

NOUVEAUX CRITERES DE DATATION RELATIVE DES CUIRASSES LATERITIQUES

New criteria for relative datation of lateritic ironstones.

TSHIDIBI Nyama. ya Badi.*

ABSTRACT

Thanks to microscopical investigations, a new criterion for the relative datation has been found for the lateritic crusts of high Shaba. This criterion rests on the observation of palaeo-cracks affecting the various structural components of the lateritic crusts i.e. iron coating, quartz skeleton, ferruginous matrix. The age of the crusts can be expressed in terms of the number of affected components. In the most ancient crusts, the cracks pass through all the three phases.

RÉSUMÉ

L'examen microscopique de cuirasses latéritiques de différents âges a fait apparaître un nouveau critère de datation relative. Des paléodéformations (crevasses) affectent les divers composants structuraux des cuirasses, à savoir l'enduit ferrugineux, le squelette quartzeux et la matrice imprégnée de fer. L'âge peut se déduire du nombre de phases déformées, les plus anciennes nous présentant des crevasses traversant tous les composants.

INTRODUCTION

La chronologie relative des cuirasses latéritiques a souvent été l'une des préoccupations des chercheurs, ne serait-ce que pour dater les différentes entités géomorphologiques associées aux cuirassements. D'aucuns ont proposé une datation reposant sur des critères géomorphologiques mettant en rapport l'allure du modelé topographique : présence de mesa ou bowal - en position d'altitude vis-à-vis des glacis de bas versants ou vis-à-vis des surfaces liées au "rifting" (LEPERSONNE, 1956; KING,

* Université de Lubumbashi, B.P. 1825 - Lubumbashi - Zaïre

1962; MC FARLANE, 1976; MICHEL, 1973; ALEXANDRE & ALEXANDRE-PYRE, 1982; ZEESE, 1982,...).

D'autre part, la présence des enduits ferrugineux sur les fragments de surfaces d'aplanissement a été utilisée pour reconstituer les cycles climatiques (ALEXANDRE-PYRE, 1971).

Sur la base des critères géomorphologiques, les cuirasses considérées comme vieilles (Mésozoïque et début Cénozoïque), sont généralement rencontrées sur les parties sommitales de plateau. En effet, rien qu'en Afrique intertropicale, plusieurs cas ont été signalés, dont celui du massif de Fouta Djallon en Guinée, où les cuirasses sont d'âge Mésozoïque (MICHEL, 1978). Des niveaux cuirassés de caractère résiduel, ont également été observés à différents niveaux à Kampala et à Kyangwe (Uganda, MC FARLANE, 1976).

Au Shaba même, c'est sur les hauts plateaux que pareilles observations ont été faites : Plateau des Bianco (ALEXANDRE-PYRE, 1971), plateau des Kundelungu (ALEXANDRE & ICART, 1980) et plateau des Kibara (ALEXANDRE, communication orale).

Quant aux cuirasses de bas de versant, elles sont d'âge récent (Quaternaire). Signalons cependant que certains glacis cuirassés sont d'âge très ancien (Mésozoïque ou début Cénozoïque) comparable à celui des cuirasses formant des corniches sur certains hauts sommets. De telles situations sont fréquentes dans les régions où la tectonique responsable de l'apparition de failles à grand rejet vertical (par exemple le fossé de l'Umpemba) a pu combiner ses effets avec ceux de l'instabilité climatique, pour contrôler la morphogénèse (TSHIDIBI, 1979).

D'autres critères basés sur l'étude de certains composants des cuirasses, en l'occurrence les enduits ferrugineux superficiels, ont permis à ALEXANDRE et LEQUARRÉ (1978) puis à ALEXANDRE (1978 et 1985) et ALEXANDRE et TSHIDIBI (1984) de proposer une nouvelle manière de dater ces formations. Ces critères sont basés sur la couleur des enduits :

- Un enduit rubané très épais fait de nombreuses couches brun foncé et ocre en alternance, daterait de la fin du Mésozoïque ou du début du Cénozoïque.
- Un enduit rouge violacé, assez fin et très brillant caractériserait les cuirasses mi-cénozoïques.

- Un enduit brun foncé brillant en surface, mais dont l'intérieur est également fait d'une alternance des couches claires et sombres se serait mis en place à la fin du Cénozoïque.
- Un enduit ocre clair mat a dû se former peu avant le Quaternaire.
- Un enduit très fin, une patine de couleur soit brun foncé, soit rouge violacé doit être rattaché au Quaternaire.

La présence de couches de *silica glaze* ou vernis désertique au sein des enduits ferrugineux de certaines cuirasses (observations au microscope électronique à balayage), a permis de situer ces dernières dans une période plus sèche du type désertique (TSHIDIBI, 1985). Il s'agit des cuirasses les plus anciennes comme l'avait déjà fait remarquer ALEXANDRE-PYRE (1971).

Il existe un autre critère, faisant appel à la présence au sein des cuirasses de roches déjà datées notamment les grès polymorphes dont l'âge est du début à mi-Cénozoïque (EVENDEN *et al.*, 1964, in DE PLOEY *et al.*, 1968). Ce critère a été abordé par ALEXANDRE et ICART (1980) et confirmé lors de l'examen microscopique des cuirasses du Haut-Shaba, par TSHIDIBI (1985). En effet, dans les régions où affleurent les grès polymorphes, la présence de ces derniers dans les cuirasses latéritiques est significative d'une latérisation postérieure à ces grès.

Dans la présente étude, il sera abordé un ensemble d'autres critères tout aussi importants que les précédents. Ils sont essentiellement basés, à la différence des premiers, sur les analyses microscopiques de cuirasses.

OBSERVATIONS

Lors de l'analyse microscopique des cuirasses latéritiques du haut-Shaba, de nombreuses observations ont été faites sur les phénomènes suivants :

- les microfractures,
- le colmatage de celles-ci par une ou plusieurs générations de cuticules,
- le rejet de part et d'autre de certaines microfractures.

Ces fractures peuvent affecter, d'autre part, différents types de composant des cuirasses : les enduits ferrugineux eux-mêmes, la matrice ferruginisée et le squelette quartzeux.

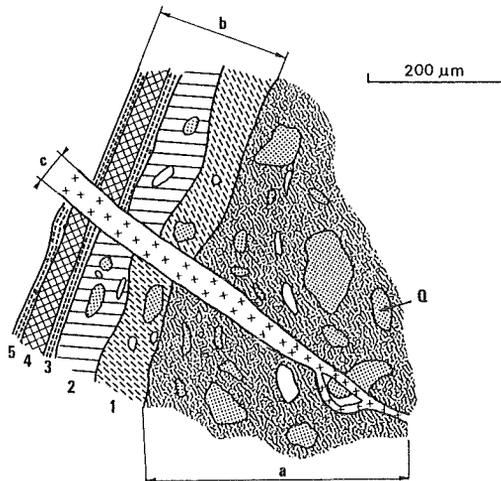


Fig. 1 : Fracture affectant trois composants de la cuirasse latéritique : un grain de quartz résiduel (Q) , le fond matriciel intranodulaire opaque (a) et l'enduit rubané (b). La fracture est, elle, colmatée par un dépôt ferrugineux assez pur. Un léger déplacement s'est effectué de part et d'autre de ce colmatage.

A. Fractures affectant trois composants

La figure 1 (voir aussi la photo de la figure 2) schématise la microstructure qui caractérise généralement les cuirasses les plus anciennes, à enduit très épais de structure oolithique, quelquefois conglomératique ou pseudoolithique qui affleurent sur des hauts plateaux. On peut y observer :

- Des paléodéformations communes aux trois composants repris ci-dessus, c'est-à-dire le fond matriciel intranodulaire (a), le squelette quartzeux et l'enduit ferrugineux rubané (b). Ces paléodéformations prennent la forme de microfractures (largeur : 20 à 150 μm et profondeur pouvant atteindre le millimètre).
- De nouvelles générations d'enduits ferrugineux de remplissage de ces vides, y constituant un colmatage.
- Une troisième vague de manifestations dues à la cataclase, suivies ou non de remplissage ferrugineux. Ces nouvelles microfractures peuvent recouper ce

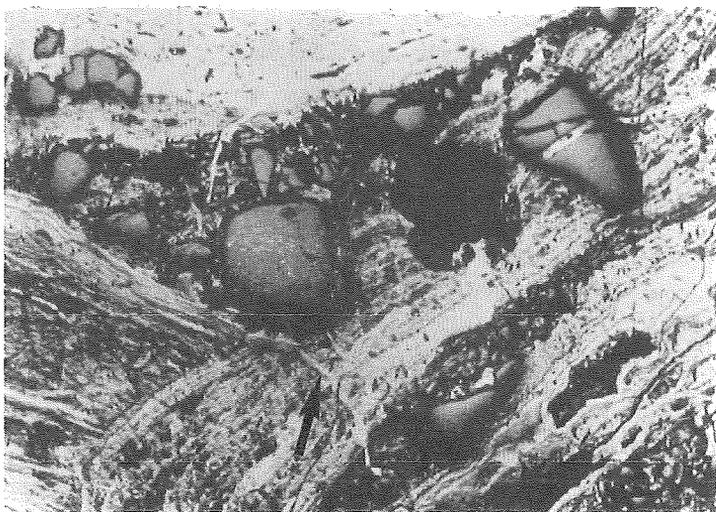


Fig. 2 : Cuirasse oolithique en milieu sableux. Présence de fractures affectant trois phases (filonnets affectant les couches des enduits périnodulaires goethitiques (grande flèche), le squelette quartzueux et la matrice ferrugineuse internodulaire. On observe un colmatage général de ces fractures par l'hématite ou l'hydrohématite. Lum. Réfl., L.P.



Fig. 3 : Cuirasse très ancienne : fracture affectant une matrice ferrugineuse goethitique (grande flèche) et un grain de quartz (au centre). On observe le colmatage général de la fracture par l'hydrohématite (petite flèche) (fractures affectant deux phases). Lum. Réfl., L.P.

matériau de colmatage. Dans ce cas, l'écartement des lèvres n'excède guère les 10 μm avec une profondeur de 100 μm environ.

- Une microfracture faillée mise en évidence par le rejet ($\pm 20 \mu\text{m}$) des limites de différentes couches de l'enduit rubané qui en est aussi affecté. Il s'agit dans ce cas-ci d'une microfaille inverse, le bloc abaissé étant du côté du mur.

Vus en lumière réfléchie, les enduits présentent une allure régulière avec une couleur rouge jaunâtre. Leur épaisseur est variable (de 60 μm à plus de 2 mm) et leur litage est assez fin. Ces lits ne renferment guère d'éléments détritiques et sont dépourvus de pores. En lumière parallèle, toutes les couches constituant les enduits se ressemblent par l'uniformité de leurs surfaces. En nicols croisés, les lits (3) et (5) (fig. 1) restent isotropes, attestant probablement d'une même composition minéralogique.

B. Fractures affectant deux composants (quartz/enduit ou enduit/matrice).

Parmi les cuirasses du Shaba méridional, certaines paléodéformations affectent seulement deux phases. Les caractéristiques sont assez semblables à celles dues aux paléodéformations triphasées. Leur orientation est cependant beaucoup moins régulière. Elles affectent soit le squelette quartzeux et les enduits rubanés, soit ces derniers et la matrice ferrugineuse intra- et internodulaire (Fig. 3). Elles se rencontrent généralement dans les cuirasses oolithiques du plateau des Bianco et dans les cailloux ferrugineux polygéniques de la région de Lubumbashi.

C. Fractures n'affectant qu'un composant

Ces microfractures sont généralement de dimensions assez petites par rapport aux précédentes, et n'ont pas été suivies de colmatage ferrugineux.

Certaines paléodéformations biphasées, uniquement celles qui affectent la matrice ferrugineuse et les enduits non ou peu rubané, s'associent aux paléodéformations monophasées dans une même cuirasse. Elles sont également sans colmatage ferrugineux. De tels cas ont été observés surtout parmi les cuirasses en milieux argileux, mais aussi sur certaines cuirasses des hauts plateaux (Biano et Kando).

INTERPRETATION

Des microfractures principales telles que décrites ci-dessus, peuvent être considérées comme des pores transminéraux (BISDOM, 1967 in STOOPS *et al.*, 1979) car, à cause de leur parcours reliant les matériaux de différente nature minéralogique, elles indiquent que la présence d'une porosité secondaire dans la cuirasse est bien réelle et y constitue un pourcentage non négligeable. Il convient de signaler aussi la présence d'un réseau intense d'autres pores intra- et interminéraux (BISDOM, *op.cit.*).

Un rejet de quelque 20 μm (microstructure faillée) bien visible, surtout dans l'enduit ferrugineux (fig. 1), atteste l'intensité de la cataclase ayant affecté les cuirasses très anciennes. Il s'agit de cuirasses à cuticules brun foncé zonaires et très épaisses. Ce type de cataclase témoigne donc vraisemblablement des fortes augmentations de température subies par la roche. Son intensité fait de la plupart des cuirasses anciennes de véritables "tectonites" (TURNER & WEISS, 1963 in GARY *et al.*, 1973; BOUCHEZ & PECHER, 1976; TREPIED *et al.*, 1976).

Le fait que plusieurs constituants aient pu être affectés par les microfractures indique que :

1. La résistance mécanique acquise, surtout par la matrice mais aussi par les enduits ferrugineux rubanés, a été identique ou proche de celle du squelette quartzeux (Mc EWEN, 1981).
2. La roche a été bien cimentée jusqu'au moment de la cataclase, car s'il en avait été autrement, la présence de nombreux vides au sein de la cuirasse aurait atténué, voire même arrêté les effets de telles déformations. Par conséquent, les microfractures n'auraient pas connu une telle extension. En d'autres mots, la porosité primaire a dû être quasi inexistante au moment où les déformations se sont produites.

Le degré d'induration apparemment élevé des cuirasses affectées par ces déformations, est à mettre en relation avec l'âge avancé de ces roches, car la grande résistance mécanique de la matrice notamment (devenu plus ou moins comparable à celui des grains de quartz) exige pour une induration poussée.

Ces propriétés qui constituent l'apanage des cuirasses les plus anciennes au Shaba, signifient que la structure poreuse à assemblage agglomératif que

présenté par ces roches, est le résultat d'une longue évolution à partir d'un assemblage porphyrosquelique.

L'orientation diversifiée des microfractures semble indiquer les contraintes lithologiques de type hydrostatique. Ces contraintes font suite à l'élévation de température, elle-même suivie de la déshydratation des hydroxydes de fer. De telles contraintes conduisent habituellement pour le quartz, à des déformations de type plastique (TREPIED *et al.*, 1976). Encore une fois, de fortes augmentations de température seraient à l'origine de ces paléodéformations, surtout lorsqu'il s'agit de milieux suffisamment confinés (DORN, 1961). Ces milieux sont souvent ceux des cuirasses latéritiques, du moins à l'échelle microscopique. Comme cela a déjà été souligné précédemment, les conditions arides sont les seules capables de produire des augmentations de température suffisantes. Elles auraient été suivies de périodes relativement humides, qui ont permis la circulation des solutions ferrugineuses dans les microfractures. C'est ce qui explique le colmatage ultérieur. Un tel degré d'induration, reflète donc un âge relativement ancien pour les cuirasses affectées.

Les paléodéformations monophasées correspondent à un degré d'induration de la roche encore assez faible, ne lui permettant pas l'acquisition d'une résistance mécanique généralisée. Une induration faible ne favorise pas non plus la disparition des vides représentant la porosité primaire. Ceci a pu défavoriser l'extension des différentes cassures, même si la résistance des diverses phases était déjà assez grande. Il s'agit donc de cuirasses peu évoluées et, par conséquent, d'âge plus récent que celles affectées par d'autres types de paléodéformations décrites plus haut.

CONCLUSION

L'étude de la chronologie relative des cuirasses latéritiques est très complexe et ne pourra sans doute pas être totalement réalisée si on ne tient pas compte d'un grand nombre des critères de détermination de l'âge de ces cuirasses.

Les observations microscopiques faites sur les cuirasses du Shaba montrent cependant que les critères de déformation, fonction des conditions d'induration de ces roches, peuvent servir de bases tout à fait fiables à la détermination chronologique des cuirasses latéritiques. Ces critères s'associent et renforcent ainsi d'autres critères à l'échelle du micromètre (Tab. I).

CRITERES

AGE

AUTEURS

1. Géomorphologiques (étude de terrain : indices de paléo-climats)	- Cuirasses récentes (c. d'aval : fonds de vallée, rifts, ...) : fin Cénozoïque et début Quaternaire - Cuirasses anciennes (c. d'amont : plateau ou mesa) : Cénozoïque et fin Mésozoïque	LEPERSONNE (1956), KING (1962), MC FARLANE (1976), MICHEL (1973), ALEXANDRE-PYRE (1971), ALEXANDRE & ALEXANDRE-PYRE (1982), DE DAPPER (1981), ZEESE (1982)
2. D'identification minéralogique et teinte des enduits ferrugineux superficiels + indices de paléoclimats	- Cuirasses récentes (brun clair mat) : Quaternaire et fin Cénozoïque - Cuirasses anciennes (brun foncé brillant et mat + "sutures" orange violacé brillant : goethite, hydrogoethite, hématite) : Cénozoïque - Cuirasses plus anciennes (brun foncé zonaire très épais : goethite, hydrohématite, ..) : Fin Mésozoïque	ALEXANDRE-PYRE (1971) ALEXANDRE & LEQUARRÉ (1978) ALEXANDRE (1978) ALEXANDRE & TSHIDIBI (1984)
3. D'identification lithologique de formations de datation connue	- Cuirasses plus anciennes (présence ou absence de débris degrés polymorphes (Cénozoïque) - de sable de Kalahari comme élément constituant Quaternaire ou fin Cénozoïque	ALEXANDRE & ICART (1980) TSHIDIBI (1985)
4. Paléoclimatique (échelle microscopique)	- Cuirasses plus anciennes (alternance des couches de "silica glaze" ou vermis désertique et d'enduits ferrugineux zonaires) : Mésozoïque	TSHIDIBI (1985)
5. De paléodéformation (échelle microscopique)	- Cuirasses récentes (paléodéformations monophasées sans colmatage ferrugineux) : Quaternaire et fin Cénozoïque - Cuirasses anciennes (paléodéformations biphasées avec colmatage ferrugineux) : Cénozoïque - Cuirasses plus anciennes (paléodéformations triphasées et biphasées avec colmatage ferrugineux et micro-structure faillée) : Mésozoïque.	TSHIDIBI (présente étude)

Tab. 1 : Différents critères de datation relative pour les cuirasses latéritiques

La caractérisation de la déformation à cette échelle, permet de reconstituer les conditions ayant régné à la fin de l'évolution des horizons cuirassés. Dans les cuirasses les plus anciennes, les contraintes lithostatiques liées à ces paléoenvironnements agissent de manière homogène sur trois phases de résistance mécanique identique ou presque (squelette quartzé, enduit ferrugineux et matrice ferrugineuse intra- et internodulaire). Les déformations triphasées ont été suivies d'un colmatage ferrugineux généralisé.

L'absence de paléodéformations communes entre les phases quartzéuses et matricielles dénote une induration insuffisante, ne permettant pas à la matrice d'acquérir une résistance mécanique qui l'approcherait du quartz. De telles déformations sont celles des cuirasses relativement anciennes, mais en tout cas moins anciennes que celles à paléodéformations triphasées ou biphasées .

Les paléodéformations monophasées ou parfois biphasées, mais le quartz n'est alors pas affecté, caractérisent les cuirasses les plus récentes.

REFERENCES

- ALEXANDRE, J. 1978. Les stades de la formation des cuirasses latéritiques en haut-Shaba (Zaïre) et leur signification géomorphologiquein : *Travaux et documentation de Géographie tropicale*, CEGET, Bordeaux, 33, 133-149.
- ALEXANDRE, J., 1984. Critères pour une datation relative des cuirasses latéritiques. *Bull. Acad. Roy. Sci. Outre-Mer*, 30 p.
- ALEXANDRE, J. & ICART, J.C., 1980. Les cailloutis superficiels du plateau des Kundelungu. *Bull. Soc. belge Géol.*, 89, 4, 277-289.
- ALEXANDRE, J. & LEQUARRÉ, A., 1978. Essai de datation des formes d'érosion dans les chutes et les rapides du Shaba. *Geo-Eco-Trop*, 2, 279-286.
- ALEXANDRE, J. & TSHIDIBI, N. ya B., 1984. Les enduits ferugineux associés aux cuirasses latéritiques successives du haut-Shaba. Nature, structure et mode de formation. *Geo-Eco-Trop*, 8, 1-4, 37-46.
- ALEXANDRE-PYRE, S., 1971. *Le plateau des Bianco (Katanga) - Géologie et Géomorphologie*. Acad. roy. Sc. Outre-mer, Mémoire, NS. XVIII, 3, 151 p.
- BOUCHEZ, J.L. & PECHER, A., 1976. Plasticité du quartz et sens de cisaillement dans des quartzites du grand chevauchement central himalayen. *Bull. Soc. Géol. France*, 7 Sér., 18, 6, 1377-1385.

- DE PLOEY, J., LEPERSONNE, J. & STOOPS, G., 1968. Sédimentologie et origine des sables de la série des sables ocre et de la série des "grès polymorphes" (système du Kalahari) au Congo occidental. *Ann. Mus. Roy. Afr. Centr.*, in 8°, Sci. Géol. 61, 72 p.
- DORN, J.E., 1961. *Mechanical behavior of materials at elevated temperature*. Mac Graw-Hill ed., 412 p.
- GARY, M., Mc AFEE, R. Jr. & WOLF, C.(ed.), 1973. *Glossary of Geology*. Amer. Geol. Inst., Washington, D.C., 805 p. + A., 52 p.
- KING, L.C., 1962. *Morphology of the earth*. Oliver and Boyd, London, 699 p.
- LEPERSONNE, J., 1956. Les aplanissements d'érosion du nord-est du Congo belge et des régions voisines. *Acad. Roy. Sc. Colon. Mém.*, 4, 1-108.
- Mc EWEN, J.J., 1981. Brittle deformation in pitted pebble conglomerates. *Jour. Struct. Geol.*, 3, 1, 25-37.
- Mc FARLANE, M.J., 1976. Laterite and landscape development in Kiagwe, Uganda. *Q. Jour. Geol. Soc. Lond.*, 126, 501-539.
- MICHEL, P., 1973. Les bassins des fleuves Sénégal et Gambié. Etude géomorphologique. ORSTOM Mém, 63, 752 P.
- MICHEL, P., 1978. Cuirasses bauxitiques et ferrugineuses d'Afrique occidentale. Aperçu chronologique. *CEGET*, 33, 11-32.
- STOOPS, G., ALTEMULLER, H.J., BISDOM, E.B.A., DELVIGNE, J., DOBROVLSKI, V.;V., FITZPATRICK, E.A., PANEQUE, G. & SLEEMAN, J., 1979. Guidelines for the description of mineral alteration in soil micromorphology. *Pédologie*, 29, 1, 121-135.
- TREPIED, L., DOUKHAN, J.C., MEILLIEZ, F. & PAQUET, J., 1976. Sous-structures de dislocation paléodéformés. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 7 Sér., 18, 6, 1395-1402.
- TSHIDIBI, N. ya B., 1979. Cartographie géomorphologique d'une région intertropicale humide à saison sèche. Partie Nord occidental du degré carré de Sampwe (Shaba, Rép. du Zaïre). *Ann. Soc. Géol. Belg.*, 102, 1, 243-257.
- TSHIDIBI, N. ya B., 1985. Les cuirasses latéritiques du haut-Shaba. structure et composition. Thèse de doctorat, Liège, 353 p.
- ZEESE, R., 1982. Reliefgenerationen in Jos-Plateau (N-O Nigeria) und in den Usambara-Bergen (N-O Tanzania). 9 Tagung des AK Geomorphol. vom 11.10 - 15.10, 1982 in Braunschweig.

