

**ALTÉRATION DES GNEISS MIGMATITIQUES DE YAOUNDE
ET LE PROBLEME DE LA DISTRIBUTION DE FER DANS LE PAYSAGE**

R. YONGUE et S.M. ENO BELINGA*

RÉSUMÉ

Au Cameroun, les formations latéritiques occupent une superficie importante. Elles sont caractérisées par des accumulations résiduelles d'argile kaolinique et de différents oxyhydroxydes métalliques.

La Présente étude concerne les cuirasses latéritiques de la région de Yaoundé, dans le Centre du Cameroun. On les rencontre dans la zone centrale et sommitale du plateau sud-camerounais, sur la bordure occidentale de celui-ci dans la dorsale Nyong-Sanaga. La Région de Yaoundé comporte des reliefs résiduels à allure de collines culminant à 1295 m et des zones tabulaires étagées de 700 à 850 m. Ces gradins aplanis correspondent à des buttes cuirassées.

Des formations latéritiques s'y sont développées à partir des gneiss migmatitiques qui forment le soubassement de toute la région. Ces formations latéritiques sont différenciées en trois grands ensembles superposés dans les coupes. De bas en haut on distingue successivement :

- un ensemble altéritique, meuble, au-dessus du gneiss migmatitique sain. La texture et la structure originelles de la roche sont conservées à la base (isaltérite) et disparaissent progressivement au sommet (allotérite) ;

* Service de Géologie Appliquée et de Pédologie - Département des Sciences de la terre - Université de Yaoundé
BP 812 YAOUNDE (CAMEROUN)

- un ensemble glébulaire, d'accumulation résiduelle d'oxyhydroxydes de fer et d'argile kaolinique qui se divise en un sous-ensemble nodulaire à nodules ferrugineux lithorelictuels, et, en un sous - ensemble à cuirasses ferrugineuse fragmentée en blocs ;

- et, enfin, un ensemble meuble supérieur.

Les faciès et les modes de gisement permettent d'établir des relations génétiques et historiques dans les successions des produits d'altération et de cuirassement ferrugineux observés.

I.- INTRODUCTION

L'altération des gneiss migmatitiques de Yaoundé, sous climat actuel, chaud et humide, permet de suivre l'itinéraire du fer à partir des minéraux primaires jusqu'aux minéraux néoformés. Par contre, le lever cartographique des cuirasses indique une distribution du fer dans le paysage sous des conditions pédobioclimatiques différentes de celles d'aujourd'hui. Des formations sidérolitiques gréseuses des environs de Yaoundé tendent à confirmer ce point de vue.

Cette étude est basée sur la cartographie et sur l'analyse microscopique d'échantillons non perturbés (analyse de la nature et de l'organisation des constituants en microscopie à transmission et à balayage, et analyses chimiques ponctuelles à la microsonde de Castaing). L'analyse microscopique est complétée par des déterminations chimiques globales et des déterminations minéralogiques par diffraction des rayons X.

II.- L'ALTERATION DES GNEISS MIGMATITIQUES DE LA REGION DE YAOUNDE SOUS CLIMAT ACTUEL.

1- La constitution du gneiss migmatitique

La roche est généralement claire, hétérogène, constituée principalement de grenat (almandin), quartz, biotite, feldspaths (andésine - oligoclase et microcline), disthène, rutile et de minéraux opaques (graphite et oxydes ferrotitanés), assemblés entre eux par une texture de type grano-blastique hétérogranulaire. D'après les sites, elle peut présenter des pyro-

xènes (hypersthène, clinohypersthène et augite) et des amphiboles (hornblende verte). La taille des grains est variable, tantôt grossière tantôt fine.

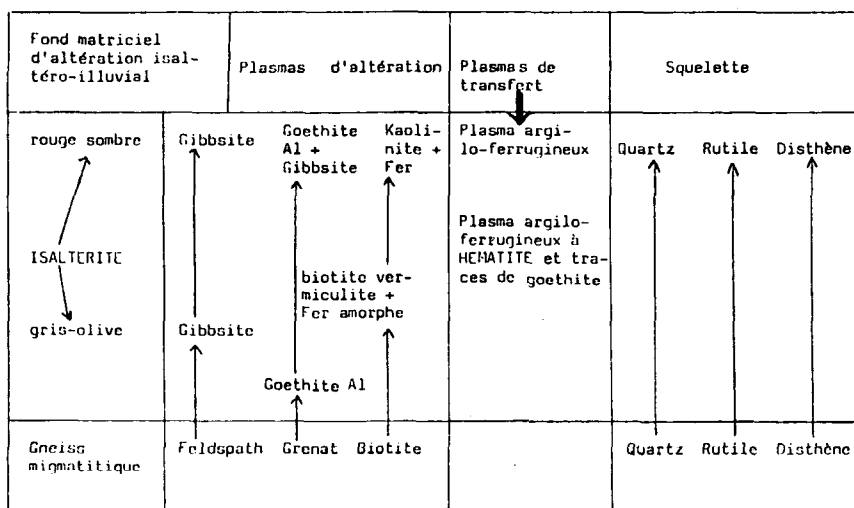
L'aspect déformé de certains minéraux, et la forte fissuration de certains autres, témoignent de différentes contraintes tectoniques subies par cet ensemble migmatitique (CHAMPETIER de RIBES, 1956 ; NOIZET, 1982 ; NZENTI et al, 1984).

2- L'altération du gneiss migmatitique

La fracturation du gneiss migmatitique est à l'origine de certaines altérations, qui se localisent précisément à la surface des fragments rocheux, où elles constituent de fins cortex d'altération. Dans ces cortex adhérents à la roche saine, se réalisent des transformations minéralogiques et des transferts de matière, qui précèdent l'altération proprement dite de la roche. Ce sont :

- l'altération de certains minéraux opaques et l'accumulation d'un plasma de transfert ferrugineux de couleur rouille noir ;
- l'altération de certains plagioclases en cristalliplasma kaolinique.

Dans l'isaltérite, les altérations sont généralisées à tous les minéraux parentaux et on peut suivre celle des minéraux essentiels. Des transformations minéralogiques et les plasmas de transfert du gneiss migmatitique à l'isaltérite rouge sombre sont résumés dans le tableau ci-dessous.



L'altération des minéraux parentaux est différentielle ; elle s'opère suivant leur composition chimique et leur degré de fissuration : d'abord les pyroxènes, puis les feldspaths, les grenats et enfin les biotites.

Cette altération s'effectue avec conservation des textures et structures du gneiss migmatitique, mais s'accompagne d'importants transferts de matières intercrystallins et intracrystallins.

D'autres minéraux primaires résistent à l'altération, ce sont les quartz, les rutilés et les disthènes, plus ou moins fissurés. Ils assurent le maintien de la texture originelle et constituent le squelette du fond matriciel d'altération.

Dans l'altérite à structure et texture ainsi conservées, à la porosité fissurale (due aux contraintes mécaniques) héritée du gneiss migmatitique, s'ajoute une porosité alvéolaire de dissolution (due à l'altération des minéraux). Ces vides sont le siège d'accumulation de plasmas de transfert, principalement argilo-ferrugineux hématitique, responsable de la coloration rouge sombre au sommet de l'isaltérite. Il s'agit donc d'une isaltérite d'accumulation.

A la partie supérieure de l'ensemble altéritique, l'isaltérite devient discontinue (allotérite rouge sombre) puis disparaît. Elle se transforme par fragmentation et dispersion des altéropasmas et des minéraux résiduels, aboutissant ainsi à l'effacement des textures originelles, alors que les compositions minéralogiques globales restent les mêmes.

Ces altérites sont surmontées par des horizons dans lesquels se sont accumulés des oxyhydroxydes de fer (cuirassement ferrugineux), sous forme de divers faciès structuraux, au cours des périodes géologiques plus ou moins anciennes.

III.- LES SUCCESSIONS DANS LES FACIÈS DE CUIRASSEMENT FERRUGINEUX.

Au-dessus des altérites latéritiques les accumulations ferrugineuses sont soit fragmentaires et discontinues (nodules), soit continues et massives (cuirasses). Elles présentent des faciès de dégradation et de restructuration successives, liées principalement à différen-

tes phases d'évolution du relief pendant l'ère quaternaire et peut-être bien avant (Mio-Pliocène).

1- Les nodules ferrugineux relictuels

Un horizon nodulaire, constitué de nodules ferrugineux qui conservent des caractères structuraux de la roche mère ou de l'altérite (nodules relictuels), surmonte les altérites. Ce sont principalement des nodules lithorelictuels rouge sombre, des nodules lithorelictuels à pseudomorphose de grenat et des nodules relictuels plus complexes.

Les nodules lithorelictuels à pseudomorphose de grenat, se forment par individualisation des pseudomorphoses de grenat, après accréation d'un cortex. Dans le nodule lithorelictuel ainsi formé, les oxyhydroxydes de fer (goéthite alumineuse) se présentent sous forme de globules, d'oursins, de bâtonnets, de globules mamelonnés associés en aiguille. On les observe dans les sites à gneiss migmatitiques riches en grenat.

Les nodules lithorelictuels rouge sombre sont les plus abondants. Leur fond matriciel rouge noir, riche en fer sous forme d'hématite alumineuse, peut être recoupé ou bordé de façon discontinue par un fond matriciel jaunâtre, plus pauvre en fer, sous forme de goéthite alumineuse dominante. Les limites diffuses entre ces deux fonds matriciels témoignent des relations de filiation qui existent entre eux. Le fond matriciel rouge noir serait ainsi recoupé par des déferruginisations localisées qui isolent des volumes plus foncés hématitiques au sein de volumes plus clairs principalement goéthitiques. Ces déferruginisations localisées s'accompagneraient donc d'une transformation minéralogique (de l'hématite alumineuse à la goéthite alumineuse plus substituée). Il s'agit là de la dégradation interne, de ces nodules lithorelictuels rouge sombre, par soustraction et redistribution du fer, et par transformation minéralogique. Ces transformations ont probablement pu avoir lieu au cours des phases chaudes et humides du Quaternaire, pour se poursuivre sous climat actuel.

2- Les cuirasses ferrugineuses et leur mode de gisement

L'horizon à nodules ferrugineux lithorelictuels est surmonté par des cuirasses ferrugineuses dont les faciès varient suivant les sites. Quatre coupes ont été choisies du Sud au Nord :

- la coupe d'Ekoumdoum ;
- la coupe de Mfandéna ;
- les coupes d'Étouci.

a/- La coupe d'Ekoumdoum. (Fig. 1a)

La butte d'Ekoumdoum, d'altitude 740 m est parsemée sur son sommet et sur les versants nord et ouest par des blocs métriques d'une cuirasse ferrugineuse rouge sombre, à faciès massif vermiculé à alvéolaire.

Une tranchée routière recoupe ces versants à l'altitude 715-720 découvrant une coupe d'altération épaisse d'une quinzaine de mètres. Sur cette coupe on distingue de bas en haut :

- un dôme de roche dure très diaclasée vers la surface ;
- un ensemble altéritique comprenant une isaltérite gris olive à rouge sombre, puis une allotérite rouge sombre à rouge ;
- un ensemble glébulaire d'accumulation d'oxyhydroxydes de fer et d'argile kaolinique comprenant un sous-ensemble nodulaire à nodules lithorelictuels, et, un sous ensemble à cuirasse ferrugineuse, fragmentée en blocs ;
- et, enfin, un ensemble meuble supérieur.

La présence de filons de quartz, de même orientation générale depuis les altérites jusque dans l'ensemble glébulaire garantit la continuité structurale entre ces trois ensembles. Cependant l'aspect fauché de certains filons de quartz en-dessous des blocs de cuirasse et les variations d'orientation de certains blocs contigus, ainsi que les irrégularités de la limite avec l'ensemble meuble supérieur indiquent l'intervention de phénomènes de remaniement.

b)- La coupe de Mfandéna (Fig. 1b)

La butte de Mfandéna culmine à environ 780 m. Son sommet et la partie supérieure des versants sont parsemés de blocs d'une cuirasse nodulaire. Cette cuirasse nodulaire couvre presque entièrement l'interfluve, au-dessus de l'altitude 750 m. Une grande carrière ouverte dans le versant sud permet d'observer au dessus d'un ensemble altéritique, un ensemble glébulaire et un ensemble meuble supérieur.

Dans l'ensemble glébulaire, au dessus de l'horizon nodulaire, on reconnaît deux faciès cuirassés :

- à la base, une cuirasse démantelée rouge sombre, à faciès massif vermiculé, en blocs et en continuité avec le matériau nodulaire environnant ;
- au dessus, une cuirasse à faciès nodulaire, à aspect conglomératique vers le sommet.

c)- Les coupes d'Etoudi (Fig. 1 c₁ et c₂)

L'interfluve d'Etoudi est allongé Nord-Ouest, Sud-Est et culmine à environ 780 m. Au-dessus de l'altitude 750 m, il est jonché par des blocs de cuirasse, plus ou moins recouverts par une mince épaisseur de matériau meuble.

Au sommet de cette butte, ces blocs de cuirasse sont jaunes à taches rouges et présentent un faciès massif alvéolaire.

Un puits (de 7 m) creusé à cette altitude montre, sous ces blocs entourés de matériau nodulaire, une cuirasse démantelée à faciès massif vermiculé, et de couleur jaune à brun jaunâtre foncé.

Dans le versant sud on observe dans le sens de la pente :

- des blocs métriques d'une cuirasse à faciès pisolitique ;
- des blocs (de plusieurs mètres de diamètre) d'une cuirasse à faciès mixte, alvéolaire et pisolitique ;
- des blocs d'une cuirasse franchement hétérogène, conglomératique, présentant à la fois des boules à faciès pisolitique, à faciès alvéolaire, à faciès mixte alvéolaire et pisolitique.

La coupe de la carrière du versant sud, découvre sous ces différents faciès cuirassés, une cuirasse rouge sombre à faciès vermiculé.

IV.- ESSAI DE CORRELATION. PEDOGENESE ANCIENNE ET EROSION.

Du point de vue biostasique, le fer redistribué dans le paysage de la région de Yaoundé est d'une origine plus ancienne, d'âge tertiaire. Les phénomènes de dégradation, de décuirassement et de redistribution de ce fer appartiennent à des époques différentes du Mio-Pliocène et

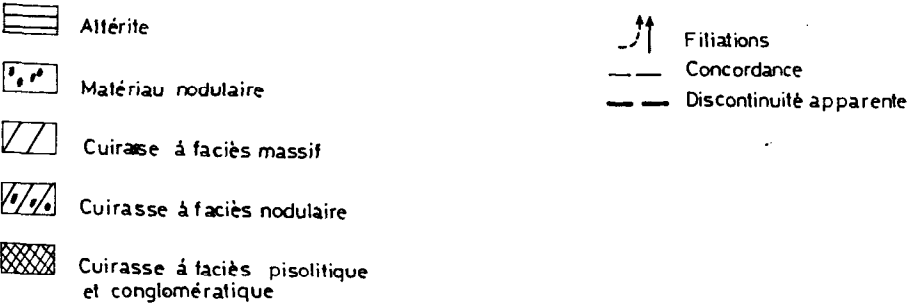
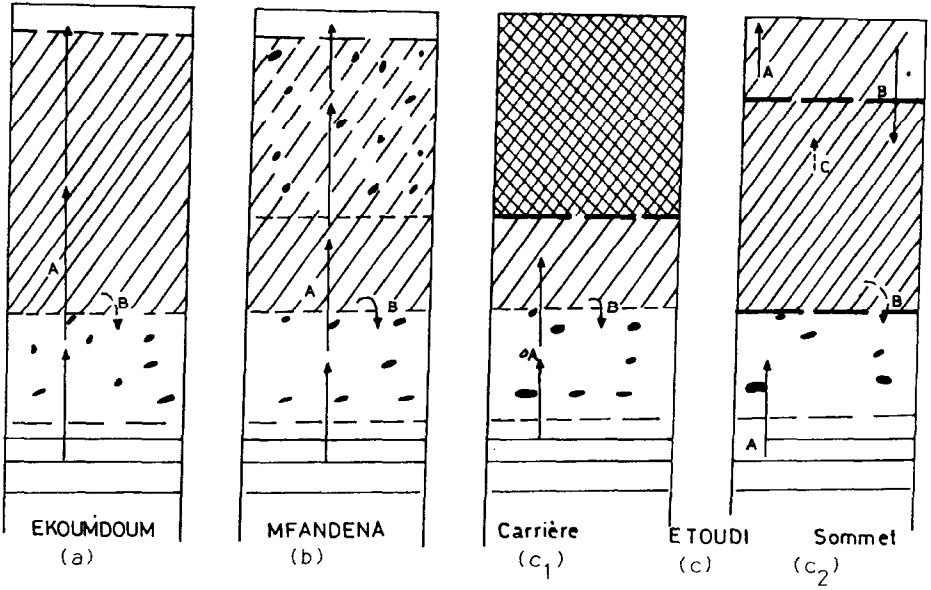


Fig. 1 : Les séquences verticales des faciès de cuirasse étudiés : les filiations et les discontinuités apparentes de faciès

du Quaternaire ; ces époques peuvent être déterminées à la lumière des corrélations à l'échelle du territoire camerounais et de l'Afrique Centrale (END BELINGA, 1966, 1972 ; FRITSCH, 1978 ; HERVIEU, 1967 ; MILLOT, 1964 ; SEGALEN, 1967 ; MARTIN, 1967.)

Au Cameroun, les périodes favorables au cuirassement sont :

- le Paléocène (Martap ; Minim ; Ngaoundal ; Ngaoundourou ; Centre-Sud ?)
- le Mio-Pliocène (Ouest du Cameroun ; Adamaoua ; Meiganga ; Centre-Sud Est).
- le Quaternaire (l'ensemble du territoire camerounais avec la série de quatre glacis quaternaires étagés et cuirassés par du fer).

Le pliocène de l'Afrique Centrale est caractérisé par un épandage détritique. C'est, par exemple, le Continental de la série des cirques au Gabon et, au Cameroun, les grès (sables ferruginisés) de la région de Yaoundé (Oveng) et de la rive droite du Nyong, de l'amont à l'aval de ce collecteur camerounais du Sud.

V.- CONCLUSION

Le fer de la région de Yaoundé est d'âge plus ancien, mais ses multiples redistributions dans le paysage sont d'âges de plus en plus récents de l'ère tertiaire et de l'ère quaternaire. En effet, au Cameroun, la fin du Crétacé et le Paléocène inaugurent les périodes latérisantes.

Dans la région de Yaoundé, les faciès pisolitiques, conglomératiques et pisolito-conglomératiques sont la marque indélébile des pédogénèses anciennes plus ou moins oblitérées par les phases rhexistasiques du Mio-Pliocène et du Quaternaire.

A partir du gneiss migmatitique quatre processus sont donc responsables de la différenciation des formations latéritiques étudiées : l'altération, la pédogénèse, l'érosion et le recuirassement.

Dans un premier temps, l'altération induit des transformations principalement minéralogiques. Le gneiss migmatitique est profondément transformé : les feldspaths, les pyroxènes, les grenats, les biotites sont totalement pseudomorphosés par des altéropasmas. Cependant les quartz, les disthènes et le rutile se maintiennent. A cette altération profonde, à l'origine d'accumulation relatives des phases résiduelles, s'ajoutent des

accumulations absolues dont les plus importantes, ferrugineuses s'observent au sommet de l'isaltérite.

Ensuite, la poursuite de ces accumulations ferrugineuses dans les altérites conduit à la formation soit de volumes glébulaires discontinus, soit de faciès cuirassé massif et continu. Ces accumulations glébulaires sont le siège d'une succession de transformations minéralogiques et structurales, à l'origine d'une succession ordonnée de faciès structuraux. Ces faciès cuirassés bréchoïde, nodulaire, puis pisolitique correspondent à des faciès de restructuration, ou de réorganisation ; ils présentent une paragenèse minéralogique de plus en plus simple, la goethite alumineuse tendant à devenir exclusive.

A côté de ces faciès de restructuration il existe d'autres faciès, plus complexes et hétérogènes, de cimentation, qui eux aussi peuvent être restructurés.

Il a été montré que l'ensemble de ces transformations de dégradation aboutit à la destruction des différents faciès glébulaires : il se forme ainsi un résidu meuble à quartz et à kaolinite qui se réorganise sous forme d'ensemble meuble superficiel à faciès sableux résiduel et que les agents dynamiques peuvent déblayer et transporter au loin. Toutes ces transformations s'accompagnent de perte de volume et conduisent à un abaissement de la topographie, c'est-à-dire à un aplanissement généralisé de la région de Yaoundé au cours des temps géologiques.

BIBLIOGRAPHIE

- CHAMPETIER de Ribes, G. (1956).- Notice explicative sur la feuille Yaoundé-Est. Dir. Mines Géol. Cameroun, Yaoundé, 35 p.
- ENO BELINGA, S.M. (1966).- Contribution à l'étude géologique et géochimique des formations bauxitiques de l'Adamaoua (Cameroun). Thèse, Paris, 155 p.
- ENO BELINGA, S.M. (1972).- L'altération des roches basaltiques et le processus de bauxitisation dans l'Adamaoua (Cameroun) Thèse, Paris, 571 p.
- FRITSCH, P. (1978).- Chronologie relative des formations cuirassées et analyse géographique des facteurs de cuirassement au Cameroun. In Trav. Doc. Géog. Trop. CEGET. CNRS. n°33. 114 - 132
- HERVIEU, J. (1967).- Sur l'existence de deux cycles climato-sédimentaires dans les monts Mandara et leurs abords (Nord Cameroun). Conséquences morphologiques et pédogénétiques. C.R. Acad. Sci. Fr., Sér., D, t.264, 2624 - 2627.
- MARTIN, D. (1967).- Géomorphologie et sols ferrallitiques dans le Centre Cameroun. Cah. ORSTOM, sér. Pédol., vol. V, n° 2, 189 - 218.
- MILLOT, G. (1964).- Géologie des argiles. Masson 499 p.
- NOIZET, G. (1982).- Disposition géologique des régions de Yaoundé et Bafia. Ann. Fac. Sc., sér. IV, Tome 1, Yaoundé, 95 - 103.
- NZENTI, J.P., BARBEY, P., JEGOUZO, P., MOREAU, C., (1984).- Un nouvel exemple de ceinture granulitique dans une chaîne protérozoïque de collision : les migmatites de Yaoundé au Cameroun. C.R. Acad. Sci., Paris t. 299, sér. IV, n°17, 1197 - 1199.
- SEGALEN, P. (1967).- Les sols et la géomorphologie du Cameroun. Cah. ORSTOM, sér. Pédol., vol. V, n° 2, 137 - 187.
- YONGUE-FOUATEU, R. (1986).- Contribution à l'étude pétrologique de l'altération et des faciès de cuirassement ferrugineux des gneiss migmatitiques de la région de Yaoundé. Thèse, Univ. Yaoundé, 241 p.