

Nature sédimentaire et autochtone des bauxites de l'Adamaoua, au Cameroun

S. E. BELINGA

L'altération latéritique, de type ferrallitique accompagné du processus pédologique de cuirassement est caractéristique de la période altérante de l'Eocène inférieur qui, par ailleurs, a présidé à la mise en place de la pénéplaine paléocène de l'Adamaoua.

Le processus métallogénique de la bauxitisation n'a concerné que la région occidentale de cette surface d'aplanissement, notamment au niveau des hauts plateaux de Minim-Martap et du Ngaoundal-Ngaoundourou. Différentes conditions favorables aux gibbsitisations en série (accumulation relative dans la partie haute des profils et sur le rebord des interfluves tabulaires; accumulation absolue dans les parties basses des profils; cuirassement et concrétionnement alumineux) ont assuré l'affinage et l'enrichissement du minerai à travers la période rhexistatique de l'Oligocène, celle de l'érosion déclenchée au Mioépliocène et les époques tropicales humides du Quaternaire. La résistance exceptionnelle des formations bauxitifères de l'Adamaoua vis-à-vis de ces assauts répétés d'une érosion géologique dévastatrice, a été assurée par une position géomorphologique privilégiée, par rapport au réseau de dissection hydrographique, en une région affectée des mouvements à grand rayon de courbure.

1. LA RÉGION BAUXITIQUE DE L'ADAMAOUA

Les gisements de bauxites de l'Adamaoua, au Cameroun, comprennent les hauts plateaux (1 200 - 1 300 m), septentrionaux de Martap-Minim-Lac Mbella Assom, et, méridionaux du Ngaoundal (1 400 m). Situées de part et d'autre de la plaine alluviale du Djérem (850 m), ces deux régions extrêmes sont reliées entre elles par de petits massifs témoins (Ngaoundourou, Ngaoundou et Ngaou Hola) dans lesquels les formations bauxitiques sont profondément remaniées et plus ou moins complètement érodées. La cuirasse gibbsitique subsiste néanmoins au sommet du massif du Ngaoundourou (S. Belinga 1970).

C'est en 1958 que C. Guiraudie lança une campagne de prospection alluvionnaire sur la feuille de Ngaoundéré-Ouest; par la suite, une bauxite pisolitique fut reconnue dans un échantillon prélevé par un prospecteur de son équipe. Une campagne d'échantillonnage sur les plateaux présumés favorables confirma l'existence d'un niveau bauxitique important. C'est ainsi que le Service Géologique décida de procéder à une campagne d'étude systématique de janvier à août 1959. A. Pianet, alors Directeur des Mines et de Géologie, fit une étude statistique des résultats et estima les réserves à un milliard et demi de tonnes de bauxites (A. Pianet, 1959).

J.-C. Limasset, géologue du B.R.G.M. poursuit, pour le compte du Syndicat des Bauxites du Cameroun — titulaire de permis de recherches couvrant le gisement — les travaux entrepris au début par le Service Géologique (J.-C. Limasset, 1961).

2. ÉLABORATION MÉTALLOGÉNÉTIQUE DU MATÉRIAU ALUMINEUX

2.1. Altération et pédogenèse

Les cuirasses bauxitiques de l'Adamaoua, notamment celles du Ngaoundal, du Ngaoundourou et du Minim-Martap, sont des cuirasses autochtones, ou *authigènes*. Elles résultent d'accumulations relatives des hydroxydes d'aluminium et de fer. Leur position culminante dans le paysage provient de phénomènes morphogénétiques d'inversion de relief.

Les formations bauxitiques initiales furent d'abord riches en fer et en silice. C'est dans des conditions d'excellent drainage, en milieu ouvert, qu'elles devinrent hautement alumineuses. Du point de vue géomorphologique, les cuirasses bauxitiques du Ngaoundal jalonnent la surface d'aplanissement ancienne, dite surface de Minim-Martap (1 200-1 400 m).

2.2. Bauxitisation et évolution géomorphologique

Une tectonique de socle et de revêtement post-wealdienne et antéturonienne, sensible du flanc sud au flanc de l'Adamaoua, a défini une période de distorsion et dislocation, caractérisée par des subsidences, cassures, effondrements et zones de broyage. C'est ainsi que le soulèvement d'ensemble de la zone axiale de l'Adamaoua a été suivi de l'individualisation du fossé tectonique du *Djerem-Mbéré*. Ce fossé était dominé par deux régions surélevées au nord (Minim-Martap) et au sud (Ngaoundal-Ngaoundourou). La flexure santonienne a provoqué un soulèvement du massif cristallin de l'Adamaoua. Au Maestrichtien, le golfe de Guinée fut affecté par une épirogenèse.

Les basaltes des plateaux du Ngaoundal-Ngaoundourou et de Minim-Martap ont commencé à se mettre en place au Crétacé supérieur.

Il y a eu deux grandes périodes d'érosion, d'importance inégale, qui ont contribué à l'altération de la couverture basaltique. Tout d'abord, le climat tropical qui a régné au Campanien terminal au début du Maestrichtien a inauguré une première période d'érosion qui a abouti à des altérations continentales et à l'abaissement des reliefs santoniens. Ensuite le début du Paléocène connut un brusque retour et, en même temps, une accentuation sous l'influence d'un climat tropical plus humide, des conditions altérantes du début du Maestrichtien. Cette seconde phase d'érosion a inauguré le grand règne des intenses altérations latéritiques de la couverture basaltique des hauts plateaux de l'Adamaoua. La surface d'aplanissement la plus ancienne de l'Adamaoua, appelée surface de Minim-Martap, a été élaborée au Paléocène. L'Eocène inférieur fut, en effet, une période biostatique, de grande stabilité climatique, avec une épaisse ouverture forestière. La phase résiduelle de la couverture basaltique altérée a comporté des hydroxydes de fer, des minéraux argileux, notamment la montmorillonite et la kaolinite, et un volume considérable d'hydroxydes libres d'aluminium. A l'origine, c'étaient donc des formations bauxitiques gibbsitiques, encore très riches en produits ferrugineux et siliceux. Cette première phase des altérations continentales correspond à la bauxitisation primaire, autochtone (bauxites authigènes).

L'Oligocène a connu une période rhexistasique. Une épirogenèse régionale a affecté aussi bien l'Adamaoua que les plateaux nigériens de Biu et Jos; elle a provoqué le basculement de la pénéplaine paléocène de l'Adamaoua vers le sud-est. La rhexistasie oligocène

a profondément remanié les formations bauxitiques de l'Adamaoua. Les lignes de force majeure, morphogénétiques, des plateaux bauxitiques du Ngaoundal-Ngaoundourou et de Minim-Martap, apparurent et s'individualisèrent à cette époque. L'esquisse géomorphologique du Ngaoundal montre en effet:

a) Des interfluves tabulaires, bauxitiques, extrêmement disséqués en lanières et séparés par des vallées profondes, encaissées; leur altitude varie entre 1 300 et 1 400 m: c'est l'altitude de la pénéplaine paléocène: les plateaux ont une légère inclinaison vers le sud et le sud-est, en raison de l'épirogenèse oligocène; les conditions excellentes de drainage ont provoqué un lessivage important de fer et de silice et les formations bauxitiques des hauts plateaux se sont enrichies en hydroxydes libres d'aluminium (gibbsite); le fer a été mobilisé à nouveau; les remaniements d'ordre mécanique et géochimique constituent la phase de bauxitisation secondaire;

b) Une plate-forme continue, entourant et supportant les plateaux bauxitiques; cette plate-forme comporte des formations profondément remaniées sous forme de cuirasses bauxitiques pisolitiques, bréchiformes, pauvres en alumine mais riches en fer et en silice; la plate-forme s'élève de 1 180 à 1 240 m d'altitude; sous le triple point de vue de la morphogénèse, du cuirassement et de la bauxitisation, la plate-forme est un relief tabulaire dérivé des hauts plateaux cuirassés, bauxitiques; les processus de bauxitisation secondaires y sont plus importants qu'à la surface des hauts plateaux;

c) Un relief intermédiaire constitué de colluvions bauxitiques et d'éboulis divers (basaltes, granites); son altitude est de 1 180-1 160 m à 900 m; les produits bauxitiques du relief intermédiaire sont essentiellement importés, donc allogènes;

d) Une deuxième surface d'aplanissement (surface de Meiganga), à cuirasse ferrugineuse; son altitude est de 800-900 m.

Entre le Miocène et la période actuelle, il y a eu la flexuration burdigalienne et la reprise d'érosion qui s'est accentuée jusqu'à nos jours.

3. DIAGENESE DES BAUXITES

L'observation et l'examen de différents faciès des bauxites montrent que les gisements ont connu des étapes remarquables d'une évolution diagénétique. Les principaux mécanismes de la *lapidification* des horizons cuirassés, à faciès bien individualisés, sont la recristallisation et la cimentation.

3.1. Recristallisation

La recristallisation a joué, à différents niveaux — plateaux et buttes; plate-forme; lithomarge argileuse — chaque fois qu'il y a eu une remise en cause du matériau géochimique par des dissolutions. L'influence du climat, accentuant les effets résultant du cadre géomorphologique, a souvent été décisive. Sous un climat humide, les hydroxydes de fer ont été exportés au loin, alimentant de la sorte d'autres formations dans les épandages de piedmont. Sous un climat sec, une partie des hydroxydes de fer est restée sur place pour former des concrétions ferrugineuses (grenailles; gravillons). Au cours de la période rhexistasique de l'Oligocène, il y a eu des mouvements importants de matière suivie de recristallisations. Le fer mobilisé derechef est allé cimenter au bas des pentes le matériau détritique issu des cuirasses bauxitiques supérieures; galets pisolitiques, boulets de cuirasses gibbsitiques, arrondis non pas au cours d'un long transport mais par suite de la « fonte » météorique sur place. La silice dissoute a recristallisé en formant des esquilles et des plaquettes blanches dans les fissures des cuirasses finement diaclassées. La néoformation du matériel alumineux a donné, au cours des recristallisations en cascades, une gibbsite dont la taille augmentait à chaque retour des solutions à la forme cristalline.

3.2. Cimentation

Les mécanismes de cimentation qui ont eu lieu au sein des formations bauxitiques de plate-forme, en particulier au Ngaoundal, étaient en quelque sorte liés aux recrystallisations. Le matériau détritique de plate-forme était au départ une formation meuble composée des débris de bauxites issus du démantèlement des plateaux environnants et de la désagrégation des horizons supérieurs de la plate-forme en formation, lors des étapes importantes de l'érosion, notamment au cours de la rhexistasie oligocène et des oscillations climatiques du Quaternaire. L'érosion a produit un volume très important de débris grossiers et parfois assez fins. La pression a agi au niveau des points de contact des grains, là où se faisaient des dissolutions différentielles. La matière dissoute, soit le fer ou la silice, soit même l'alumine, se déposait et recrystallisait en des endroits soumis à des moindres pressions. Un nouveau contour de grain ainsi prenait naissance et, progressivement les vides se comblaient entre les grains. En outre les petits grains disparaissaient au profit des éléments grossiers qui étaient enrichis. Les apports chimiques ont eu deux origines :

a) Les hydroxydes de fer qui forment la substance liante la plus importante des cuirasses bréchiformes, pisolitiques remaniées et conglomératiques, ont été importés dans le profil, à partir des hautes cuirasses alumineuses au cours des déferrifications ;

b) La silice et l'alumine de cimentation correspondaient parfois à de nouvelles redistributions internes, *in situ*; au Quaternaire, et sous des climats plus secs, une certaine partie du fer devait être fournie par le profil même.

L'examen d'une coupe effectuée dans la plate-forme du plateau Denise au Ngaoundal montre différents faciès de cuirasses qui révèlent l'intervention, dans une évolution diagénétique ancienne, des différents mécanismes de recrystallisation de matière et de cimentation. La texture et la structure des bauxites renforcent leur nature sédimentaire :

a) 3,40-6,20 m : *Bauxite concrétionnée*:

- Pisolites dans un ciment rouge à éléments blancs.
- Éléments bréchiformes avec taches et plaquettes blanches.
- Concrétions noduleuses à éléments jaunes et violets.
- Oolithes dans un ciment pisolitique.

b) 6,20-9,60 m : *Cuirasse bauxitique* :

- Cuirasse rouge violacé, poreuse.
- Éléments divers: taches et veinules blanches; mouchetures et taches ocres.

4. CONCLUSION

Les cuirasses subissent des modifications importantes, après leur formation, dans le cadre de la morphogénèse, notamment, durcissement, démantèlement, affleurement. L'évolution des hautes cuirasses n'est jamais achevée comme l'indiquent les étapes morphogénétiques récentes et anciennes. C'est une perpétuelle genèse marquée par :

1) Un durcissement progressif qui conduit à des formations cimentées, à perméabilité en grande partie fissurale.

2) Une évolution caractéristique du modelé des rebords des hautes cuirasses qui se terminent généralement par une corniche dominant les pentes douces, à profil concave; la genèse du modelé original de bordure a nécessité :

a) une lithomarge meuble; elle est constituée par des argiles violettes;

b) une différence de perméabilité entre cuirasse à perméabilité en grand (fissurale) et lithomarge à perméabilité en petit (texturale).

3) L'acquisition d'une topographie plane, légèrement ondulée en fonction de la compacité de la cuirasse initiale.

L'action géomorphologique de l'eau est manifeste. En effet, l'eau qui s'infiltre dans la cuirasse se trouve momentanément bloquée en saison pluvieuse. Un engorgement saisonnier se produit donc en hivernage, à la base des cuirasses. Cela se traduit par une nappe phréatique, alimentée par toute la surface des plateaux cuirassés, et qui s'écoule lentement vers les bords, par des sources qui deviennent des points de soutirage géo-chimique et mécanique des formations infra-bauxitiques. Ces sources contribuent au démandèlement. Le détrempe de la lithomarge sous les cuirasses provoque des glissements, des affaissements et des basculements. Le soutirage agit dans le même sens que le détrempe. La circulation souterraine, pénékarstique, des eaux dans les cuirasses est liée à des formes particulières: longs boyaux le long des cassures et des diaclases: étroits « *canyons* » dans les cuirasses; niches de source; dépressions fermées à la surface des cuirasses, engorgées de mares en saison pluvieuse.

En définitive, les mécanismes propres d'évolution des cuirasses, dans le cadre d'une reprise d'érosion, ont pour effet d'isoler les tables cuirassées entre les vallées encaissées. Par les étapes de leur genèse et par leur architecture les bauxites camerounaises de l'Adamaoua sont des roches sédimentaires autochtones et para-autochtones.

BIBLIOGRAPHIE

- BELINGA (S. E.), 1966. — Contribution à l'étude géologique, minéralogique et géochimique des formations bauxitiques de l'Adamaoua (Cameroun). *Thèse 3^e cycle*, Faculté des Sciences de l'Université de Paris VI, 155 p.
- BELINGA (S. E.), 1972. — L'altération des roches basaltiques et le processus de bauxitisation dans l'Adamaoua (Cameroun). *Thèse doctorat d'Etat ès-sciences*, Faculté de l'Université de Paris VI, 571 p.
- GUIRAUDIE (Ch.), 1955. — Notice explicative sur la feuille Ngaoundéré-Ouest, 24 p. Paris.
- LIMASSET (J. C.), 1961. — Rapport spécial B.R.G.M. Arch. Minist. Min. et Ener. Yaoundé.
- NICOLAS (J.) et BELINGA (S. E.), 1969. — Contribution à l'étude de l'origine et de l'évolution des bauxites de l'Adamaoua (Cameroun). *C.R. Acad. Sc.*, Paris, 268, p. 1157-1160, 24 février.
- PIANET (A.), 1959. — Rapport sur les bauxites de l'Adamaoua. Arch. Minist. Min. et Ener., Yaoundé, 109 p., ronéo.

*Faculté des Sciences
Université du Cameroun, B.P. 812, Yaoundé (Cameroun)*