



HAL
open science

Enjeux géologiques propres aux territoires tropicaux

Pierre Maurizot, Hervé Théveniaut, Paul Lecomte, Yves-Marie Cabidoche

► **To cite this version:**

Pierre Maurizot, Hervé Théveniaut, Paul Lecomte, Yves-Marie Cabidoche. Enjeux géologiques propres aux territoires tropicaux. *Géosciences*, 2011, 14, pp.22-31. hal-02647246

HAL Id: hal-02647246

<https://hal.inrae.fr/hal-02647246>

Submitted on 29 May 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Le climat tropical confère des caractéristiques physico-chimiques singulières aux formations géologiques de l'outre-mer français. En fonction de la nature du substrat, les sols latéritiques peuvent être à l'origine de gisements métallifères... ou d'instabilités de terrain. Nous prendrons les exemples de la Nouvelle-Calédonie et de la Guyane, deux territoires dont la géologie est très dissemblable, mais où le fort développement des latérites entraîne des problématiques communes propres aux territoires tropicaux.

Profil d'altération latéritique chapeauté par une cuirasse massive sur péridotite, massif de Tiébaghi (Nouvelle-Calédonie).

A profile of lateritic weathering capped by a heavy crust on peridotite, the Tiébaghi Massif, New Caledonia.

© BRGM – P. Maurizot.

Enjeux géologiques propres aux territoires tropicaux



Pierre Maurizot

DIRECTEUR BRGM
NOUVELLE-CALÉDONIE
p.maurizot@brgm.fr



Hervé Théveniaut

BRGM, SERVICE GÉOLOGIE
h.theveniaut@brgm.fr



Paul Lecomte

DIRECTEUR BRGM GUYANE
p.lecomte@brgm.fr



Yves-Marie Cabidoche

DIRECTEUR DE RECHERCHE, INRA,
UR1321 AGROSYSTÈMES TROPICAUX
cabidoch@antilles.inra.fr

Les territoires de l'outre-mer français se situent pour l'essentiel dans la ceinture intertropicale. Ils sont soumis à un climat tropical, typiquement chaud et humide, présent jusqu'à 15 à 25 degrés de latitude nord et sud. La température moyenne mensuelle ne descend pas en dessous de 18 °C tout au long de l'année et c'est la pluviosité qui définit les saisons : une saison sèche (températures relativement faibles, rares précipitations) et une saison humide (températures élevées, fortes précipitations). La végétation sous ces climats est en général luxuriante et participe activement à l'altération du substrat géologique.

“ Le manteau d'altération, que nous qualifierons de latérites, peut atteindre plusieurs dizaines de mètres d'épaisseur. ”

L'altération des surfaces continentales est un processus lent mais inexorable qui se produit sous la triple influence de l'atmosphère, de l'hydrosphère et de la biosphère. Le climat tropical exacerbe ce phénomène. Le manteau d'altération ainsi formé, que nous qualifierons de latérites *sensu lato*, peut atteindre plusieurs dizaines de mètres d'épaisseur. Il est aujourd'hui considéré par les spécialistes comme une entité géologique à part entière



23

(voir *Géosciences* n° 9 « Les altérites, épiderme de la Terre »). Les latérites sont le résultat d'une destructuration et d'une réorganisation quasi complète de la matière. L'interface substrat sain-altérite peut être le siège de phénomènes géologiques remarquables, qui ont des conséquences importantes en termes de géologie appliquée aux ressources et aux risques naturels.

Formation des sols tropicaux par l'altération des roches

Les sols sont le résultat de l'altération des roches sous l'action combinée du climat (pluviométrie, température) et des êtres vivants. Ces derniers enrichissent le sol en acide carbonique et autres acides organiques qui hydrolysent certains minéraux des roches initiales. La recombinaison des éléments permet alors la formation de nouveaux minéraux, dits secondaires, qui peuvent être de nature et de propriétés très diverses. Le silicium, tout comme les cations alcalins et alcalino-terreux, est

soluble et facilement lessivé. À l'extrême, ne demeurent dans la fraction minérale des sols que les métaux – aluminium, fer, titane, nickel, chrome... sous forme d'oxy-hydroxydes insolubles. Sous forte pluviométrie, ces oxy-hydroxydes métalliques cohabitent avec des argiles pauvres en silice, constituant des sols globalement acides. En revanche, sous climat à saison sèche accusée, il reste suffisamment de silicium pour former des argiles de la famille des smectites gonflantes, constituant des sols de pH neutre ou légèrement basique.

Dans les milieux tropicaux de l'outre-mer français, l'altération imprime fortement les propriétés des sols. Si les roches contiennent du quartz ou de la muscovite (ou des spinelles chromifères dans le cas des roches ultrabasiques de Nouvelle-Calédonie), ces minéraux, inertes, demeurent intacts dans les sols dont ils constituent la fraction sableuse résistante pour des millions d'années.

▲
Photo 1 : Inselberg de la Trinité, Guyane française. Piton de roche granitique ayant résisté à l'altération et émergeant en relief sur la pénélaine forestière.

Photo 1 : The Trinité monadnock, French Guiana. A granite pinnacle that has withstood weathering, and emerges as relief above the forest penéplaine.

© BRGM – P. Lecomte.



h1b-2
d7-h1a

h1b-2
h3a
d6-h1a h1b

h3

h3G

h3a d6-h1a

Diversité géologique et pédologique de l'outre-mer français

Trois grands domaines de pédogenèse peuvent être proposés en fonction de la présence ou non de minéraux résistant à l'altération, de la compacité ou de la micro-division de la roche mère :

- un domaine continental ancien, appuyé sur des granites au sens large, représenté par la Guyane (hors plaine côtière). La richesse en quartz des roches mères donne généralement des sols sablo-argileux ou sableux, avec une fraction argileuse minoritaire constituée le plus souvent de kaolinite et d'oxy-hydroxydes métalliques, en équilibre avec un climat équatorial ;
- un domaine insulaire constitué de roches ultrabasiqes, très présentes en Nouvelle-Calédonie. Ces roches ne contenant pas d'aluminium, les sols ne contiennent pas d'argiles vraies, mais uniquement des oxy-hydroxydes métalliques, de fer mais aussi d'autres métaux d'intérêt minier comme le nickel. La formation des sols se fait par un front d'altération descendant, qui peut comporter des zones saturées au sommet desquelles se forment des cuirasses indurées ;
- un domaine d'arc insulaire volcanique (Guadeloupe, Martinique) ou de point chaud volcanique (la Réunion), dans lequel les roches mères sont constituées de minéraux tous altérables. Sous la couche humifère de surface apparaît un horizon de mélange entre minéraux primaires et secondaires, jusqu'à la disparition complète des premiers. La nature des minéraux secondaires est déterminée par l'âge des sols et l'importance du drainage :

- dans les zones pluvieuses se forment des argiles à faible activité, principalement l'halloysite. La fertilité minérale de ces sols est faible dès l'épuisement des

minéraux primaires. La micro-agrégation des argiles leur confère une infiltrabilité et une stabilité structurale élevées, et donc une résistance à l'érosion superficielle ;

- sous forte pluviométrie, les sols jeunes sont constitués d'allophanes. L'abondance des minéraux primaires, une infiltrabilité et une stabilité structurale élevées confèrent à ces sols une fertilité et une résistance à l'érosion exceptionnelles ;
- les sols des zones sèches comportent essentiellement des smectites. Sur des supports calcaires, le calcium les maintient floculées. En revanche, sur roches volcaniques, elles sont dispersables et fortement gonflantes, exposant les sols à l'érosion hydrique superficielle.

Fertilité des sols tropicaux

Sur le plan de la fertilité, les sols jeunes sur roches volcaniques combinent toutes les qualités : stock de minéraux primaires fournissant régulièrement du calcium, du magnésium, du phosphore, richesse exceptionnelle en matière organique, capacité d'échange anionique permettant le stockage des nitrates. Ces atouts sont du reste puissamment exploités par les zones bananières de Guadeloupe et de Martinique. Mais leur exceptionnelle capacité de sorption des molécules pesticides hydrophobes, comme la chlordécone, un insecticide appliqué au siècle dernier, va faciliter l'imprégnation et donc la pollution de ces sols pour un demi-millénaire.

L'acidité des sols acides tropicaux est parfois associée à une contrainte forte : la toxicité aluminique. Celle-ci n'apparaît que si les sols sont très acides ($\text{pH} < 4,5$) et

Photo 2 :
La bananeraie dans son environnement.

Photo 2:
A banana plantation in a typical overseas landscape.

© BRGM – P. Vassal.



contiennent une smectite à aluminium interfoliaire. L'amorce de l'acidification est souvent l'oxydation de pyrites, qui peut concerner des milieux très différents : anciennes mangroves soulevées (Guadeloupe, plaine côtière ancienne de Guyane), versants de volcans recevant des pyroclastites hydrothermales (Soufrière).

L'exemple de la Nouvelle-Calédonie

La Nouvelle-Calédonie, à juste titre surnommée « la caillou », est un pays sous forte dépendance géologique, qu'il s'agisse des ressources ou des risques naturels. Du nickel dépend la plus grande partie de son économie et sans doute son destin politique. Avec son fort relief et un climat propice aux cyclones, les risques naturels encourus par les populations sont préoccupants. Les conflits d'usage ne manquent pas dans cette communauté d'outre-mer entre la nécessaire mise

en valeur des ressources naturelles et la protection des populations.

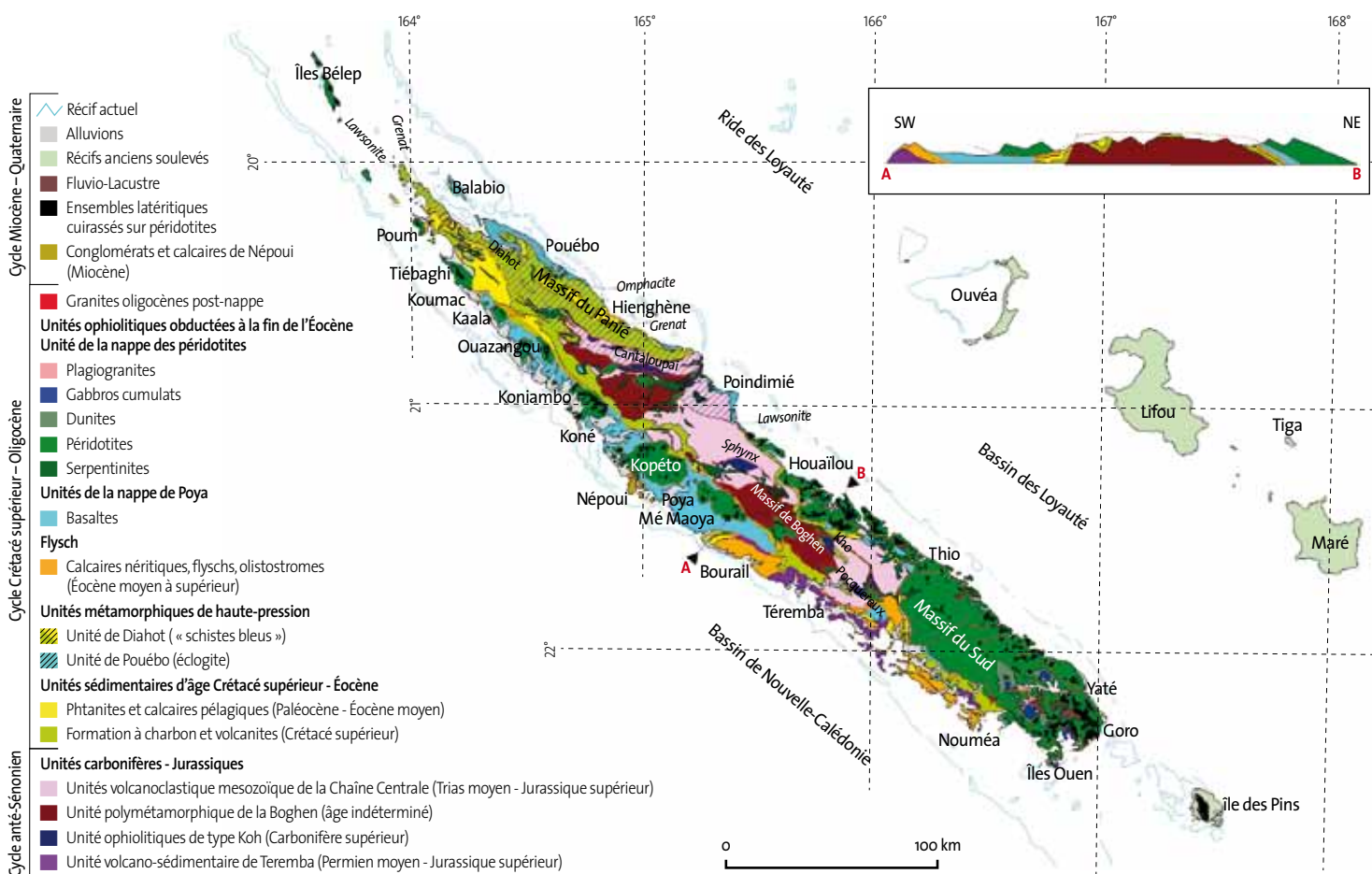
Contexte géologique

La Grande-Terre de Nouvelle-Calédonie, large en moyenne de 40 kilomètres, est un assemblage complexe d'unités ophiolitiques allochtones et d'empilements de sédiments volcano-clastiques. Le trait structural le plus marquant de l'île consiste incontestablement en la présence d'une nappe de péridotites, une unité mantellique obductée il y a 34 Ma (Éocène supérieur) sur l'ensemble des autres unités de la Grande-Terre, constituant aujourd'hui les plus hauts sommets à plus de 1 600 m, qu'il s'agisse du vaste massif du sud ou du chapelet de klippes s'alignant sur la côte sud-ouest (figure 1). Communément appelés « massifs miniers », ces massifs recouvrent 8 000 km² sur les 18 000 que compte la Grande-Terre, soit un tiers de sa superficie.

Fig. 1 : Carte géologique de la Nouvelle-Calédonie.

Fig. 1: Geological map of New Caledonia.

© BRGM.



Les péridotites qui caractérisent ces unités mantelliques sont des roches très particulières, dites ultrabasiques, déficitaires en silice, aluminium et alcalins, mais très riches en métaux dont principalement le magnésium, le fer, le manganèse et en moindre quantité le nickel, le chrome, le cobalt et des éléments du groupe du platine.

Les ressources naturelles et minières

L'altération s'est installée très tôt, dès 23 Ma (Miocène inférieur cf. encadré datation du régolithe) sur ce substrat

“ Le nickel et le cobalt sont piégés et concentrés d'un facteur 10 par rapport à la roche mère. ”

de nature peu ordinaire. Dans le domaine intertropical, l'altération intense de ce type de roches induit une dissolution importante façonnant tous les éléments morphologiques classiques d'un karst : lapiaz, doline, fontis, pertes, polje, circulation souterraine, bassins

► **DATATION DES LATÉRITES**

Caroline Prognon – BRGM, Service Géologie – c.prognon@brgm.fr
 Hervé Théveniaut – BRGM, Service Géologie – h.theveniaut@brgm.fr

Les latérites et les cuirasses latéritiques, caractéristiques du régolithe⁽¹⁾ en contexte tropical, correspondent à des roches et des sols issus de l'altération chimique de roches préexistantes. Les contextes climatiques (température et pluviométrie) ainsi que tectoniques facilitent et modulent ces phénomènes.

Dans les territoires de l'outre-mer, l'altération latéritique est omniprésente. Le développement de ces profils est le résultat de processus longs et complexes dont il faut reconstituer les grandes étapes. Dans des contextes comme la Nouvelle-Calédonie où l'économie est en grande partie basée sur l'exploitation des formations d'altération, la question est d'autant plus importante. D'autres domaines d'applications sont également concernés : risques naturels, environnement, géotechnique, ressources en eau... La compréhension des processus de formation des profils d'altération latéritique est donc primordiale.

(1) Ensemble des formations géologiques affleurantes à sub-affleurantes dont la genèse ou les propriétés actuelles résultent de processus physico-chimiques de sub-surface.

Le paléomagnétisme, développé au BRGM à la fin des années 1990, a permis d'attribuer des âges relatifs à ces phénomènes chimiques. Le signal magnétique acquis par la goethite ou l'hématite, lors de la formation chimique du profil d'altération, a pu être analysé puis comparé à des courbes de référence continentales et ainsi offrir des âges relatifs aux formations latéritiques.

En Guyane, les travaux de Théveniaut et Freyssinet (2002) ont mis en lumière le polyphasage de ces phénomènes avec un lien fort entre les altitudes des profils et l'ancienneté des processus. Des âges éocène (60 Ma) et miocène (15 Ma et 5-8 Ma) ont pu être attribués aux trois plateaux latéritiques étagés de Guyane et du Surinam voisin et ce, indépendamment de la nature ferrugineuse ou bauxitique du profil. La vitesse d'altération a aussi pu être quantifiée sur un profil, à Cayenne.

Récemment, des travaux entrepris en Nouvelle-Calédonie [Sevin et al., (2011)] ont permis pour la première fois de dater les profils d'altération cuirassés de quelques sites de la Grande Terre, notamment Tiébaghi (25 Ma) et Goro (plusieurs

âges entre 25 et 0 à 5 Ma). Ces nouvelles données indiquent que la Nouvelle-Calédonie était probablement assez stable pour former et préserver des profils d'altération dès le début de l'Oligocène. Les résultats soulignent également que le massif du Sud, où les âges récents ont été obtenus, a probablement subi une évolution géomorphologique différente avec des processus d'altération encore actifs aujourd'hui. ■

Bibliographie : Sevin B., Ricordel-Prognon C., Quesnel F., Cluzel D., Lesimple S., Maurizot P., (1999) – First paleomagnetic dating of ferricrete in New Caledonia: new insight on the morphogenesis and paleoweathering, Terra Nova, accepté. Théveniaut H., Freyssinet P., (2002) – Timing of lateritization on the Guiana Shield: synthesis of palaeomagnetic results from French Guiana and Suriname. Palaeogeogr. – Palaeoclimatol - Palaeoecol, N° 178 (1-2), p. 91-117.

Replats étagés de Nouvelle-Calédonie, vus depuis le Boulinda.

Terraced benches in New Caledonia, as viewed from the Boulinda.

© L. Alizert.





27

endoréiques... Cependant, à la différence des karsts calcaires, un résidu important, essentiellement sous forme d'oxy-hydroxydes de fer, s'accumule sur place, formant un manteau ferrugineux épais de plusieurs dizaines de mètres et souvent coiffé par une imposante cuirasse (*photo page 22*). Une autre caractéristique de ces latérites est l'absence d'argile. Dans les péridotites, les seuls minéraux porteurs d'aluminium sont les spinelles chromifères ou chromites, très résistantes à l'altération. À la base de la formation altérée, le nickel et le cobalt, entraînés et mis en solution par les fluides météoriques, sont fixés par les minéraux néoformés, piégés et concentrés d'un facteur 10 par rapport à la roche mère (0,3 % de Ni et 0,01 % de Co dans la roche mère), les teneurs devenant ainsi économiquement intéressantes voire exploitables (*cf. article Robineau et al., ce numéro*).

Hydrogéologie

Il est commun de dire que les massifs de péridotites sont les châteaux d'eau de la Nouvelle-Calédonie. Du fait de leur position dominante dans le paysage, ils reçoivent des précipitations abondantes. Ces massifs constituent un aquifère multicouche complexe comportant globalement trois niveaux : la cuirasse et l'horizon nodulaire sous-jacent constituent l'aquifère sommital très perméable mais temporaire ; le corps des latérites

et des saprolites⁽¹⁾ fines constituent un aquitard, ou unité semi-perméable, qui se comporte un peu comme une éponge ; enfin, au toit de la roche mère, les saprolites grossières et les péridotites fracturées représentent l'aquifère principal semi-captif, lieu d'une circulation souterraine en bonne partie de type karstique, jusqu'à la base des massifs où la semelle serpentiniteuse et le substrat volcano-sédimentaire argilisé constituent un écran imperméable.

Deux ressources naturelles contrôlées par l'altération et les latérites coexistent ainsi dans les mêmes unités géologiques ultrabasiqes. Lors de l'exploitation minière le problème principal va être de ne pas perturber les équilibres naturels du cycle de l'eau dans les massifs.

Les risques naturels

Les mouvements de terrain occasionnés à la périphérie et au sein des massifs de péridotites sont très dangereux. Ils résultent là encore de la fracturation intense des roches, de l'altération profonde, de la grande quantité de particules fines latéritiques présentes, de la grande érodabilité des sols, des précipitations abondantes du milieu montagneux, de grands dénivelés enfin, engendrant gradient et potentiel importants pour la mise en mouvement de masses boueuses et rocheuses. À la

(1) Saprolite : roche altérée ayant gardé sa texture initiale, son volume, mais pas sa masse, tous les constituants primaires étant remplacés.

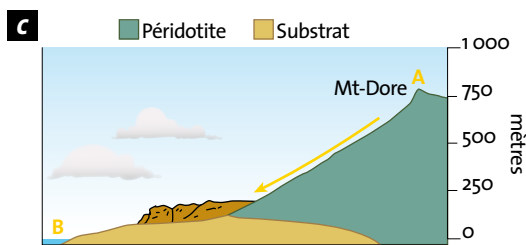
▲
Photo 3 : Mine de nickel, Tiébaghi, Nouvelle-Calédonie.

Photo 3: The Tiébaghi nickel mine, New Caledonia.

© SLN-ERAMET.

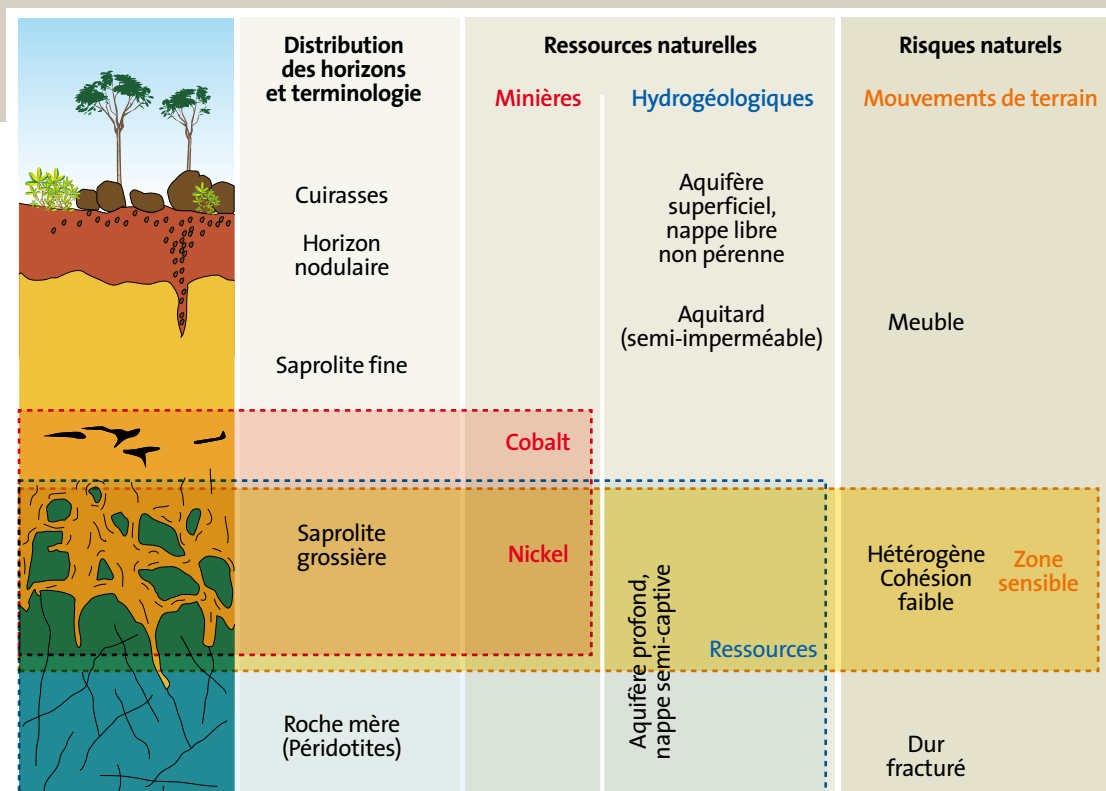
base des formations altérées, l'interface avec la roche mère est une zone de détachement potentiel en domaine de pente.

Les traces de nombreux mouvements de terrains de grande ampleur sont ainsi visibles sur les versants et à la périphérie des massifs de péridotites. Dans la zone du Mont-Dore, l'urbanisation autrefois limitée au littoral s'est étendue vers les hauteurs, se rapprochant ainsi d'une zone à risque de glissements (figure 2). À la suite du cyclone Anne en 1988, puis en 1990, plusieurs glissements et des coulées de débris ont sérieusement



▲ ▲
Fig. 2 : Vue du Mont-Dore, au sud de Nouméa. Le massif visible est une klippe de péridotites culminant à 790 m d'altitude et reposant sur le substrat sédimentaire.
a : photo prise en 1944 par l'armée américaine. © US Army.
b : photographie prise en 2000. © GéoEx.
 L'urbanisation a considérablement augmenté et remonte vers les hauteurs ; flèche et carré jaune : ancienne zone effondrée dont la périphérie a joué en 1988 et 1990 lors de cyclones.
c : coupe interprétative du phénomène.
d : En trait plein jaune, phénomènes datant des années 1990 ; en trait pointillé jaune, phénomènes plus anciens. © GéoEx.

Fig. 2: A view of the Mont-Dore, south of Noumea. The massif we see is a peridotite klippe culminating at 2600 feet and overlying a sedimentary substrate.
a: A picture taken in 1944 by the U. S. army. © US Army.
b: a picture taken in 2000. © GéoEx.
 Urban development has increased and gained higher ground; the yellow arrow and square: former zone of subsidence, the rim of which was reactivated in 1988 and 1990 during cyclones.
c: an interpretive cross-section of the phenomenon.
d: The solid yellow line indicates the phenomena triggered in the 1990s; the dashed yellow line, older phenomena.
 © GéoEx.



◀ **Fig. 4 : Profil latéritique synthétique sur péridotites en Nouvelle-Calédonie (d'après document IRD) et propriétés vis-à-vis des ressources et risques naturels.**

Fig.4: A synthetic laterite profile on peridotites in New Caledonia (from IRD document), and properties versus resources and natural hazards.

© BRGM – P. Maurizot.

menacé les aménagements urbains situés en contrebas : il n'y eut heureusement que des dégâts matériels. La maîtrise et la prévention des risques liés à ces phénomènes ne peuvent pas se passer d'une compréhension géologique approfondie.

L'exemple de la Guyane

La Guyane est le seul territoire français et européen en Amérique du Sud. Avec 84 000 km² de superficie, dont 95 % couverts par la forêt amazonienne, elle est aussi la région de France la plus faiblement peuplée avec 230 000 habitants (Insee, 2010). Sa position subéquatoriale induit un climat chaud et humide, caractérisée par des températures variant peu au cours de l'année (autour de 30 °C) et des pluies abondantes concentrées pendant les deux saisons humides, d'avril à juin et de décembre à février. Caractéristique majeure de cette région, la nature, omniprésente, offre une biodiversité extraordinaire.

Contexte géologique

La Guyane appartient au bouclier des Guyanes, vaste ensemble géologique limité au nord par l'océan Atlantique et au sud par le bassin de l'Amazonie (voir carte géologique dans article Delor et al., ce numéro). En

Guyane, plus de 90 % des roches sont datées du Paléoproterozoïque. Les plus anciennes se sont formées vers 2,2 milliards d'années et sont liées à l'ouverture d'un océan ayant séparé les boucliers archéens d'Amazonie et d'Afrique de l'Ouest.

L'histoire principale [Delor et al., (2003)] s'est déroulée entre 2,18 et 2,06 milliards d'années, au cours de l'orogénèse transamazonienne. Il y a 200 millions d'années, les prémices de l'ouverture de l'océan Atlantique vont permettre la mise en place de filons volcaniques – des dolérites – sur la frange côtière actuelle.

À partir du Crétacé supérieur (vers 65-70 millions d'années), mais surtout de l'Eocène (vers 40-50 Ma), les phénomènes d'altération supergène façonnent les paysages guyanais en pénéplaines successives avec des intercalations de grandes phases d'érosion. L'altération météorique tropicale fait son œuvre, transformant le substrat en profondeur (souvent sur plusieurs dizaines de mètres), avec le développement de profils rouges et ocre, argileux latéritiques, surmontés de la cuirasse ferrugineuse ou bauxitique.

Enfin, sous l'effet conjugué des variations du niveau marin, des apports des produits d'érosion des fleuves

“ La Guyane est couverte à 95 % par la forêt amazonienne. ”



de Guyane et surtout des apports de sédiments de l'Amazone, le littoral de Guyane a enregistré des phénomènes sédimentaires successifs mais récents, datés pour l'essentiel du Quaternaire. Les formations observées consistent principalement en des alternances de sables et d'argiles.

Les ressources naturelles et minières

Les ressources minérales du sous-sol guyanais sont assez bien connues, au moins pour les plus « classiques » d'entre elles (or, métaux lourds, bauxite, kaolin...). Elles peuvent être exploitées dans le respect des contraintes réglementaires et environnementales. Le potentiel aurifère régional est particulièrement attractif et a, depuis plus de 150 ans, toujours suscité une activité importante, parfois difficile à régenter (problème majeur de l'activité illégale des *garimpeiros*) ; l'exploitation de l'or représente d'ailleurs la seconde source économique du territoire, après le spatial. Un pan nouveau de la recherche minière reste à inventer ; il s'agit de reconsidérer le territoire sous l'angle des métaux stratégiques et des terres rares, sujet sensible en matière d'indépendance économique pour la France et l'Europe.

L'hydrogéologie

La pluviométrie marquée (1 700 à 4 000 mm/an selon les régions) fait de la Guyane le troisième « pays » au monde pour la quantité d'eau disponible par habitant (800 000 m³/hab/an... 4 000 en France métropolitaine). Paradoxalement, l'accès à l'eau potable reste problématique, d'une part parce qu'en période d'étiage, son approvisionnement peut être rendu difficile, d'autre part parce qu'il est onéreux et compliqué techniquement de relier les hameaux isolés aux réseaux de distribution. Dans les deux cas de figure, le recours

à l'eau souterraine paraît être la solution la plus appropriée.

La gestion des eaux usées et des déchets constitue une autre problématique prégnante d'aménagement pour le territoire, et nécessite des installations et infrastructures – actuellement encore peu présentes – permettant d'anticiper la croissance de la population.

Les risques naturels

Les plaines basses marécageuses de la zone côtière, notamment autour de Cayenne, ne sont pas toujours propices au développement urbain (risque d'inondation, érosion littorale...), tandis que les quelques collines ressortant de la plaine, reliefs latéritiques résiduels, présentent, en cas de déforestation et d'urbanisation, des risques très significatifs de glissement de terrain.

▲ **Photo 4 : Route de Saint Laurent-Apatou, Guyane. Le patchwork d'altération dans les gradins de latérite.**

Photo 4: Saint Laurent-Apatou roadway in French Guiana. The weathering patchwork of terraces cut into the laterite.
© BRGM – H. Théveniaut.

▲ **Photo 5 : Le fleuve Maroni en crue, Guyane française.**

Photo 5: The Maroni River under flood conditions, French Guiana
© BRGM – P. Lecomte.





Geological stakes specific to tropical territories

A majority of France's Overseas Territories are governed by a tropical climate that is typically hot and humid. The vegetation, generally lush in such climatic conditions, and plays an active role in the weathering of the geological substrate, and notably in the development of a lateritic crust that may accumulate to thicknesses of several tens of meters. According to the nature of the weathered substrate, an old craton for French Guiana, an ophiolitic sheet for New Caledonia or an island arc for the Antilles, the diversity of the soils is accompanied by a diversity in fertility, but also in the hazards to which they are subject (landslides, coastal erosion, flooding). Laterite formations may also be a source for economically viable mineral resources, like the New Caledonian nickel deposits. This cohabits with another resource, water, which unavoidably leads to conflicts over use. Guiana's example is quite different. Lying atop an old granite craton with relatively unfertile soils, its wealth reposes on gold mining. However, the lateritic cover does represent a major stake that must be managed by the public authorities. Despite heavy rainfall, the distribution of water resources is still an issue, and landslide risks present an obstacle for infrastructure projects. These are just so many examples of the geological diversity in the overseas territories, in which researchers in the geosciences have the opportunity to gain knowledge and expertise applicable to tropical or subequatorial nations that is international in scope.

► LES CÔTES DE GUYANE SOUS L'INFLUENCE DE L'AMAZONE

Paul Lecomte – Directeur BRGM Guyane – p.lecomte@brgm.fr
Manuel Moisan – BRGM, SGR Guyane – m.moisan@brgm.fr

Les côtes de Guyane s'étendent sur 1 600 km de long entre l'embouchure de l'Amazone, au Brésil, et celle de l'Orénoque, au Venezuela. Elles sont soumises à une importante sédimentation vaseuse d'origine amazonienne, que certains qualifient de « delta atténué de l'Amazone ». Ce phénomène, très actif, prend la forme de bancs de vase d'environ 100 à 200 km² chacun, se suivant à intervalles réguliers et migrants d'est en ouest le long des côtes. Cette migration génère une instabilité littorale majeure, avec des secteurs côtiers alternativement en accrétion, rapidement colonisés par la mangrove, et en forte érosion [Anthony *et al.*, (2010)].

Au débouché de son estuaire, la décharge sédimentaire de l'Amazone est gigantesque. Au cours des quarante dernières années, elle a été estimée entre 500 à 1 300 millions de m³ par an [Martinez *et al.*, (2009)]. Environ la moitié des sédiments fins s'accumulent sur la plate-forme continentale au large de l'embouchure. Le reste transite le long des côtes des Guyanes jusqu'au delta de l'Orénoque (Venezuela) à plus de 1 500 km de l'embouchure de l'Amazone.

Sur le littoral guyanais, le transport de la vase en suspension vers la côte est plus faible entre juillet et décembre. En effet, pendant la saison sèche, une part importante de la décharge sédimentaire est exportée en haute mer sous la poussée du courant équatorial nord.

Entre janvier et juin, le courant des Guyanes, devenu prépondérant, assure le transport des rejets amazoniens vers la mer des Caraïbes. Les vents sont plus forts, la mer plus agitée et les eaux sont chargées en sédiments. Le déplacement des bancs de vase ainsi que l'érosion de la côte (dans les secteurs inter-bancs) sont accélérés.

Depuis les vingt dernières années, le littoral de la Guyane connaît un développement socio-économique important. Sa bande côtière concentre la grande majorité de la population et des activités. Or la mise en valeur de cet espace

est régulièrement perturbée par cette dynamique côtière, avec des conséquences préjudiciables multiples : envasement des accès portuaires, risque d'érosion, de submersion, mise en péril des infrastructures, frein au développement agricole et touristique, etc. (photo). Aujourd'hui, une meilleure compréhension des phénomènes est un outil indispensable pour permettre aux décideurs d'adapter leur stratégie d'aménagement de la côte et remédier ainsi aux difficultés constatées. ■

Bibliographie : Anthony E.-J., Gardel A., Gratiot N., Proisy C., Allison M.-A., Dolique F., Fromard F. (2010) – The Amazon-influenced muddy coast of South America: A review of mud-bank–shoreline interactions. *Earth-Science Reviews*, Vol 103 (2010), Issues 3-4, December 2010, pp 99-121. Martinez J.-M., Guyot J.-L., Filizola N., Sondag F. (2009) – Increase in suspended sediment discharge of the Amazon River assessed by monitoring network and satellite data. *CATENA*, 29, Special Issue "Sediment Sources and sediment delivery under environmental change" Volume 79, Issue, 257-264.



▲ Aspect de la mer le long de la côte de Guyane – bancs de vases accrochés à la côte ou aux îlets.

The appearance of the sea along the coast of French Guiana – mud banks clinging to the shore and islets.

© BRGM – C. Oliveros.

Les territoires de l'outre-mer français, malgré des constitutions géologiques dissemblables, ont pour la majorité le même dénominateur commun que sont les latérites du domaine intertropical. Ces formations spécifiques influent fortement sur la gestion des ressources et risques naturels, sur l'aménagement du territoire et finalement sur la vie de ses habitants. En Nouvelle-Calédonie, le phénomène latéritique concentre dans les massifs de péridotites à la fois des ressources naturelles qui font vivre le pays, mais aussi

des risques qui menacent les populations, générant ainsi des conflits d'usage importants et rendant incontournable le recours aux géosciences en appui aux politiques publiques.

L'outre-mer apparaît ainsi pour les chercheurs en géosciences, non pas comme un contexte exotique, mais bien comme un domaine où ils peuvent acquérir des connaissances et une expertise de portée internationale pour ce que l'on appelle les pays du Sud. ■