ORSTOM

Cote: ~~5~~3006 Ex: 1

C'est ainsi que les chiffres cités par BENOIT-JANIN ne sont indiqués qu'à titre indicatif. Certes, le matériau gréseux est très pauvre mais les données d'analyses semblent vraiment faibles. Il s'agirait là d'éléments assimilables.

Certains éléments ne sont analysés par les SSC de Bondy (au laboratoire de Spectrographie sous la direction de M. PINTA qui a décrit en 1962 la méthode utilisée) que sur demande spéciale : c'est le cas du soufre non considéré comme un oligo-élément, du bore : méthode d'analyse spéciale à coût élevé. Les éléments couramment analysés dans les années 1965 : Mn - Pb - Ga - Bi - Mo - Sn - V - Cu - (Zn) - Ni - Co - Ti - Cr - Cs - Sr - Ba - Li - Rb, se sont réduits dernièrement à Mn - Pb - Ga - Ge - Bi - Mo - Sn - V - Cu - Ag - (Zr) - Ni - Co - Cr.

A partir de la bibliographie et des nombreuses analyses réalisées à Bondy, une étude d'ensemble sur les éléments traces dans le monde a été réalisée par H. AUBERT et M. PINTA (1971-1977). Elle permet de confronter les résultats analytiques sur des matériaux variés, des principaux types de sols des diverses régions climatiques du globe. Les résultats cités à la rubrique République Centrafricaine concernent essentiellement nos premières prospections dans la région de l'Ouham. Dix ans plus tard, il a paru nécessaire de recenser à nouveau les données centrafricaines.

Cette Note doit donc être considérée comme une mise à jour sur les éléments traces centrafricains. Les divers éléments seront donc traités suivant l'ordre adopté par ces auteurs.

Des tableaux indiquent les valeurs extrêmes et moyennes relevées en RCA. Les moyennes ont été réalisées en fonction du matériau originel, du type de sol ou , dans le cas de la séquence de Boulo, horizon par horizon.

I - PRINCIPAUX ELEMENTS TRACES.

BORE (B)

Nous ne possédons pas en RCA de teneurs des sols en bore total. Quelques indices de carences en bore ayant été relevés à Grimari et à Goffo (près de Batangafo), des teneurs en bore solubles ont été déterminées par J.P. COINTEPAS (1980) sur des échantillons de surface prélevés dans les stations d'essais agronomiques. Les teneurs en bore, extractibles à l'eau, s'échelonnent de 0,126 ppm à Soumbé près de Bossangoa à 0,900 ppm à Gounouman, près d'Alindao. Il n'apparaît pas de relation entre la teneur en bore des feuilles et celle du sol. Il semble d'ailleurs que la plante puise le

bore en fonction de ses besoins et non en fonction de la richesse du sol.

### CHROME (Cr)

La teneur moyenne en chrome des sols centrafricains analysés : 208 ppm, correspond à celle donnée pour l'ensemble de la lithosphère : 200 ppm. Elle s'échelonne très largement de 10 ppm (BOZ 14 : sol jeune ferrallitique sur granite) à plus de 1000 ppm (VB15 : sol rouge fersiallitique sur amphibolite). Ces teneurs restent très proches de celles des roches sur lesquelles ces sols évoluent. L'influence de la roche mère est prépondérante dans le cas du chrome, élément peu mobile. Les sols sur sables, dérivant des grès mais aussi sur granites et quartzites sont dix fois moins fournis en chrome que les sols développés sur la série schisteuse de Kouki ou sur roche basique (1).

D'un point de vue pédologique, cette influence se retrouve dans la texture : les sols sableux (ferrugineux tropicaux lessivés ou ferrallitiques appauvris) sont peu fournis en chrome relativement aux sols vertiques mais aussi aux sols indurés. Comme le note D. RAMBAUD (1969), les niveaux d'induration ou de concrétionnement accusent une accumulation de cet élément, au moins autant nous semble-t-il (cf séquence de Boulo) dans les fractions fines que grossières.

### COBALT (Co)

En RCA, la teneur moyenne des sols en cobalt est de 20 ppm. Elle s'étale de moins de 3 ppm (2) (OX 78 : sol peu évolué sur itabirite) à 300 ppm (OA 93 : vertisol sur para-amphibolite). Ici également, les concentrations sont directement liées aux roches et aux sols qui en dérivent. Elles sont inférieures ou égales à 10 ppm avec risques de carences sur sables gréseux, quartzites, granites ainsi que sur sols ferrallitiques appauvris. Elles sont par contre supérieures à 50 ppm sur roches basiques ou sols vertiques.

L'étude de la séquence de Boulo montre une accumulation du cobalt dans les horizons supérieurs humifères : le cobalt paraît être fixé par l'humus selon H. AUBERT. En raison de l'affinité du cobalt pour le fer, on

- (1) A noter que des indices de chromite ont été signalés par G. POUIT (1959), sur Fort Crampel ouest, en relation avec les séries charnockitiques.
- (2) Selon P. BENOIT-JANIN, les teneurs en cobalt sur grès de Carnot seraient comprises entre 0,06 et 0,34 ppm. Bien que cela ne soit pas précisé les concentrations citées par cet auteur sont si faibles qu'elles ne peuvent correspondre qu'à des éléments assimilables, alors que nos données correspondent à des éléments totaux.

aurait pu penser, comme pour le chrome, à une accumulation dans les fractions grossières et indurées. D'ailleurs d'après LANDERGREN (1948, cité par D. RAMBAUD) les formations latéritiques accusent une concentration en cobalt. Un seul témoin en est connu en RCA (1). En règle générale, le cobalt se concentre dans la fraction argileuse comme D. RAMBAUD l'a montré.

### CUIVRE (Cu).

La teneur moyenne des sols centrafricains en cuivre est de 54 ppm mais les différences peuvent être importantes. Si des teneurs inférieures à 3 ppm (2) s'observent sur roches mères pauvres en cuivre (granites et quartzites de la région de Bouca), des teneurs exceptionnelles supérieures ou égales à 1000 ppm ont été relevées en des lieux où aucun indice minier n'avait été signalé à ce jour (3). Citons ALIndao 17 (sol vertique sur roche verte près de Pouloubou) ou BERbérati 1-6 et 7 (sur roche basique près de Beyna-Domio). Ces indices pourraient justifier une prospection géochimique.

Vis-à-vis des sols, on relève avec la variabilité, que les teneurs les plus élevées en cuivre ont été observées sur les sols peu évolués d'érosion : affinité avec la roche mère mais aussi avec la matière organique, les teneurs les plus faibles dans les sols ferrallitiques appauvris sur grès, ce qui confirme a contrario l'affinité du cuivre avec l'argile.

### IODE (I).

Nous ne disposons d'aucune donnée sur les teneurs en iode des sols centrafricains. C'est dommage, l'iode est en effet un élément important pour les êtres humains. Il entre dans la composition de l'hormone thyroïdienne et son absence entraîne l'apparition du goitre. Selon VINOGRADOV (1959, cité par H. AUBERT), il est possible de connaître, d'après les foyers endémiques de cette maladie, les régions dans lesquelles les sols sont carencés en iode. Ce serait particulièrement le cas dans le haut bassin du Chari, situé à 1500 km de tout océan et dans lequel les cas de goitre exophtalmique sont fréquents.

- (1) R. DELAFOSSE (1960) signale un indice intéressant sur les plateaux de la dorsale centrafricaine du bassin de la Haute Kotto (8°50'N - 23°10'E). C'est une formation superficielle de plateau dont une analyse a donné 29 % Mn et 0,64 % Co.
- (2) Dès 1912, dans "une tournée en pays Fertyt, le cap. MODAT évoquait à deux reprises des indices de cuivre dans le massif du Dar Challa sur la frontière avec le Soudan.
- (3) Les géologues ont signalé des indices de cuivre tels ceux de Ngadé avec des teneurs allant de traces à 5,77 % (V. BIRLEA 1977), de Bogoin, de Yalinga.

### MANGANESE (Mn)

En RCA, la concentration moyenne des sols en manganèse est de 950 ppm. Elle s'élève jusqu'à 5000 ppm (en OA 93 : sol verticale sur amphibolite) et s'abaisse à 10 ppm (en BOD 28.5 altérite sur grès de Carnot). Les secteurs carencés en manganèse correspondent aux sables gréseux, comme l'avait signalé P. BENOIT-JANIN (1959). Il faudrait y ajouter les alluvions sur modelé karstique, développées sur calcaire. C'est le cas de la séquence de la Mboma (près de Mbaiki) dans les alluvions de laquelle une autre teneur minimale de 10 ppm a été notée en GA 38. Sur roche mère calcaire, le manganèse est en effet immobilisé sous forme d'oxydes insolubles.

On retrouve la règle suivant laquelle les sols sableux (du type sols ferrallitiques appauvris sur sables, sur grès) sont moins fournis en manganèse que les sols argileux : sols sur micaschistes ou sols vertiques. Dans ces derniers, le manganèse se présente sous l'aspect de petites concrétions noires, à reflets métalliques, à côté des nodules calcaires (cf autour de Bongon VA 26). L'accumulation d'origine biologique se produit le plus souvent dans les horizons supérieurs humifères. L'exemple de la séquence de Boulo confirme la remarque de P. BENOIT-JANIN à ce sujet (cf C 77).

De nombreux dosages de manganèse ont été effectués avec les analyses totales triacides dans les sols et les cuirasses. Rappelons que sur 400 cuirasses analysées, les teneurs en  $MnO_2$  étaient inférieures à 0,06 p. 100 dans la moitié d'entre elles. Seules une dizaine de cuirasses renfermaient plus d'un pour cent de manganèse dont une ZEMio 6 = 21,2 p. 100 (terrasse de la Ouara) est une véritable cuirasse manganésifère comme celle citée ci-dessus par R. DELAFOSSE.

### MOLYBDENE (Mo)

Les teneurs des sols centrafricains en molybdène total sont relativement faibles. Elles sont assez fréquemment inférieures à 3 ppm. Cet élément a la réputation de s'accumuler dans les horizons humifères. Dans le cas de la séquence de Boulo, cet élément est plus abondant dans les fractions grossières, nodules ferrugineux ou cuirasses dans lesquelles on relève plusieurs concentrations à 10 ppm.

### NICKEL (Ni)

En RCA, les teneurs en nickel des sols en moyenne de 54 ppm s'échelonnent de 10 à 300 ppm, concentration rencontrée plusieurs fois (cf ALINDAO 17 : sol verticale sur roche verte où il est associé au cuivre). Ces teneurs varient tout d'abord en fonction des roches mères. Elles sont très faibles sur roches acides : grès, granites et assez fortes sur roches basiques (1) ou seulement mésocrates : micaschistes, gneiss. Ces teneurs varient également en fonction de la teneur en fractions fines et en sesquioxydes métalliques : les sols ferrallitiques appauvris en sont moins bien pourvus que les sols cuirassés. La séquence de Boulo permet de vérifier la liaison avec l'humus, le nickel étant essentiellement un élément d'accumulation biogénétique.

### PLOMB (Pb)

Les teneurs en plomb des sols centrafricains restent modestes : 10 ppm en moyenne. Elles s'échelonnent de moins de 3 à 150 ppm dans un horizon concrétionné situé à la base d'un profil de sol ferrugineux tropical lessivé sur gneiss (YB96.5). Les teneurs les plus faibles, du niveau de la carence, ont été relevées sur sables du Continental Terminal ou sur quartzites ferrugineux ainsi que sur sols ferrallitiques appauvris ou sur sols verticaux. Ainsi, en RCA on observe non pas tellement une accumulation en plomb dans les horizons humiques ou argileux des sols mais plutôt comme le note D. RAMBAUD une possibilité d'accumulation du plomb sous forme d'oxydes en association avec d'autres éléments dans les horizons ferrugineux : sols ferrugineux tropicaux ou sols de lakéré ou bowé.

### TITANE (Ti)

Les teneurs en titane des sols centrafricains sont assez élevées. Le plus souvent, elles dépassent 3000 ppm et des teneurs supérieures à 10.000 ppm ne sont pas rares. L'accumulation du titane dans les sols ferrallitiques est d'ailleurs signalée depuis longtemps par les auteurs. La teneur minimale a été relevée dans les sols sur sables du Continental Terminal (950 ppm en KB 90.4 : sol ferrallitique appauvri). Les sols verticaux centrafricains en semblent également mal pourvus.

(1) Selon F. FOGLIERINI et J.L. MESTRAUD (1958), une amphibolo-pyroxénite, située à l'ouest de Bambari, a révélé une teneur en nickel de 1,6 p.100, anomalie qui serait à vérifier.

L'étude sur le cuirassement a confirmé l'accumulation du titane dans ces matériaux indurés. Sur 420 cuirasses analysées, 281 renfermaient entre 0,4 et 1,4 p. 100 de  $TiO_2$ , 119 entre 1,4 et 3 p. 100 ; la plus forte teneur en titane étant relevée sur une terrasse de l'Ouham près de Batangafo (6,9 p.100 en XA 7). Cette concentration n'a rien d'étonnant si on songe qu'en amont, de très fortes concentrations d'ilménite ont été décelées par les géologues dans les formations charnockitiques situées entre Bouca et Bossangoa. Dans les bassins Mpoko, Boubon et Bobo les teneurs comprises entre 30 et 50 kg/m<sup>3</sup> sont assez fréquentes. La plus forte concentration a été découverte dans le bassin Bobo où une teneur voisine de 90 kg/m<sup>3</sup> a été mise en évidence. Une analyse chimique d'ilménite a donné 49,40 p. 100 d'oxyde de titane.

### VANADIUM (V)

Le vanadium est l'un des éléments traces les plus abondants : 180 ppm en moyenne dans les sols centrafricains. La concentration très variable dépend essentiellement de la roche mère. Elle varie de 3 ppm. (OY 1 : sol ferrugineux tropical sur granite) à 900 ppm (KA 79 : horizon d'altération sur la série de Kouki). Les teneurs en vanadium sont réputées particulièrement faibles dans les grès et les roches carbonatées (cf GA 38), on pourrait ajouter : sur sables des Goz, sur quartzites micacés ainsi que sur granites et migmatites comparativement à la série de Kouki ou aux roches basiques.

Parallèlement les sols ferrallitiques appauvris sont mal pourvus en vanadium par rapport aux sols vertiques et aux horizons cuirassés ou lakérés développés sur la série de Kouki (cf séquence de Boulo). Selon D. RAMBAUD (1969), on peut supposer que cette concentration est due à la précipitation des vanadates en présence d'hydroxydes ferriques plus abondants dans ces horizons indurés ou gravillonnaires.

### ZINC (Zn)

Les teneurs en zinc sont médiocres dans les sols centrafricains. Généralement de moins de 100 ppm, elles sont souvent inférieures à 30 ppm. La teneur maximale (relativement peu élevée) 150 ppm a été relevée tout au long d'une altérite sur para-amphibolite près de Bongon (VA 30). A l'opposé P. BENOIT-JANIN (1959) signale des carences sur grès de Carnot (1). Nous

(1) Avec une teneur moyenne de 2 ppm pouvant s'abaisser à 1,3 ppm !

manquons de données sur les sols cuirassés centrafricains.

## II - AUTRES ELEMENTS

### 1 - Alcalins rares :

#### - Lithium (Li)

La teneur moyenne des sols centrafricains en lithium est de 18 ppm. Elle varie de 2,7 ppm (OX 78 sur quartzites ferrugineux) à 100 ppm (VA 27 : altérite de vertisol sur para-amphibolite). On relève que les sols ferrallitiques ou ferrugineux tropicaux sont moins bien pourvus en lithium que les sols vertiques et surtout hydromorphes sur alluvions récentes. Lj NALOVIC (1969) a déjà relevé que l'hydromorphie joue un rôle important dans la répartition du lithium.

#### - Rubidium (Rb)

Les teneurs en rubidium des sols centrafricains sont très variables. Dans la même région de l'Ouham, elles peuvent varier de moins de 3 ppm (OL 92 : sol ferrallitique sur gneiss) à 600 ppm (OD 49 : sol hydromorphe sur alluvions récentes de l'Ouham). Par rapport aux sols ferrallitiques les teneurs en rubidium sont en moyenne plus élevées sur les sols vertiques hydromorphes ou peu évolués d'apport (cf lithium).

#### - Cesium (Cs)

Les teneurs en cesium varient de 3 ppm (OB 99 : sol ferrugineux tropical sur migmatite) à 300 ppm (OB 33 : sol peu évolué d'érosion sur para-amphibolite). Les sols vertiques ou hydromorphes sont mieux fournis en cesium que les sols ferrugineux tropicaux et surtout ferrallitiques.

### 2 - Alcalino-terreux :

#### - Baryum (Ba)

La concentration moyenne des sols centrafricains en baryum est de 332 ppm. Elle varie très largement de 9 ppm (OI 42 : sol ferrallitique induré



sur charnockite) à 3000 ppm (KA 88 : sol ferrugineux tropical sur granite). En moyenne les sols sur quartzites semblent les moins bien pourvus en baryum, à l'inverse des sols sur gneiss ou sur alluvions. On peut dire que les sols à texture assez lourde ou drainage déficient (cas des sols peu évolués, vertiques, hydromorphes ou ferrugineux tropicaux) sont bien pourvus en baryum contrairement aux sols ferrallitiques bien drainés et particulièrement aux cuirasses.

- Strontium (Sr)

Les conclusions sont très semblables pour cet autre alcalino-terreux. La concentration moyenne en strontium est de 220 ppm. Elle s'échelonne de 2,7 ppm (OX 78 : sol peu évolué d'érosion sur quartzite ferrugineux) à 1500 ppm (OB 25 ou 33 : sols peu évolués d'érosion sur para-amphibolites). Dans ce cas, les teneurs sont directement liées aux matériaux : quartzites ferrugineux, migmatites, charnockites et sables du Continental Terminal sont mal pourvus relativement aux alluvions et surtout aux roches basiques. De même les sols jeunes, vertiques notamment, renferment nettement plus de strontium que les vieux sols ferrallitiques indurés.

3 - Divers.

- Argent (Ag) - Or (Au).

Les concentrations en argent des sols centrafricains restent faibles. Le plus souvent inférieures à 3 ppm, elles n'atteignent par 10 ppm. Aucun indice minier de ce métal n'est d'ailleurs signalé, tandis que diverses mines d'or étaient exploitées dans la première moitié du siècle. Cet élément reste évidemment indosable dans les analyses de sol !.

- Bismuth (Bi).

Le bismuth est un élément difficile à déceler et la méthode utilisée manque souvent de sensibilité. Les teneurs sont pratiquement toutes inférieures à 10 ppm et en général à 3 ppm. On peut cependant noter qu'une concentration de 10 ppm a été relevée (YK 36 : sol ferrugineux tropical sur granite) et même de 30 ppm (BAM 10 : altérite sur granite, servant de "saline" pour le gibier à Gozao). Dans cette entaille de la rive du Bamingui on relève également sur l'extrait aqueux à 1/10 : 2,14 :  $\text{Co}_3$  et 1,89 :  $\text{Na}^+$ ).

- Etain (Sn)

Les teneurs en étain des sols centrafricains restent en général comprises entre 3 et 10 ppm. Elles paraissent plus élevées dans les sols vertiques ainsi que dans les horizons cuirassés (lakéré ou bowé : cf la moyenne par horizons de la séquence de Boulo). Deux concentrations exceptionnelles ont été relevées dans l'Ouham : 60 ppm (OA 82 : altérite sur para-amphibolite d'un sol ferrugineux tropical) et surtout 100 ppm (KOU 37.8 : horizon cuirassé d'un lakéré de la séquence de Boulo sur la série de Kouki).

Rappelons seulement que divers indices de cassitérite ont été signalés en RCA sur diverses coupures géologiques (Fort Archambault est, Zémio-Djéma., Yalinga-est, Bossangoa ouest et est). Ces indices sont souvent en relation avec des amas et des filons de pegmatite qui apparaissent dans les formations granitiques et gneissiques du socle. Un seul essai a donné une teneur voisine de 300 g/m<sup>3</sup>.

- Gallium (Ga).

La teneur moyenne en gallium des sols centrafricains est de 22 ppm. Elle varie de 2,7 ppm (OY 24 : sol ferrallitique remanié sur gneiss migmatitique) à 60 ppm (OA 73 : sol ferrallitique typique sur para-amphibolite). En règle générale, les teneurs en gallium sont particulièrement faibles sur les sables du Continental Terminal ou des Goz éoliens, en comparaison avec le socle précambrien. Sur celui-ci, les quartzites ferrugineux en paraissent mal pourvus par rapport aux autres quartzites. De même, les sols ferrugineux tropicaux lessivés ou les sols ferrallitiques appauvris relativement aux sols ferrallitiques indurés.

L'exemple de la séquence de Boulo semble montrer que le gallium est plus concentré dans les sols à induration discontinue que dans les cuirasses compactes des lakéré. Par contre les différences entre les horizons sont peu sensibles.

- Germanium (Ge).

Le germanium est un élément difficile à déceler ; ses teneurs restent très faibles dans les sols centrafricains. Elles sont souvent infé-

rieures à 3 ppm et toujours à 10 ppm qu'il s'agisse de vertisols, de sols ferrugineux ou de sols ferrallitiques.

#### - Soufre (S)

Le soufre ne doit pas être considéré comme un élément trace mais comme un élément important, pour la croissance du cotonnier notamment. Il est pourtant rarement étudié. Sur les grès de Carnot P. BENOIT-JANIN estime que les séries de Bambio et de Gadzi doivent présenter des carences graves en soufre : les traces en sont indosables.

En 1974, J.P. COINTEPAS a effectué quelques déterminations de soufre dans la zone cotonnière. Les teneurs varient de 65 ppm à Goffo (près de Batangafo) à 269 ppm à Gounouman (près d'Alindao). Selon cet auteur, les teneurs en soufre du sol suivent de près les teneurs en matière organique. On distingue nettement trois secteurs : le sud-est du pays plus riche, le centre moyennement pourvu et le nord ouest le plus pauvre. Une fumure à base de sulfate d'ammoniaque suffit à assurer les besoins de la plante.

La même année, nous relevions au nord-est du pays des teneurs s'élevant de 154 ppm (BAMingui 6 : sol ferrallitique typique sur granite) jusqu'à 952 ppm (OUAdda 8 : sol hydromorphe vertique près de Ouanda-Djallé).

A partir de mesures plus systématiques effectuées en Ouaka, Basse Kotto et Mbomou, A.G. BEAUDOU (1980) estime que les teneurs en soufre sont suffisantes dans tous les types de sols. Dans les sols qu'ils soient ferrallitiques ou hydromorphes, il relève des teneurs en soufre comprises entre 50 et 180 ppm au niveau des horizons humifères (humites) et entre 20 et 140 ppm dans les horizons B1 (structichron dyscrophe). Ces teneurs peuvent s'élever à 200 et même 260 ppm dans l'humite de sols peu développés.

#### - Zirconium (Zr)

Comme le plomb, le zirconium se trouve concentré dans les fractions grossières. Les dosages peu précis indiquent le plus souvent des teneurs inférieures à 100 ppm (70 pour VA 16.5 : altérite sur roche verte). Les taux les plus élevés ne dépassent pas 300 ppm (BAMingui 3 : sol ferrallitique ocre sur granite, VB 15 : sol ferrallitique rouge sur amphibolite). Contrairement à NALOVIC à Madagascar (1969) nous n'observons pas de différences significatives entre les divers types de sols centrafricains.

- Uranium (U).

Nos échantillons sur altérites de la feuille Bangui ont été analysés systématiquement par le CEA, qui n'y a décelé aucune anomalie significative. On sait par contre que les anomalies détectées dans l'est du pays sont assez souvent liées au cuirassement.

CONCLUSIONS.

Comme le soulignent H. AUBERT et M. PINTA, les teneurs en éléments traces des sols sont le résultat de l'influence respective des roches mères et des divers facteurs pédo-génétiques.

L'influence de la lithologie est désormais bien connue pour des éléments comme Co, Cr, Cu, Ni, V, Zn, Li, Ga. En RCA, cette influence ressort en raison de la diversité des matériaux : roches métamorphiques basiques, roches éruptives acides mais aussi sables continentaux très pauvres.

En Centrafrique, les principaux types de sol sont fortement influencés par le matériau : sols vertiques sur roches basiques, sols hydromorphes sur alluvions, sols ferrallitiques appauvris sur sables gréseux. On ne s'étonnera donc pas d'y retrouver ces différences.

A la lithologie se superposent les autres influences pédogénétiques. Certaines concentrations en éléments traces sont liées au cuirassement, phénomène essentiel en RCA : Mn, Ti mais aussi Cr, Mo, Ni, V, Sn et U tandis que pour Ba, c'est l'inverse. Certains éléments traces sont liés à la matière organique : Co, Mn, Ni, S, d'autres à l'hydromorphie : Li, Co, Ba ; d'autres encore à la texture : Mn, Ni, V, Ba. Inversement sur matériau dérivé du calcaire : Mn et V disparaissent.

Il semble ainsi que les sols peu évolués d'érosion soient les mieux fournis en Ti, Cu mais les moins bien en Li ; de même les sols vertiques en Mn, Sn, Ni, Co, Sr, Zr, Rb, Zn mais non en Pb, Ti, de la même façon les sols hydromorphes en Co, Li, Rb, les sols ferrugineux tropicaux en Ba et Pb. Les sols ferrallitiques appauvris sont les moins bien pourvus en V, Cu, Ni, Co, Cr, les sols "remaniés" en Sr, Li, les sols indurés en Sn, Sr, mais ils sont les mieux fournis en Cr tandis que les cuirasses des lakéré le sont en V et Pb.

En conclusion, la variabilité des teneurs en éléments traces paraît large en RCA. Elle dépend des facteurs pédo-génétiques et tout particulièrement de la lithologie. Les carences effectivement observées restent peu étudiées ; c'est le cas du bore. Elles sont surtout à craindre sur les sables continentaux dont la pauvreté et la fragilité agronomique sont bien connues.

Tandis qu'on parle d'exploiter les nodules polymétalliques du fond des océans, l'étude géochimique de certains pays reste à peine ébauchée. En raison de son éloignement des côtes, un pays comme la RCA ne peut espérer pouvoir exploiter que des produits concentrés de haute teneur. A côté du diamant, de l'or, de l'uranium, des prospections géochimiques pourraient être entreprises sur les indices de cuivre et secondairement de nickel, chrome, manganèse.....

## BIBLIOGRAPHIE

- AUBERT H. et PINTA M., 1971 - Les éléments traces dans les sols.  
*Travaux et Documents ORSTOM n° 11 - 103 p. + 98 p. de tableaux*  
*Traduit en anglais et complété en 1977.*  
*"Trace elements in soils" Elsevier company - Amsterdam - Oxford*  
*New York - 395 p.*
- BEAUDOU A.G. et CHEVAL M., 1980 - Notice explicative. Carte pédologique de la RCA. Feuilles de Bambari, Bianga, Mobaye, Bangassou, Rafaï à 1/200.000e -  
*127 p. multigr.*
- BENOIT-JANIN P. et KOECHLIN P., 1959 - Etude pédo-botanique de la région des Grès de Carnot.  
*71 p. multigr. + tabl. et cartes. I.E.C. 0-112.*
- BENOIT-JANIN P., 1960 - Les sols formés sur grès de Carnot.  
*3ème Conférence Interafricaine des sols Dalaba 1959. Vol. 1. p.459 à 462.*
- BIRLEA V., 1977 - Les minéralisations cuprifères de N'gadé. Empire Centrafricain.  
*Ann. Univ. J.B. Bokassa Tome II p. 314-333.*
- BOULVERT Y., 1975 - Carte pédologique de l'Ouham (RCA). Feuilles Bossangoa Bouca, Batangafo, Kouki à 1/200.000e.  
*Notice explicative n° 58. ORSTOM Paris 152 p.*
- BOULVERT Y., 1976 - Carte pédologique de la République Centrafricaine. Feuille Bangui à 1/200.000e.  
*Notice explicative n° 64. ORSTOM Paris 116 p. + 10.*
- BOULVERT Y., en préparation - Sols et cuirassements en RCA.
- COINTEPAS J.P. et KAISER R., 1980 - Quatre années d'étude pédo-agronomiques sur coton en RCA.  
*ORSTOM Bangui, 8 p. multigr. + tabl.*
- DELAFOSSÉ P., 1960 - Notice explicative sur la feuille Ouanda-Djallé est.  
*IERGM, Paris, 50 p. + carte géologique 1/500.000e.*
- FOGLIERINI F. et MESTRAUD J.L., 1958 - Notice explicative sur la feuille Bangui-est.  
*Gvt. Gal. AEF, Paris, 30 p. + carte géologique 1/500.000e.*
- PINTA P., 1962 - Recherches et dosages des éléments traces,  
*Dunod, Paris, 726 p.*
- QUANTIN P., 1965 - Les sols de la République Centrafricaine.  
*ORSTOM Paris, 113 p.*
- RAMBAUD D., 1969 - Etude sur la répartition des éléments traces dans quelques sols ferrallitiques.  
*Thèse Doct. Paris, 157 p. multigr.*

ANNEXE : Quelques remarques au sujet des minéraux  
lourds de cuirasses centrafricaines

En 1973, Mme BEAUDOU a examiné les minéraux lourds contenus dans une cinquantaine d'échantillons de cuirasses anciennes de RCA. (16 de type mixte, 25 intermédiaire, 10 très haut glacié) auxquels il faut ajouter deux échantillons de grès épigénisés en carapaces, remarquables l'un pour sa concentration en zircon et rutile (Mbi 3 sur grès de Mouka), l'autre en muscovite (Bakouma 2 sur grès-quartzites de Fouroumbala).

Comme A.G. BEAUDOU (1) l'avait remarqué, les minéraux lourds transparents sont nettement moins abondants dans les cuirasses que dans les échantillons de terre fine (2). Le pourcentage de minéraux lourds transparents s'abaisse ainsi de 30 p. 100 dans la terre fine à moins de 1,5 p. 100 dans les cuirasses.

Les minéraux lourds en sont révélés incomptables sur deux échantillons renfermant par trop de quartz. Ces quartz sont entourés par des revêtements d'oxydes de fer. Dans près de la moitié des cuirasses aucun minéral lourd transparent n'a été identifié. C'est notamment le cas sur le très ancien complexe amphibolo-pyroxénique du Mbomou. La muscovite décelée dans la moitié des échantillons représente l'essentiel des minéraux lourds transparents soit 1 p. 100. Une seule biotite (très fraîche) a été repérée : Zémio 1. Sur un cinquième des échantillons des traces d'autres minéraux transparents ont été détectées. Ceux-ci se rattachent à deux groupes.

La trilogie zircon, rutile, tourmaline fait figure de reliques. Ces exemples de stabilité chimique et mécanique témoignent d'une origine ancienne des matériaux à partir desquels se sont élaborés les cuirasses. En dehors de Mbi 3 elle apparaît deux fois dont le rutile 6 fois, le zircon 5 fois et le tourmaline seulement 2 fois (3).

- 
- (2) Pour ces derniers on se reportera à l'exemple de la toposéquence de Damarà p. 91 in Notice n° 64 : carte pédologique de Bangui-Y.B., 1976.
- (1) Sols rouges et beiges sur quartzites en pays forestiers (RCA). cah. ORSTOM sér. Péd. vol IX, n°2 (1971) p. 147-187.
- (3) 2,7 p. 100 en Sibut 1. Rappelons que de très nombreux cristaux de tourmaline noire, de taille centimétrique, ont été prélevés avec le profil VB18 de Boufouyou cf "Types de sols et modelés sur amphibolites de l'Ouham (RCA)- Influence du modelé sur l'évolution géochimique- Y.B., 1974- ORSTOM-Bangui- 58 p. multig.

La deuxième famille : disthène, sillimanite est symptomatique d'une origine métamorphique (zone des micaschistes). Beaucoup plus fragile, elle n'apparaît que sur 8 cuirasses. Elle n'a pas été observée notamment autour de Bangui. La sillimanite a été relevée 5 fois, le disthène 4 fois et l'épidote une seule fois (Obo 3).

Parmi les minéraux opaques la magnétite a été détectée 4 fois mais elle peut être cachée par des placages de goethite. La limonite (ou goethite) ne représente qu'un peu plus d'un cinquième des minéraux opaques dont les trois quarts sont constitués d'hématite. Ces proportions ne correspondent pas exactement aux analyses minéralogiques aux rayons X. En pratique la limonite a été décelée sur les cuirasses intermédiaires de plateaux présentant les faciès caractéristiques lobé tubulaire ou amiboïde. Par contre, l'hématite se rencontre sur les deux tiers de ces cuirasses anciennes.