



Le plateau des Guyanes et son potentiel minier

Deux milliards d'années nous contemplent lorsqu'il est question de la Guyane. Ce sous-sol précambrien du bouclier des Guyanes possède une histoire riche, complexe et des ressources minérales que les géologues scrutent attentivement depuis des décennies. L'or, le fer, la bauxite, le diamant et d'autres substances sont présentes du Venezuela au Brésil en passant par la Guyane. Comprendre, rechercher, identifier pour mieux exploiter sont les objectifs qui s'inscrivent dans les attentes de la société tout en prenant en compte les contraintes environnementales.

Pépites extraites du piège (caisse) en tête de sluice.

Nuggets retrieved from the sluice box at the head of the chute.

© Gem-Impact

60

RESSOURCES MINÉRALES



Hervé Théveniaut

BRGM, SERVICE GÉOLOGIE
h.theveniaut@brgm.fr



Mario Billa

BRGM, SERVICE RESSOURCES
MINÉRALES
m.billa@brgm.fr



Daniel Cassard

BRGM, SERVICE RESSOURCES
MINÉRALES
d.cassard@brgm.fr



Claude Delor

BRGM, SERVICE GÉOLOGIE
c.delor@brgm.fr



Frédéric Maldan

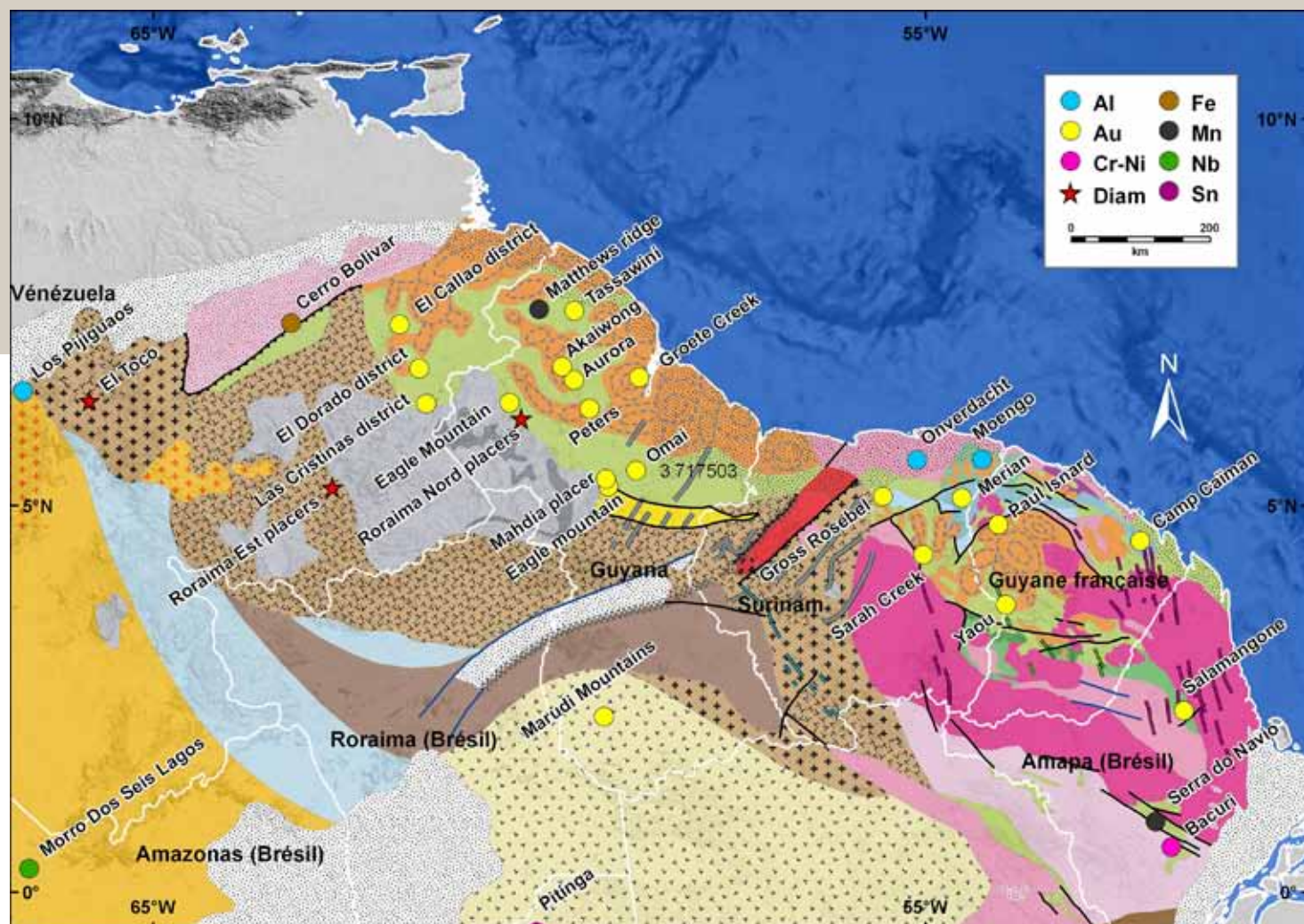
BRGM, SERVICE RESSOURCES
MINÉRALES
f.maldan@brgm.fr

Le bouclier des Guyanes

La Guyane représente 1/6^e de la superficie de la France métropolitaine dont 94 % sont recouverts par la forêt amazonienne. Cette terre de contraste, entre la verdure végétale et les teintes rougeâtres des altérations tropicales, masque une histoire géologique riche et singulière par rapport aux autres territoires français. Elle appartient à un vaste ensemble géologique d'âge Précambrien appelé bouclier des Guyanes, centré sur les trois « anciennes » Guyanes coloniales que sont le Guyana (britannique), le Suriname (néerlandais) et la Guyane française. Le bouclier est bordé à l'est par le Brésil (État de l'Amapá) et à l'ouest par le Venezuela et la Colombie (figure 1).

Du point de vue géologique, quelques affleurements du socle archéen, vieux de 3,3-3,0 Ga sont présents sur le bouclier des Guyanes : au nord-ouest avec le domaine « Imataca », au Venezuela, et au sud-est dans les états d'Amapá et du Pará, au Brésil. Dans ce dernier secteur, proche de la Guyane, un événement archéen est reconnu vers 2,6 Ga. En dehors de ces reliques, le bouclier des Guyanes est principalement constitué de roches formées au cours de l'orogénèse

“ Le bouclier des Guyanes a très peu évolué depuis l'orogénèse transamazonienne, entre 2260 et 1950 Ma. ”



transamazonienne avec des processus magmatiques, tectoniques et métamorphiques datés entre 2260 et 1950 Ma. Il est le pendant sud-américain du Birimien d'Afrique de l'Ouest. Le bouclier des Guyanes a très peu évolué depuis cette orogénèse transamazonienne. Hormis des stades de magmatisme plus récents aux confins sud-ouest du bouclier (Brésil), les épisodes géologiques ultérieurs se sont limités à des fracturations continentales datant du Paléozoïque et du Mésozoïque.

Histoire géologique de la Guyane

En Guyane, l'évolution transamazonienne débute par la formation d'une croûte océanique, semblable à celle de l'océan Atlantique actuel, vers 2,26-2,20 Ga. Les témoins de cet événement sont des gabbros, à Cayenne, qui représentent les plus vieilles roches du sous-sol français. Ailleurs en Guyane, les âges de minéraux (zircons) retrouvés (hérités) dans des roches plutoniques et sédimentaires déformées et métamorphisées rappellent cette période.

De 2,18 à 2,13 Ga, le contexte est similaire au Pacifique actuel dont la plaque océanique s'enfonce sous le Japon avec une mer intérieure, la mer de Chine, entre cet arc volcanique et le continent asiatique. En Guyane, ceci est caractérisé par un magmatisme de type tonalite-trondhjemite-granodiorite (TTG) qui se développe de façon prédominante en association avec des formations volcano-sédimentaires que l'on appelle des ceintures de roches vertes. Cet événement est interprété en terme de magmatisme plutono-volcanique d'arc, à l'aplomb d'une zone de subduction plongeant vers le sud. Ce contexte est induit par le rapprochement, ou la convergence, des blocs archéens africain et amazonien.

La subduction s'achève avec la rencontre des deux boucliers africain et amazonien et la mise en place d'un magmatisme à dominante granitique, vers 2,11-2,08 Ga, qui témoigne de la fermeture des bassins de l'arc volcanique. Le contexte géodynamique évolue alors vers un coulisage des deux blocs continentaux.

Fig. 1 : Ressources minérales du bouclier des Guyanes.

Fond géologique d'après Delor et al., 2003.

Fig. 1: Mineral resources of the Guiana shield.

Geological background from Delor et al. 2003.



En même temps que se mettent en place ces granites, les TTG et les ceintures de roches vertes du nord et du sud de la Guyane subissent des transformations comme en témoignent des roches partiellement fondues (migmatites) datées à 2,10 Ga et comportant des vestiges de leur histoire antérieure entre 2,19-2,17 Ga. Le coulisage des deux boucliers s'accompagne aussi, au nord, de l'ouverture de bassins de type détritique, dits en pull-apart, ressemblant à celui de la mer Morte.

Un dernier épisode tectonique structure enfin ces bassins et met en place des granites tel celui de Petit Saut, daté à 2,06 Ga, où est construit le barrage hydroélectrique sur le fleuve Sinnamary. Tous ces événements révèlent des conditions de pression et de température indiquant qu'il n'y a pas eu de création de chaîne de montagne. Au contraire, les données géologiques s'expliquent par un étirement prolongé de

la croûte terrestre, qui induit un amincissement de la plaque lithosphérique et une remontée du manteau accompagnée de la mise en place des différents granites. Cette histoire, qui s'est déroulée sur près de 200 Ma en Guyane, ne se poursuit sur le bouclier des Guyanes que par quelques phénomènes isolés et peu nombreux.

Il faut attendre 1800 Ma pour que de nouveaux phénomènes d'importance apparaissent. Il y a 200 Ma, au Jurassique, tous les continents sont assemblés en un méga-continent appelé Pangée. Au centre de cet ensemble, des filons et des coulées volcaniques se mettent en place, marquant les stades précurseurs de l'ouverture du futur océan Atlantique. On les retrouve alors sur les bordures continentales comme témoins de cet événement. En Guyane, ces « dykes de dolérite » sont très nombreux sur toute la côte rocheuse et parfois très imposants comme sur la montagne Bagot ou les îles du Salut.

La position sub-équatoriale de la Guyane associée à un léger soulèvement du bouclier, va ensuite générer la formation des latérites et de grands plateaux cuirassés, parfois bauxitiques. Ces altérations chimiques, entrecoupées de phases érosives, vont façonner le paysage du Paléocène jusqu'à la fin du Miocène.

▲ **Gneiss migmatitiques et amphibolites, Guyane française.**

Migmatitic gneiss and amphibolite, French Guiana.

© H. Théveniaut.

Des filons et des coulées volcaniques marquent les stades précurseurs de l'ouverture du futur océan Atlantique.

Les ressources minérales

La métallogénie du bouclier des Guyanes (figure 2) reflète les principaux stades de l'évolution géodynamique du bouclier et présente une évolution très similaire à celle du Birimien de l'Afrique de l'Ouest, qui se situait dans le prolongement géologique de la Guyane, il y a 2 Ga, bien avant l'ouverture de l'Atlantique Sud.

Le domaine archéen renferme d'importantes minéralisations de quartzites rubanées ferrugineuses (de type BIF : *Banded Iron Formation*), en particulier celles du Cerro Bolivar au Venezuela et de la région de l'Amapá au Brésil.

Le Paléoproterozoïque, constitué par des ceintures de roches vertes (volcaniques et volcano-sédimentaires) et des granitoïdes, renferme l'essentiel des minéralisations :

– Le début de l'évolution paléoproterozoïque, développée en contexte océanique et d'arc volcanique, s'accompagne de dépôts manganésifères (Matthews Ridge, Guyane ; Serra do Navio, Brésil), peut être associé à des minéralisations sulfurées précoces (indices en Guyane et dans l'Amapá). Localement des complexes basiques et ultrabasiques montrent des minéralisations de chromite (Bacuri, Brésil) ainsi que des indices de platinoïdes.

– Le principal événement métallogénique est en liaison avec l'orogénèse transamazonienne, il y a environ 2,1 Ga, et correspond à la mise en place des minéralisations aurifères. Celles-ci font du bouclier des Guyanes et du Birimien de l'Afrique de l'Ouest des provinces aurifères majeures de classe mondiale. Ces minéralisations sont pour la plupart de type orogénique, présentant une liaison avec les grandes structures cisailantes marquant le coulisage sénestre des blocs continentaux. Il existe de plus des minéralisations en relation avec des phénomènes magmatiques tardifs, ainsi que des minéralisations aurifères portées par des faciès conglomératiques (Orapu en Guyane, Tarkwaïen en Afrique de l'Ouest).

– Les intrusifs post-orogéniques se marquent, aussi bien en Guyane qu'en Afrique de l'Ouest (bassin de la Comoé, Côte d'Ivoire), par des faciès différenciés et par des pegmatites autour desquelles existent des placers à columbo-tantalite (W, Sn, Li), qui sont des métaux rares d'importance stratégique, pouvant atteindre des concentrations importantes.

“ La métallogénie du bouclier des Guyanes présente une évolution très similaire à celle du Birimien de l'Afrique de l'Ouest. ”



▲ Fig. 2 : Géologie simplifiée et ressources minérales de la Guyane.

Fig. 2: Simplified geological map and mineral resources of French Guiana.

© BRGM.

La suite de l'évolution reste peu fertile. Il faut toutefois signaler, en périphérie du bouclier, des minéralisations diamantifères (Venezuela), un important gisement d'étain à Pitinga (Brésil) et l'importante carbonatite à Niobium du Morro de Seis Lagos au Brésil, dont les périodes de mise en place paraissent postérieures à l'orogénèse transamazonienne.

Les phénomènes d'altération du Tertiaire engendrent des phénomènes de bauxitisation, particulièrement développés au Suriname (gisements de Moengo et Onverdacht). Ils sont aussi à l'origine de la libération de l'or à partir des minéraux porteurs, puis de sa précipitation sous forme de pépite. L'altération entraîne également la kaolinisation des granites pouvant

► IMPACT DE L'ACTIVITÉ D'ORPAILLAGE SUR LA DISTRIBUTION DU MERCURE DANS LES SÉDIMENTS DES RIVIÈRES DE GUYANE

Valérie Laperche – BRGM, Service Environnement et Procédés – v.laperche@brgm.fr

En 1994, une étude menée par l'Institut de veille sanitaire (InVS) et l'Inserm avait révélé une contamination au mercure chez des populations d'Amérindiens Wayanas vivant dans des zones reculées de la Guyane, notamment le secteur du Haut Maroni, alors qu'il n'y a pas d'activité d'orpaillage dans cette zone. Des questions se posaient alors sur l'origine de ce mercure : naturelle ou anthropique ?

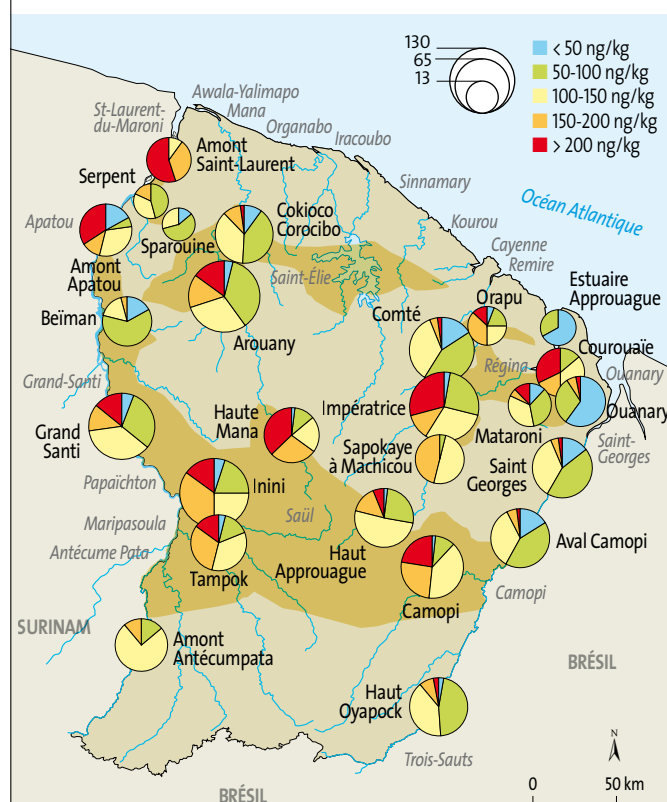
Le mercure (Hg) d'origine naturelle est stocké dans les sols principalement sous la forme Hg^{2+} alors que le mercure anthropique est

principalement HgO . Picot *et al.* (1993) ont estimé, sur l'ensemble de la production d'or entre 1850 et 1992, que pour 1 tonne d'or extrait 1,37 tonne de mercure a été utilisé. En se basant sur ce rapport et sur la quantité d'or déclarée en 2005, 286 tonnes de mercure seraient ainsi perdues et dispersées dans l'environnement.

Aussi bien en termes de santé publique que de protection de l'environnement au sens large, il s'est avéré fondamental d'évaluer, à l'échelle globale de la Guyane, les concentrations en mercure dans les sédiments, par des campagnes d'échantillonnage le long des principaux cours d'eau guyanais. L'originalité de l'étude BRGM (Laperche *et al.*, 2007) est d'être régionale et d'utiliser les mêmes techniques d'échantillonnage et d'analyse pour comparer l'ensemble des données à l'échelle de la Guyane. Elle a été menée conjointement avec une étude du CNRS sur les poissons.

Les 1 211 échantillons prélevés sur l'ensemble du territoire de la Guyane ont permis d'évaluer un fond géochimique en mercure de 100 ± 50 ng/kg dans les sédiments fins des principaux fleuves et rivières. L'ensemble des données est présenté sous forme de carte (figure). Un point important est la bonne corrélation entre les zones présentant des concentrations fortes en mercure (> 150 ng/g) et les zones potentiellement aurifères (zones hachurées en rouge sur la carte). Les zones amont comme Trois Sauts et aval, Antecum Pata, ont des concentrations en mercure majoritairement inférieures à 150 ng/g. Alors que les zones fortement orpaillées comme Haute Mana, Inini, Camopi, Tampok et Impératrice ont des concentrations en mercure supérieures à 150 ng/g et pouvant atteindre 10 000 ng/g.

Les résultats de cette étude montrent que malgré un fond géochimique en mercure élevé sur l'ensemble du territoire, les zones des anciens placers présentent des concentrations en mercure 100 fois plus fortes que ce fond géochimique. Certaines zones montrent des concentrations élevées en mercure dans les sédiments en aval des placers, directement liées aux pratiques d'orpaillage. ■



▲ Répartition des teneurs en mercure des sédiments (en pourcentage et en nombre prélevé).

Distribution of Hg in the sediment by sector (number of samples).

© BRGM – Rapport BRGM/RP-55965-FR, septembre 2007.

Bibliographie : Laperche V., Maury-Brachet R., Blanchard F., Dominique Y., Durrieu G., Massabuau J.-C., Bouillard H., Joseph B., Laporte P., Mesmer-Dudons N., Duflo V. et Callier L. (2007) – Répartition régionale du mercure dans les sédiments et les poissons de six fleuves de Guyane – Rapport BRGM/RP-55965-FR – Septembre 2007, 201 pages, 72 illustrations, 15 tableaux. Picot J.-C., Foucher J.-L., Wagner R., (1993) – Production aurifère et mercure utilisé de l'origine à nos jours. Rapport BRGM-R37837.



conduire à des gisements de kaolin et à des enrichissements résiduels, en particulier pour les minerais de manganèse ou de fer.

Les minéralisations de la Guyane [Cassard (2003)] se caractérisent par la prépondérance quasi hégémonique de l'or, avec des minéralisations aurifères [Milesi *et al.*, (1995 et 2003)] très similaires à celles du Ghana (ancienne Gold Coast) et du sud de la Côte d'Ivoire. Historiquement, la production est essentiellement issue de l'exploitation des concentrations alluvionnaires et éluvionnaires en placers, celles-ci continuant à faire l'objet d'une forte activité. Mis à part les exploitations légales, il existe une importante activité clandestine qui constitue un problème sociétal et environnemental majeur. Bien que l'or constitue l'essentiel des ressources minières (*encadrés*), il existe des indices montrant la présence d'autres substances, en particulier les minéralisations de columbo-tantalite (essentiellement en placer) en liaison avec les granites

tardifs intrusifs dans le domaine nord-guyanais, ainsi que des zones à kaolin possiblement associées. En revanche, les indices de manganèse, la zone diamantifère de Dachine-Maripasoula et les bauxites représentent des objectifs insuffisants d'un point de vue économique.

La Guyane représente le seul domaine français où sont représentées des ceintures de roches vertes, formations typiques de l'Archéen et du Paléoprotérozoïque, connues pour leur fort potentiel minier, notamment pour l'or. Celui-ci reste la substance principale du bouclier des Guyanes et, comme le suggère la comparaison avec l'Afrique de l'Ouest dont le potentiel est estimé à plus de 6 500 tonnes [Milesi, (2001)], d'importantes ressources restent à découvrir. ■

Remerciements : Les auteurs remercient Michel Boudrie qui a bien voulu contrôler certaines données économiques citées dans cet article.

▲ **Ruisseau (crique) coulant en milieu forestier guyanais.**

A creek flowing through a Guianese forest setting.

© BRGM – P. Lecomte.

► PANORAMA DE L'ACTIVITÉ AURIFÈRE EN GUYANE EN 2011

Michel Boudrie – Géologue, Armina Ressources Minières – michel.boudrie@auplata.fr
avec la participation de Mmes M. Chaix-Farrugia (PTMG) et C. Ostoréro (CME-SMSE),
et MM. P. Gibert (Auplata), G. Horth (FEDOMG), P. Matheus (CMB) et D. Tamagno (Auplata).

À la suite des travaux de prospection menés dans le cadre de l'Inventaire des ressources minérales du territoire français, puis par les sociétés minières, de nouveaux objectifs ont été mis en évidence (*tableau*). Ces gisements primaires représentent l'essentiel du potentiel et, par comparaison avec les découvertes réalisées dans le reste du bouclier des Guyanes et en Afrique de l'Ouest, il subsiste des ressources non encore découvertes. En effet, en Guyane, seuls trois gisements atteignent le million d'onces (31 t d'or) : c'est un résultat très en deçà d'autres secteurs du bouclier comme les gisements de Rosebel (210 t) au Suriname, d'Aurora (208 t) au Guyana et ceux des districts vénézuéliens d'El Callao et de Las Cristinas dépassant les 500 tonnes d'or.

En Guyane, depuis 1992, la production aurifère annuelle déclarée se maintenait de façon régulière autour de 3 tonnes d'or. Mais, alors que le prix de l'or continue son escalade, la production déclarée a considérablement décliné depuis 2008 entre 1,2 et 2 tonnes. Les raisons de ce déclin sont essentiellement dues à la

disparition de nombreuses sociétés minières locales d'or alluvionnaire liée aux difficultés rencontrées pour l'octroi de titres miniers, avec des contraintes techniques et environnementales difficiles à appliquer en raison des conditions locales d'exploitation.

Seuls quelques groupes miniers, en or alluvionnaire et en or primaire, ont pu faire face à la situation, en s'adaptant par des techniques appropriées et en profitant du prix de l'or. On peut notamment citer le groupe Auplata qui exploite actuellement deux mines d'or primaire (Dieu-Merci et Yaou), le groupe Ostoréro, également deux mines d'or primaire, avec la CME à Espérance et la SMSE à Saint-Élie. La Compagnie Minière Boulanger a entrepris un important programme de prospection pour or primaire sur l'ensemble de ses titres miniers. À l'initiative des opérateurs minières, l'utilisation du mercure a été interdite depuis 2006, et ceux-ci se sont tournés vers des méthodes gravimétriques de récupération de l'or à l'aide de tables à secousses. En parallèle, Auplata étudie les possibilités de récupération de l'or

par voie chimique, alors que la CME s'est plutôt tournée vers la récupération par flottation.

L'or alluvionnaire continue d'être intensément exploité par une quinzaine de sociétés minières locales dans les secteurs classiques de la Guyane. En dehors des PME-PMI, la majorité des exploitants sont des artisans qui travaillent encore avec des moyens limités, peu mécanisés. En ce qui concerne les compagnies d'exploration minière étrangères, lamgold a mis ses activités en sommeil, suite à la décision gouvernementale de ne pas autoriser la mise en exploitation du gisement d'or primaire de Camp Caïman. De son côté, suite à ces décisions, aux difficultés d'octroi et de renouvellement des titres miniers et à la mise en place du projet de Schéma départemental d'orientation minière (SDOM), Golden Star a préféré quitter la Guyane en 2010 et ses filiales ont été rachetées par le groupe Auplata. Sur le projet de Paul-Isnard, Auplata a récemment signé des accords avec la société canadienne Columbus Gold Corp. et une importante campagne de forages va bientôt débuter sur le site. La société

▼ **Exploitation primaire en saprolite, mine de Yaou, Guyane française.** *Primary gold exploitation in saprolite, Yaou mine, French Guiana.*

© Société minière Yaou-Dorlin SAS, Auplata SA, P. Gibert.





The Guiana Shield and its mining potential

French Guiana belongs to the Precambrian Guiana Shield which extends from Venezuela to the north to the Amazon River in Brazil, to the south. The dominant orogeny took place 2 billion years ago during Paleoproterozoic era, with the so-called "transamazonian event".

The main stages composing it were the creation of an oceanic crust at 2.26 - 2.20 Ga (Ga: billion years) followed, between 2.18 Ga and 2.13 Ga, by a multi-pulse island-arc plutonism (TTG type), with associated volcanism and sedimentary deposits in a subduction zone context. Plutonic intrusions occurred at ca. 2.11 - 2.08 Ga in response to the closure of the island-arc basins, with an evolution towards sinistral wrenching. The opening of late detrital basins along the northern limb of the TTG complex (pull-apart basins) characterized this step. The most recent event dissected those basins with associated metaluminous monzogranite emplacement. Virtually no events affected the Guiana Shield until the Jurassic (at 200 Ma), with dyke swarms marking the precursor stages of the opening of the Atlantic Ocean. During the Cretaceous and Tertiary periods, climate conditions enhanced the formation of laterites characterized by planation levels of ages varying in relationship with their altitude. In all countries of the Shield, the transamazonian orogenic event is characterized by a massive gold mineralization event attested by the many gold-mining operations and by world-class gold deposits, which are similar to those of the Birrimian gold event of Western Africa.

Tableau 1 : Principaux gisements d'or primaire de Guyane.

Table 1: Main primary gold deposits in French Guiana.



Newmont La Source a également lancé des campagnes d'exploration sur les trois permis exclusifs de recherches qui lui ont été octroyés dans le nord-ouest de la Guyane. L'activité d'exploration minière reprend donc toutefois peu à peu, mais se heurte à une problématique de redémarrage d'activité par manque de moyens humains et matériels.

La Fédération des opérateurs miniers de Guyane (FEDOMG) continue d'agir, sous l'égide de son président, G. Horth, en tant que support des opérateurs miniers, pour le maintien de leur activité dans le respect des règles environnementales. Elle regroupe quatre syndicats miniers pour un total actuel de soixante-cinq opérateurs miniers, dont seulement une quinzaine aujourd'hui en activité.

En avril 2010 a été créé le Pôle technique minier de Guyane (PTMG) destiné à soutenir l'activité minière en tant que support technique aux opérateurs : c'est une structure collective d'appui à la filière, mise en place à l'initiative de la FEDOMG, de la Chambre de commerce et d'industrie de la région Guyane, de l'État et de

l'Europe. Ainsi, les professionnels miniers, accompagnés par le PTMG, ont monté la grappe d'entreprises « ORkidé de Guyane », dont la filière minière a été lauréate en janvier 2011 et qui va bénéficier d'un fonds Datar de 200 000 euros.

Politiquement, la situation évolue. Depuis les élections régionales de mars 2010, Madame C. Ostoréro, par ailleurs opérateur minier, a été nommée 6^e vice-présidente chargée des ressources naturelles au Conseil régional de Guyane. C'est un atout pour le secteur et un signe fort de l'équipe régionale. Aujourd'hui, l'activité minière aurifère a toute sa place parmi les secteurs de production et le Conseil régional de Guyane a publié son plan stratégique dans lequel le secteur minier aurifère est un de ses axes prioritaires. Par ailleurs, ce même Conseil a condamné le zonage du SDOM tel que proposé par le gouvernement et préconise une ouverture de tous les espaces en dehors de ceux réglementairement interdits.

Enfin, la découverte récente de pétrole en Guyane est de nature à favoriser l'évolution du secteur minier. ■

Province	Nom	Potentiel or (t)	Source
Mana – Iracoubo	Paul-Isnard (Montagne d'or)	60	Golden Star Resources Ltd., Columbus Gold Corp., 2011
Île de Cayenne – Comté	Camp Caïman	52	Iamgold Corp., 2007
Litani – Tampok	Yaou	44	Golden Star Resources Ltd., 2004
Mana – Iracoubo	Sophie-Repentir (district)	> 30 ?	Mining Annual Review, 1998, 1999
Maroni	Espérance	~ 20	BRGM, 1996
Litani – Tampok	Dorlin	19,8	Golden Star Resources Ltd., 2004
Sinnamary – Kourou	Loulouie ⁽¹⁾	8	Milesi <i>et al.</i> , 1995
Sinnamary – Kourou	Saint-Élie (Babinsky, Giraud, Devis...)	> 7	Guyanor Ressources SA, SMSE...
Sinnamary – Kourou	Dieu-Merci	5	Auplata
Sinnamary – Kourou	Adieu-Vat ⁽¹⁾ (district)	3,8	Milesi <i>et al.</i> , 1995
Mana – Iracoubo	Saint-Pierre	2,08	BRGM, 1996
Île de Cayenne – Comté	Changement	1,85	Milesi <i>et al.</i> , 1995

(1) Recouverts par les eaux du lac de retenue de Petit-Saut.

Bibliographie : Cassard, D. (chef de projet), (2003) – Le Système d'Information Géographique sur les Ressources Minérales de la Guyane, <http://gisguyane.brgm.fr>. Delor C., Lahondère D., Egal E., Lafon J.-M., Cocherie A., Guerrot C., Rossi P., Truffert C., Théveniaut H., Phillips P., Avelar G.V. (2003) – Transamazonian crustal growth and reworking as revealed by the 1:500 000 scale geological map of French Guiana (2nd edition). Géologie de la France, 2-3-4, 5-57. Milesi, J.-P. (2001) – Vers la mesure de potentialités métallifères. Thèse d'Habilitation à diriger des Recherches, Université Claude Bernard, Lyon I. Milesi J.-P., Egal E., Ledru P., Vernhet Y., Thiéblemont D., Cocherie A., Tegye M., Martel-Jantin B., Lagny Ph. (1995) – Les minéralisations du Nord de la Guyane française dans leur cadre géologique. Chronique de la Recherche Minière, Fr., 518, 5-58. Milesi, J.-P., Lerouge, C., Delor, C., Ledru, P., Billa, M., Cocherie, A., Egal, E., Fouillac, A.-M., Lahondère, D., Lasserre, J.-L., Marot, A., Martel-Jantin, B., Rossi, P., Tegye, M., Théveniaut, H., Thiéblemont, D., Vanderhaeghe, O. (2003) – Gold deposits (Gold-bearing tourmalinites, gold-bearing conglomerates and mesothermal lodes), markers of geological evolution of French Guiana: geology, metallogeny and stable isotopic constraints., Géologie de la France, N° 2-3-4, P. 257-290.