

Connaissance géologique de la Guyane

Livret de l'enseignant



H. Théveniaut et C. Delor
Avec la collaboration de
D. Bernard de Sanchez, F. Capus et P. Graviou



Mots clés : Guyane, France, géologie, Protérozoïque, Mésozoïque, latérites, Quaternaire

Toute reproduction ou représentation intégrale ou partielle, par quelque procédé que ce soit, des pages publiées dans le présent ouvrage, faite sans l'autorisation de l'éditeur est illicite et constitue une contrefaçon. Seules sont autorisées, d'une part les reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective, et, d'autre part, les analyses et courtes citations justifiées par le caractère scientifique ou d'information de l'œuvre dans laquelle elles sont incorporées (Loi du 11 mars 1957 – art. 40 et 41 et Code Pénal art. 425).

© **Brgm Éditions, 2004**

3, avenue Claude Guillemin
45060 Orléans Cedex 2 - France

ISBN : 2-7159-0955-1
Dépôt légal : Novembre 2004

Préface

Nous vivons sur une planète active, source de richesses, de risques aussi. Apprendre à vivre sur Terre, c'est d'abord la connaître pour bien la comprendre. Il faut savoir parfois remonter loin dans le passé, pour y chercher l'explication des phénomènes actuels. Descendre au plus profond des structures et des roches, jusqu'au niveau des atomes qui constituent les minéraux, pour retrouver les lents échanges qui à l'échelle des temps géologiques sont à l'origine de profondes modifications de forme et de composition. Prévoir les manifestations brutales pour en protéger les personnes et les biens, mais aussi orienter la recherche des trésors accumulés, des ressources énergétiques et minérales.

La géologie est donc une science de terrain, qui se prolonge en laboratoire. L'enseignement des sciences de la Terre doit lui aussi articuler le travail devant les paysages, sur les affleurements, et en classe sur échantillons et lames minces. Il doit apprendre aux élèves à naviguer sur les échelles d'espace et de temps.

Le kit pédagogique de Guyane associe dans un produit unique des réponses à ces besoins. Les fiches sur les sites les plus remarquables seront précieuses pour préparer les études de terrain, prévoir les questions qui vont guider les investigations des élèves sur les affleurements. De retour en classe, les échantillons et les lames minces du kit pourront être comparés aux prélèvements effectués sur place. L'ensemble des fiches et des données images, associé aux supports concrets, constitue un tout cohérent dans lequel les élèves pourront rechercher les informations utiles à la résolution de problèmes géologiques, à l'approche scientifique de préoccupations environnementales. La richesse des supports et leur simplicité d'accès devraient favoriser une réflexion autonome, par petits groupes : un apprentissage actif s'installe, au service de la compréhension d'une géologie dynamique et de l'acquisition d'une citoyenneté responsable.

La plupart des objectifs des programmes du collège et du lycée peuvent être abordés à partir des exemples traités dans le kit de Guyane : géodynamique externe, avec les phénomènes d'altération, d'érosion, de transport et de dépôts de sédiment, sous l'action des eaux de ruissellement, des grands fleuves et des courants marins ; géodynamique interne, la région permettant notamment d'illustrer de façon très frappante les phénomènes magmatiques et métamorphiques caractéristiques de la croûte continentale, ou encore l'extension qui a précédé l'ouverture de l'océan Atlantique ; géologie appliquée, par des fiches thématiques sur les ressources minérales et hydrogéologiques, sur les risques naturels... En ceci, si le kit est

irremplaçable pour un enseignement ancré dans la réalité locale, il est clair qu'il a également pour certains de ses contenus vocation à une utilisation plus large dans les établissements francophones, en France métropolitaine bien sûr mais aussi un peu partout dans le Monde. D'autres régions pourraient suivre l'exemple guyanais en apportant leurs spécificités dans une collection nationale de kits pédagogiques, pour contribuer à une vaste base de données consultables par l'intermédiaire de systèmes d'information géographiques, et mettant en commun les complémentarités des ressources locales.

Exemplaire, ce kit l'est aussi par la qualité du partenariat, associant à l'expertise scientifique du BRGM le regard pédagogique d'enseignants de collège et de lycée, les enjeux du Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable, les objectifs à l'échelle de la Région et de l'Europe. Sans l'engagement enthousiaste des personnes et des structures qu'elles représentent, ce produit n'aurait pu être réalisé : qu'elles en soient ici remerciées.

Guy Ménant

Inspecteur général de sciences de la vie et de la Terre

Sommaire

Préface	3
Avant propos	9
Introduction : l'échelle des temps géologiques	11
1. Cadre régional et historique des travaux	15
1.1. LE BOUCLIER DES GUYANES	15
1.2. HISTORIQUE DES TRAVAUX EN GUYANE FRANÇAISE	17
2. Le Paléoprotérozoïque (2500 – 1600 Ma).....	19
2.1. EORHYACIEN (2,26-2,20 Ga).....	19
2.2. MÉSORHYACIEN ET ÉVÈNEMENT D1 (2,18-2,13 Ga).....	21
2.2.1. Contexte géodynamique	21
2.2.2. Le plutonisme Mésozorhyacien.....	22
2.2.3. Les dépôts volcaniques et sédimentaires	23
2.3. NÉORHYACIEN ET ÉVÈNEMENT D2a (2,11-2,08 Ga).....	26
2.4. NÉORHYACIEN ET ÉVÈNEMENT D2b (2,07-2,06 Ga).....	28
2.5. RÉSUMÉ SUR LE PALÉOPROTÉROZOÏQUE DE GUYANE.....	30
3. La tectonique des plaques au Paléoprotérozoïque	33
3.1. PÉRIODE 2155 - 2115 Ma.....	34
3.2. PÉRIODE 2115 - 2090 Ma.....	34
3.3. PÉRIODE 2090 - 2060 Ma.....	35
4. Le volcanisme post-paléoprotérozoïque.....	37
5. Le Phanérozoïque (540 Ma à l'actuel)	39
5.1. LE VOLCANISME MÉSOZOÏQUE.....	40
5.2. LES ALTÉRATIONS LATÉRITIQUES	43
5.2.1. Les paléosurfaces étagées de Guyane.....	44
5.2.2. Paléoclimats de ces paléosurfaces	46
5.3. LE QUATERNAIRE.....	48
5.3.1. La Série Détritique de Base	50

5.3.2. La plaine côtière.....	50
5.3.3. La Néotectonique.....	52
Bibliographie guyanaise	55
Glossaire.....	59

Liste des figures

Figure 1 - Représentation schématique de l'échelle des temps géologiques	12
Figure 2 - Schéma lithostructural du bouclier des Guyanes (Delor et coll., 2003b).....	16
Figure 3 - Modèle d'ouverture océanique à l'Eorhyacien (d'après Delor et coll., 2003b).	20
Figure 4 - Modèle d'arc insulaire mésorhyacien associé à la subduction (Phase D1), (d'après Delor et coll., 2003b).....	21
Figure 5 - Représentation spatiale du plutonisme mésorhyacien, (a) entre 2,18 et 2,16 Ga et (b) entre 2,15 et 2,13 Ga.....	22
Figure 6 - Représentation spatiale des formations volcano-sédimentaires mésorhyaciennes.	24
Figure 7 - Modèle de plutonisme majeur synchrone d'une phase tectonique de coulissage senestre (phase D2a) au Néorhyacien (d'après Delor et coll., 2003b).....	26
Figure 8 - Représentation spatiale du magmatisme majeur (rouge) et des bassins sédimentaires (bleu) au Néorhyacien.	27
Figure 9 - Modèle de plutonisme tardif en contexte local de coulissage dextre (phase D2b) au Néorhyacien (d'après Delor et coll., 2003b). En pointillé, l'emprise de la Guyane actuelle.	28
Figure 10 - Représentation spatiale du magmatisme tardif au Néorhyacien.	29
Figure 11 - Evolution paléogéographique de la Guyane entre 2155 (a) et 2115 Ma (b).....	34
Figure 12 - Evolution paléogéographique de la Guyane entre 2115 (a)et 2090 Ma (b).....	35
Figure 13 - Evolution paléogéographique de la Guyane entre 2090 (a) et 2060 Ma (b).....	35
Figure 14 - Champs filoniens volcaniques d'âge Protérozoïque.....	37
Figure 15 - La Province Magmatique de l'Atlantique Central vers 200 Ma.	40
Figure 16 - Représentation schématique des filons volcaniques (dykes).	41
Figure 17 - Champs filoniens volcaniques du Mésozoïque.....	42
Figure 18 - Représentation schématique des paléosurfaces étagées (d'après Théveniaut et Freyssinet, 1999).	45
Figure 19 - Résultats magnétiques et isotopiques des cuirasses de Cayenne.	46
Figure 20 - Formations du Quaternaire de Guyane	48
Figure 21 - Formations du Quaternaire de Guyane vers Mana et Saint-Laurent-du-Maroni.	49

Figure 22 - Coupe schématique de la plaine côtière de Guyane (d'après Turenne, 1977 in Palvadeau, 1999).	51
Figure 23 - Bathymétrie de la côte guyano-brésilienne avec le cône de l'Amazonie (d'après Palvadeau, 1999).	53
Figure 24 - Modèle tectonique et rôle du cône de l'Amazonie (d'après Palvadeau, 1999).	54

Avant propos

Le projet de conception d'un « kit pédagogique » en Sciences de la Terre a été financé par l'Union Européenne (Feder), le Conseil Régional de la Guyane, la Direction régionale de l'Environnement et de l'Industrie (Diren) et le BRGM.

L'objectif est de fournir aux enseignants de sciences de la vie et de la Terre de la région, des informations géologiques pertinentes leur permettant d'enseigner la géologie régionale de la Guyane.

Présenté dans une mallette, le « kit pédagogique » rassemble :

- des fiches thématiques,
- des fiches des sites visitables,
- des échantillons de roches avec lames minces,
- un CD-Rom comprenant toutes les informations utilisables (textes, figures, images),
- le présent livret de l'enseignant "Connaissance géologique de la Guyane".

Ce livret propose une présentation succincte de l'échelle des temps géologiques avec quelques références aux grandes périodes géologiques de la Guyane française.

Il est suivi d'une présentation de l'histoire géologique de la Guyane française.

Les enseignants pourront obtenir des informations complémentaires en consultant la bibliographie. Elle comprend les ouvrages de base qui ont servi à la rédaction de ce livret et de certaines fiches thématiques.

Enfin, un glossaire non exhaustif est donné afin de faciliter la lecture pour des enseignants qui ne sont pas obligatoirement maîtres du vocabulaire spécifique propre au domaine de la géologie. Les termes du texte suivis d'un astérisque (*) renvoient à ce glossaire.

Recommandations des auteurs

Ce livret peut être lu selon les différents niveaux d'intérêt que l'on porte pour les Sciences de la Terre et leurs spécificités guyanaises. Tout lecteur pourra y trouver l'information qu'il recherche qu'elle soit détaillée ou simplifiée. Plusieurs lectures de ce document peuvent donc être nécessaires pour une bonne compréhension de la géologie de la Guyane.

Introduction : l'échelle des temps géologiques

L'échelle des temps géologiques est née en Europe au XVIIIème et au XIXème siècles sous la forme d'une échelle stratigraphique (des couches géologiques sédimentaires les plus jeunes aux plus anciennes). La chronologie n'y était donc représentée que de manière relative.

Les différentes déclinaisons actuelles de cette échelle se divisent en Eons*, ères*, périodes*, époques* et étages*. Dans les formations sédimentaires cette échelle a été basée sur la superposition relative (principe de superposition*) et donc temporelle de dépôt de formations présentant des fossiles repères.

Pour les autres formations géologiques, qu'elles soient d'origine plutonique, volcanique ou métamorphique, rares sont les indications de superposition. La datation relative ne peut donc être effectuée que par les relations temporelles observables (contacts, déformation, métamorphisme, etc.) de ces formations entre elles, ou par rapport à des séries sédimentaires datées.

Depuis l'avènement de la radiochronologie* (ou géochronologie*), il est possible de contraindre par des âges dits « absolus » ces formations volcaniques, plutoniques ou métamorphiques. Il reste cependant plus difficile d'obtenir des âges absolus nécessitant des analyses en laboratoire que de dater de manière relative un sédiment comportant des fossiles repères.

C'est pour cette raison que les grands ensembles continentaux anciens sont souvent présentés en termes de formations, avec des noms locaux, plutôt qu'en référence à des âges absolus rarement disponibles.

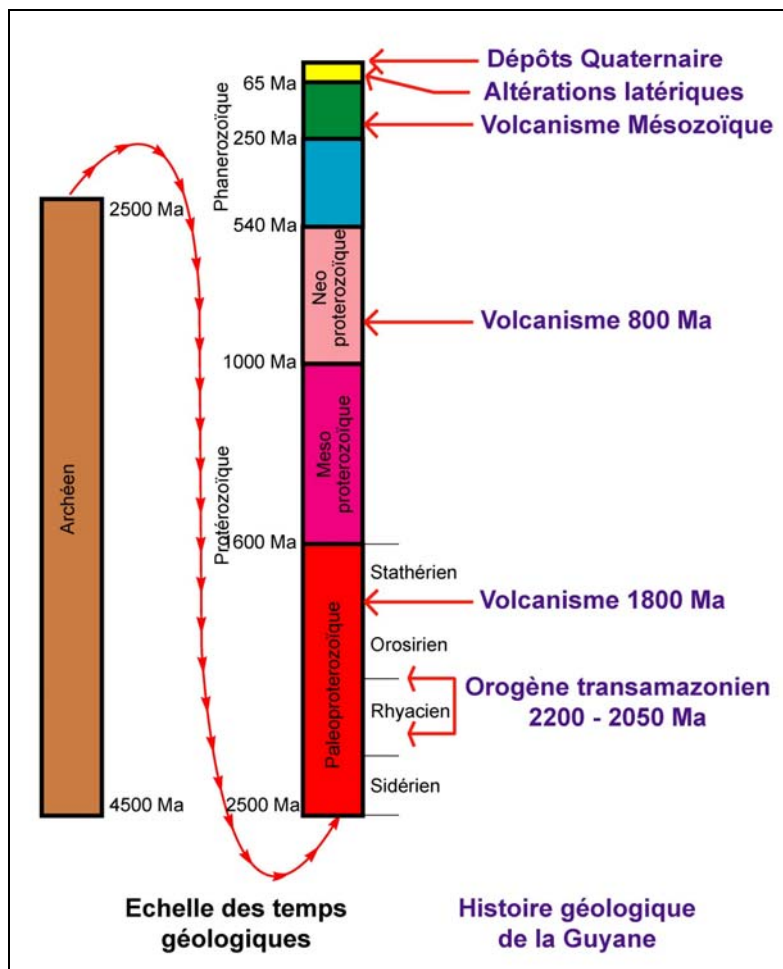
Selon les périodes de l'histoire géologique concernée, les âges absolus seront donnés en Ga (milliards d'années), Ma (millions d'années) ou Ka (milliers d'années)

En Guyane, les terrains fossilifères sont quasiment absents et les formations plutoniques, volcaniques et métamorphiques prédominent. Près d'une centaine de données isotopiques ont été obtenues au cours des dix dernières années et il est donc possible d'établir une chronologie précise des grands événements qui ont marqué l'histoire géologique de la Guyane. On notera cependant qu'avant l'obtention récente de contraintes radiochronologiques, les premiers géologues (1945 à 1960) avaient établi une chronologie relative assez juste entre les différentes formations géologiques de la Guyane, chronologie encore présente sur la plupart des cartes géologiques à 1/100 000.

A titre d'exemples :

- un granite qui recoupe une formation sédimentaire structurée/plissée en générant une auréole de métamorphisme* nous indique que le granite est postérieur au plissement qui a succédé au dépôt des sédiments ;
- tous les filons volcaniques de la Guyane recoupent toutes les autres formations à l'exception des formations latéritiques et des sédiments côtiers. Dans ce cas, on sait qu'ils sont postérieurs à toutes les formations qu'ils recoupent, mais qu'ils peuvent être aussi d'âges différents les uns des autres. Ils restent cependant plus anciens que les phases d'altération et les dépôts sédimentaires côtiers.

Nous présentons succinctement ci-après l'échelle des temps géologiques (figure 1) et la place de la Guyane dans l'histoire de la Terre.



© BRGM - 2004

Figure 1 - Représentation schématique de l'échelle des temps géologiques

1. L'Eon Précambrien

L' Eon Précambrien, qui est divisé en deux périodes aussi dénommées Eon, couvre toute la période antérieure à l'apparition de la vie des animaux à carapaces (restes fossilifères). Elle commence à la formation de la Terre vers 4500 Ma (ou 4,5 Ga) et s'achève vers 540 Ma.

Sur près de 2,0 Ga, on trouve l'Eon Archéen qui n'est représenté qu'à l'état de traces en Guyane et sur le bouclier* Amazonien.

Il est suivi de l'Eon Protérozoïque, lui-même découpé en trois ères* : Paléo, Méso et Néo-Protérozoïque. Les formations présentes en Guyane se sont essentiellement constituées au cours du Paléoprotérozoïque et plus précisément au cours de la période* appelée le Rhyacien.

Quelques épiphénomènes volcaniques ont aussi été datés à la limite entre les deux périodes de l'Orosirien et du Stathérien mais aussi au cours de l'ère* Néoprotérozoïque.

2. L'Eon phanérozoïque

Le Phanérozoïque est l'Eon couvrant les 540 derniers millions d'années. Il correspond à plus de 90 % des formations géologiques présentes en France métropolitaine.

Il est découpé en trois grandes ères que sont le Paléozoïque (anciennement l'ère Primaire), le Mésozoïque (anciennement l'ère secondaire) et enfin le Cénozoïque qui comprend l'ancienne ère Tertiaire et la période récente du Quaternaire.

En Guyane, il sera fait référence au Jurassique, période du Mésozoïque inférieur, mais aussi au Quaternaire qui est la période la plus récente et actuelle.

1. Cadre régional et historique des travaux

1.1. LE BOUCLIER DES GUYANES

La Guyane française fait partie d'un vaste ensemble géologique (figure 2) très ancien que l'on appelle le **bouclier des Guyanes***. Il est limité au nord par l'Océan Atlantique et au sud par le bassin de l'Amazonie.

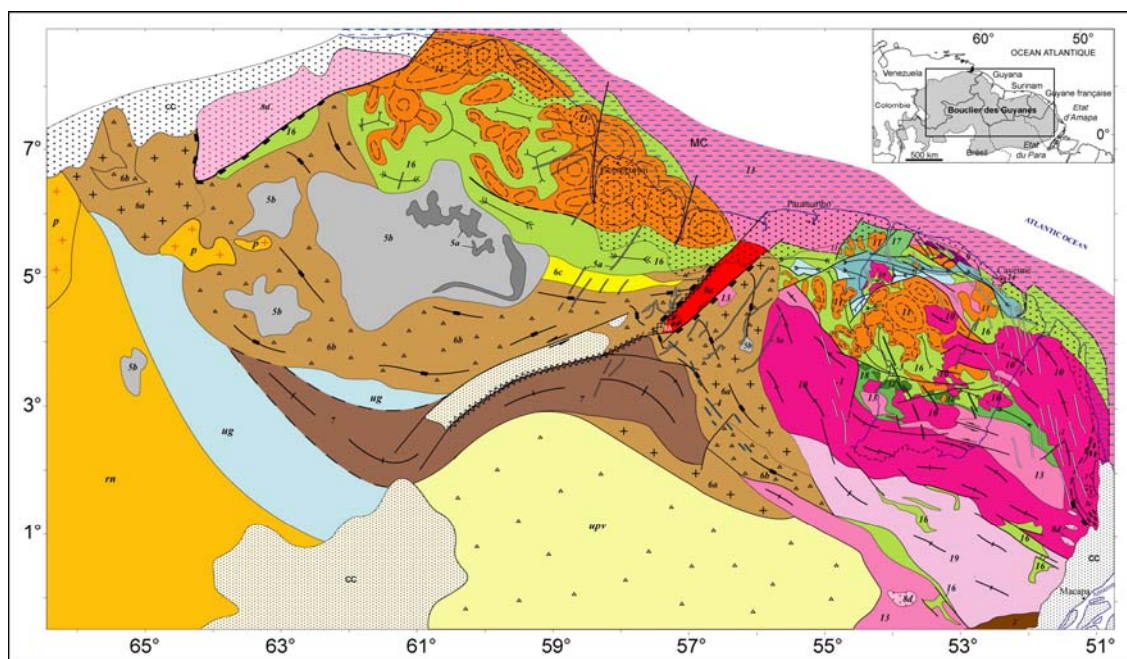
Large de 900 km selon l'axe N-S, il présente un allongement préférentiel de près de 1800 km selon l'axe E-W, et est donc centré sur les trois « anciennes » Guyanes que sont le Guyana, le Surinam et la Guyane française. Il est bordé à l'est par le Brésil (Etat de l'Amapá) et à l'ouest par le Venezuela et la Colombie.

Quelques évidences d'un socle archéen primitif, aussi ancien que 3,3-3,0 Ga (Mésoarchéen) sont connues sur ce bouclier au nord-ouest avec le domaine « Imataca » au Venezuela et à l'est dans les états d'Amapá et du Pará au Brésil. Dans ce dernier secteur proche de la Guyane, le Mésoarchéen présente une ré-activation thermo-tectonique au Néoarchéen (vers 2,6 Ga), soit une transformation principalement liée au réchauffement de ces roches en contexte tectonique.

En dehors de ces reliques les plus précoces, le bouclier des Guyanes est principalement constitué de roches formées au cours de l'orogène transamazonien*. Ce terme fait référence à l'omniprésence de ce cycle géologique de part et d'autre du fleuve Amazone donc sur le bouclier des Guyanes et son équivalent sud de Guaporé, ces deux boucliers constituant le craton* amazonien.

Cet épisode transamazonien affecte donc quasiment l'intégralité du bouclier des Guyanes avec des processus magmatiques, tectoniques et métamorphiques datés entre 2260 et 1950 Ma.

Comme le montre la figure 2, l'aspect du bouclier Guyanais tel qu'il se présente à l'affleurement est principalement hérité de cette structuration transamazonienne remontant à près de deux milliards d'années. Hormis des stades de magmatisme protérozoïque plus récent aux confins sud-ouest du bouclier (Brésil), les épisodes géologiques ultérieurs sont restés limités à des étapes de fracturations continentales datant du Paléozoïque et du Mésozoïque (cf. chapitres 4 et 5).



© Delor et coll. - 2003

Méso-Cénozoïque :

CC - couverture continentale

MC - couverture sédimentaire en mer

1 - dolérite « Apatoe » (200 Ma)

Paléozoïque :

2 – couverture sédimentaire « nord-Amazonie »

Néoprotérozoïque :

3 - dolérite « Tampok » (820 Ma)

Mésoprotérozoïque :

4 - dolérite « Kaÿser » (1500 Ma)

rn : Province Rio Negro

p : granite de Parquaza

Paléoprotérozoïque Post-Transamazonien :

5a - dolérite « Avanavero » / « Comté »
(1800 Ma)

5b - Grès « Roraima »

Paléoprotérozoïque indifférencié :

Upv : plutono-volcanisme indifférencié

Ug : gneiss et granites indifférenciés

Paléoprotérozoïque transamazonien :

6 – plutono-volcanisme acide « Uatumà » (1.97 Ga),
comprenant des granites (**6a**), des volcanites (**6b**) et
des grès et conglomérats (**6c**)

7 - granulite et migmatite (1.97 Ga)

8a granulite (2,07-2,05 Ga) ; **8b** granulite avec charno-enderbite ; **8c** granite à pyroxène et gabbro/anorthosite ; **8d** ré-activation d'un socle arc

9 - leucogranite (2,08-2,06 Ga)

10 - plutonisme granitique néorhyacien Mg-potassique (2,11-2,08 Ga)

11 à 13 - plutonisme TTG* mésorhyacien, avec indication du complexe TTG central (11) (2,15-2,13 Ga), gabbros (12) et des complexes TTG nord et sud (13) (2,18-2,16 Ga)

14 - magmatisme tholéïtique éorhyacien (2,26-2,20 Ga)

15 - grès et conglomérat (bassin détritique en « pull apart »)

16 - ceinture de roches vertes*, avec indication des gradients thermiques de basse pression (**17**) et de pression intermédiaire (**18**)

ARCHEEN :

19 - socle mésoarchéen réactivé au Transamazonien.

Figure 2 - Schéma lithostructural du bouclier des Guyanes (Delor et coll., 2003b).

1.2. HISTORIQUE DES TRAVAUX EN GUYANE FRANÇAISE

Les premières études géologiques en Guyane ont commencé après la seconde guerre mondiale. De nombreuses missions réalisées entre 1945 et 1960 ont permis l'élaboration de cartes géologiques à l'échelle à 1/100 000 dans une logique d'identification et d'intercomparaison des différentes formations géologiques identifiées.

Le socle* transamazonien de Guyane a alors été décrit en termes de formations volcano-sédimentaires (« Paramaca », ceinture de roches vertes*) circonscrites autour de domaines d'origine plutonique (le complexe plutonique*). Ces derniers ont été définis en termes de massifs précoces "Guyanais" et de massifs plus tardifs "Caraïbes" et "Galibis". Parallèlement les formations paradérivées *sensu stricto* (roches sédimentaires métamorphisées) du « Paramaca » ont été déclinées comme Bonidoro et Orapu puis plus récemment comme « Armina ». Historiquement, une attention particulière a toujours été portée à la séquence de grès et de conglomérats formant au nord de la Guyane un chapelet de bassins est-ouest, et connue comme « série de l'Orapu ».

Au cours des vingt/trente dernières années, ces terminologies régionales et leurs subdivisions parfois plus « locales » ont été reprises dans le cadre des campagnes de cartographie géologique successives. On retiendra en premier lieu l'inventaire minier du département qui s'est déroulé sur une large étendue de la Guyane, entre 1975 et 1995. Plus spécifiquement, au sud de la Guyane, une campagne de cartographie à 1/100 000 a été synthétisée sous forme d'une carte à 1/500 000. Bien que d'un intérêt certain pour les inter-comparaisons à l'échelle de la Guyane, l'emploi de ces terminologies régionales a abouti à d'inévitables difficultés de corrélations avec les autres régions du bouclier des Guyanes compte tenu de la profusion d'appellations locales sur l'ensemble du bouclier guyanais.

L'avènement des techniques de radiochronologie (datation isotopique par les méthodes "Rb-Sr", "K-Ar", "Sm-Nd", "U-Pb") a permis d'entamer une classification chronologique absolue de toutes les formations précambriennes, et plus précisément des formations d'origine ignée (roches plutoniques et volcaniques). Cette stratégie a commencé à être appliquée à la Guyane dans les années 1970-1980 en même temps que voyaient le jour les concepts nouveaux de « Tectonique des plaques » et la prise en compte « d'épisodes orogéniques globaux ». Malgré ces contributions, la vision géologique de la Guyane restait hétérogène, ce qui a justifié des levés complémentaires (1996-2000).

Cette nouvelle période a apporté une harmonisation géologique, appuyée par :

- un levé géophysique aéroporté* de haute sensibilité, réalisé en 1996 pour le compte du Ministère de l'Industrie ;
- un programme géochronologique sans précédent totalisant plus d'une centaine de datations isotopiques, réalisées en Guyane et dans les territoires limitrophes. Le

résultat de ces travaux s'est concrétisé par une seconde édition de la carte géologique à 1/500 000 de la Guyane, sur la base de terminologies lithologiques et chronologiques absolues, validées à l'échelle internationale.

Les chapitres suivants reprennent ces classifications ainsi que les conclusions de publications scientifiques récentes. L'histoire géologique de la Guyane est replacée dans le cadre géologique de la partie orientale du bouclier guyanais, en présentant l'organisation des grands ensembles géologiques, hérités principalement de l'histoire précambrienne. Les aspects plus « récents » liés à l'ouverture de l'océan Atlantique puis aux grands phénomènes d'altération et enfin aux dépôts sédimentaires du littoral font l'objet des autres chapitres.

Les références aux terminologies anciennes, dans le texte, permettent d'associer cette histoire aux lectures des cartes géologiques détaillées à l'échelle à 1/100 000 qui ont été publiées entre 1958 et 1995.

A retenir

Le « bouclier des Guyanes » est un grand ensemble géologique formé principalement au cours d'une phase orogénique appelée transamazonienne qui s'est déroulée entre 2.26 et 1.95 Ga. Des restes de continents d'âge Archéen sont connus au Venezuela et au Brésil. En Guyane, seules des traces (âges de minéraux « recyclés ») ont été identifiées.

2. Le Paléoprotérozoïque (2500 – 1600 Ma)

Ce chapitre fait référence à des notions de pétrologie pour lesquelles le lecteur pourra obtenir des informations complémentaires au sein des fiches thématiques.

Les roches de Guyane se sont formées principalement au Paléoprotérozoïque. En effet, plus de 90% des roches actuellement présentes sous la forêt guyanaise sont « nées » au cours de cette ère du Précambrien. Cette formation s'inscrit dans le cadre plus général du bouclier des Guyanes décrit précédemment.

Dans les paragraphes suivants sera détaillée la géologie de la Guyane au cours de l'orogénèse transamazonienne qui se déroule en plusieurs étapes sur 150 Ma.

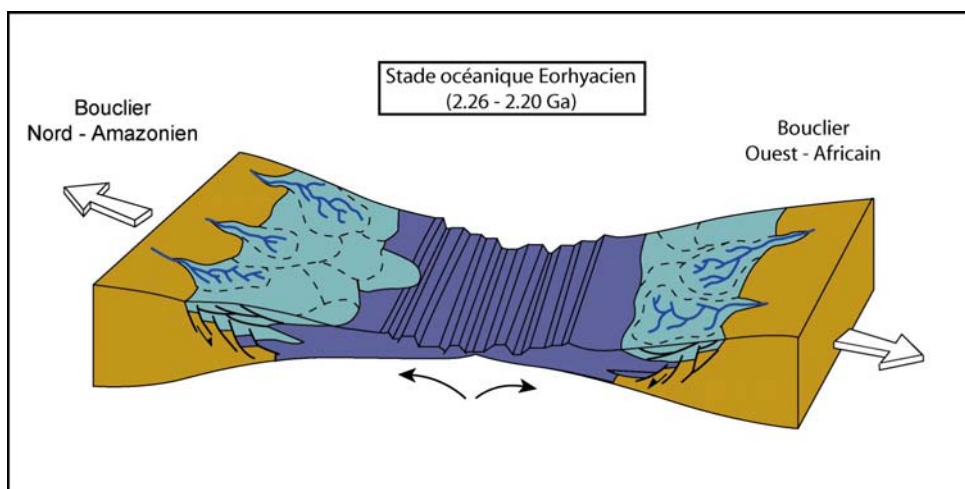
Au travers de ces pages nous allons découvrir les différents processus qui sont à l'origine d'une évolution crustale multi-étapes, par apports successifs de nouvelles formations d'origine magmatique ou par la réactivation tectonique et thermique (métamorphique) de formations pré-existantes.

Les différentes étapes de cette formation se sont déroulées au cours de la période du Rhyacien qui est découpé en Eorhyacien (début), Mésorhyacien (milieu) et Néorhyacien (récent).

2.1. EORHYACIEN (2,26-2,20 Ga)

L'évolution transamazonienne débute par la formation d'une croûte océanique entre 2,26 et 2,20 Ga (figure 3). Un océan s'ouvre ainsi entre deux cratons d'âge Archéen que sont le bouclier Ouest-Africain et le bouclier Nord-Amazonien.

Les vestiges de cette océanisation précoce existent sous forme de gneiss amphibolitiques partiellement migmatitiques*, enclavés dans les formations plutoniques de type tonalite-trondhjémite-granodiorite (TTG, cf. p. 21) au nord et au sud de la Guyane. Ils peuvent être mieux observés au sein du complexe de gabbros et de trondhjémites de l'île de Cayenne.



© Delor et coll. - 2003

Figure 3 - Modèle d'ouverture océanique à l'Eorhyacien (d'après Delor et coll., 2003b).

On remarque, sur la figure 3, la création d'une croûte océanique (bleu foncé) avec la séparation des cratons* archéens (marron) et les dépôts sédimentaires (bleu clair) liés à l'érosion de ces cratons.

Sur le plan isotopique, la datation de cette étape de création de croûte océanique (océanisation) est bien contrainte grâce à l'âge de cristallisation à 2208 ± 12 Ma d'un gabbro prélevé à la Pointe des Amandiers à Cayenne. Ces âges antérieurs à 2200 Ma sont confirmés par ceux de zircons hérités à 2216 ± 4 Ma dans des trondjémites associées spatialement sur l'île de Cayenne et ceux, aux environs de 2,2 Ga, de termes plutoniques et sédimentaires déformés et métamorphisés ultérieurement du sud de la Guyane.

A retenir

Les roches les plus anciennes de Guyane, vers 2.2 Milliards d'années, sont liées à l'ouverture d'un océan ayant séparé les boucliers archéens d'Amazonie et d'Afrique de l'Ouest.

Equivalents contemporains

L'Océan Atlantique, qui dans sa partie centrale et sud sépare l'Amérique du Sud de l'Afrique, a commencé à s'ouvrir vers 140 Ma. Une croûte océanique continue de s'y créer au niveau de la ride médio-océanique. Par comparaison, la « vie » de cet océan Eorhyacien a été appréhendée uniquement durant 60 Ma entre 2260 Ma et 2200 Ma.

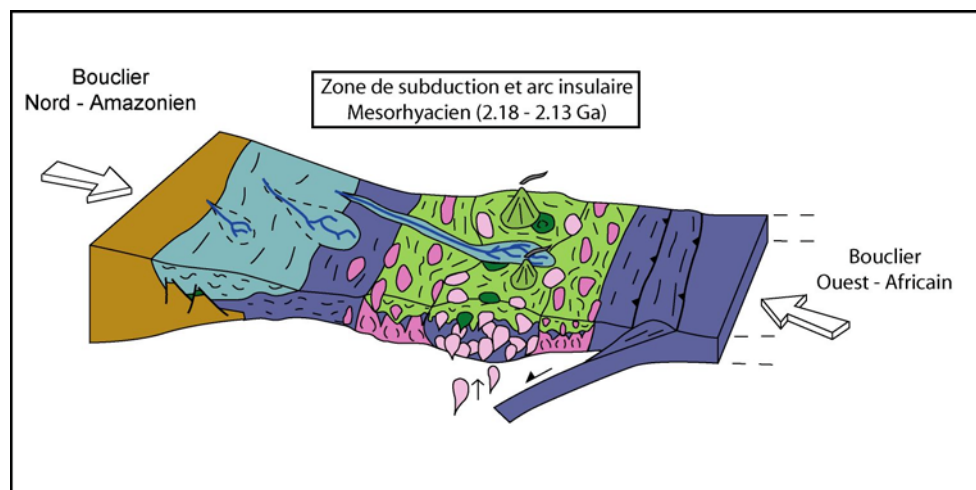
2.2. MÉSORHYACIEN ET ÉVÈNEMENT D1 (2,18-2,13 Ga)

De 2,18 à 2,13 Ga, la formation de la croûte de la Guyane se fait par agrégation de magmas plutoniques étroitement associés à des dépôts successifs de formations volcaniques et sédimentaires. L'océan Eorhyzien se ferme et entraîne la formation d'une zone de subduction avec création d'un arc insulaire. Les lithologies magmatiques sont de type tonalite-trondhjémite-granodiorite (TTG) et correspondent globalement et historiquement au magmatisme dit « Guyanais ». Les formations volcano-sédimentaires correspondent à l'ancienne dénomination de « Paramaca ». Elles sont affectées régionalement par un métamorphisme en faciès « schistes verts » qui les place dans la famille des « ceintures de roches vertes ».

Que sont les TTG* ? On entend par « TTG » ou « suite TTG », une lignée de roches magmatiques co-génétiques dites « trondhjémiques », où dominent les feldspaths calco-sodiques (les plagioclases), par opposition aux lignées calco-alkalines (granitiques) plus riches en feldspaths potassiques (les feldspaths ou FK). L'abréviation TTG se réfère aux trois termes principaux que sont les Tonalites, les Trondhjémites et les Granodiorites.

2.2.1. Contexte géodynamique

Sur le plan géodynamique, l'association TTG - ceinture de roches vertes est rapportée à un événement D1 d'accrétion magmatique (figure 4). Ce processus résulte de la fermeture de l'océan Eorhyzien, les magmas produits étant générés à l'aplomb d'une zone de subduction où ils constituent un arc insulaire (plutonisme en profondeur et volcanisme en surface). Cette subduction est le résultat de la convergence des blocs archéens Ouest Africain et Nord Amazonien pendant la phase D1.



© Delor et coll. - 2003

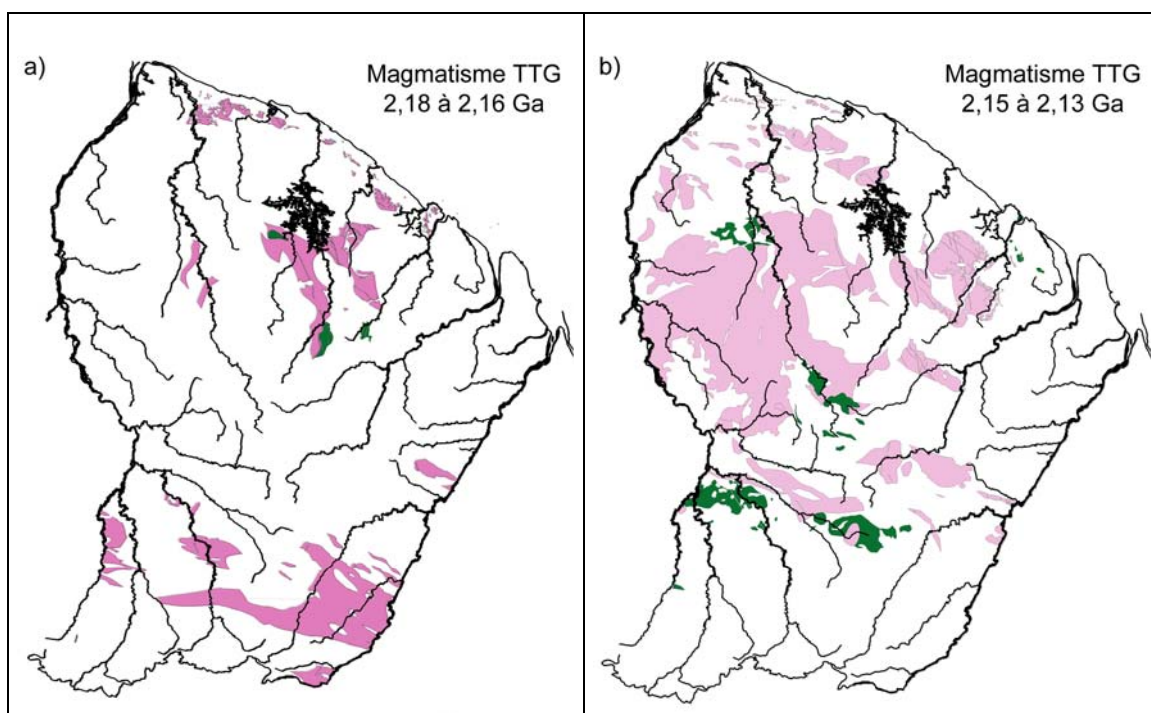
Figure 4 - Modèle d'arc insulaire méso-ryacien associé à la subduction (Phase D1), (d'après Delor et coll., 2003b).

Sur le plan chronologique la gamme d'âge des TTG traduit la mise en place continue de magmas à l'aplomb de cette zone de subduction fonctionnant en continu entre 2.18 et 2.13 Ga, avec deux épisodes majeurs à 2.18-2.16 et 2.15-2.13 Ga. Au terme de ce processus les magmas les plus jeunes (second épisode) se mettent en place au cœur des magmas les plus vieux (premier épisode), en l'occurrence au centre de la Guyane.

En association avec ce plutonisme TTG, se déposent les produits issus de l'érosion du bouclier Nord-Amazonien dans son ensemble, ce qui inclut les formations pélitiques de provenance lointaine et des alternances de dépôts volcano-sédimentaires générés par l'arc insulaire. Ce modèle est appuyé par les caractères isotopiques Sm-Nd des TTG et des roches métavolcaniques et des méta-grauwackes qui confirment leur caractère juvénile. Seules les formations sédimentaires pélitiques attestent de l'apport « par le haut » de matériaux d'origine archéenne.

2.2.2. Le plutonisme Mésorhyacien

A l'échelle régionale, à l'est du bouclier des Guyanes, l'association TTG-ceintures de roches vertes* définit une forme « en amande » de 500 km de longueur, centrée sur la Guyane (figure 2). A l'échelle de la Guyane (figure 5a et 5b), l'âge du magmatisme TTG reflète globalement sa géométrie avec des TTG migmatitiques datés à 2,18-2,16 Ga affleurant au nord et au sud, ceux datés à 2,15-2,13 Ga étant plutôt au centre.



© BRGM – 2004

© BRGM – 2004

Figure 5 - Représentation spatiale du plutonisme mésorhyacien, (a) entre 2,18 et 2,16 Ga et (b) entre 2,15 et 2,13 Ga.

Entre 2,18 et 2,16 Ga, on observe (figure 5a) du plutonisme TTG (rose foncé) et basique (vert) selon deux domaines situés au nord et au sud de la Guyane.

- **Le domaine TTG nord**, fortement migmatitique, est globalement parallèle à la côte atlantique de direction WNW-ESE, où il a été reconnu depuis la région de Cayenne vers les secteurs frontaliers du Surinam. A l'est de la Guyane, son extension en mer est mal définie. A l'ouest, le domaine TTG se poursuit au Surinam, en direction des Monts Bakhuis ;
- **Le domaine TTG sud** s'étend depuis la Guyane vers l'est au Brésil où il a pu être reconnu jusqu'à l'embouchure de l'Amazone. A l'ouest, quoique recoupé par les générations de granites plus tardifs il réapparaît à proximité des Monts Bakhuis.

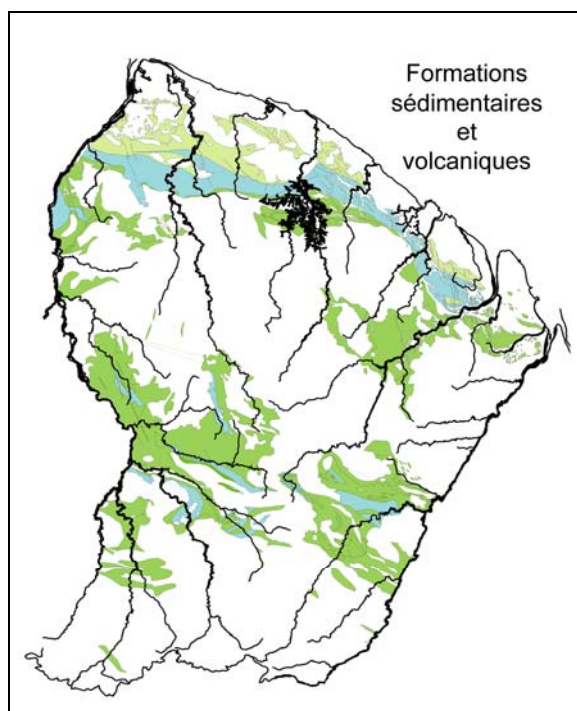
Ces deux domaines de TTG précoces ont « encaissé » les effets d'une structuration est-ouest importante en fin d'histoire transamazonienne, qui a oblitéré toutes traces de structures antérieures.

Entre 2,15 et 2,13 Ga, on observe (figure 5b) une seconde phase de plutonisme TTG (rose clair) et basique (vert) qui se localise actuellement au centre-ouest de la Guyane.

Le domaine TTG central de Guyane a été remarquablement épargné, et se présente comme un grand batholite* (ou pluton) au sein duquel on peut encore deviner les figures d'emboîtement des plutons au fur et à mesure de leur mise en place. Vis-à-vis de ce second épisode de TTG, il convient de signaler la présence de termes basiques à ultrabasiques (gabbros dominants) et localement intermédiaires (diorites) de la suite Tampok. Ils ont été datés à 2,15 Ga et sont donc synchrones du magmatisme TTG mésorhyacien. Ces termes sont, en volume, plus importants en limite sud du domaine TTG central (figure 5b), plus exactement au sein des formations volcano-sédimentaires qui le bordent. Ils sont connus en moindre proportion au cœur du domaine TTG central ainsi qu'au nord de la Guyane (Massif Mahury)

2.2.3. Les dépôts volcaniques et sédimentaires

Les formations volcano-sédimentaires constituent deux ensembles orientés globalement est-ouest au nord et au sud de la Guyane, qui convergent et se rejoignent vers l'ouest au Surinam.



© BRGM - 2004

Figure 6 - Représentation spatiale des formations volcano-sédimentaires mésorhyaciennes.

On peut voir sur la figure 6, les sédiments pélitiques (bleu) et grauwakeux (vert clair au nord), les ensembles volcaniques et volcano-sédimentaires indifférenciés (vert foncé) sont plus prédominants au sud mais aussi en limite sud des ensembles pélitiques et grauwakeux parallèles à la côte.

- **La branche Nord**, essentiellement sédimentaire regroupe des formations à dominante grauwakeuse et pélitique. L'ensemble constitue un large arc de cercle qui s'élargit d'est en ouest, depuis le nord de St Georges jusqu'à Saint-Laurent-du-Maroni. La répétition de formations grauwakeuses et pélitiques traduit l'existence de plissements régionaux. Cette dualité grauwake versus pélite, individualisée par des réponses radiométriques aéroportées très contrastées, reflète à l'origine une différence de chimisme entre matériaux d'origine (protolithe*). Ainsi les pélites traduisent une sédimentation à partir de protolithes de même composition aluminopotassique (sédiments ou granites) dont l'âge archéen est précisé par leurs caractéristiques géochimiques Sm-Nd et l'âge des zircons qu'elles remanient. Par opposition, les grauwalkes, moins alumineux et plus calco-sodiques, sont chimiquement compatibles avec l'érosion de faciès de type TTG, ce que confirment les signatures géochimiques Sm-Nd. En conclusion, pélites et grauwalkes, bien que mis en place au cours d'un même cycle de dépôt, traduisent des provenances à partir de protolithes de composition et d'âge différents.

- **La branche sud**, d'axe globalement est-ouest s'étend de Camopi à Maripasoula et présente une variabilité volcanique et sédimentaire plus marquée. Les termes sédimentaires grauwakeux et pélitiques y sont reconnus comme au nord de la Guyane, et présentent les mêmes critères isotopiques discriminants sur leur origine. Cependant ils coexistent ici avec tout un cortège de termes volcaniques acide (rhyolites) à basique (basaltes). Ceci est symptomatique d'une activité volcanique plus marquée. Au sein de ces derniers termes, des komatiites* volcanoclastiques diamantifères ont été décrites dans la région de Dachine. Ces roches dites ultrabasiques pointent vers des origines profondes du manteau terrestre.

Le caractère synchrone du dépôt des ceintures de roches vertes vis-à-vis du magmatisme TTG est démontré par l'âge de mise en place de termes volcaniques entre 2,16 et 2,14 Ga.

Un métamorphisme de type basse-pression est associé à cette phase de TTG, comme en témoignent les paragenèses symptomatiques à andalousite et staurotide du nord et du sud de la Guyane.

Pour les termes sédimentaires du nord Guyane, les séquences pélitiques et grauwakeuses plissées et faiblement métamorphisées présentent aussi un métamorphisme de contact à grenat, staurotide et andalousite, parfois à disthène lié aux intrusions de TTG telle celle du saut Tamanoir sur la Mana datée vers 2,13 Ga. Ces formations sédimentaires seraient donc essentiellement contemporaines de la première phase de TTG.

A retenir

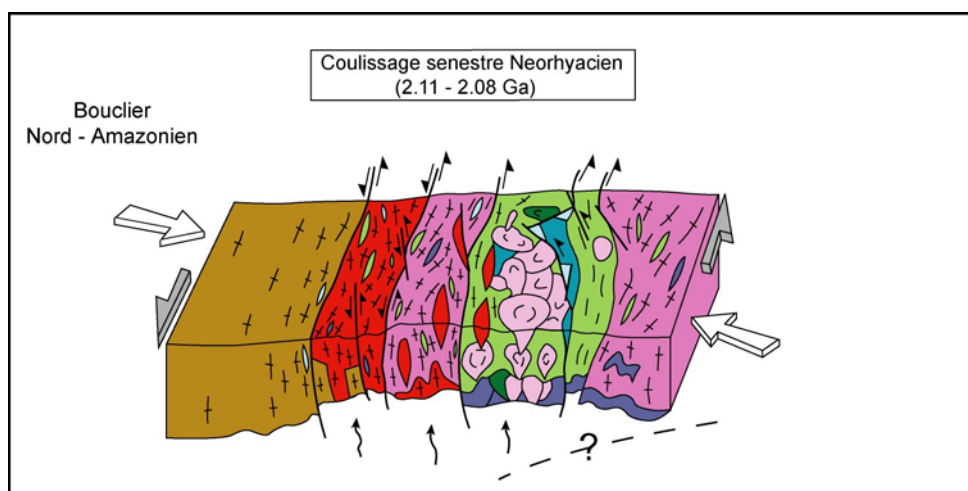
Entre 2,18 et 2,13 Milliards d'années, le rapprochement des deux continents ferme l'océan précoce, ouvert vers 2.2 Ga. Une zone de subduction se forme et engendre du plutonisme et du volcanisme en association avec l'arc insulaire ainsi créé. L'érosion des ensembles continentaux qui se rapprochent entraîne des dépôts sédimentaires qui peuvent ainsi s'intercaler entre les formations volcaniques.

Equivalents contemporains

Les arcs insulaires, et notamment au Japon sont liés à une zone de subduction avec un arc volcanique. On trouve au sud-est une fosse. Au nord-ouest un bassin arrière arc est constitué en partie par les produits d'érosion du continent asiatique, qui se déversent dans la mer du Japon.

2.3. NÉORHYACIEN ET ÉVÈNEMENT D2a (2,11-2,08 Ga)

Cette phase témoigne de la fin du processus de subduction et du magmatisme d'arc associé. Elle marque l'évolution du contexte initial de convergence des blocs archéens vers un processus de coulissage* senestre (Phase D2a) de ces mêmes blocs en contexte intracontinental (figure 7).



© Delor et coll. - 2003

Figure 7 - Modèle de plutonisme majeur synchrone d'une phase tectonique de coulissage senestre (phase D2a) au Néorhyacien (d'après Delor et coll., 2003b).

En corollaire à cette évolution tectonique, un changement du régime plutonique apparaît. Le magmatisme de type TTG fait place à un magmatisme granitique de type calco-alcalin, typique d'une fusion de croûte continentale. En d'autres termes, la genèse des granites provient de la fusion des TTG précédemment mis en place. Géodynamiquement parlant il n'y a donc plus d'apport de magmas juvéniles (le plan de subduction ne fonctionnant plus) mais recyclage des TTG préexistants qui fondent en réponse à une forte perturbation thermique en base de croûte.

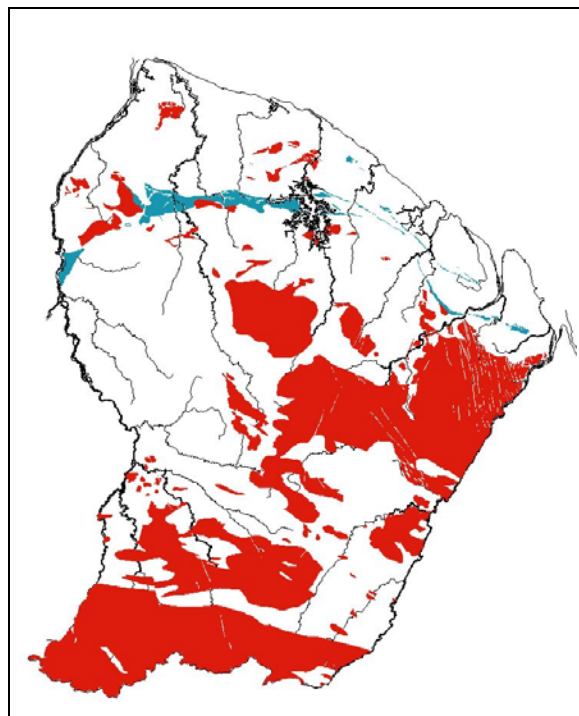
A l'est de la Guyane, le long du fleuve Oyapock, cette hypothèse est directement confirmée par l'observation de faciès migmatitiques qui traduisent des processus de fusion *in situ* de TTG. Cette migmatitisation est datée aux environs de 2,10 Ga, donc synchrone du magmatisme granitique.

Parallèlement à ces évidences de terrain, l'existence au sein des migmatites de zircons et de monazites d'âges aussi vieux que 2,19-2,17 Ga confirme que les produits de migmatitisation sont issus de la fusion des TTG et des ceintures de roches vertes.

Ce magmatisme granitique initialement défini comme « Caraïbe », et, en moindre proportion, les intrusions gabbroïques associées, se mettent en place vers 2,11-2,08 Ga.

A l'échelle régionale, la figure 8 révèle la présence de deux domaines granitiques, allongés NW-SE à E-W à l'est et au sud de la Guyane. Au Brésil comme au Surinam, ces domaines granitiques viennent buter contre des domaines de haut degré métamorphique, *pro parte* granulitique.

Au nord de la Guyane, l'épisode tectonique de coulissage (appelé aussi transcurrent) senestre (Phase D2a) est marqué par l'ouverture de bassins sédimentaires tardifs de type détritique, le long de la bordure nord du complexe TTG central. Ces bassins présentent une géométrie particulière "en échelon" et matérialisent les zones de distension* en relais typiques avec formation de bassins en pull apart*.



© BRGM - 2004

Figure 8 - Représentation spatiale du magmatisme majeur (rouge) et des bassins sédimentaires (bleu) au Néorhyacien.

La présence de cristallisations minérales successives chloritoïde-andalousite traduit des conditions thermiques supérieures à celle d'un gradient géothermique stable et indique la présence d'une source magmatique en profondeur à la base de ces bassins.

A retenir

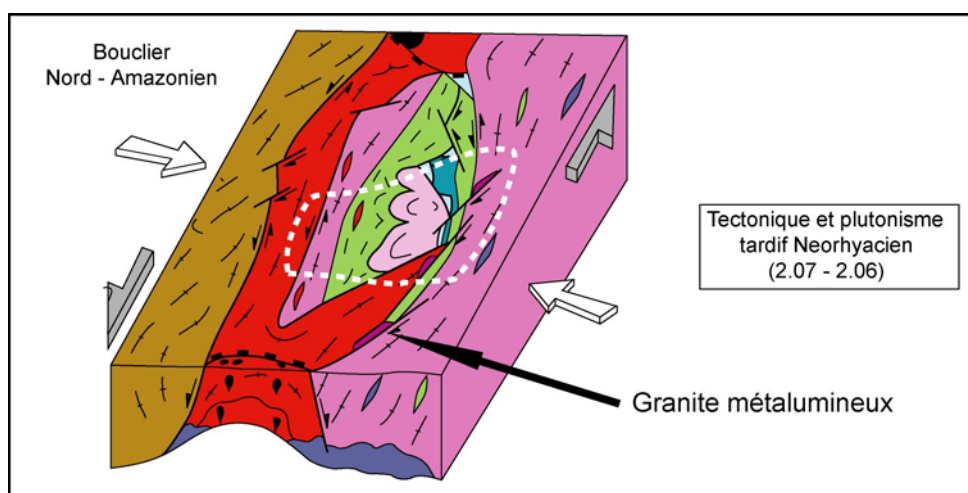
Entre 2,11 et 2,08 Milliards d'années, les deux continents sont accolés. On assiste alors à un coulisage (de sens senestre) entre ces deux continents. En association avec cette tectonique qui se poursuit, des granites se mettent en place au centre et au sud de la Guyane et des bassins sédimentaires d'origine détritique (cônes alluviaux et rivières) se forment au nord de la région.

Equivalents contemporains

Au Moyen Orient, la faille transformante de la Mer Morte, située entre la plaque Arabe et celle du Sinaï relie la Mer Rouge à la plaque Eurasiatique. Cette faille a un jeu senestre avec la plaque Sinaï qui se déplace vers le sud. A ce jeu de faille, est aussi associée la formation de bassins en pull apart* dont le plus célèbre est celui de la Mer Morte dont le fond est à près de 700 m en dessous du niveau de la mer.

2.4. NÉORHYACIEN ET ÉVÈNEMENT D2b (2,07-2,06 Ga)

Au cours de cette phase, on assiste à la mise en place de monzogranites métallumineux (à biotite et surtout à muscovite) en association avec un épisode tectonique D2b. Historiquement ce magmatisme, confiné au nord de la Guyane, correspondait aux granites « Galibi ».



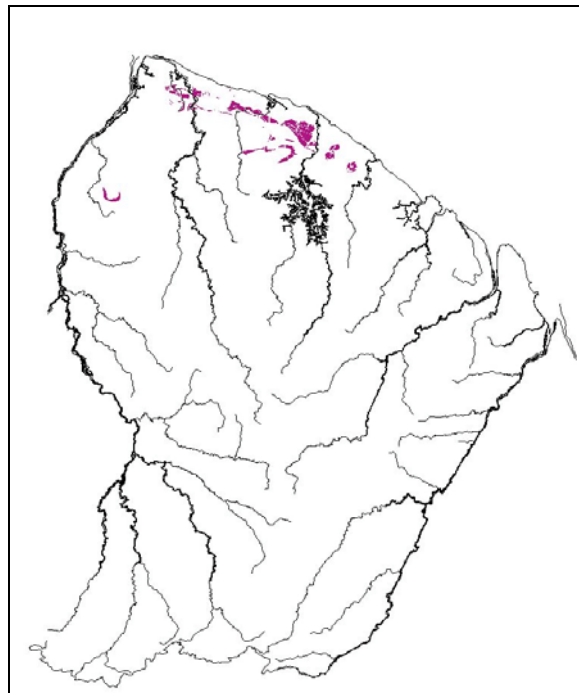
© Delor et coll. - 2003

Figure 9 - Modèle de plutonisme tardif en contexte local de coulisage dextre (phase D2b) au Néorhyacien (d'après Delor et coll., 2003b). En pointillé, l'emprise de la Guyane actuelle.

Sur la figure 9, on peut voir que ces granites métalumineux se mettent en place le long de couloirs de coulissage (transcurrents) dextres orientés WNW-ESE. Ces granites (figure 10) ainsi que des filons de pegmatite recoupent donc les bassins en pull apart* qui se sont formés au cours de la phase D2a.

Durant cet épisode D2b les bassins détritiques enregistrent une évolution Pression-Température-temps (P-T-t) atypique dite de type « antihoraire ». Elle est marquée par une transition depuis le champ de stabilité de l'andalousite jusqu'à celui du disthène. Cette évolution, reflète une chute des conditions thermiques et un retour à un gradient géothermique stable, globalement isobare. Ceci reflète donc d'une part l'absence d'épaississement crustal et d'autre part l'implication de magmas en profondeur dans un contexte distensif ou d'extension.

Cet épisode métamorphique est contemporain d'un même type d'évolution pression-température anti-horaire démontré plus à l'est au Surinam, où il culmine avec l'apparition de métamorphisme d'ultrahaute température des Monts Bakhuis qui a été daté aux environs de 2,07-2,05 Ga. Son interprétation en terme de gradient thermique anormalement élevé est corrélée avec des processus de remontée mantellique en réponse à l'étirement prolongé de la croûte au Paléoprotérozoïque. Certains phénomènes semblables (magmas charnockitiques*) sont connus de la même manière en Amapà où ils sont synchrones de processus de fusion.



© BRGM - 2004

Figure 10 - Représentation spatiale du magmatisme tardif au Néorhyacien.

A retenir

Entre 2,07 et 2,06 Milliards d'années, une seconde phase tectonique affecte les bassins « récemment » formés en même temps que s'observe la mise en place des derniers granites.

Equivalents contemporains

Un exemple de coulissage dextre est celui lié au contact entre la plaque Pacifique et celle d'Amérique du Nord dans le sud-ouest des Etats-Unis. La zone de la faille de San Andreas sépare Los Angeles et la péninsule de Basse Californie qui coulissent vers le nord par rapport à la plaque d'Amérique du Nord, qui elle semble aller vers le sud.

2.5. RÉSUMÉ SUR LE PALÉOPROTÉROZOÏQUE DE GUYANE

- L'architecture géologique précambrienne de la Guyane s'inscrit dans le cadre plus général du bouclier des Guyanes (figure 2). Elle résulte d'une évolution complexe, sur 150 Ma, au cours desquelles la chimie des magmas produits reflète successivement des étapes 1) d'océanisation, 2) de lignée trondhjémitique par subduction de ces termes océaniques 3) *in fine*, de lignée calco-alcaline par fusion de TTG. Cette évolution complexe combine la formation par accréation d'une croûte paléoprotérozoïque juvénile et le recyclage par érosion et/ou par fusion d'une croûte archéenne.
- Les stades initiaux de magmas basiques produits par « extraction mantellique » sont datés à 2,26 milliards d'années. Reliques les plus anciennes d'une croûte océanique précoce (figure 3), ils sont préservés au sein des formations de l'île de Cayenne.
- Un magmatisme de type TTG (lignée trondhjémitique) ainsi que les ceintures de roches vertes associées (2,18 à 2,13 milliards d'années) sont interprétées dans le cadre d'un modèle d'arc volcanique (figure 4) à l'aplomb d'une zone de subduction, liée à la convergence des cratons Nord-Amazorien et Ouest-Africain (stade D1). Deux « pulsations » magmatiques (TTG) majeures sont individualisées (figures 5 et 6) entre 2,18 et 2,13 milliards d'années. Les formations les plus jeunes, situées au cœur de cet arc volcanique, occupent une position centrale en Guyane. Les plus anciennes, localement migmatitiques, encadrent les plus jeunes (littoral guyanais et tiers sud de la Guyane).
- Un magmatisme granitique calco-alcalin et des processus de migmatitisation (figures 7 et 8) connexes affectent ensuite l'ensemble des TTG vers 2,11-2,08 milliards d'années. Il reflète la fermeture des bassins d'arcs volcaniques, et l'évolution associée du régime de subduction, vers un régime de coulissage senestre (stade D2a), sans épaissement crustal significatif des formations volcano-sédimentaires. L'ouverture de bassins détritiques s'effectue durant ce

stade D2a et matérialise les zones de distension préférentielle (modèle de bassins en pull apart*).

- La poursuite de ce régime d'étirement crustal se traduit (figures 9 et 10) par des cisaillements dextres et la mise en place synchrone de granites (stade D2b).
- L'évolution Pression-Température-temps similaire, observée dans les bassins détritiques de Guyane et les granulites du Surinam milite en faveur d'un gradient géothermique anormalement élevé durant un stade d'enfouissement, auquel succède un stade de refroidissement isobare. Une telle signature métamorphique, ainsi que le magmatisme granitique produit par la fusion des ensembles TTG-ceintures de roches vertes est interprétable en termes de remontée mantellique dans le cadre d'un étirement crustal prolongé de la croûte transamazonienne.

3. La tectonique des plaques au Paléoprotérozoïque

La mise en évidence des ouvertures et des fermetures océaniques, des déplacements, regroupements et séparations des grands ensembles continentaux date des années 1960.

Depuis cette révolution scientifique, de nombreuses recherches ont été menées pour étudier la dérive des continents au cours de l'histoire de la Terre.

On sait maintenant que les croûtes océaniques existantes sont toutes plus jeunes que 200 Ma. Les reconstitutions paléogéographiques des périodes plus anciennes ne peuvent donc se faire par « simple » fermeture des océans et il est nécessaire d'employer d'autres méthodes.

Si les comparaisons paléontologiques sur les faunes et flores anciennes ont été largement utilisées pour les périodes du Phanérozoïque, celles entre les boucliers plus anciens deviennent plus délicates. De plus, ces comparaisons permettent de reconstituer des assemblages continentaux, mais en aucun cas de caractériser leurs évolutions au cours du temps.

Le paléomagnétisme* est une méthode géophysique qui, par l'étude du signal magnétique (ou aimantation ou champ magnétique terrestre) fossilisé par les roches lors de leur formation et parfois au cours de leur histoire, amène à identifier la paléolatitude de fossilisation de ce signal. Lorsque cette aimantation fossile est étudiée sur des roches d'âge connu et qui se suivent, il est possible de retracer l'évolution d'un continent, d'un bloc ou d'un bouclier, au cours du temps et en latitude.

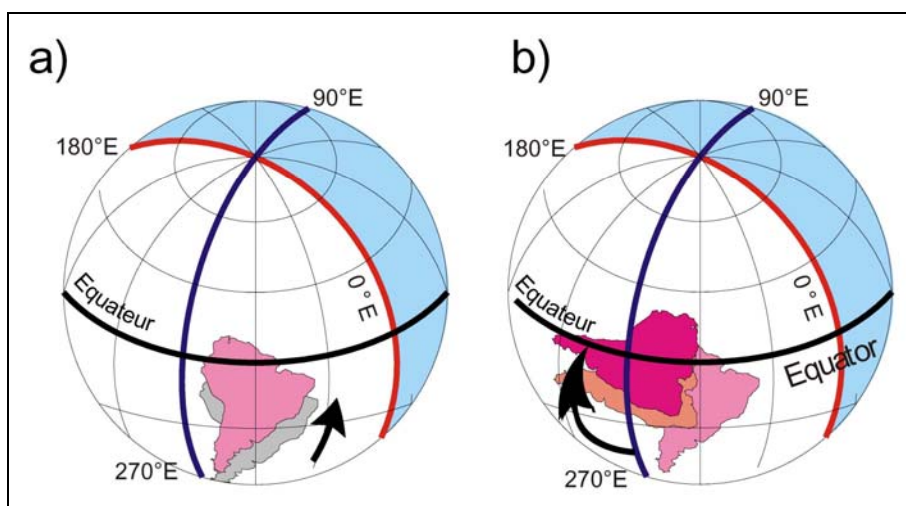
Entre 1996 et 2000, près de 1000 échantillons ont été prélevés en Guyane sur différentes roches couvrant toutes les périodes de l'histoire paléoprotérozoïque de la Guyane.

Il n'a pas été possible de caractériser une aimantation sur les roches d'âge antérieur à 2155 Ma. Ceci est probablement dû aux phases tectoniques et métamorphiques qui ont détruit ces signaux par réchauffement. En effet, toute aimantation peut être détruite au-dessus de 550°C. Par contre, des aimantations, bien caractérisées ont pu être obtenues sur des roches couvrant près de 100 Ma entre 2155 et 2060 Ma. Ceci nous amène à retracer l'évolution paléogéographique de la Guyane au cours du Paléoprotérozoïque.

3.1. PÉRIODE 2155 - 2115 Ma

Au cours de cette période, l'évolution en paléolatitudes est peu marquée. Sur la figure 11, on observe un léger déplacement de la Guyane, entre 2155 et 2145 Ma (figure 11a) puis entre 2145 et 2115 Ma (figure 11b).

D'une position initiale proche de l'équateur et donc semblable à celle actuelle, la Guyane subit des mouvements de rotation entre 2145 et 2115 Ma. Cette rotation est donc en apparence, le phénomène qui affecte la Guyane entre les deux phases plutoniques chimiquement très distinctes que sont celle à TTG qui s'achève vers 2130 Ma et celle granitique qui commence vers 2110 Ma. C'est aussi la période de transition entre le contexte de subduction et le régime de compression avec coulissage senestre.



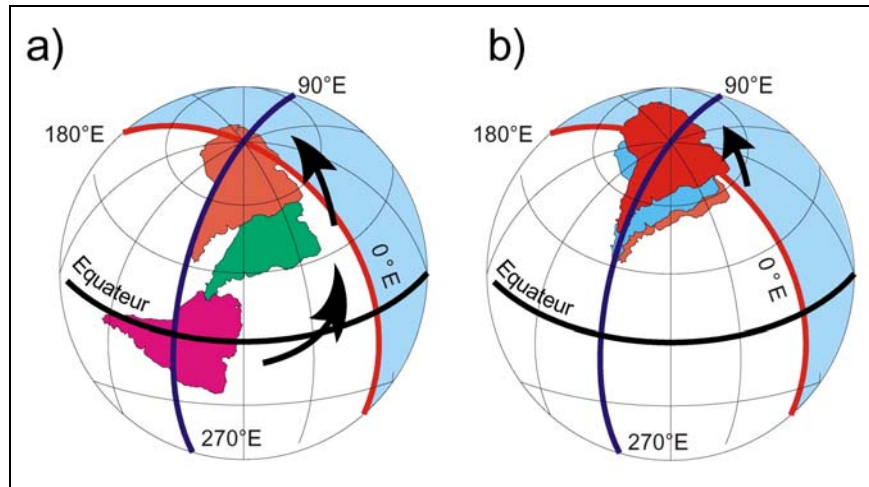
© BRGM - 2004

Figure 11 - Evolution paléogéographique de la Guyane entre 2155 (a) et 2115 Ma (b).

3.2. PÉRIODE 2115 - 2090 Ma

Entre 2115 et 2090 Ma, nous assistons à la mise en place de plutons granitiques accompagnés de quelques plutons de gabbros.

La Guyane quitte sa position équatoriale entre 2115 et 2095 Ma (figure 12a) pour venir jusqu'au pôle vers 2090 Ma (figure 12b) à l'époque de mise en place de la plupart des granites alcalins.



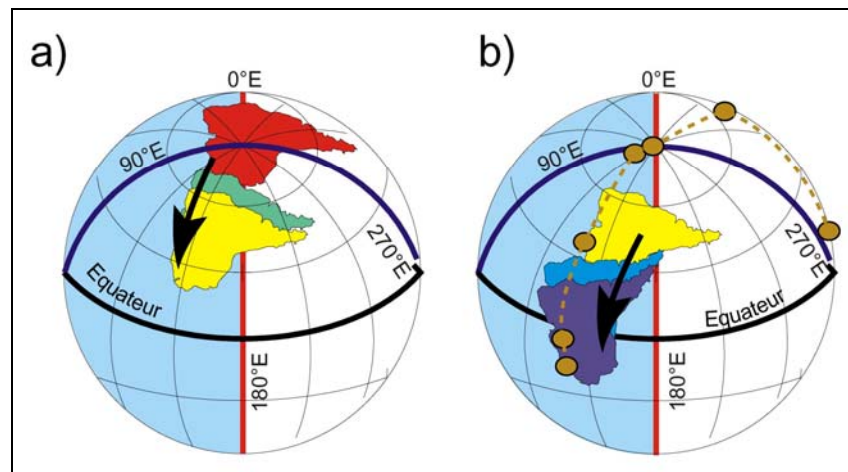
© BRGM - 2004

Figure 12 - Evolution paléogéographique de la Guyane entre 2115 (a) et 2090 Ma (b).

3.3. PÉRIODE 2090 - 2060 Ma

A partir de 2090 Ma, lors de la mise en place des granites calco-alcalins tardifs et de quelques plutons de gabbro, la Guyane quitte le pôle (figure 13a) et dérive vers le sud sur un méridien quasiment opposé à celui initial (figure 11a, 2155 Ma).

Elle retourne alors vers l'équateur (figure 13b) où vont se mettre en place les granites métallumineux d'âges compris entre 2070 et 2060 Ma.



© BRGM - 2004

Figure 13 - Evolution paléogéographique de la Guyane entre 2090 (a) et 2060 Ma (b).

L'évolution complète de la Guyane, entre 2155 et 2060 Ma est donc remarquable, comme on peut le voir sur la figure 13b (cercles bistres et trajet en pointillé), avec les localisations successives au cours de cette période. En effet, ce sont près de 180° en latitude qui ont été parcourus en 100 Ma ce qui indiquerait des vitesses de dérive moyenne de l'ordre de 20 cm/an avec probablement quelques « pointes ».

Ceci n'est pas possible dans le contexte actuel de la Tectonique des Plaques avec des dérives qui sont de l'ordre de 2 à 6 cm/an et des maximums qui dépassent rarement les 10 cm par an.

Mais que sait-on du régime thermique, des vitesses de dérive et des schémas géodynamiques dans les temps très anciens... ?

Ces résultats obtenus en Guyane sont un des premiers pas vers la compréhension de la Tectonique des Plaques au Paléoprotérozoïque. Seules de nouvelles données sur des périodes semblables et sur d'autres boucliers anciens (e.g. : Afrique de l'Ouest et du Sud, Australie, Amérique du Nord, Scandinavie...) permettront de faire avancer la connaissance.

A retenir

L'approche paléomagnétique des différentes roches de Guyane a permis de retracer, à partir des aimantations fossilisées dans ces roches, l'évolution paléogéographique de la Guyane. La Guyane a ainsi parcouru près de 20 000 km en 100 Ma.

Equivalents contemporains

L'Inde se trouvait, il y a 65 Ma au niveau de l'île de la Réunion et accolée à l'est de l'Afrique. En très peu de temps elle a dérivé sur plus de 4000 km pour venir s'accoler au continent eurasiatique et entraîner la formation de la chaîne himalayenne.

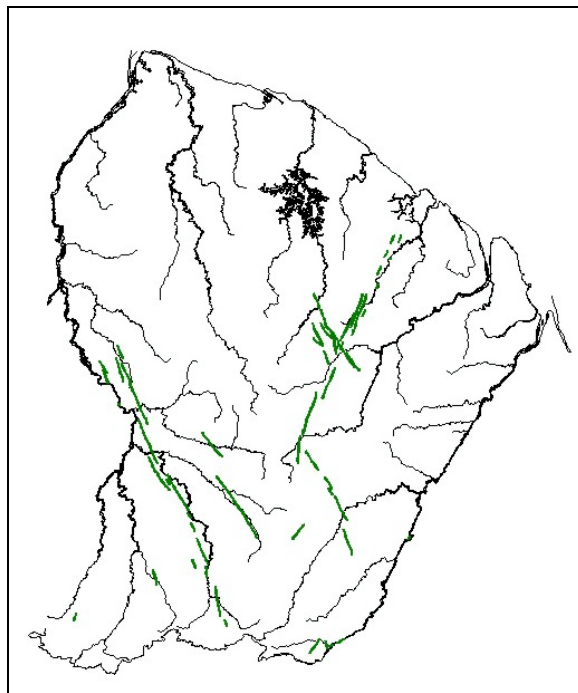
4. Le volcanisme post-paléoprotérozoïque

Les formations post-paléoprotérozoïques sont restreintes à des filons (dykes) volcaniques doléritiques (figure 14) qui traduisent des étapes de distension intracontinentale postérieures au refroidissement du bâti crustal transamazonien.

Le plus ancien est un filon, d'orientation NNE-SSW, à proximité de la Comté et daté à 1800 Ma.

Une génération d'âge Néoprotérozoïque "Tampok" d'axe NNW-SSE a été datée à 809 Ma à l'ouest de la Guyane, où elle constitue un réseau de filons en échelon depuis 4°N de latitude au nord de Maripasoula jusqu'à 2°30'N de latitude aux confins de la Guyane et du Brésil, dans la zone des Monts Tumuc Humac. Il pourrait être contemporain des petits filons datés au sud de l'Oyapock vers Trois Sauts et aux environs de 750 Ma.

Il convient de remarquer que cette gamme d'âge correspond à celle de dykes de kimberlites diamantifères au Venezuela.



© BRGM - 2004

Figure 14 - Champs filoniens volcaniques d'âge Protérozoïque

Compte tenu de la relative monotonie des assemblages minéralogiques doléritiques, quel que soit leur âge, il n'est pas exclu d'identifier d'autres générations de dolérites d'âge significativement différent et en rapport avec d'autres stades de distension intra-continentale.

Enfin, tout le long du fleuve Oyapock, on trouve des filons volcaniques orientés parallèlement à ceux du fleuve Comté. Même si leur âge n'est pas connu à l'heure actuelle, les directions paléomagnétiques y sont singulièrement différentes de celles observées généralement sur les filons volcaniques du Jurassique. Leur âge précis fait l'objet d'études en cours.

En dehors du contexte distensif de mise en place, l'origine de cette phase volcanique reste peu documentée et donc peu argumentée.

A retenir

Après la formation des grands ensembles plutoniques, volcaniques et sédimentaires au Rhyacien, quelques événements volcaniques sont observés en Guyane. Ils se traduisent par des filons (dykes) dont l'origine tectonique reste encore inconnue.

5. Le Phanérozoïque (540 Ma à l'actuel)

Le Phanérozoïque débute aux environs de 540 Ma avec l'ère Paléozoïque. Aucune trace de l'ancienne ère Primaire n'est présente en Guyane. Les terrains du Paléozoïque les plus proches sont situés sur les bordures sud du bouclier des Guyanes soit en limite externe du bassin de l'Amazone. On peut ainsi trouver des dépôts sédimentaires anciens au sud-ouest de Macapa, dans l'Etat d'Amapà au Brésil.

Au cours du Mésozoïque, seul un événement volcanique, vers 200 Ma, a marqué l'histoire de la Guyane.

Un phénomène lié principalement aux variations climatiques a aussi façonné le paysage depuis le Crétacé avec la formation de profils latéritiques entrecoupée par de grandes phases d'érosion.

Les seuls terrains sédimentaires de Guyane sont d'âge Paléocène, mais reconnus uniquement en sondage, et ceux du Quaternaire présents sur le littoral.

Ce sont donc ces différents aspects discontinus du Phanérozoïque qui vont être exposés dans les paragraphes suivants.

Il n'y a donc pas de fossiles et encore moins de dinosaures en Guyane et si, un jour, des animaux des domaines marins ou continentaux ont « foulés » la terre de Guyane, ils n'y sont pas restés ou leurs fossiles ont été décapés par les grandes phases d'érosion et d'altération qui ont marqué les derniers millions d'années.

Le contraste est donc saisissant entre une France métropolitaine où plus de 90 % des formations géologiques concernent cette période et la Guyane où moins de 10 % des roches, décrites ci-après, couvrent le Phanérozoïque.

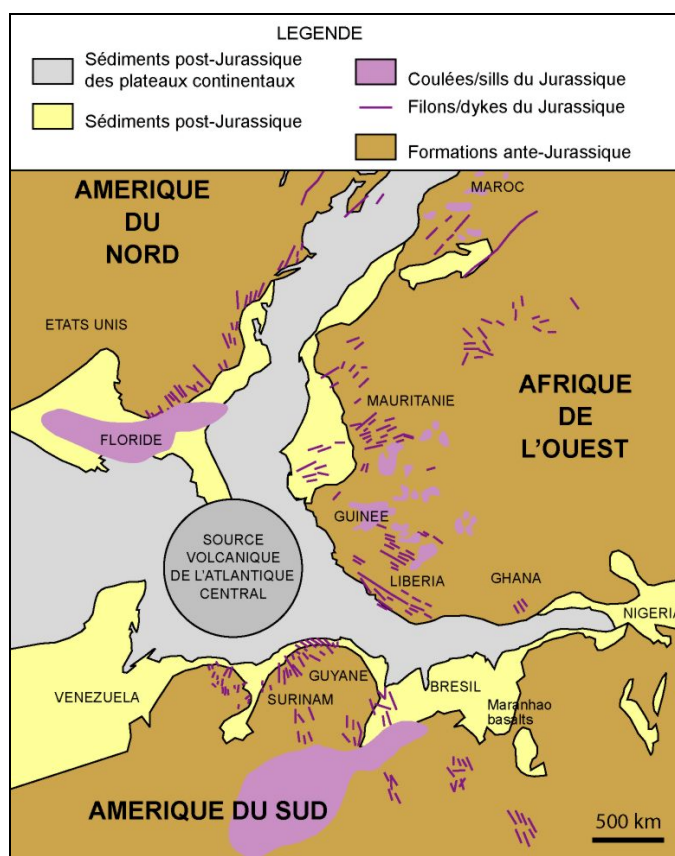
A retenir

Le début de la vie sur Terre n'a pas laissé d'empreinte en Guyane. Pas de fossiles, pas de dinosaures, aucune trace de ce qui a été à l'origine de la géologie notamment en Europe et en France métropolitaine.

5.1. LE VOLCANISME MÉSOZOÏQUE

La présence de filons et de coulées volcaniques de part et d'autre de l'Océan Atlantique est connue depuis près de 40 ans. En effet, on trouve de très nombreux filons ainsi que des coulées volcaniques de l'est des Etats-Unis au nord-est de l'Amérique du Sud d'une part, et du sud-ouest de l'Europe à l'ouest et au sud-ouest de l'Afrique de l'Ouest, d'autre part. Dès l'avènement de la Tectonique des Plaques, il a été possible de représenter ce volcanisme à l'époque où l'Océan Atlantique n'existait pas. C'est ainsi (figure 15) que l'on a pu mettre en évidence un essaim formé par tous ces filons et provenant d'une structure radiale dont le centre serait au sud de la pointe de la Floride. Depuis, les progrès technologiques, notamment dans le domaine de la radiochronologie, ont permis de préciser les âges de ce volcanisme qui apparaît aujourd'hui avoir été très proche de la limite Trias-Jurassique.

La majorité des âges connus varie entre 198 et 203 Ma. Cependant, les âges obtenus en Guyane indiquent une probable mise en place postérieure avec des datations qui oscillent entre 192 et 198 Ma.



© BRGM - 2004

Figure 15 - La Province Magmatique de l'Atlantique Central vers 200 Ma.

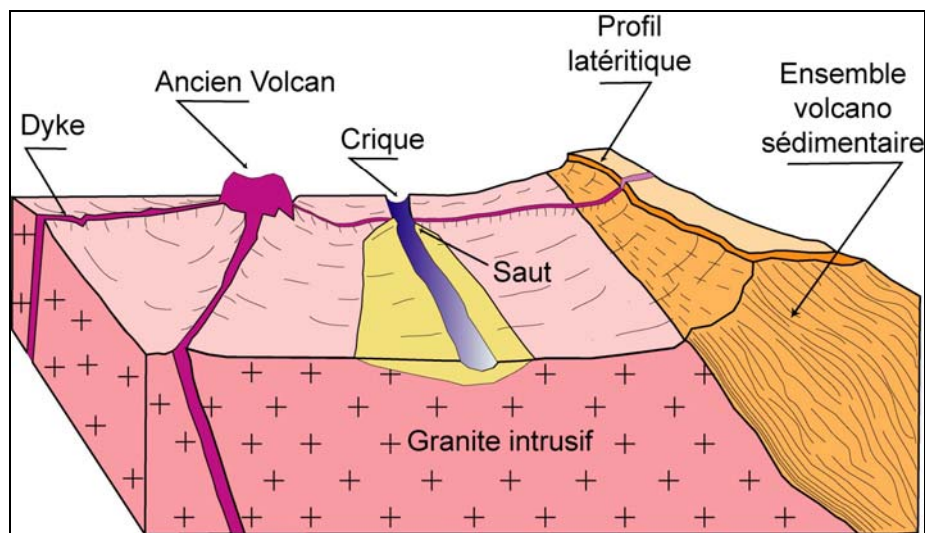
Les études actuelles testent l'hypothèse d'un lien très proche entre ce volcanisme de plus de 2 Mkm³ répartis sur 7 Mkm², dont la mise en place pourrait être très brève (moins de 1 Ma), et l'origine de la crise ayant marqué la limite Trias-Jurassique.

On rappellera ici que les limites géologiques des périodes plus jeunes que 540 Ma (le Phanérozoïque) sont principalement basées sur les disparitions puis apparitions d'espèces spécifiques.

Cette zone de volcanisme est appelée la Province Magmatique de l'Atlantique Central (CAMP en anglais). Elle marque les premières phases volcaniques de la fracturation du méga-continent « la Pangée » qui amènera à l'ouverture de l'Océan Atlantique nord puis central et enfin sud et ainsi à la séparation entre les Amériques d'une part, et l'Europe et l'Afrique d'autre part.

En Guyane, il n'y a pas de coulées (sills) mais uniquement des filons volcaniques. Ceux-ci peuvent être identifiés par différents noms qu'il convient ici de rappeler.

Ces roches volcaniques filoniennes sont souvent appelées : filon basaltique ou filon doléritique ou dyke, basalte, dolérite, gabbro, etc. On parle aussi parfois de diabase qui est un terme américain. Le terme de filon est lié au fait que ces roches volcaniques se mettent en place au travers de fractures qui recoupent toutes les séries antérieures sans se préoccuper de leur structuration (figure 16).



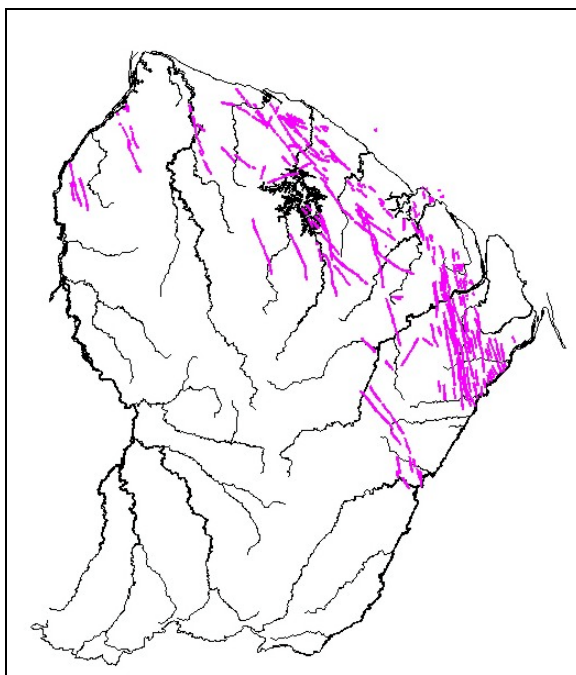
© BRGM - 2004

Figure 16 - Représentation schématique des filons volcaniques (dykes).

Ces filons sont généralement verticaux. Le terme dyke vient de l'anglais « dike » qui veut dire « une digue ». Ces filons forment souvent une barrière naturelle de ce type par son érosion différentielle par rapport aux roches environnantes. En Guyane, de nombreux sauts sont ainsi marqués par ces dykes. Le terme de basalte ou basaltique est lié à une chimie de ces roches qui est très proche de celle plus générale des basaltes ou roches basaltiques qui représentent plus de 90% des roches volcaniques des continents et des océans.

Enfin les deux termes les plus utilisés en Guyane sont la dolérite et le gabbro. La dolérite est à grain très fin, visible à la loupe et issue d'un refroidissement rapide. Le gabbro a refroidi plus lentement et ainsi permis une cristallisation plus développée de minéraux qui sont visibles à l'œil nu. En Guyane, les cœurs des filons sont souvent gabbroïques.

Les filons doléritiques du mésozoïque ont deux orientations principales (figure 17).



© BRGM - 2004

Figure 17 - Champs filoniens volcaniques du Mésozoïque.

Ces dykes sont généralement orientés N-S à NNW-SSE. Ce sont ceux que l'on trouve essentiellement à partir de Cayenne et sur toute la zone nord-est de la Guyane jusqu'à la frontière avec le Brésil. Ils font quelques centimètres à quelques dizaines de mètres de large (ou de puissance). On peut observer entre deux et cinq filons par kilomètre que ce soit sur la côte rocheuse de Cayenne ou sur les fleuves et criques de l'est de la Guyane (nord du fleuve Oyapock, crique Gabaret,...).

L'autre direction reconnue est NW-SE. Le filon le plus important fait partie de cette famille. Il s'étend de la Montagne Plomb au SW de Kourou jusqu'à la Montagne Maripa entre Cayenne et Régina. Sur près de 100 km, ce filon peut atteindre 500 m à 1 km de large et culmine en altitude au-dessus de 200 m à la Montagne Bagot.

Du point de vue de la minéralogie de ces dolérites deux assemblages sont généralement rencontrés. Les minéraux essentiels sont des pyroxènes (clinopyroxène de type augite ou pigeonite) et des plagioclases (principalement du labrador). Les différences proviennent de la présence d'olivine ou de quartz. On trouve aussi beaucoup de magnétite et d'ilménite et certains filons peuvent renfermer de la pyrite ou des « mouches » (petits points visibles à l'œil nu) de cuivre.

Du point de vue géochimique, ces filons sont des basaltes de composition semblable à celle des basaltes océaniques appelés aussi MORB de l'anglais Mid Oceanic Ridge Basalt (basaltes de la ride médio-océanique).

A retenir

Vers 200 millions d'années, à la limite entre le Trias et le Jurassique, le mégacontinent appelé « Pangée » se fracture, et des filons et coulées volcaniques se mettent en place sur les bordures de ce qui deviendra l'Océan Atlantique. En Guyane, on observe uniquement des filons qui sont très nombreux et recoupent toutes les formations du Précambrien.

5.2. LES ALTÉRATIONS LATÉRITIQUES

Ce chapitre traite des phénomènes d'altération dans le cadre de l'histoire géologique de la Guyane. Le lecteur pourra obtenir des informations complémentaires au sein des fiches thématiques sur les latérites.

Les latérites ne sont pas représentées sur la carte géologique de la Guyane à 1/500 000 car elles seraient quasiment omniprésentes et masqueraient donc toutes les autres formations et informations décrites dans les chapitres précédents. A une échelle plus détaillée (à 1/100 000), il est possible de les représenter sous la forme de leur partie supérieure : la cuirasse latéritique.

Ces formations ont été très peu étudiées en Guyane avant les dix dernières années, si ce n'est sous l'angle économique avec la cartographie et les estimations de potentiel exploitable des bauxites (cuirasses alumineuses).

La faible valeur commerciale des bauxites de Guyane et les surcoûts potentiels d'exploitation ont finalement laissé ces cuirasses en l'état, et le champ libre aux études scientifiques.

Sous l'effet conjugué du climat et de la tectonique, les roches de Guyane se sont altérées chimiquement dans un premier temps sous une forme meuble (saprolite à dominante argileuse kaolinique) puis sous une forme indurée (cuirasse riche en aluminium et en fer). Les variations climatiques entre des périodes de saisons chaudes et humides à très humides puis des périodes de climat plus tempéré à sec, ont façonné le paysage par des processus successifs d'altération chimique et d'érosion mécanique.

Certaines roches s'altèrent plus rapidement que d'autres et permettent la formation de cuirasse. Ainsi, les granites seront lentement transformés en arène sableuse, car riches en quartz peu altérable. Par contre des roches d'origine sédimentaire argileuse et surtout des roches volcaniques permettront, et plus rapidement, le développement de cuirasses latéritiques.

5.2.1. Les paléosurfaces étagées de Guyane

Sur l'ensemble du bouclier des Guyanes et donc aussi en Guyane française, il est possible d'observer une organisation par étages des paléosurfaces cuirassées. Entre le niveau de la mer et 200-300 m d'altitude le long de la côte Atlantique et notamment autour de Cayenne, ces surfaces peuvent se retrouver entre 100-200 m et 600-700 m d'altitude vers l'intérieur de la Guyane.

A Cayenne (figure 18), trois surfaces au moins ont pu être identifiées.

- La première surface (Unité 1 ou U1) forme des plateaux sub-horizontaux de haute altitude (à partir de 80 m). On peut les observer jusqu'aux plus hauts sommets de l'île de Cayenne (Mahury, Matoury). La cuirasse y est très épaisse (8 à 15 m) et de nature alumino-ferrugineuse à bauxitique.
- La seconde surface (Unité 2 ou U2) est localisée entre 20 et 50 m d'altitude. La cuirasse y est moins développée (5 à 8 m d'épaisseur) et correspond aux reliefs plus « moutonnés » des petites collines telles que la Mirande ou le Petit Matoury.
- La troisième surface (Unité 3 ou U3) se situe entre 0 et 25 m d'altitude avec des cuirassements (1,5 à 4 m d'épaisseur) reconnus en dessous du niveau actuel de la mer. Elle forme la pénéplaine* de l'île de Cayenne que l'on peut observer en de nombreux endroits et notamment le long de la route de la Matourienne.

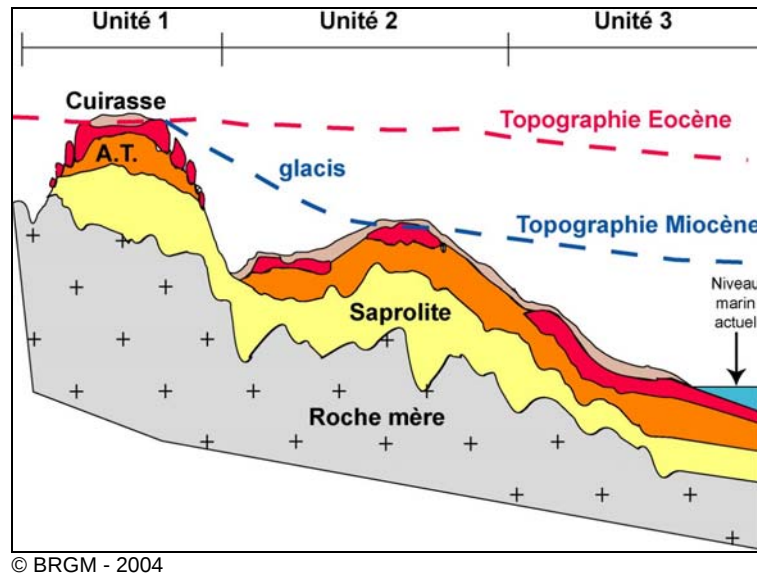


Figure 18 - Représentation schématique des paléosurfaces étagées (d'après Théveniaut et Freyssinet, 1999).

Des études actuelles sur différents secteurs (Montagne Plomb, Cacao) semblent mettre en évidence la présence d'au moins quatre paléosurfaces. Ceci amènerait à séparer, dans la région de Cayenne, les ensembles cuirassés situés entre 80 et 150 m d'altitude de ceux situés au delà.

Ces phénomènes d'altération engendrent donc la formation de nouveaux minéraux. Malheureusement, rares sont les minéraux néoformés pouvant faire l'objet de datations absolues.

C'est ainsi qu'en Guyane, la datation a été faite de manière relative en analysant l'aimantation fossile portée par des minéraux magnétiques néoformés, tels que l'hématite. La méthode du paléomagnétisme ne permet pas d'obtenir d'âge très précis mais dans le cas de la Guyane, les âges obtenus ont amené à établir une chronologie de la formation des trois surfaces identifiées autour de Cayenne (figure 16).

L'Unité 1 est donc d'âge Eocène alors que les Unités 2 et 3 sont d'âge Miocène supérieur et terminal.

Ces datations nous permettent donc de proposer (figure 18) une topographie probable à l'Eocène puis au Miocène avec d'anciennes pénéplaines aujourd'hui quasiment disparues à l'exception de celle de la région de Cayenne et des restes des phases d'altération antérieures.

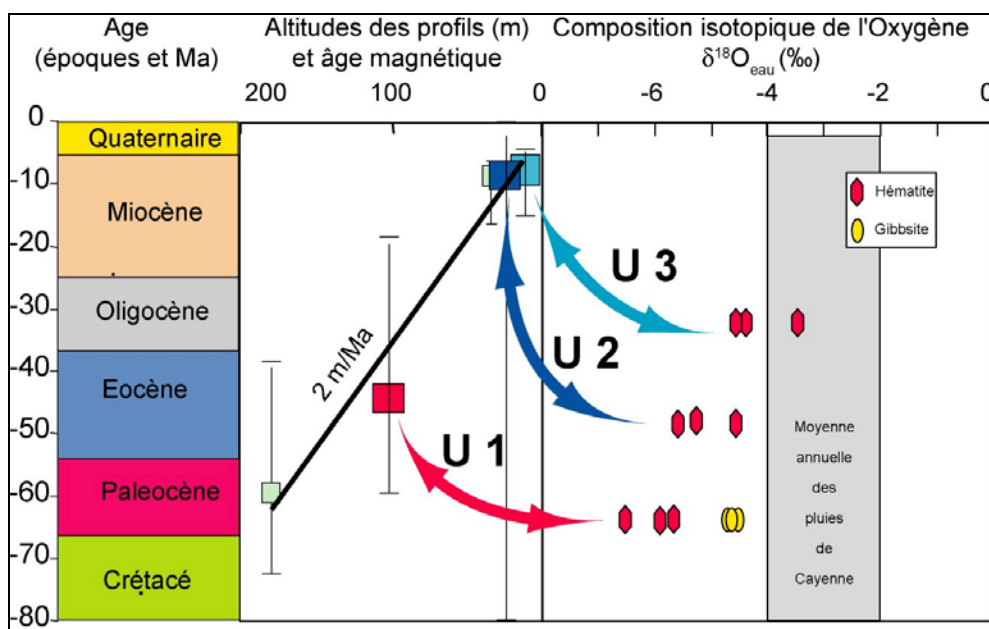
5.2.2. Paléoclimats de ces paléosurfaces

Les variations successives de niveaux de pénéplaines, dont les témoins ont pu être datés, nous renseignent sur les phases d'érosion qui ont succédé ou se sont intercalées entre les grandes phases d'altération chimique et ont donc abaissé les niveaux de référence de la topographie de la Guyane.

En comparant (figure 19) les âges magnétiques obtenus sur différentes paléosurfaces avec les altitudes actuelles des profils étudiés en Guyane (carrés rouge et bleu) et au Surinam (carrés verts), il est possible d'estimer la vitesse d'érosion entre chaque paléosurface. La pénéplaine la plus récente (Unité 3 ou U3) se situe vers 20 m d'altitude, celle d'âge Eocène (Unité 1 ou U1) se trouve vers 100 m d'altitude. Une autre paléosurface étudiée au Surinam et d'âge Paléocène est située vers 200 m d'altitude. Ces relations âge/altitude nous amènent donc à estimer à 2 m/Ma en moyenne la vitesse d'érosion affectant le bouclier des Guyanes depuis le Paléocène.

Des études sur la composition isotopique de l'oxygène ($\delta^{18}\text{O}$), réalisées antérieurement dans l'ouest de la Guyane ont permis de mettre en évidence des enregistrements des effets climatiques anciens dans les minéraux néoformés de l'altération supergène (kaolinite, goethite).

Cette approche a donc aussi été utilisée sur les profils de la région de Cayenne et préférentiellement sur l'hématite, le minéral néoformé porteur du signal magnétique ancien.



© BRGM - 2004

Figure 19 - Résultats magnétiques et isotopiques des cuirasses de Cayenne.

Ces résultats montrent (figure 19) qu'aucune paléosurface ne présente un signal isotopique identique, équivalant à celui des eaux de pluie (météoriques) actuelles de Cayenne. La paléosurface la plus jeune (Unité 3 ou U3) montre néanmoins un signal proche de celui actuel.

Il y a aussi une évolution apparente avec le temps du signal isotopique de l'oxygène, avec des valeurs de plus en plus négatives vers l'ancien, pouvant traduire une évolution climatique.

Enfin on observe une similitude entre le signal enregistré par l'hématite de l'Unité 2 (U2) et celui de la gibbsite (minéral alumineux) de l'Unité 1. Ceci pourrait être interprété comme une évolution de l'Unité 1 (U1) vers la bauxitisation lors de la phase d'altération à l'origine des paléosurfaces de l'Unité 2.

Les conclusions de ces travaux sont :

- A partir du Crétacé supérieur et surtout à l'Eocène, sous l'influence d'un climat tropical chaud et humide contrasté et de type moussonique, de grandes altérations chimiques engendrent la formation de pénéplaines dont on retrouve les traces aujourd'hui vers 80-150 m d'altitude à Cayenne.
- A l'Oligocène, le climat devient plus sec, le niveau marin moyen est beaucoup plus bas et l'érosion de la pénéplaine Eocène engendre la formation de nouveaux reliefs moutonnés.
- Au Miocène, le climat redevient plus humide et de type moussonique, les reliefs moutonnés s'altèrent et forment une nouvelle surface cuirassée ondulée que l'on retrouve actuellement vers 20-50 m d'altitude à Cayenne.
- Au Miocène terminal, après un possible intermède plus sec et donc érosif, le climat humide, assez proche de celui actuel amène à la formation d'une pénéplaine qui est celle située entre 0 et 20 m d'altitude, où sont implantés toutes les villes des environs de Cayenne.
- Actuellement, même si le climat reste chaud et humide, seules les zones supérieures à 50 m d'altitude peuvent être encore en phase d'altération latéritique mais le phénomène prédominant est le démantèlement des cuirasses anciennes.

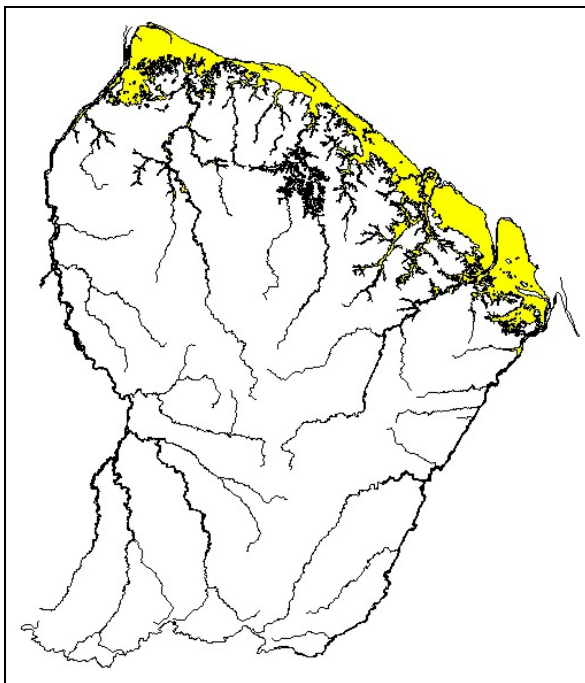
A retenir

Les phénomènes d'altération supergène sont particulièrement développés sous les climats tropicaux et équatoriaux. Leurs traces sont très importantes en Guyane où ils ont façonné le paysage en pénéplaines successives avec des intercalations de grandes phases d'érosion. Les produits principaux de ces altérations chimiques intenses sont les cuirasses. Elles se sont formées au Cénozoïque inférieur, peut être même déjà au Crétacé. Les phases de cuirassement ont laissé des restes de plateaux anciens qui forment de nombreux reliefs de la Guyane.

5.3. LE QUATERNAIRE

Quelques compléments à ce chapitre, sur les phénomènes actuels, pourront être obtenus au travers des fiches thématiques sur le littoral.

Les formations sédimentaires récentes de Guyane sont confinées sur la bande côtière (figure 20) où elles représentent une bande de 5 à 50 km de largeur. Tous les terrains affleurant sont récents et de la période Quaternaire.

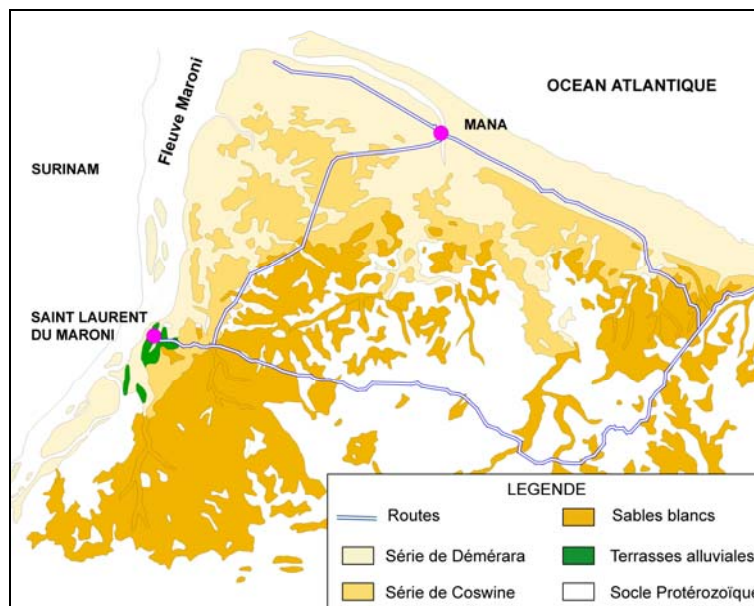


© BRGM - 2004

Figure 20 - Formations du Quaternaire de Guyane

Il est cependant important d'indiquer que des terrains sédimentaires plus anciens, pouvant aller jusqu'à la limite Crétacé-Paléocène, ont été reconnus dans des sondages réalisés vers la fin des années 1950. Des niveaux calcaires y ont été identifiés, en alternance avec des niveaux marneux ou argileux. Ces âges relatifs pourraient donner lieu à des révisions mais aucune étude sur cette problématique n'a été entreprise depuis quarante ans.

Nous décrivons dans ce qui suit, les formations du Quaternaire qui affleurent en Guyane et qui sont donc représentables sur des cartes géologiques et observables à l'affleurement.



© BRGM - 2004

Figure 21 - Formations du Quaternaire de Guyane vers Mana et Saint-Laurent-du-Maroni.

Si l'on fait abstraction des alluvions récentes et actuelles que l'on peut observer le long des fleuves, notamment en période d'étiage, quatre grandes formations sont reconnues.

C'est au nord-ouest de la Guyane, dans la région de Saint-Laurent-du-Maroni et de Mana (figure 21) que l'on peut toutes les rencontrer.

Il y a tout d'abord les terrasses alluviales anciennes, surélevées par les effets de la tectonique récente (cf. 5.3.3.) puis les ensembles successifs de dépôts marins à fluviaux-marins avec « la Série détritique de base » puis « la Série de Démérara » et enfin celle de « Coswine ».

Ce sont ces trois ensembles sédimentaires fluviaux-marins qui sont détaillés dans ce qui suit.

5.3.1. La Série Détritique de Base

La série la plus ancienne connue est calée en âge de manière relative car elle n'a pas été datée et elle repose, en discordance, sur les formations du socle* Protérozoïque tout en étant recouverte par les autres formations datées plus récentes.

Son âge présumé pourrait être le Pliocène (ancienne limite supérieure du Tertiaire) ou le Pléistocène (Quaternaire ancien).

Ces formations sédimentaires s'appellent « La Série Détritique de Base » car elles forment de vastes placages structurés, principalement entre Sinnamary, Organabo et Saint-Laurent-du-Maroni, en discordance sur le socle en plateau incliné vers le nord.

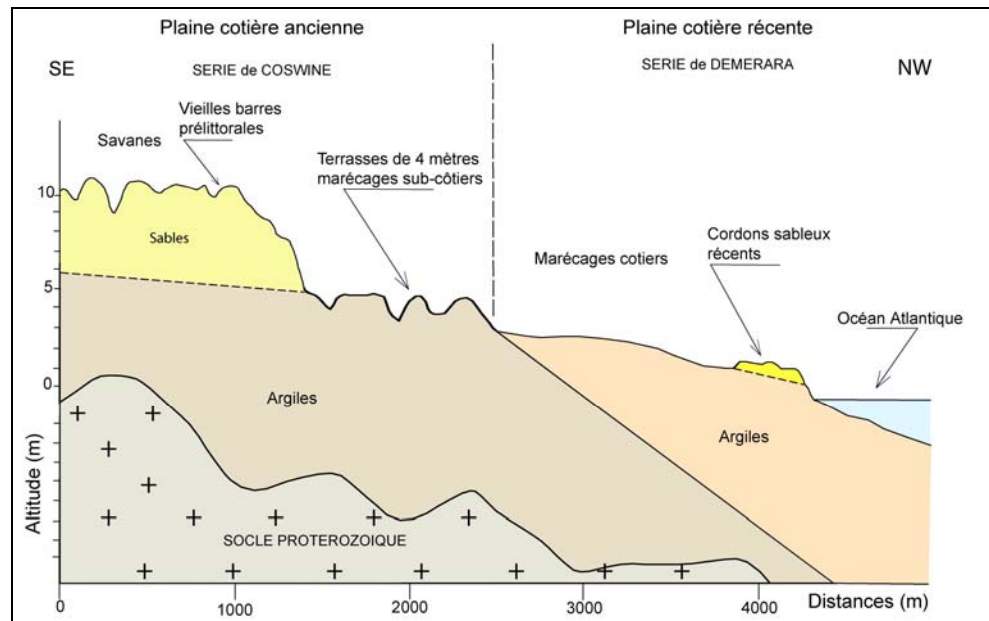
Il s'agit d'un ensemble de sables blancs assez homogènes, hétérométriques, souvent à dragées et galets de quartz pouvant dépasser 10 cm, indiquant une origine fluviatile. Ils sont par endroits très purs, par endroits chargés en minéraux lourds (tourmaline, staurotide, disthène etc.), mais souvent destructurés par la podzolisation* et la pédogenèse à proximité de la surface. Parfois, dans leur partie avale, ils peuvent surmonter ou être interstratifiés avec des couches d'argiles kaoliniques remaniées.

5.3.2. La plaine côtière

Au-dessus de la Série Détritique de Base, on trouve des formations argilo-sableuses, d'origine marine à fluvio-marine. Elles occupent la partie basse côtière, surtout entre Cayenne et Iracoubo, puis entre Organabo et Awala-Yalimapo, et correspondent à des dépôts littoraux classiques. On distingue (figure 22), une plaine côtière ancienne (5 à 15 m), et une plaine côtière récente (0 à 5 m).

Ces formations sédimentaires récentes correspondent à des phénomènes relativement complexes d'apports détritiques fluviaux autochtones et allochtones. Ils ont été repris en milieu marin littoral et donc soumis à des alternances de transgressions et de régressions marines plus ou moins rapprochées.

Enfin quelques complications existent en raison de mouvements verticaux récents et encore actuels de la marge du bouclier guyanais. Celui-ci est en effet en surrection à l'ouest de Cayenne et en subsidence à l'est.



© BRGM - 2004

Figure 22 - Coupe schématique de la plaine côtière de Guyane (d'après Turenne, 1977 in Palvadeau, 1999).

5.3.2.1. La plaine côtière ancienne : Série de Coswine

Sur la plaine côtière ancienne (figure 22), en contact avec le socle au sud et la plaine côtière au nord, on trouve les dépôts sablo-argileux de la série dite de « Coropina-Coswine ».

Ces dépôts correspondent à des sédiments détritiques d'origine continentale, qui proviennent probablement d'une phase d'arénisation très intense du socle Protérozoïque. Les éléments altérés ont ensuite été transportés sur de faibles distances puis se sont déposés dans des milieux d'estuaires ou de lagunes peu profonds et avec de possibles reprises dans un environnement de plages.

Ces formations sont principalement confinées aux zones de savanes intermédiaires.

On y distingue des argiles bicolores gris-bleu à marbrures ferrugineuses, plus ou moins sableuses dans les parties en amont (vallée de la Mana), surmontées par des cordons pré-littoraux sableux anciens complètement déstructurés (entre la crique Coswine et l'Acarouany, au pied de la montagne de Kaw et des monts de l'Observatoire).

La limite inférieure est estimée à 350 000 ans (350 ka) alors que des âges de plus de 48 000 ans (48 ka) ont pu être mis en évidence par des datations au C14 mais en limite de la méthode. L'âge de ces formations se situe au Pléistocène supérieur.

5.3.2.2. La plaine côtière récente : Série de Démérara

Sur la plaine côtière récente (figure 22), donc le long de la côte, se trouvent des dépôts argilo-limoneux et sableux de la série dite de Démérara. Ils correspondent à une plaine de remblaiement à partir de matériaux d'origine fluviale et de granulométrie moyenne à fine.

Ces dépôts sont caractéristiques du milieu marin littoral et leur origine est très probablement associée aux fleuves côtiers et surtout au fleuve Amazone.

Cette plaine est constituée d'une alternance de cordons littoraux sableux, comme le grand cordon allant de Mana à Awala-Yalimapo, et de bassins d'accumulation d'argiles grises à matière organique parfois pyriteuse, de vases et de sables, généralement marécageux et souvent tourbeux.

Ces formations correspondent aux savanes littorales de la région de Mana, et aux zones internes des marais de Kaw et de la Pointe Béhague.

Des datations au C14 ont permis d'estimer son âge entre l'Holocène (10 000 ans) et le présent.

L'origine de ces formations provient d'un contexte sédimentaire qui se poursuit actuellement sur le littoral guyanais. On y trouve en particulier l'alimentation en éléments détritiques fins provenant des fleuves et des rivières. Sont aussi présents, la migration des bancs de vases d'est en ouest, en liaison avec la charge solide (éléments détritiques fins) provenant de l'Amazone, cette charge étant poussée par le courant nord-amazonien.

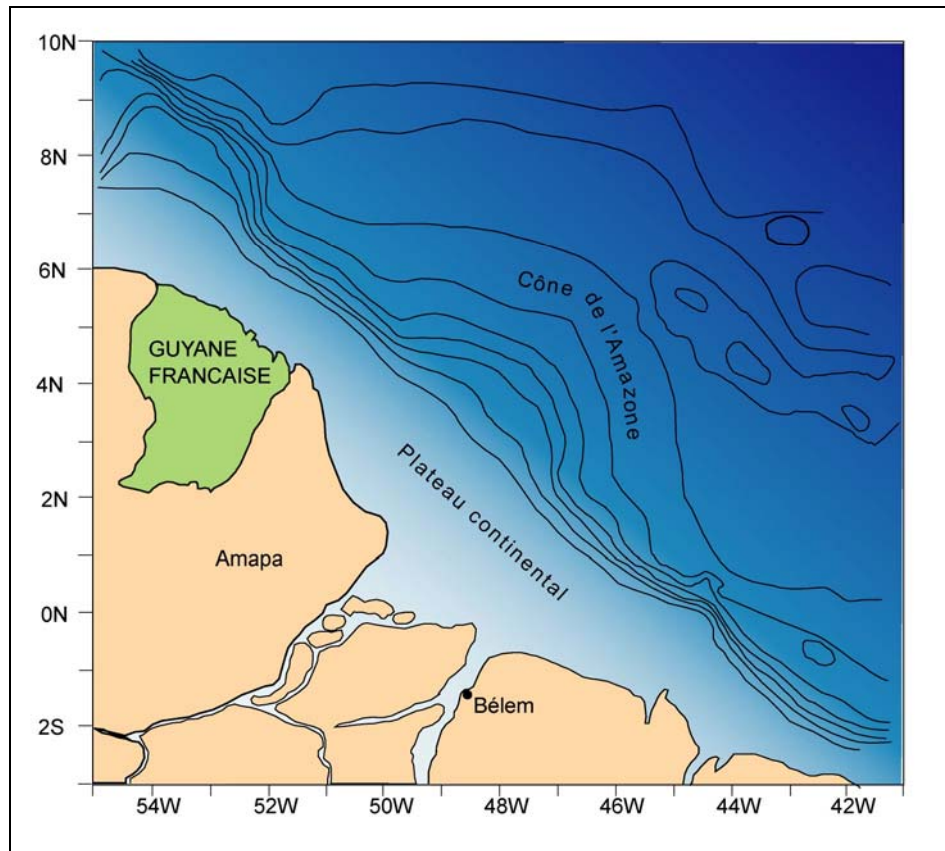
On assiste donc à un processus d'engraissement ou d'érosion souvent spectaculaire, avec des variations du trait de côte de plusieurs kilomètres en quelques années.

5.3.3. La Néotectonique

Si le contexte tectonique actuel de la Guyane est celui caractéristique d'une marge passive avec une sismicité faible à nulle, des instabilités ont pu être observées et caractérisées (quantifiées).

Avec trois à cinq séismes de faible amplitude en près de trois siècles, la Guyane reste d'une grande stabilité et donc bien l'endroit idéal qui a été choisi il y a près de quarante ans pour l'implantation du Centre Spatial Guyanais.

La singularité de la Guyane vient du fait qu'au nord-est de l'Amérique du Sud, elle est la seule région présentant une côte rocheuse, depuis le sud de l'Amazone et jusqu'au nord du fleuve Orénoque.



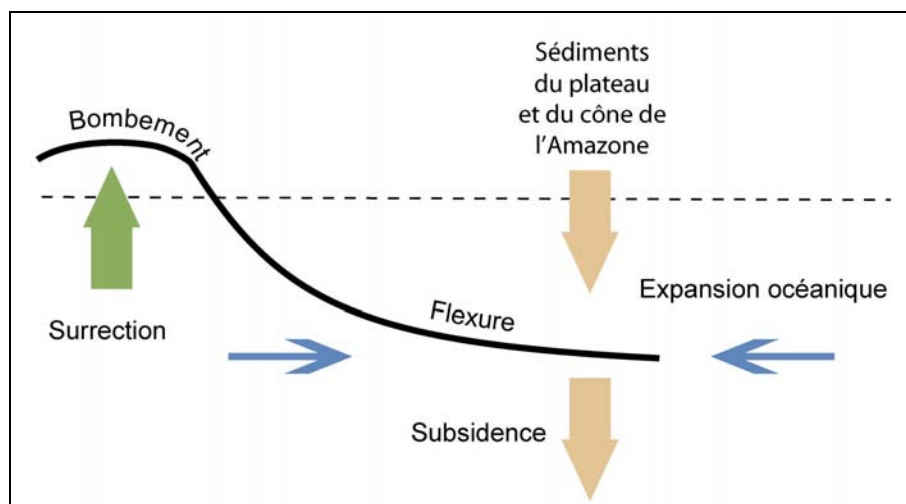
© BRGM - 2004

Figure 23 - Bathymétrie de la côte guyano-brésilienne avec le cône de l'Amazonie (d'après Palvadeau, 1999).

Des études récentes montrent qu'en Guyane, le bouclier guyanais ancien est plus instable que prévu et qu'il subit l'effet d'un soulèvement épi-orogénique. Il se produit actuellement une subsidence en mer et une surrection à terre. Ceci est le fruit d'une flexure et du bombement associé de la marge sous le poids des sédiments du plateau continental et principalement ceux du cône de l'Amazonie (figure 23).

En réponse à cette charge, on observe une réponse élastique (figure 24) de la partie terrestre, sous forme d'un bombement qui induit un champ local de contraintes extensives. Celles-ci sont orientées perpendiculairement à la marge (N 30°) et donc à la côte.

On observe ainsi en Guyane, depuis 6 000 ans, une zone en subsidence à l'est de Cayenne (marais de Kaw et Pointe Béhague), tandis qu'à l'ouest de Cayenne, et jusqu'au niveau de la rivière Commewijne au Surinam, la zone côtière est affectée par un mouvement de soulèvement. Cette surrection atteindrait environ 5 m pour l'ensemble de la plaine côtière depuis 120 000 ans.



© BRGM - 2004

Figure 24 - Modèle tectonique et rôle du cône de l'Amazonie (d'après Palvadeau, 1999).

D'autre part, on notera que la direction des contraintes extensives (N 30°) est aussi celle privilégiée d'orientation des fleuves en zone côtière, de l'Oyapock au Maroni. Ces fleuves, dans la partie ouest (Maroni, Mana, Organabo...), limitent également les bassins sédimentaires du Quaternaire qui sont inclinés vers le nord et pourraient donc être des zones d'accidents tectoniques même si aucune étude précise n'a pu jusqu'ici étudier ce phénomène en détail.

A retenir

Sous l'effet conjugué des variations du niveau marin, des apports des produits d'érosion des fleuves de Guyane et surtout des apports sédimentaires liés au fleuve Amazone, le littoral de Guyane a enregistré des phénomènes sédimentaires successifs mais récents. On y observe principalement des alternances de sables et d'argiles.

Bibliographie guyanaise

Liste des ouvrages ou articles scientifiques ayant été consultés ou utilisés pour la réalisation de ce livret.

GÉOLOGIE DU SOCLE PROTÉROZOÏQUE

- Choubert B., 1974. Le Précambrien des Guyanes. Mém BRGM, Orléans. 81, 213p.
- Delor C., Lahondère D., Egal, E., Marteau P., 2001. Carte géologique de la France à 1/500 000, Guyane, 2ème édition, Orléans, BRGM.
- Delor C., Lahondère D., Egal E., Lafon J-M, Cocherie A., Guerrot C., Rossi P., Truffert C., Theveniaut H., Phillips P., Avelar G.V., 2003a : 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.
- Delor C., de Roever E.W.F., Lafon J-M, Lahondère D., Rossi P., Cocherie A., Guerrot C., Potrel A., 2003b : The Bakhuys ultrahigh-temperature granulite belt (Suriname): II implications for late Transamazonian crustal stretching in a revised Guiana Shield framework. Géologie de la France, 2-3-4, 207-230.
- Delor C., Perrin J., Truffert C., 1998 : Images Géophysiques de socle. Géochronique, 67, 7-12.
- Egal E., Mercier D., Itard Y., Mounie F., 1992 : L'ouverture de bassins en pull-apart ou Protérozoïque inférieur : nouveaux arguments dans le nord du craton guyanais. C. R. Acad. Sci. Paris, 314, II, 1499-1506.
- Gibbs A. K., Barron C. N., 1993 : The Geology of the Guiana Shield. Oxford Monographs on Geology and Geophysics, 22, 246 p.
- Ledru P., Lasserre J.L., Manier E., Mercier D., 1991 : Le Protérozoïque inférieur nord guyanais: révision de la lithologie, tectonique transcurrente et dynamique des bassins sédimentaires. Bull. Soc. Géol. France, 162-4, 627-636.
- Ledru P., Johan V., Milési J.P., and Tegye M., 1994. Markers of the last stages of the Paleoproterozoic collision: evidence for a 2 Ga continent involving circum-South Atlantic provinces. Precambrian Research, 69, 169-191.
- Marot A., 1988. Guyane Sud. Carte Géologique de la France a 1/500000 - Département de la Guyane. Ed. BRGM. Notice explicative. 86p.

- Milesi J. P., Egal E., Ledru P., Vernhet Y., Thiéblemont D., Cocherie A., Tegye M., Martel-Jantin B., Lagny P., 1995 : Les minéralisations du nord de la Guyane française dans leur cadre géologique. *Chronique de la Recherche Minière*, 518, 5-58..
- Milesi J.P., Lerouge C., Delor C., Ledru P., Billa M., Cocherie A., Egal E., Fouillac A.M., Lahondere D., Lasserre J.L., Marot A., Martel-Jantin B., Rossi Ph., Tegye M., Théveniaut H., Thiéblemont D., Vanderhaeghe O., 2003. Gold deposits (gold-bearing tourmalinites, gold-bearing conglomerates and mesothermal lodes), markers of the geological evolution of French Guiana: geology, metallogeny and stable isotope constraints. *Géologie de la France*, 2-3-4, 257-290.
- Nomade S., 2001. Evolution géodynamique des cratons des Guyanes et d'Afrique de l'Ouest. Apport des données paléomagnétiques, géochronologiques ($^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$) et géochimiques en Guyane et Côte-d'Ivoire. Ph.D thesis, Université d'Orléans, France.
- Nomade S., Féraud G., Chen Y. & Pouclet A. 2002. Thermal evolution of the Palaeoproterozoic Transamazonian orogen as deduced from $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ along the Oyapok River (French Guiana). *Precambrian Res.* 114, 35-53.
- Nomade S., Chen Y., Féraud G., Pouclet A. & Théveniaut H., 2001. First Palaeomagnetic and $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ study of Palaeoproterozoic rocks from the French Guiana (Camopi and Oyapok rivers), northeastern Guiana Shield. *Precambrian Res.* 109, 239-256.
- Nomade S., Chen Y., Pouclet A., Féraud G., Yao Daouda B., Théveniaut H., Vidal M., Rigolet C., 2002. The Guiana and the West-African Shield Palaeoproterozoic grouping: New palaeomagnetic data for French Guiana and the Ivory-Coast, *Geophys. J. Int.*, soumis.
- Plumb K.A.; 1991: New Precambrian time scale. *Episodes*, v.14, n°2, 139-140
- Santos J.O.S., Hartmann L.A, Gaudette H.E., Groves D.I., McNaughton N.J., Fletcher I.R., 2000 : A new understanding of the provinces of the Amazon Craton based on integration of field mapping and U-Pb and Sm-Nd geochronology. *Gondwana Res.* 3 (4), 453-488.
- Tassinari C.C.G., Bettencourt J.S., Geraldès M.C., Macambira M.J.B., Lafon J.M., 2000: The Amazonian Craton. In: *Tectonic Evolution of South America*, Cordani U.G., Milani E.J., Thomaz Filho A., Campos D.A. (eds.), 31st Int. Geological Congress, 2000, 41-96.
- Théveniaut H. et Delor C. Le paléomagnétisme du bouclier des Guyanes : état des connaissances et analyse critique des données, *Géologie de la France*, 2-3-4, 59-82.

- Vanderhaeghe O., Ledru P., Thiéblemont D. ; Egal E. Cocherie A., Tegye M., and Milési J.P., 1998. Contrasting mechanism of crustal growth. Geodynamic evolution of the Paleoproterozoic granite-greenstone belts of French Guiana. *Precambrian Research*, 92, 165-193.
- Vernhet Y., Milesi J.P., Ledru P., Plat R., Egal E., 1992 : Carte des minéralisations du nord de la Guyane Française. Ed. BRGM.

LE VOLCANISME DU JURASSIQUE

- Deckart K., 1996. Etude du magmatisme associé au rifting de l'Atlantique Central et Sud : géochronologie $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ et géochimie sur les intrusions jurassiques de Guinée et de Guyane française/Suriname, et Crétacées du Brésil, Ph. D. Thesis, Université de Nice Sophia-Antipolis, 221 pp.
- Deckart K., Feraud G. and Bertrand H., 1997. Age of Jurassic continental tholeiites of French Guyana, Suriname and Guinea: Implications for the initial opening of the Central Atlantic Ocean. *Earth Planet. Sci. Lett.*, v.150, 205-220.
- Nomade S., 2001. Evolution géodynamique des cratons des Guyanes et d'Afrique de l'Ouest. Apport des données paléomagnétiques, géochronologiques ($^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$) et géochimiques en Guyane et Côte-d'Ivoire. Ph.D thesis, Université d'Orléans, France.
- Nomade S., Théveniaut H., Chen Y., Pouclet A. & Rigollet C., 2000. Palaeomagnetic study of French Guiana Early Jurassic dolerites: Hypothesis of a multistage magmatic event. In press, *Earth Planet. Sci. Lett.* 184, 155-168.

ALTERATION TROPICALE ET LATERITES

- Cautru J-P., 1992 : L'altération du socle ancien de la région de Cayenne (Guyane française). in: Prost Ed M.T. Ed: Symp. PICG 274/ORSTOM. Coll. Colloques et séminaires, 49-59.
- Freyssinet P. et Farah A.S., 2000. Geochemical mass balance and weathering rates of ultramafic schists in Amazonia, *Chemical Geology*, 170, 133-151.
- Girard J.-P., Razanadranoro D. and Freyssinet P., 1997. Laser oxygen isotope analysis of weathering goethite from lateritic profile of Yaou, French Guiana : paleoweathering and paleoclimatic implications, *Applied Geochemistry*, v. 12, p. 163-174.
- Girard J.-P., Freyssinet P. and Chazot G., 2000. Unraveling climatic changes from intraprofile variation in oxygen and hydrogen isotopic composition of goethite and kaolinite in laterites : An integrated study from Yaou, French Guiana, *Geochimica et Cosmochimica Acta*, v. 64, p. 409-426.

- Girard J.-P., Freyssinet P. and Morillon A.-C., 2002. Oxygen isotope study of Cayenne duricrust paleosurfaces : implications for past climate and laterization processes over French Guiana, *Chemical Geology*, 191, p. 329-343.
- Tardy Y., Kobilsek B., Paquet H., 1992 : Mineralogical composition and geographical distribution of African and Brazilian periatlantic laterites. The influence of continental drift and tropical paleoclimates during the last 150 millions years and implication for India and Africa, *J. Afr. Earth Sci.*, 12, 1-2, 283-295.
- Tardy Y. et Roquin C., 1998. Dérive des continents, Paléoclimats et altérations tropicales, Editions BRGM, 473 p.
- Théveniaut H. and Freyssinet P., 1999. Paleomagnetism applied to lateritic profiles to assess saprolite and duricrust formation processes: the example of the Mont Baduel profile (French Guiana), *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.* 148, 209-231.
- Théveniaut H. and Freyssinet P., 2002. Timing of lateritization on the Guiana Shield: synthesis of paleomagnetic results from French Guiana and Suriname, *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.* 178, 91-117.

LE QUATERNAIRE

- Boyé M., 1960. La géologie des plaines basses entre Organabo et le fleuve Maroni- Guyane française. Thèse de 3^{ème} cycle, Paris, 293p.
- Djuwansah M., Delaune M., Marius C., 1992 : Sédimentologie des formations holocènes de la Guyane française. In : M.T. Prost Ed. : Symp. PICG 274/ORSTOM Nov.90 Coll. Colloques et Séminaires, 133-149.
- Palvadeau E., 1999. Géodynamique Quaternaire de la Guyane française, Documents du BRGM n°287
- Robelin C., 1997. Evolution géologique et sédimentologique du littoral Guyanais au cours du Quaternaire, Rapport BRGM, R39521.
- Robelin C. et Farjanel G., 1997. Evolution géologique et sédimentologique du littoral Guyanais, Rapport BRGM, R39883.

Glossaire

Liste non exhaustive des termes scientifiques utilisés et nécessitant quelques informations complémentaires.

On indiquera aussi que les enseignants peuvent retrouver de nombreux termes et explications géologiques dans le Dictionnaire de Géologie de A. Foucault et J.F. Raoult édité chez Masson.

Auréole de métamorphisme : Zone à la périphérie d'une intrusion qui a subi l'effet thermique de cette intrusion. Il s'agit d'un métamorphisme de contact, la roche transformée peut présenter une minéralogie avec grenat, andalousite, staurotide ou cordiérite, etc.

Batholite : Massif circulaire à elliptique, de roche plutonique généralement sécant par rapport aux possibles structurations des roches environnantes (donc recoupées). On parle aussi d'un pluton ou d'un massif intrusif.

Bouclier : Au même titre que le craton ou le socle, on peut regrouper sous ce terme les grands ensembles continentaux stables et pénéplanés, généralement très anciens (d'âge Précambrien) qui sont principalement constitués de roches plutoniques, volcaniques et métamorphiques.

Ceinture de roches vertes : Terme général regroupant un ensemble de formations plissées et métamorphisées principalement dans le faciès schiste vert (avec chlorite, amphibole, épidote).

Charnockitique : Une charnockite est une roche à feldspath et plagioclase contenant de l'hypersthène (pyroxène) et du grenat. Interprétée comme granite à hypersthène ou granulite, il s'agit donc d'une roche formée à haute pression et haute température.

Complexe plutonique : Terme utilisé pour regrouper un ensemble de formations d'origine plutonique couvrant une surface importante.

Coulissage : mouvement latéral de deux blocs crustaux l'un par rapport à l'autre. Ce mouvement peut être dextre ($\Rightarrow$) ou senestre ($\Leftarrow$).

Craton : cf. bouclier.

Distension : Les forces en présence étirent l'ensemble continental entraînant la formation de fractures dans lesquelles peuvent s'injecter des filons volcaniques.

Eon : Période de temps très étendue caractérisant l'histoire de la Terre. Deux sont définies avant (Précambrien) et après (Phanérozoïque) l'apparition de la vie d'animaux

à carapace. Les divisions de chaque Eon sont faites en « Ere » elles mêmes divisées en périodes puis parfois en étages (Phanérozoïque seulement).

Epoque : cf. Eon

Ere : cf. Eon

Etage : cf. Eon

Géochronologie : cf. radiochronologie

Komatiites : Laves ultrabasiques issues de sources mantelliques, de très haute température soit égale ou supérieure à 1500°C et avec un chimisme très magnésien (Mg supérieur à 18%).

Levé géophysique aéroporté : Survol d'une région, à vitesse constante, altitude constante et avec espacements réguliers, par un avion équipé de capteurs géophysiques (magnétiques et radiométriques) permettant d'obtenir une image géophysique quasi continue du sol et du sous-sol.

Métamorphisme : Transformation des roches sous l'effet de variations de la pression et de la température.

Migmatite : Roche se situant à la limite entre une roche métamorphique (gneiss) et un granite, qui n'a donc pas totalement fondue. On y observe souvent des « jus » acides à quartz et feldspath qui s'anastomosent mais aussi des parties non fondues (appelées restites).

Orogène : Système montagneux issu de processus tectoniques à une échelle continentale et marqué par la présence de métamorphisme, de plis, de nappes de charriage etc.

Paléomagnétisme : Méthode géophysique basée sur l'analyse du signal magnétique fossilisé lors de la formation des roches ou des transformations qu'elles ont pu subir.

Pénéplaine : Surface à faible pente résultant d'une phase d'érosion et pouvant présenter quelques reliefs témoins, non érodés, de surfaces pénéplanées plus anciennes.

Période : cf. Eon

Podzolization : Production d'un sol très sableux par l'altération, sous l'action conjuguée des eaux et de la matière organique acide, d'une roche granitique ou gréseuse dont il ne reste que les éléments quartzeux.

Principe de superposition : Principe logique qui veut que, en l'absence de phénomène tectonique perturbateur, une couche sédimentaire est toujours plus jeune que celle sur laquelle elle repose (s'est déposée).

Protolithe : Roche originelle

Pull-apart : Bassin sédimentaire produit par l'ouverture d'un fossé tectonique le long d'une faille de décrochement

Radiochronologie : Méthode de datation dite absolue basée sur l'étude des éléments radioactifs et de leur produits de désintégration.

Socle : cf. bouclier

TTG : Lignée de roches magmatiques co-génétiques où dominent les feldspaths calcosodiques (les plagioclases), cf. paragraphe 2.2.

Notes

This image shows a full page of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page, typical of notebook or legal stationery. There are no margins, text, or other markings on the page.

Impression : Unité Reprographie – BRGM
Centre scientifique et technique
3, avenue Claude-Guillemin
45060 Orléans Cedex 2 - France