

~~Handwritten scribble~~

LA PROSPECTION EN MILIEU LATERITIQUE  
QUELQUES ASPECTS DES MATERIAUX ET DES RELIEFS

G. Grandin, ORSTOM-Ouagadougou

Conférence invitée au séminaire de l'Autorité du Liptako-Gourma pour la promotion des petites mines. Niamey 5-9 novembre 1990.

A) MILIEU LATERITIQUE OU MILIEU LATERITISE

1) Les matériaux et leur genèse.

Les notions de milieu schisteux, granitique ou simplement basique se réfèrent à des roches: schistes, granites, roches basiques. De même, la notion de milieu latéritique se réfère à des roches, les latérites. Mais un trop large usage de ce terme faisait écrire dès 1905 "que les minéralogistes et les voyageurs ne s'entendent point sur la définition de la latérite". Après avoir désigné les matériaux indurés (tendance des documents français) ou les matériaux à rapport molaire silice/alumine très bas (tendance des documents anglais), latérite a parfois désigné tous les types de sols ou de masques de produits superficiels qui limitent l'accès à de bons affleurements dans les régions tropicales. Là, il faut s'insurger. En particulier dans les régions tropicales sèches comme le Liptako-Gourma, il y a beaucoup de matériaux de surface dont les caractères ne sont pas spécifiques des régions intertropicales: sols hydromorphes, sols bruns, sols à concrétions calcaires, matériaux en transit des glaciaires, limons alluviaux, sables éoliens, etc...

Il ne faut utiliser le mot latérite que pour désigner des roches néoformées par altération météorique et pédogenèse, meubles ou indurées, constituées essentiellement d'argiles kaoliniques et d'oxy-hydroxydes d'aluminium et de fer. Leur composition laisse place aux argiles illitiques et à des éléments résiduels issus des minéraux les plus résistants (quartz, micas blancs, minéraux de métamorphisme, chromite...). Sur des roches minéralisées elle peut faire place à des néoformations particulières (psilomélanes, garniérites...), les concentrations siliceuses (opale, quartz) prenant une grande importance sur les roches ultrabasiques pauvres en alumine. L'usage du terme latérite s'étend aux produits de démantèlement des roches précédentes, lorsqu'ils forment l'essentiel d'un horizon de sol ou des éléments résiduels dans une latérite plus jeune.

Les latérites sont des roches où dominent les couleurs rouge, violacé, ocre, blanc. Elles sont indurées fortement pour les cuirasses, faiblement pour les carapaces, à peine pour les argiles tachetées (mottled zone des documents anglais), pas du tout pour les argiles décolorées (pallid zone) et se présentent souvent, dans cet ordre, en horizons successifs des sols.

Fonds Documentaire ORSTOM



010009478

Fonds Documentaire ORSTOM

Cote: B \* 9478 Ex: 1

Leur genèse, en tant que corps géologiques épais et étendus, est liée à deux types de conditions:

- des conditions climatiques: climats à température moyenne élevée et à pluviosité forte permettant les hydrolyses et lessivages qui vont simplifier chimiquement les matériaux, ainsi que les illuviations, épigénies, concrétionnements qui vont accumuler les produits néoformés. On connaît assez bien les mécanismes géochimiques de cette genèse. On en connaît mal les conditions climatiques exactes car la constitution de grandes accumulations est lente et il est difficile de déterminer la part des actions en cours. De plus les latérites observées sont très souvent inactuelles, héritées d'époques antérieures assez mal situées dans le temps à défaut de méthodes géochronologiques adaptées.

- des conditions de durée impliquant des conditions géomorphologiques: paysages aplanis ou comportant des portions aplanies, qui permettent le développement des latérites sans une concurrence trop vive des phénomènes mécaniques d'incision ou d'ablation. Quel que soit ce qui a été écrit à ce sujet, il ne se constitue pas de latérites puissantes sur des reliefs abrupts ou sur des versants raides et notamment pas de cuirasses alumineuses au sommet de collines élevées, il n'existe pas de cuirasses ferrugineuses couvrant des modelés polyconvexes, les plateaux cuirassés résultent d'une mise en relief par érosion et l'affleurement des cuirasses d'un décapage des horizons superficiels meubles du sol cuirassé initial.

## 2) Pénéplaines et systèmes de glacis

Deux types de surfaces d'aplanissement et de climats correspondent à deux familles bien distinctes de latérites:

- des pénéplaines à réseau hydrographique ramifié, formées sous climat humide sans doute proche du climat équatorial actuel, ont été latéritisées conjointement à leur formation au cours de longues périodes de stabilité tectonique et climatique. L'épaisseur du profil peut dépasser soixante mètres avec de grandes lithomarges kaoliniques et des cuirasses de quinze mètres de puissance. Ces cuirasses sont alumino-ferrugineuses et ne comportent pas de quartz résiduel.

- des systèmes de glacis formés sous des climats à longue saison sèche ou semi-arides, dans des paysages à réseau hydrographique peu ramifié à écoulement temporaire, ont été latéritisés après un changement de climat vers l'humide. Les cuirasses, toujours ferrugineuses, semblent s'être formées sous des climats de transition de type soudanien ou soudano-guinéens, des milieux de savane arbustive aux milieux pré-forestiers. Aplanissement et cuirassement sont ici des phénomènes disjoints et des glacis peuvent ne pas être cuirassés ou ne l'être que sur une partie de leur surface.

## 3) L'extension des latérites. Les âges

A la surface de la terre, des latérites sont observées à des latitudes très variées, du nord de l'URSS à la Tasmanie, de l'Arkansas au sud du Brésil, de l'Allemagne à l'Iran et au sud de l'Afrique. Le climat en un point de la terre varie en effet avec le déplacement des pôles et celui des continents. Il varie aussi avec les extensions et contractions des zones froides ou chaudes.

Pour les bauxites, les âges vont du Dévonien à l'Eocène, en passant par le Carbonifère, le Trias, le Jurassique et le Crétacé moyen.

Après l'Eocène, trois générations d'aplanissements latéritisés, à cuirasses ferrugineuses, se sont développées largement dans les régions intertropicales:

- les "aplanissements intermédiaires", postérieurs à la mise en place du Continental terminal africain, avec des profils latéritiques pouvant atteindre 30 m d'épaisseur, dont il ne subsiste le plus souvent que des plateaux-témoins de superficie réduite;

- les "hauts-glacis", supposés d'âge quaternaire ancien ou pliocène supérieur, qui portent des cuirasses d'épaisseur variable, jusqu'à 7m, avec fréquemment des horizons conglomératiques à blocs de cuirasse intermédiaire. Le profil complet ne dépasse pas une vingtaine de mètres sauf s'il hérite d'altérites anciennes. Il ne subsiste le plus souvent, notamment dans les zones tropicales sèches d'Afrique de l'ouest, que les portions cuirassées de ces hauts-glacis, mises en relief;

- les "moyens-glacis", bien plus récents, dont le profil latéritique a une épaisseur réduite, sans lithomarge kaolinique développée et avec des cuirasses dépassant rarement 2 m. Les glacis correspondants, érodés à l'aval, parfois séparés des reliefs dominants, peuvent conserver des caractères fonctionnels dans les régions sahéliennes.

Dans ces régions (et plus au sud, en bordure des vallées principales) une quatrième génération d'aplanissements s'est formée sous des climats proches du climat actuel: les bas-glacis. Ces derniers continuent à évoluer en tant que système de glacis, malgré une incision aval souvent masquée par des remblais alluviaux. Il n'y a pas à proprement parler de latéritisation de cette surface, les néoformations argileuses n'étant pas kaoliniques. Des cuirasses ou carapaces se sont développées localement à l'aval, ferrugineuses et souvent manganésifères et des concrétions calcaires apparaissent dans les altérites sous-jacentes ou dans les remblais associés.

Les cuirasses des moyens-glacis et des bas-glacis montrent souvent dans les régions septentrionales des marques de dissolution. Celles-ci peuvent aller jusqu'à un véritable décuirassement avec apparition de faciès vacuolaires à caverneux (notamment en zones bien drainées près des filons de quartz) ou bien de faciès argileux hydromorphes (notamment en zones basses à remblai alluvial).

Les régions sahéliennes doivent donc être considérées comme un milieu actuellement anti-latéritique. Non seulement, comme dans les régions plus humides, les cuirasses des surfaces hautes et les altérites kaoliniques associées sont anciennes mais les glacis récents, s'ils restent fonctionnels, semblent perdre une partie du stock de fer présent dans leurs matériaux superficiels.

## B) GITES LATÉRITIQUES ET GITES LATÉRITISES

### 1) Les accumulations géochimiques

L'aluminium est extrait des bauxites, qui sont le plus souvent des cuirasses aluminoferrugineuses ou des accumulations détritiques de leurs produits de démantèlement. Il s'agit dans ce cas de gisements latéritiques au sens strict, qui sont rencontrés sur des roches variées, avec toutefois une préférence pour les roches à rapport alumine / oxyde de fer élevé (syénites néphéliniques de Guinée, schistes sériciteux du Ghana, marnes des gîtes karstiques de Jamaïque et d'Europe). L'essentiel de la production mondiale provient de latérites crétacées et éocènes.

Les gîtes latéritiques de nickel sont la seconde source de ce métal après les amas sulfurés. L'altération de roches ultrabasiques (dont la teneur moyenne est supérieure à celle des autres types de roches mais qui ne sont pas des minerais) provoque l'accumulation du nickel à la base des profils dans des silicates secondaires (antigorite, talc, saponite, nontronite, garniérites) à des teneurs de 2 à 6% selon l'importance de l'enrichissement latéral. Le nickel se concentre également dans les goethites et les concrétions d'asbolanes des saprolites sus-jacentes.

Le fer s'accumule dans les latérites. Si les plus fortes teneurs sont rencontrées dans les cuirasses et carapaces, même des horizons meubles peuvent dépasser la teneur des roches-mères. Toutefois, sur les roches banales, les teneurs économiques exigées par la métallurgie industrielle ne sont pas atteintes et seuls les forgerons traditionnels ont extrait le fer des cuirasses correspondantes. Mais sur des roches particulières comme les itabirites, la latéritisation valorise des gisements, et, dans certains cas transforme en minerais des concentrations primaires inexploitablement (Libéria, Brésil, Gabon, etc...)

Le manganèse à basse teneur accompagne le fer dans certains produits latéritiques, notamment dans les cuirasses des bas-glacis et des moyens-glacis. C'est également le cas dans les cuirasses des hauts-glacis lorsqu'elles se forment dans l'environnement d'un gîte manganésifère, soit qu'elles remanient des débris de minerai, soit qu'elles comportent des horizons supérieurs enrichis, parfois pisolitiques. Ces accumulations n'ont pas d'intérêt économique. En revanche, dans les sols ferrallitiques, à la base des argiles tachetées, le manganèse peut se concentrer en cuirasses à très forte teneur si des minéralisations sont présentes à l'amont. Enfin on constate un enrichissement des minerais en place dans les grands profils latéritiques associés aux surfaces anciennes, notamment à la surface intermédiaire. S'il n'y a donc pas de gisements latéritiques de manganèse au sens strict, les gisements exploités en régions tropicales sont latéritisés et, plus encore que pour le fer, cette latéritisation conditionne l'exploitabilité (c'était le cas pour Nsuta au Ghana et Grand-Lahou en Côte d'Ivoire, c'est le cas pour Moanda au Gabon).

Dans ces divers cas, l'influence de l'altération latéritique porte sur des tonnages considérables de minerais situés à proximité de la surface topographique et exploités à ciel

ouvert. Il est à noter que les facteurs de concentration sont faibles:

2 à 6 pour les minerais d'aluminium, de fer et de manganèse qui ne se forment qu'à partir de roches dont les teneurs sont déjà élevées, de 5 à 25%, qu'il s'agisse d'un élément majeur ubiquiste de l'écorce terrestre comme l'aluminium ou d'éléments préconcentrés dans des sédiments comme le fer ou le manganèse. Pour ce dernier, dont le clarke est à 0,1%, le facteur de concentration sédimentaire est de 100 à 200 mais ne donne qu'exceptionnellement des minerais directement exploitables. Pour le nickel, les teneurs en roche sont de 0,2 à 0,4% en Nouvelle-Calédonie et le facteur de concentration latéritique de l'ordre de 10.

D'autres gisements peuvent être valorisés par les phénomènes de concentration associés à l'altération latéritique. C'est par exemple le cas de gisements de terres rares (Gabon, Brésil). Enfin les néoformations de produits alumineux et d'argile kaolinique peuvent être une source de matériaux pour diverses industries, comme celles des réfractaires, abrasifs, ciments, céramiques).

## 2) Les accumulations résiduelles

Tous les minéraux résistants à l'altération latéritique, ou du moins s'altérant plus lentement que les minéraux principaux des roches peuvent s'accumuler dans les horizons où la fonte géochimique est accentuée (corindon, disthène, columbo-tantalite, diamant, cassitérite, chromite, etc...). Si quelques gisements sont ainsi obtenus, ce phénomène doit surtout être pris en compte dans l'interprétation des anomalies de prospection.

## 3) L'or, un cas particulier mal élucidé

L'or fait partie des minéraux résistants et se concentre, à ce titre, par accumulation résiduelle (éluvions aurifères) et par accumulation détritique alluviale, facilitée par une densité forte. Mais depuis longtemps, des règles empiriques de prospection tiennent compte de la possibilité d'une pépétisation dans les placers, en proposant par exemple de poursuivre la prospection des terrasses alluviales assez loin à l'aval des gîtes primaires, à la recherche de concentrations d'or grossier succédant à des accumulations d'or fin. Toutefois les preuves scientifiques de cette pépétisation manquent et sa réalité est fortement contestée par de bons auteurs.

Une précipitation est aussi invoquée dans les milieux arides confinés où la charge ionique des solutions s'élève. Elle rendrait compte de la présence de grosses pépites au sommet d'altérites en place de régions australiennes. Elle est aussi envisagée pour les pépites fréquentes dans certains placers du Liptako-Gourma bien qu'aucune donnée n'ait encore été consignée sur les tailles, les formes et les compositions de ces pépites (qui sont le plus souvent fondues comme la poudre d'or malgré leur valeur marchande supérieure).

En revanche, la démonstration a été faite d'une réduction de taille par dissolution des particules d'or en milieu équatorial actuel au Gabon, dans les sols latéritiques proches de filons minéralisés où les éléments résiduels de l'altération

s'étalent peu à peu. Des phénomènes comparables sont décrits dans des cuirasses anciennes du Mali coiffant de tels filons.

Dans les filons eux-mêmes, lorsque des sulfures sont associés à l'or, les conditions physico-chimiques particulières réalisées par leur oxydation permettent une cémentation de l'or. A une partie superficielle du filon plus ou moins fortement lessivée, avec le cas échéant du quartz carié ou caverneux stérile en surface, est alors associée une zone enrichie en profondeur, près du toit de la nappe. Au Burkina, la mine de Poura ou le filon orpaillé de Bayldiaga I montrent des exemples de cette concentration secondaire de l'or.

Tous ces phénomènes demandent à être étudiés attentivement afin de donner un sens aux teneurs d'or mesurées en surface, qu'il s'agisse des affleurements des filons sur les glacis récents et aux différents niveaux de troncature par l'érosion des profils latéritiques anciens, ou qu'il s'agisse de matériaux en transit des glacis, de remblai alluvial ou d'altérites actuelles.

#### 4) Stockage dans les oxydes et les argiles

Les matériaux latéritiques néoformés (argiles, oxydes, produits cryptocristallins) présentent, vis-à-vis des métaux de transition, des propriétés de substitution dans les réseaux cristallins et d'adsorption qui permettent un stockage provisoire, même pour des métaux mobiles comme le zinc dont les teneurs sont élevées dans certaines goethites. Dans les chapeaux de fer, notamment en milieu carbonaté, la latéritisation hypertrophie des concentrations supergènes de Cu Pb ou Zn non spécifiques du milieu latéritique (carbonates, silicates, phosphates...). A côté de leur importance dans l'exploitation de gisements, tous ces phénomènes conditionnent la prospection. Dans certains sols du Brésil par exemple, la marque du cuivre se révèle plus forte dans les oxydes de fer de nodules résiduels de cuirasse que dans les phases argileuses fines. Dans ce cas la géochimie tactique gagne à porter sur la fraction grossière des sols. Dans d'autres sols des phyllosilicates d'altération non latéritiques comme la vermiculite ont stocké du cuivre qui peut échapper aux méthodes privilégiant l'extraction de ce métal dans les oxydes de fer

### C) LATERITES ET PROSPECTION

Le milieu latéritique, comme les milieux granitiques ou schisteux, est un milieu pétrographiquement très varié. La connaissance des roches et de leur métallogénie y est tout aussi nécessaire, avec ce que cela implique d'études pétrologiques et d'observation des paragenèses. A l'étude structurale des roches saines répond l'étude des formes de relief portant les matériaux de surface. A la géochimie isotopique permettant la datation des roches saines répond l'étude de l'étagement des surfaces, des variations du niveau marin, ou des sédiments corrélatifs des grandes phases d'altération et d'érosion, qui permettent la mise en ordre chronologique des latérites.

Un effort est à faire dans l'application à la prospection des connaissances acquises dans le domaine de la géomorphologie et de la géochimie des latérites qui ne doivent pas être considérées comme un masque indifférencié. Pour les cuirasses quelques aspects peuvent être soulignés:

Dans le Liptako-Gourma les cuirasses alumino-ferrugineuses de la Surface africaine, formées par altération sur place des roches, sont limitées à des reliques perchées sur de hauts plateaux vers 500-550 m d'altitude ou à des blocs résiduels remaniés dans des sols latéritiques en contrebas. La marque géochimique du substratum y est très estompée pour les métaux mobiles (sauf dans certains cas pour les minerais de manganèse). En revanche, le titane ou le chrome peuvent y être accumulés et des anomalies de ces métaux rencontrées sur de telles cuirasses ne doivent pas susciter trop d'enthousiasme (ou d'investissement).

Les cuirasses ferrugineuses de la Surface intermédiaire, dont quelques témoins d'extension limitée subsistent entre 350 et 420 m d'altitude, se sont formées par transformation de matériaux latéritiques évolués, notamment des cuirasses alumino-ferrugineuses. La signature géochimique du substratum y est également effacée.

Les cuirasses ferrugineuses du Haut-glacis, dont les plateaux dominant de 10 à 30 m leurs piémonts, occupent dans le Liptako-Gourma des superficies encore importantes (mais qui ne dépassent que rarement 10 % de la superficie du paysage pour des secteurs de quelques milliers de km<sup>2</sup>). Elles sont mieux représentées dans les sillons volcano-sédimentaires birrimiens que sur les granites et au sud qu'au nord. Ces cuirasses se forment au cours d'une période de climat humide faisant suite à la période sèche au cours de laquelle le glacis a été façonné. Elles mobilisent le fer des matériaux présents sur le glacis. Ces matériaux sont de nature variable, depuis des roches en place sous un mince voile colluvial, jusqu'à des épandages dont l'épaisseur peut dépasser 5 m, à blocs de cuirasses anciennes et résidus de roches peu altérables (quartz, quartzite, minéral de manganèse...). Des transports kilométriques ne sont pas exclus et des mélanges de matériaux locaux avec des matériaux provenant de l'amont du glacis sont fréquents. Dans ces épandages des figures sédimentaires (chenaux, granoclassement fruste) sont parfois observables sur les parois des rebords de cuirasses ou dans les coupes verticales offertes par les carrières ou tranchées. Une même cuirasse peut comporter des horizons supérieurs formés par l'induration de tels colluvions et des

horizons inférieurs formés par l'induration d'altérites en place. De plus le décapage des cuirasses peut concerner une partie des horizons indurés et une même cuirasse présenter d'amont en aval des troncatures à des niveaux distincts du profil initial. Pour les cuirasses de Haut-glacis la signature géochimique du substratum directement sous-jacent sera donc très variable, souvent absente, parfois assez forte pour obtenir des anomalies significatives mais en général étalées. L'étude régionale de ces cuirasses permet seule d'apprécier la validité d'une prospection géochimique de surface les concernant et de définir des modalités adaptées de prélèvement et d'interprétation des résultats.

Ces trois types de cuirasses anciennes, à profils complexes ayant subi une latéritisation intense, apparaissent ainsi comme un obstacle sérieux à la prospection. Mais comme elles sont associées à des altérations kaoliniques profondes, dans les régions aurifères l'orpaillage se développe souvent à leur périphérie, notamment pour le Haut-glacis dont l'altitude relative est généralement voisine de l'épaisseur du profil latéritique. Cet orpaillage suit des petits filons riches des versants, faciles à extraire dans les altérites très meubles, ou exploite par vannage l'or des matériaux d'épandage (mêlés à des matériaux locaux d'altération) sur le piémont des buttes cuirassées.

Dans les parties plus basses, les plus vastes des paysages du Liptako-Gourma, d'autres cuirasses (souvent recouvertes par des matériaux meubles sablo-argileux) sont présentes sur deux systèmes étagés de glacis: Moyen-glacis assez largement cuirassé, avec des rebords atteignant quelques mètres, notamment dans les incisions de l'amont; Bas-glacis où les cuirasses peuvent se limiter à des franges aval et qui passent le plus souvent en continuité aux remblaiements alluviaux des vallées.

Sur ces glacis récents, la prospection géochimique des sols a plus de chances de donner de bons résultats mais il reste nécessaire d'apprécier l'importance des colluvions en transit sur le glacis avant son cuirassement (maintenant cuirassés) et celle des matériaux qui continuent à transiter à sa surface. En un même point, la signature géochimique peut varier rapidement selon la profondeur, par exemple en passant de colluvions sableux actuels à des épandages plus anciens ou à des matériaux indurés autochtones. Mais l'épaisseur généralement faible des horizons remaniés, l'absence d'altération latéritique intense du substratum, l'activité souvent forte de la faune du sol se conjuguent pour limiter l'effacement de la marque géochimique des roches de l'environnement proche. De façon générale, il faut éviter les matériaux sablo-argileux meubles de surface même si cela demande un prélèvement à plus de 40 cm de profondeur et, lorsqu'une cuirasse affleure, ne pas considérer nécessaire de prélever à 30 cm .

Mais les roches résistantes affleurent en général sur ces glacis récents, même lorsqu'ils sont bien cuirassés (ce qui n'est pas le cas sur le Haut-glacis et sur les surfaces cuirassées plus anciennes). Les filons de quartz sont un bon exemple, lorsqu'ils dépassent 60 à 80 cm de puissance. La distinction peut même être faite entre les affleurements des filons sur le moyen-glacis et sur le bas-glacis. Les premiers correspondent souvent à une zone de blocs étalée sur une dizaine de mètres de large, ne permettant pas d'apprécier facilement

l'épaisseur du filon qui a subi des fauchages importants. Les seconds sont en général des affleurements mieux dégagés du sol où l'épaisseur et le pendage du filon sont plus apparents. Ainsi, pour l'or, la marque géochimique des matériaux les plus superficiels des glacis est d'abord celle de ces filons ou des roches affleurantes aurifères. A l'inverse, des systèmes de filonnets très riches peuvent ne pas donner de marque géochimique de surface sous une couverture meuble de 1 à 2 m d'épaisseur dont la base comporte cependant de l'or détritique à bonne teneur.

Les collines non cuirassées et les versants des plateaux comportent soit des sols peu épais, soit des affleurements ou des pavages de boules de roches saines accumulées sur place par le déblaiement d'altérites meubles. Ils sont bien entendu favorables à la prospection géochimique mais aussi à l'observation géologique directe. Celle-ci ne doit pas être oubliée sur ces reliefs, de même que dans les parties basses du paysage, notamment lorsqu'il s'agit de la détection de filons aurifères. L'étude structurale fine de ceux-ci et de leurs encaissements permet ensuite de s'orienter vers les zones de cisaillement les plus favorables, même si elles ne comportent pas de filons importants.

Dans les matériaux en transit des glacis et les accumulations alluviales, c'est l'étude morphoscopique des petites particules d'or (et celle de leur composition chimique) qui offre les meilleures informations, en permettant de distinguer des familles de grains à différents stades d'usure (et plus généralement d'évolution), correspondant à des sources à différentes distances ou ayant subi des transformations plus ou moins longues. Il est donc important d'assurer une bonne conservation des concentrés réalisés au cours des campagnes de prospection, tant que la totalité de cette information n'a pas été utilisée, ainsi que celle susceptible d'être fournie par les minéraux lourds associés. Pour les mesures de teneur, il faut utiliser autant que possible les méthodes non destructrices par pesée et à défaut prélever des échantillons spécifiquement destinés à la morphoscopie.

A côté des méthodes d'analyse systématique de prélèvements de sédiments ou de sols, il faut valoriser la cartographie géologique et géomorphologique. Celle-ci doit être établie sur des documents au 1/50 000 (ou à plus grande échelle), préparés à partir de photos aériennes ou des dernières générations d'images de satellites lorsque les cartes topographiques se limitent au 1/200 000. En effet, la carte au 1/200 000 (et les divers agrandissements qui en sont faits) ne suffisent pas pour un repérage correct sur le terrain. Dans les régions latéritisées, cette cartographie doit mettre en valeur les différentes générations d'aplanissements cuirassés dont la connaissance est nécessaire pour une bonne interprétation des anomalies détectées dans les matériaux de surface.

## ORIENTATION BIBLIOGRAPHIQUE SOMMAIRE

BOEGLIN, J.L. - 1990 - Evolutions minéralogique et géochimique des cuirasses ferrugineuses de la région de Gaoua (Burkina Faso). - Thèse Univ. Strasbourg, 191 p.

BOULANGE, B. - 1984 - Les formations bauxitiques latéritiques de Côte-d'Ivoire. Les faciès, leurs transformations, leur distribution et l'évolution du modelé. - ORSTOM Trav. et Doc., 175, 363 p.

BOULANGE, B., DELVIGNE, J., ESCHENBRENNER, V. - 1973 - Descriptions morphoscopiques géochimiques et minéralogiques des faciès cuirassés des principaux niveaux géomorphologiques de Côte-d'Ivoire. - Cah. ORSTOM, sér. Géol., Paris, V. 1., p. 59-81.

BOULET, R. - 1970 - La géomorphologie et les principaux types de sols en Haute-Volta septentrionale. - Cah. ORSTOM, Sér. Pédo., VIII, 3, p 245-272.

BOULET, R. - 1974 - Toposéquences de sols tropicaux en Haute-Volta : équilibres dynamiques et bioclimats. - Mém. ORSTOM, 85, 272 p.

BUTT, C.R.M., ZEEGERS, H. - 1989 - Classification of geochemical exploration models for tropically weathered terrains. - J. Geoch. Explor., 32, p 65-74.

COLIN, F., et al. - 1989 - L'or particulaire résiduel dans les profils latéritiques : altération géochimique et dispersion superficielle en conditions équatoriales. - C.R. Acad. Sci., Paris, 309, II, p. 553-560.

ESCHENBRENNER, V., GRANDIN, G. - 1970 - La séquence de cuirasses et ses différenciations entre Agnibilékrou (Côte-d'Ivoire) et Diébougou (Haute-Volta). - Cah. ORSTOM Sér. Géol., II, 2, p. 205-246.

EDOU MINKO, A. - Pétrologie et géochimie des latérites à "stone-line" du gîte d'or d'Ovala (Gabon). Application à la prospection en zone équatoriale humide. - Thèse Univ. Poitiers, 148 p.

GAVAUD, M. - 1977 - Les grands traits de la pédogenèse au Niger méridional. - ORSTOM Trav. et Doc., 76, 102 p.

GRANDIN, G. - 1976 - Aplanissements cuirassés et enrichissement des gisements de manganèse dans quelques régions d'Afrique de l'Ouest. - Mém. ORSTOM, 82, 275 p.

GRANDIN, G., THIRY, M. - 1983 - Les grandes surfaces continentales tertiaires des régions chaudes. Succession des types d'altération. - Cah. ORSTOM, sér. Géol., XIII, 1, p. 3-18.

HERAIL, G. - 1984 - Géomorphologie et gîtologie de l'or détritique. Piémonts et bassins intramontagneux du Nord-Ouest de l'Espagne. - Thèse Univ. Toulouse, Ed. CNRS, 456 p.

HERAIL, G., et al. - 1988 - Découvertes de nouvelles minéralisations primaires d'or dans la Cordillère royale de Bolivie à partir de l'analyse morphoscopique des paillettes d'or prélevées en alluvion.- C.R. Acad. Sci., Paris, 307, II, p. 63-69.

KALOGA B. - 1988 - Le manteau kaolinique des plaines du centre-sud de la Haute-Volta.- ORSTOM, Etudes et thèses, 344 p.

LEPRUN, J.C. - 1979 - Les cuirasses ferrugineuses des pays cristallins de l'Afrique Occidentale sèche. Genèse, transformations, dégradation.- Sci. Géol. Mém., 58, 224 p.

MAIGNIEN, R. - 1958 - Le cuirassement des sols en Guinée.- Mém. Serv. Carte Géol. Als-Lorr., 16, 239 p.

MANN, A.W. - 1984 - Mobility of gold and silver in lateritic weathering profiles : Some observations from Western Australia.- Econ. Geol., 79, p. 38-49.

MICHEL, P. - 1973 - Les bassins des fleuves Sénégal et Gambie. Etude géomorphologique.- Mém. ORSTOM, 63, 752 p.

PARISOT, J.C., et al. - 1989 - Some implications of lateritic weathering on geochemical prospecting. Two brazilian examples.- J. of Geoch. Expl., 32, p. 133-147.

PELTRE, P. - 1977 - Le "V Baoulé" (Côte-d'Ivoire Centrale). Héritage géomorphologique et paléoclimatique dans le tracé du contact forêt-savane.- ORSTOM Trav. et Doc., 80, 198 p.

TRESCASES, J.J. - 1975 - Evolution géochimique supergène des roches ultrabasiqes en zone tropicale. Formation des gisements nickélifères de Nouvelle-Galédonie.- Mém. ORSTOM, 78, 260 p.

TRICART, J. - 1969 - Le modelé des régions sèches.- SEDES, Paris, 472 p.

VOGT, J. - 1959 - Aspects de l'évolution morphologique de l'ouest africain.- Ann. Geogr., 68, 367, p. 193-206.

WILSON, A.F. - 1983 - The economic significance of non-hydrothermal transport of gold, and of the accretion of large gold nuggets in laterite and other waethering profiles in Australia.- Spec. Publ. Geol. Soc. Afr., 7, p. 229-234.

ZEEGERS, H. - 1987 - Remaniement de surface et prospection géochimique de l'or.- Chron. Rech. Min., 488, p. 55-61.

ZEEGERS, H., LEPRUN, J.C. - 1979 - Evolution des concepts en altérologie tropicale et conséquences potentielles pour la prospection géochimique en Afrique occidentale soudano-sahélienne.- Bull. BRGM, II, 2, p. 229-239.