

# **ESSAI DE GEOGRAPHIE DES SOLS DU BOUCLIER GUYANAIS**

PAR:  
PHILIPPE BLANCANEUX  
PÉDOLOGUE O.R.S.T.O.M.

CARACAS, NOVEMBRE 1979

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
ET TECHNIQUE OUTRE-MER  
PARIS - FRANCE

## SOMMAIRE

### Résumé.

#### 1. Le milieu naturel

##### 1.1. Situation

##### 1.2. Géologie, Paléotectonique et Stratigraphie

##### 1.3. Morphologie

##### 1.4. Hydrologie, Drainage et Erosion

##### 1.5. Climatologie

##### 1.6. Végétation

##### 1.7. Activité biologique

#### 2. Pédologie

##### 2.1. Distribution générale des sols

##### 2.2. Facteurs pédogénétiques prédominants

##### 2.3. Différents types de matériaux observés

###### 23.1. Matériau d'altération ferrallitique

###### 23.2. Matériau d'altération kaolinitique

###### 23.3. Matériau d'altération sableux

###### 23.4. Matériaux alluviaux et alluvio-colluviaux

##### 2.4. Les grands processus d'évolution des sols du Bouclier Guyanais

###### 24.1. Processus de ferrallitisation

24.2. Processus de ferruginisation

24.3. Processus d'hydromorphie

24.4. Processus de concrétionnement et d'induration

## 2.5. Influence des conditions locales

25.1. Processus de Remaniement

25.2. Processus d'Appauvrissement et de Lessivage

25.3. Processus de Rajeunissement

## 2.6. Classification des sols du Bouclier Guyanais. Description des principales unités simples.

26.1. Résumé

26.2. Classe des sols ferrallitiques (Oxisols)

262.1. Groupe Typique

262.2. Groupe Appauvri

262.3. Groupe Remanié

262.4. Groupe Rajeuni

262.5. Groupe Lessivé

26.3. Classe des sols à sesquioxydes ou Ferrugineux tropicaux (Ultisols et Alfisols)

26.4. Classe des sols hydromorphes

264.1. Classe des sols hydromorphes minéraux (Inceptisols)

264.2. Classe des sols hydromorphes organiques (Histosols)

26.5. Classe des sols minéraux bruts (Entisols)

26.6. Classe des sols peu évolués (Inceptisols)

## 26.7. Classe des sols podzoliques et des podzols (Spodosols)

### 3. Aptitude culturale des sols du Bouclier Guyanais

#### 3.1. Classification des sols du point de vue de leur utilisation

#### 3.2. Classes et sous-classes des terres du Bouclier Guyanais

##### 32.1. Résumé

#### 3.3. Description des classes et des sous-classes de capacité

##### 33.1. Classe III

##### 33.2. Classe IV

##### 33.3. Classe V

##### 33.4. Classe VI

##### 33.5. Classe VII

##### 33.6. Classe VIII

#### 3.4. Facteurs qui conditionnent l'utilisation des sols du Bouclier Guyanais

#### 3.5. Conclusions et recommandations générales pour l'utilisation et la préparation des sols du Bouclier Guyanais.

## RESUME SUR LE MILIEU NATUREL ET LES SOLS DU BOUCLIER GUYANAIS.

Le Bouclier Guyanais est une entité géographique et géologique très vaste, constituée de roches précambriennes; il est allongé d'Est en Ouest et est délimité par l'océan Atlantique au Nord, l'Orénoque à l'Ouest et l'Amazone à l'Est. Son grand axe a plus de 2.000 kms de long. Sur le méridien de l'embouchure de l'Orénoque, le petit axe mesure approximativement 1.200 kms de long. Dans le sens Nord-Sud, quelques 850 kms séparent Cayenne de l'Amazone.

La facade Atlantique s'étend sur 1.500 kms approximativement. Ce Bouclier est situé entre les parallèles 0° et 8° de latitude Nord et les méridiens 50° et 67°30' de longitude Ouest.

Cet ensemble est drainé par trois systèmes de cours d'eau qui sont :

- Fleuves coulant Sud-Nord pour la plupart et se jetant dans l'Atlantique.
- Cours d'eau du bassin de l'Amazone allant du Nord vers le Sud.
- Tributaires de l'Orénoque.

Il s'agit d'une vieille pénéplaine et la dorsale qui sépare le versant de l'Atlantique de celui de l'Amazone est peu marquée. Des reliefs tabulaires occupent le centre-Ouest et constituent la partie culminante (Mont Roraima, 2.800 m).

La dépression de l'Amazone sépare le Bouclier Guyanais du Bouclier Brésilien.

Politiquement on dénombre cinq territoires :

- La Guyane Vénézuélienne, couvrant le bassin de l'Orénoque et la partie supérieure du bassin du Cuyuni.
- La Guyana (ex-Guyane Anglaise), occupant les bassins du Cuyuni, du Mazaruni, de l'Essequibo, de la Demerara, de la Berbice et de la Courentyne (rive gauche).
- Le Surinam (ex-Guyane Hollandaise) comprenant les bassins de la Courentyne (rive droite), de la Nickerie, de la Coppename, de la Saramaca, du Surinam et du Maroni (rive gauche).
- La Guyane Française : bassins du Maroni (rive droite), de la Mana, de l'Iracoubo, du Sinnamary, de la Comté, de l'Approuague et de l'Oyapock (rive gauche).
- La Guyane Brésilienne : bassins de l'Oyapock (rive droite), de l'Araguari, de l'Amazone correspondant aux territoires fédéraux d'Amapa, du rio Branco et d'Amazonas.

En bordure de l'Atlantique, le Bouclier Guyanais est couvert d'une frange de terrains marins tertiaires et quaternaires témoignant de nombreuses transgressions et régressions. L'épaisseur de ces dépôts dépasse 2.000 mètres dans la fosse de la Berbice-Courentyne. Vers l'Ouest ils disparaissent sous les Llanos peu dérangés de l'Orénoque. Ceux-ci proviennent en grande partie de la destruction

de la cordillère des Andes et de son prolongement oriental dirigé Est-Ouest : la chaîne Caraïbe.

Les plissements andins qui se sont succédés depuis le Paléozoïque se sont moulés sur l'extrémité du Bouclier Guyanaïs, les Llanos masquant le contact. Au Sud et au Sud-Est le socle disparaît sous les énormes épaisseurs de sédiments qui ont comblé la dépression de l'Amazone. Cette dernière est une fosse de subsidence de caractère intermittent qui a fonctionné depuis le début du primaire, avant peut-être.

De Macapa au Rio Negro, le Bouclier est entouré de terrains paléozoïques ou sont représentés le Silurien, le Dévonien et le Carbonifère.

Morphologiquement le socle arrive jusqu'à la mer en Guyane Française (Ile de Cayenne), alors qu'à l'Est et à l'Ouest s'étendent de vastes plaines Côtières bordant le Bouclier. Ce dernier, en dépit de l'existence de plusieurs zones accidentées, se présente sous la forme d'une vaste pénéplaine "rabotée" s'élevant du Nord au Sud et de l'Est vers l'Ouest.

Cinq surfaces d'aplanissement pour le moins ont été identifiées, situées à : 1.600-1.800 mètres (Territoire Fédéral de l'Amazone, Venezuela), 800-1.000 mètres (Venezuela, Guyana, Surinam, Guyane Française et Brésil) datée de la fin du Crétacé ; 210-400 mètres datée du milieu du tertiaire ; 170-260 mètres de la fin du tertiaire ; 80-100 mètres (Venezuela) jusqu'à 170 mètres (Guyane Fran-

caise) du quaternaire.

De grandes régions naturelles se distinguent qui sont du Nord au Sud et de l'Est vers l'Ouest : la zone côtière, la chaîne septentrionale, le massif central, et la pénéplaine du sud. Vers l'Ouest apparaît l'énorme couverture sédimentaire grés-quartzitique du Roraima constituant de grands massifs tabulaires, hauts plateaux appelés " Tepuyes " au Venezuela et en Guyana. Ces formations sont également antécambriennes.

La répartition géographique des pluies sur le Bouclier montre l'irrégularité des distributions et la présence de secteurs très arrosés et d'autres nettement plus "secs". Cette distribution est régie par les conditions topographiques et par la Z.I.C (Zone Intertropicale de Convergence) qui maintient son influence sur la partie orientale du Bouclier de décembre à février en moyenne et de mai à juin. Ces époques sont décalées au fur et à mesure que l'on se déplace vers l'Ouest, la Z.I.C remontant le Bouclier d'Est en Ouest à partir du mois de mai.

La très grande partie des zones hautes du Bouclier est sous une couverture forestière très dense qui fait partie de la grande hylea amazonienne. Toutefois, des zones de végétation de savanes apparentes d'origine anthropo-climatiques sont observées particulièrement sur les retombées occidentales du Bouclier ; ces savanes sont le résultat de l'influence déterminante de l'action anthropique et de l'alternance climatique sur les sols. Elles s'observent surtout là où les



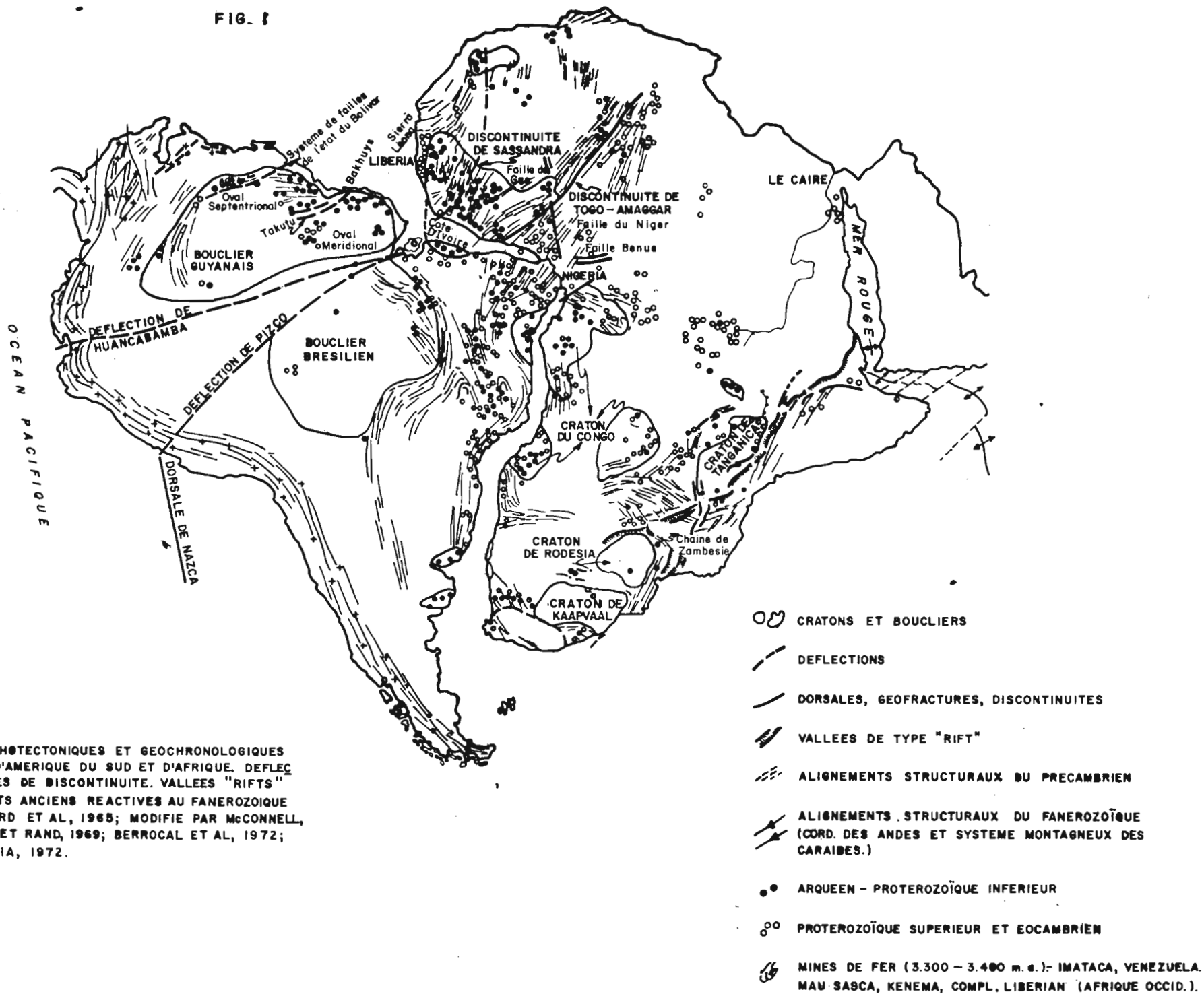
contrastes climatiques sont marqués, permettant un fort déficit hydrique durant la ou les saisons sèches.

Les sols existants sur le Bouclier Guyanais se répartissent suivant 6 classes de la classification Française des sols ; ce sont : les sols Ferrallitiques (Oxisols) ; les sols à sesquioxydes de fer ou d'aluminium (Ultisols et Alfisols) ; les sols hydromorphes minéraux (Inceptisols) et organiques (Histosols) ; les sols minéraux bruts (Entisols) ; les sols peu évolués (Inceptisols) et les sols podzoliques et les Podzols (Spodosols).

D'une manière générale ces sols sont relativement pauvres, parfois très pauvres, et possèdent des qualités chimiques très moyennes et le plus souvent médiocres. Ce seront donc les qualités physiques des sols, qui liées aux conditions particulières de la topographie, conditionneront le choix d'utilisation de ces derniers. Ces sols restent sous la dépendance de la roche-mère et de la nature géologique du matériau qui en dérive. C'est là le facteur principal de différenciation de ces derniers vu la grande homogénéité des autres facteurs d'évolution pédologique sur les différentes formations du Bouclier.

Dans la très grande majorité des cas, la mise en valeur de ces sols exige des mesures de conservation et de préparation de ces derniers contre les risques d'érosion dans les conditions agressives du milieu. Les projets de développement ne doivent pas être conduits à "l'aveuglette" dans cette région où, dans leur grande majorité, les sols et la végétation sont en déséquilibre avec les conditions climatiques du milieu.

FIG. 1



RELATIONS LITHOTECTONIQUES ET GEOCHRONOLOGIQUES DES CRATONS D'AMÉRIQUE DU SUD ET D'AFRIQUE. DEFLECTIONS ET ZONES DE DISCONTINUITÉ. VALLEES "RIFTS" ET ALIGNEMENTS ANCIENS REACTIVES AU FANÉROZOÏQUE D'APRÈS BULLARD ET AL, 1965; MODIFIÉ PAR McCONNELL, 1969; HURLEY ET RAND, 1969; BERROCAL ET AL, 1972; MARTIN BELLIZIA, 1972.

## 1. LE MILIEU NATUREL.

### 1.1. SITUATION. (Voir figure n°1).

Le Bouclier Guyanais couvre une zone continentale au Nord de l'Amérique du sud limitée approximativement par les fleuves Orénoque sur sa bordure occidentale et Amazone au sud et à l'Est ; à l'Ouest par les Llanos et au Nord-Est par l'océan Atlantique. Il s'étend entre les parallèles 0° et 8° de latitude Nord et les méridiens 50° et 67°30' de longitude Ouest, depuis le Brésil à l'Est et au Sud jusqu'au Venezuela à l'Ouest et englobe la Guyane Française, le Surinam et la Guyana.

Au sud s'étend le Bouclier Brésilien séparé du Bouclier Guyanais par le bassin de l'Amazone, expression géographique de la grande et profonde géofracture qui se prolonge à plus de 700 kms de profondeur dans l'écorce terrestre (Berrocal et al, 1972) et qui se poursuit à la surface par la déflexion de Huancabamba en Equateur et vraisemblablement par la fracture de Romanches dans la cordillère moyenne de l'océan Atlantique. L'anomalie sismique est considérée comme l'expression possible d'une variation verticale de la structure interne de la terre, qui fut à l'origine de la cassure des Boucliers. Cette structure peut s'interpréter, soit comme une paléostructure du Protérozoïque qui fut postérieurement remplie par les sédiments du Paléozoïque, soit comme une structure formée durant le Mésozoïque lors de l'ouverture de l'Atlantique.

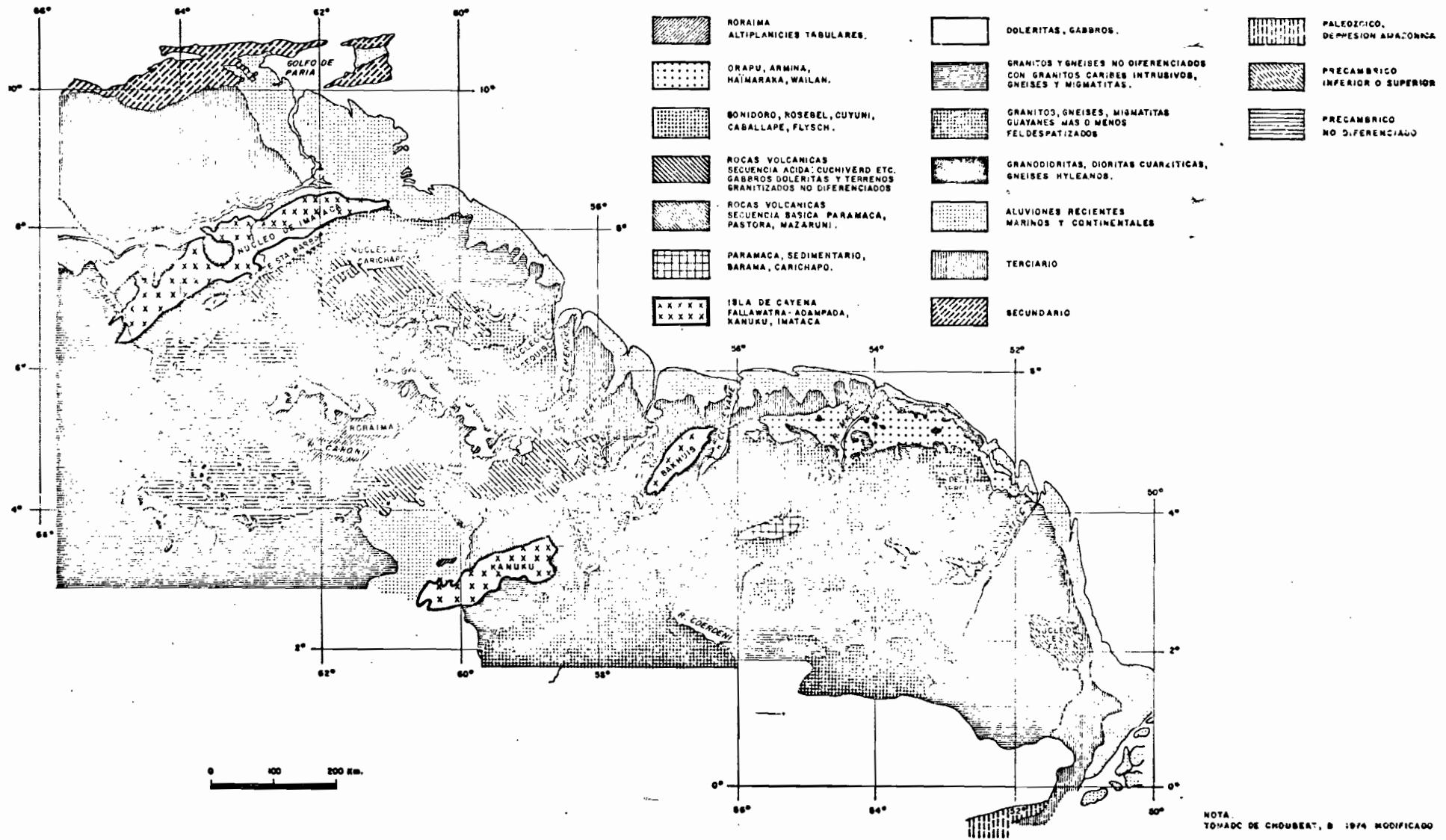
## 1.2. GEOLOGIE, PALEOTECTONIE ET STRATIGRAPHIE (Voir fig. 2).

Jusqu'à aujourd'hui, les synthèses géologiques et paléostratigraphiques les plus complètes réalisées sur le Bouclier Guyanais, furent présentées dans les récents travaux de C. Martin-Bellizia, 1972 et B. Choubert, 1974, à partir desquels nous prendrons d'amples informations pour ce chapitre.

Le Bouclier Guyanais est une entité géotectonique de forme ovale divisée plus ou moins symétriquement en deux ovales mineurs par la dorsale arquéenne des montagnes de " Takutu-Bakuys " (Guyana), Mc Connell et al, 1970, avec une direction EO-NE/SO. Chaque ovale est à son tour fracturé par des dislocations profondes ou géofractures qui paraissent s'adapter aux alignements de la couche de l'Arquéen inférieur. Ces infrastructures furent réactivées durant quatre épisodes tectoniques majeurs : Guriense (3.000-3.4000 m.a), Aroensis (2.750-2.650 m.a) réactivé durant la période des 2.500 à 2.350 m.a, Guayanensis ou Trans-Amazone (2.000-1.800 m.a) et Orinoquensis K'Mudku-Nickerie (1.200-850 m.a). La particularité structurale de ces ovales est que chacun est délimité d'une manière discontinue par des ceintures arquéennes de haut métamorphisme très similaires entre elles quoique très distantes. L'ovale septentrional englobe pratiquement tout le territoire Vénézuélien au Sud de l'Orénoque (Etat du Bolivar et Territoire Federal de l'Amazone) et une grande partie de la Guyana. Il est ceinturé au Nord-Est par le pilier tectonique de l'Imataca (3.400 m.a), immense structure anticlinale incurvée limitée au Nord et au Sud par les failles du système Bolivar qui le font chevaucher

Fig. N° 2

**MAPA GEOLOGICO DEL MACIZO GUAYANES**



au Nord et au Sud sur les unités de l'Arquéen supérieur et du Protérozoïque... ces systèmes de failles se ramifient à l'Ouest dans le fleuve Caura, s'incurvent vers le Sud-Ouest, en s'établissant parallèlement au système de la fosse tectonique de la province du Cuchivero (NO) ; vers le NE, le système se fond dans l'Atlantique. Au Sud-Ouest, dans le Territoire Federal de l'Amazone du Venezuela, les images Radar délimitent une série de structures de formes courbes de direction SSE-NNO et convexes vers l'Est, superposées à d'anciens alignements de directions variées. Des évidences géophysiques permettent de postuler de l'existence de lignes structurales profondes de l'écorce terrestre dans cette région du Bouclier.

Vers le Sud et le Sud-Est, la limite est définie par la ceinture de Kanuku-Fallawatra (Bakuys Mountains), qui selon Mc Connell présente à son tour des alignements en relation avec le manteau. Ces ceintures sont séparées par des grands batholites alcalins non contemporains quoique consanguins des séries volcaniques acides (Martin-Bellizia, 1969), dont les âges au Venezuela fluctuent entre 1.400 et 1.750 m.a ; au Brésil et au Surinam ils sont datés autour de 1.650 m.a.

L'ovale Sud est délimité par la ceinture Arquéenne de Kanuku-Fallawatra de haut métamorphisme au Nord et au Nord-Ouest ; il se prolonge vers l'Est, en Guyane Française, sous forme de petits noyaux séparés par des dômes granitiques. Plus au Sud, dans l'Amapa Brésilienne, il existe une possible continuité de ces structures dans le complexe de Falsino et de la Serra Do Navio, orienté SSE et qui oblique en direction de l'Amazone. La continuation du petit noyau du Parú

dans la région Sud de cet ovale, délimite l'extrême Sud de cette ceinture bordée à son tour par le grabben du bassin du cours moyen et inférieur de l'Amazone. Les structures des fosses tectoniques s'ondulent et bordent les corps allongés de l'Arqué-en et représentent vraisemblablement les plus vieux noyaux de l'écorce terrestre.

Ainsi donc au Nord de l'Amazone, dans la région occupée par le Bouclier Guyanais s'observent des noyaux dispersés ou des chaînes de montagnes formés par les roches les plus vieilles identifiées jusqu'à aujourd'hui dans l'écorce terrestre, de plus de 3.400 m.a. (Imataca, Venezuela, Hurley et al., 1972). Des unités similaires ou corrélables par leur association pétrologique, leur âge isotopique et la succession des événements tectothermaux sont bien représentées dans la "serrania de l'Imataca" au Venezuela, K'Nuku-Fallawatra au Surinam, L'île de Cayenne en Guyane Française et Falsino au Brésil.

Les roches les plus vieilles constituent des complexes métamorphiques de granulites acides, de gneiss, de granitoides quartzo-feldspathiques, de migmatites et de granito-gneiss non migmatitiques. L'ensemble de ces roches représente 85% de la séquence. Les roches restantes sont des gneiss mafiques ou des granulites basiques feldspathiques ou pyroxéniques avec de rares quartz. Les quartzites ferrugineuses, les quartzites, les gneiss foliés avec des intercalations de lits de quartz, d'hématites, de magnétites sont assez courantes. En plus de ces minéraux, les minéraux suivants sont très communs : Biotite, Orthopyroxène, Hyperstène, Grenat, Sillimanite, Cordiérite selon les degrés de métamorphisme. Des granulites basiques (Dou-

gan, 1972 ; Singh, 1966) furent également reconnues dans les gneiss biotitico-plagioclasiques de l'Imataca, K'Nuku-Fallawatra et Falsino. Des couches silico-ferrugineuses (quartzite ferrugineuse) représentées par des gneiss quartzo-magnétitico-hématitiques, alternent de 10 cms à 6 mètres d'épaisseur avec des gneiss felsiques quartzitiques et des calcosilicates (Imataca, Guacuripia, Tajder, 1965), Serra Do Navio (Marotta et al, 1963). L'ensemble du complexe Arquéen fut soumis à un métamorphisme de haut degré et de faible pression (Ringwood et al, 1964). Ces complexes métamorphiques se caractérisent par la présence de nombreux corps granitiques très anciens inclus dans la séquence des paragneiss (Imataca 2.900 m.a et 2.700 m.a), de monzonites quartzifères grises (approximativement 2.000 et 2.300 m.a) et de granites potassiques rouges (1.800 et 1.500 m.a). Les premiers développent de grandes zones migmatitiques avec des structures variées, nébulitiques, en bandes etc...

#### TRAITS STRUCTURAUX.

Les structures développées par ces matériaux sont caractéristiques des roches soumises à un haut degré de métamorphisme ; elles sont principalement déformées selon un modèle de flux. Les plissements montrent souvent une foliation parallèle à la stratification. Dans les gneiss en bandes, produits par un métamorphisme plus intense que les amphibolites, on peut distinguer ceux qui offrent une stratification (quartzites ferrugineuses et granulites basiques), de ceux où les couches résultent des effets du métamorphisme et de la déformation (gneiss quartzo-feldspathiques et biotitiques) accentuée par la migmatitisation. Une autre structure importante est



déterminée par les intrusions granitiques qui forment des plutons concordants en domes allongés comme c'est le cas à l'Ouest du fleuve Caroni (Guyane Vénézuélienne). Les plissements les plus communs sont du type de flux déterminé par des roches qui ont une déformation plastique.

#### GEOCHRONOMETRIE DES COMPLEXES.

Ces complexes furent réactivés à différentes époques et cela fut mis en évidence par l'âge des plutons dont la composition dominante est une monzonite quartzifère très abondante dans la région et qui dans la majorité des cas montre une relation concordante et dans d'autres, des caractères intrusifs évidents. On observe de nombreux dykes granitiques antérieurs à la dernière étape de déformation qui traversent ces corps.

Les roches les plus vieilles identifiées jusqu'à ce jour (3.000-3.400 m.a) sont celles du complexe Imataca du Venezuela dont l'âge déterminé par les rapports isotopiques Rb/Sr dans un échantillon de granulite acide associé à des horizons ferrifères dans la région du Guri, correspondent à un événement tectothermal du Guriensis. Toutefois quelques datations effectuées dans des paragneiss, des migmatites et des granulites acides à différents niveaux de la séquence métasédimentaire, métavolcanique atteignent différentes valeurs qui se répartissent entre 2.900-2.700-2.100 à 1.800 m.a et 1.500 m.a pour le complexe de l'Imataca, ce qui indique que des migrations se produisirent dans le Rb et le Sr durant les événements tectothermaux qui réactivèrent le vieux complexe (particulièrement durant l'évènement

Aroensis, 2.700 m.a, bien représenté dans la région du fleuve Aro au Venezuela).

Une autre période de métamorphisme autour de 1.700 m.a (événement tectothermal Orinoquensis) aurait affecté la région du Guri et serait bien représenté dans la région de l'Orénoque.

Le complexe de K'Nuku (Guyana) a été comparé au complexe de l'Imataca (Venezuela) par Mc Connell et Williams, 1970, d'après les caractères structuraux, pétrologiques et stratigraphiques. Au Surinam, le complexe Fallawatra-Adampada (Janssen, 1966) est lié à son tour à celui de K'Nuku pour les mêmes raisons. En Guyane Française et au Brésil, les complexes de l'île de Cayenne (Choubert, 1965) et ceux de Falsino et du Parú (Scarpelli et al, 1969) sont relationnés par les mêmes caractères à ceux du Venezuela, de Guyane et du Surinam.

En Guyana, les complexes granitiques du Sud de l'Esequibo-Courentyne sont considérés comme intrusifs dans le soubassement Arquéen de K'Nuku (3.600 à 2.500 m.a) et furent réactivés approximativement entre 2.000 et 1.800 m.a (Snelting et Mc Connell, 1969).

Vers l'Est et le Sud-Est au Surinam et en Guyane Française, d'immenses territoires de composition granitoïde et de structures en dômes sont désignées granites "Guyanais" (2.600-2.500 m.a), granites " caraïbes " (2.270-2.050 et 1.850 m.a) par Choubert en Guyane Française et granite II et granite III au Surinam (1.800-2.000 m.a) par Priem et al, 1968. Ces datations correspondent à l'évè-

nement Guayanensis ou Trans-Amazonien. Le complexe de l'Imataca et les ceintures Arquéennes homologues furent également soumises à des efforts de tension et de cisaillement qui ont causé une réactivation verticale de zones faillées et milonitisées (1.200-850 m.a) ; dans la région de El Pao (Venezuela) fut détecté un âge de 1.070-850 m.a par rapport K/Ar (Kalliokovski, 1965), et en d'autres localités fréquemment des âges autour de 1.200 m.a. A cause de leur grand développement dans les zones adjacentes à l'Orénoque, cet évènement tectothermal fut désigné sous le nom d'évènement Orinoquensis (Martin-Bellizia, 1951, 1965, 1972). Cet épisode dénommé "Milonite de K' Mudku" par Barron, 1966 et "Episode métamorphique de Nickerie" par Priem et al, 1968, a très sévèrement affecté les vieilles ceintures et a donné naissance à de nombreuses fractures dont les directions communes sont NO et NE; ces fractures furent secondairement remplies par des roches basiques ce qui a encore accentué leur structure.

#### LES CEINTURES DE L'ARQUEEN SUPERIEUR-PROTEROZOIQUE INFERIEUR (2.700 à 1.700 m.a approximativement).

Les cratons de l'Arquéen inférieur déjà initialement fracturés par de profondes géofractures durant les mouvements de cisaillement pendant l'évènement Guariensis, vont donner naissance à une nouvelle période de la formation lithosphérique terrestre.

La Paléotectonique et la tectogénese sont des aspects fondamentaux pour l'étude du Précambrien ; elles permettent de déterminer le développement des chaînes

de montagnes dispersées dans la grande extension géographique du Bouclier Guyanais, dont l'évolution fut orientée par le modèle structural préexistant dans lequel elles se développèrent. Pour mieux comprendre l'évolution lithosphérique terrestre, il a été convenu d'adopter le terme de " ceintures " plutôt que celui de Province, à cause de la mécanique de formation et d'évolution similaires qui existèrent depuis l'Arquéen inférieur jusqu'au Protérozoïque inférieur (2.000 m.a). Les conditions thermodynamiques commencèrent à changer à la fin de cette époque (autour de 1.800 m.a) et à partir du Protérozoïque inférieur, les conditions physiques et chimiques seront celles qui ont prévalu durant le Fanérozoïque (à partir de 570 m.a). En ce sens le terme de Province tel qu'il fut utilisé jusque là pour le Bouclier Guyanais, paraissait inadapté parcequ'il incluait indistinctement des ensembles pétrologiques de paléotectonique différente. Le terme de ceintures, accompagné de celui qui désigne le niveau métamorphique régional de la chaîne - à chaque unité orographique est associé un type spécifique de plissement et de magmatisme - paraissait beaucoup mieux adapté. En accord avec ces critères, trois grandes ceintures peuvent être distinguées dans le Bouclier Guyanais : (1) La ceinture granulitique (déjà décrite) ; la ceinture amphibolitique (2); la ceinture verte (3); Anhausser et al, 1969.

## (2) La Ceinture Amphibolitique.

C'est un ensemble d'association métavolcanique-métasédimentaire et de complexes ultramafiques inclus dans les sinclinoïdes attrapés dans le craton de l'Arquéen inférieur en contact discordant ou de failles. Ces roches se présentent en chaînes

allongées ou étroites qui s'adaptent structurellement à la ceinture granulitique de l'Arquéen inférieur. Le niveau métamorphique caractéristique est celui de l'amphibolite associée à des roches volcaniques acides, pyroclastiques, des basaltes ultramafiques, et le modèle structural est similaire au précédent.

Dans la ceinture amphibolitique on inclue les noyaux suivants : Aro, Santa Barbara, Carichapo (Venezuela) ; Esequibo (Guyana) ; Maroni (Surinam et Guyane Française) et Amapari (Amapa, Brésil).

Au Venezuela les roches du groupe Carichapo, Aro etc... sont constituées par des gneiss plagioclasi-quartzo-biotitiques (riches en Na), des quartzites ferrugineuses, des gneiss feldspathico-hornblendiques, des métalaves basaltiques, des métacherts et des complexes ultramafiques en forme de "Sills" (Vallance, 1970), constitués par des lentilles ou des corps plus importants en bandes ou zonés. La partie supérieure de la séquence est constituée par des amphibolites du groupe Carichapo, unité monotone de couleur noir-verdâtre à vert foncé.

Dans le Bouclier Guyanais, grâce aux résultats comparatifs publiés des paramètres chimiques et minéralogiques (modes), on remarque que chaque noyau d'une ceinture offre ses propres caractères physiques et chimiques et que la variation des paramètres avec le temps dans chaque cycle n'est pas la même pour les noyaux même les plus rapprochés (Choubert, 1974).

En Guyana et au Venezuela les différences d'un noyau à l'autre sont déjà sensibles ; elles le sont encore plus quand on compare les trois ceintures du NO du grabben de Takutu avec ceux du SE (Surinam, Guyane Française et Amapa). Vers

le sud , le noyau du Maroni , la formation Paramaca inférieur (niveau métamorphique amphibolite à grenat et staurotide) au Surinam et en Guyane Française , sont des ceintures peut-être encore plus anciennes , étroites , rectilignes et adossées à la ceinture Arquéenne (Fallawatra-Adampada-Ile de Cayenne) ; dans ces ceintures , les processus de réactivation verticale ne sont pas aussi évidents qu'au Venezuela et en Guyana , car l'érosion intense a sans doute fait disparaître les caractères vraisemblablement à cause du soulèvement relativement plus accentué de cette partie du Bouclier.

Les ceintures amphibolitiques montrent d'étroites similitudes lithotectoniques avec l'association Bartica (noyau Esequibo) et d'autres noyaux similaires au nord du bassin du fleuve Barama (Cannon , 1964-1966) , où le niveau métamorphique est principalement du type amphibolitique (amphibolite-granulite). Au Surinam , en Guyane Française et en Amapa , l'équivalent probable de ces ceintures amphibolitiques n'est pas bien défini parcequ'il se présente sous forme de petits noyaux dans les zones granitiques , ou associé au groupe Paramaca . L'équivalent probable serait le Paramaca inférieur au Surinam et en Guyane Française (Choubert , 1965) et le groupe Journall (Nagell , 1962) à la Serra Do Navio (fleuve Amapari , Amapa , Brésil) , où est décrite une tihologie de métalaves basiques et de grandes épaisseurs épicalstiques de quartzites , de cherts et de couches calcaires associées à des protomènes manganésifères .

Ces traits suggèrent des conditions de volcanisme et de sédimentation différentes.

### Age de la Ceinture Amphibolitique.

Des déterminations d'âge (dans la biotite) dans une trondhjemite intrusive dans l'amphibolite de Carichapo atteignent 2.040 m.a et 2.340 m.a dans la diorite quartzifère du fleuve Caroni (Venezuela). Dans le complexe de Bartica on a déterminé un âge de 2.065 m.a  $\pm$  100 m.a ; en Guyane Française des séries analogues au Paramaca inférieur sont placées par Choubert autour de 2.400 - 2.300 m.a. Si les orthogneiss intrusifs dans les amphibolites ont un âge de plus de 2.000 m.a, logiquement les amphibolites doivent être plus vieilles, mais les événements postérieurs ont camouflés leur âge probable, réel, détecté dans les terrains de l'Imataca au Venezuela et qui serait de 2.700 à 2.600 m.a (épisode Aroensis, M. Bellizia, 1974), ce qui permet de les comparer aux zagorides de l'Afrique occidentale. A l'ouest de la Côte d'Ivoire, aux limites avec le Liberia, le soubassement est plus vieux que 2.700 m.a (Arquéen). Mc Connell mentionne que la limite entre l'Arquéen et le Protérozoïque inférieur est délimité par la zone milonitique de Sassandra, ligne N-S de discontinuité tectonique active à travers toute son histoire géologique et qui serait en relation d'après cet auteur avec le système de failles du Bolívar (Venezuela).

### (3). Les ceintures vertes.

On regroupe sous cette dénomination un ensemble d'unités qui du point de vue de l'importance sur le Bouclier Guyanais, arrive juste après les formations granitiques et comme l'indique son nom est caractérisé par un faible degré de métamorphi-

sme des roches volcaniques. Les ceintures vertes couvrent les noyaux suivants : Caroni (cours inférieur du Paragua et cours moyen du Caroni, Venezuela) ; Yuruari (fleuve Yuruari et Botanamo), Barama (fleuves Barama, Barima et Mazaruni; Guyana) ; Maroni (Surinam et Guyane Française) et Amapari (Amapa, Brésil).

Le cycle commence par un groupe sédimentaire de phyllites micacées quartzifères avec des intercalations de carbonatites noires manganésifères et ferrugineuses, de couches arkosiques associées à des métalaves dacitiques et pyroclastiques. Des brèches de composition dacitique et des schistes chloriteux surmontent cet ensemble. Les ensembles épicastiques fins et manganésifères semblables à ceux du noyau Barama se développent dans le Paramaca moyen du Surinam et sont connus sous le nom de Paramaca inférieur en Guyane Française ; selon Choubert, 1965, il y aurait omission de la séquence volcanique dans le noyau Maroni. Les épaisseurs de cette séquence sont variables. Les sédiments associés à ces ceintures contiennent une haute proportion de quartz et les conglomérats possèdent d'abondants fragments de phyllites grises et de dacites.

Ces unités ont souffert un métamorphisme de faible degré, de facies de schiste vert. En Guyane Française se développe de grandes coulées discordantes sur les unités plus anciennes avec des épaisseurs de plus de 800 mètres ; elles atteignent plus de 1.000 mètres au Venezuela .

Un nouveau cycle se développe marqué par une discordance sédimentaire et structurale qui représente la partie supérieure de la ceinture verte et est bien représentée dans les différents noyaux : Caroni (groupe Chigua), Yuruari-Bo-



tanamo (groupe Botanamo), Barama (groupe Mazaruni), Maroni (Rosebel-Armina et Bonidoro-Orapu).

On ne connaît pas d'équivalent en Amapa. Le cycle commence par une série sédimentaire dominante (limolite, grauwackes, volcaniques, épicrostiques, brèches polymixtes avec des fragments de dacites et de tufs andésitiques). Les structures sédimentaires dues à des courants de turbidité sont préservées. Les caractères différentiels observés entre les noyaux de la ceinture verte dans l'ovale septentrional et ceux du méridional persistent, et le volcanisme accentué du Caballape et de Cuyuni présents en Haïmaraka sont absents dans les séries de l'Orapu et du Bonidoro (Guyane Française) et ceux de Rosebel-Armina (Surinam). Ces caractères confirment les différentes conditions de formation (Choubert, 1965 ; M. Bellizia, 1972) ; la discordance marquée Bonidoro/Orapu et Rosebel/Armina est peu accentuée en Cuyuni/Haïmaraka.

Une séquence polymixte de métaconglomérats, de grès schisteux micacés de couleur rouge-violacé et de métalimonites siliceuses rouge intense caractérisées par une excellente foliation repose en discordance sur ces unités.

#### ROCHES GRANITIQUES DANS LA ZONE DES CEINTURES.

Autour des ceintures amphibolitique et verte, de même que dans la ceinture granulitique de l'Arquéen se présentent de vastes extensions de roches granitiques dont la composition varie depuis le granite sodique jusqu'à la grano-diorite, la diorite quartzique et le granite alcalin.

Ces corps sont également concordants et généralement considérés comme syntectoniques ; d'autres sont intrusifs.

Dans le Bouclier Guyanais on distingue trois grands types de corps granitiques similaires à ceux décrits dans d'autres zones précambriennes comme le SE Africain et le Canada. Ce sont :

A) Le complexe des gneiss lités migmatitiques qui constituent les aires de la ceinture granulitique ; les roches les plus vieilles du Bouclier (Catazonal-mesozonal).

B) Les corps granitiques normalement syntectoniques, batholites circulaires, ellipsoïdaux, largement distribués dans les ceintures de composition dominante granodioritique, monzonite quartzitique, diorite quartzitique (mésozonal-épi-zonal).

C) Corps granitiques porphyriques, riches en potassium qui sont intrusifs dans les précédents ; postectoniques ou syntectoniques. Ils sont présents dans tout le Bouclier Guyanais ; de même que dans les cratons stables ; aires granitiques du Territoire Fédéral de l'Amazonie (Venezuela), complexe de "South Savanna" (Guyana), région du Surinam, de Guyane Française et du Brésil.

#### Age des corps granitiques.

Les nombreuses observations faites dans les différents types de granites du Bouclier Guyanais ont permis d'établir les grandes périodes de mobilisation suivantes :

1300-1200-850 m.a	Orinoquensis-Nickerie.
1600-1500 m.a	Parguazensis
2100-1800 m.a	Guayanensis ou Transamazonien.
2.500-2.310 m.a	Remobilisation.
2.750-2.650 m.a	Aroensis.
3.400-3.000 m.a	Guriense.

### Volcanisme annulaire Pakaraima- La Vergareña-Cuchivero.

Les ovales du Bouclier Guyanais déjà décrits sont séparés entre eux par la dorsale de Kanuku-Fallowatra et l'ovale septentrional par la dorsale d'Imataca qui la sépare des autres unités du Précambrien au nord et du bassin du Fanérozoïque occupé aujourd'hui par les "Llanos" du Venezuela. Sur ses bords EST, SUD et SUD-OUEST, il est circonscrit par une association de roches volcaniques acides et intermédiaires de composition rhyolitiques, rhyodacitiques et dacitiques ; ces roches furent reconnues dans la région de la Vergareña entre les fleuves Aro et Paragua, dans le haut Orénoque (T.F de l'Amazone; groupe Cuchivero, M. Bellizia, 1972), dans le haut Parucito (Suhas, Talukdar et Colvee, 1974), dans le haut Ventuari (Blancaneaux et al, 1978). Vers l'EST, l'intense érosion, l'épaisse couverture végétale et la rareté des affleurements n'a pas permis de localiser ces roches.

Les images RADAR latérales prises sur le T.F de l'Amazone (Venezuela, CODESUR, 1972), révèlent l'existence de zones fortement foliées qui contrastent avec les zones d'aspect granitique et gneissoide traversées par les fleuves

Orénoque, Casiquiare, Rio Negro, Cunucunuma et Ventuari. Les corps granitiques intrusifs dans les roches volcaniques acides au Venezuela leur donnerait un âge approximatif de 1.750-1.300 m.a (évènement tectothermal Orinoquensis).

Ces roches métavolcaniques développent généralement des collines qui suivent un tracé courbe.

#### LA COUVERTURE TABULAIRE DU RORAIMA. PROTEROZOIQUE INFÉRIEUR.

Avec l'évènement tectothermal Guayanensis ou Transamazonien se termine le cycle d'accroissement du Bouclier Guyanais. Une épaisse section de sédiments de plus de 3.000 mètres d'épaisseur constitue la séquence RORAIMA, divisée en quatre unités (Reid, 1972), qui forme le groupe Roraima dans la région de la " Grande Savanne" au Venezuela.

Les variations physiques et texturales des différentes unités expriment les conditions tectoniques sédimentaires qui ont prévalu durant la sédimentation. Les sédiments arkosiques grossiers d'origine fluviale, aux pentes abruptes, témoignent d'une grande énergie de transport, d'un fort soulèvement accompagné d'une très forte érosion des terrains volcaniques, granitiques et peu d'influences métamorphiques, suivis de longues périodes de tranquillité avec des incursions marines probables dans un milieu lagunaire et présence de fossiles primitifs (stromatolites). L'activité tectonique se manifeste par la suite avec des interludes de tranquillité représentés par des sédiments fins du type deltaïque avec de rares structures de courants, suivis sans interruption par des accumulations de jaspes, de boues sili-

ceuses à stromatolites d'origine lagunaire probable, marginales du milieu marin, et à la fin 1.000 mètres de sédiments arkosiques où se manifeste à nouveau un très grand pouvoir de transport fluviatil lié à des conditions de tectonisme intense. La prédominance des matériaux fins dans les parties moyennes et supérieures suggère l'érosion des couches inférieures qui ont fourni l'essentiel du matériau de sédimentation et qui constituent les impressionnantes parois verticales (600-1.000 mètres de haut) des " Tepuyes" ou hauts plateaux du Roraima.

On observe de fréquentes veines de quartz, des cristaux de roches à différents niveaux de la partie supérieure de la séquence, particulièrement dans les horizons plus poreux ou liés à la présence de pegmatites. Cela permet de supposer que les corps granitiques intrusifs ne sont pas loin et que la silicification produite lors de la mise en place de ces derniers a provoqué l'apparition de ces minéraux sans que les granites aient pu percer la couverture sédimentaire.

La couverture tabulaire du Roraima se présente aujourd'hui comme un gigantesque pilier tectonique (Gran Savana et Guaiquinima au Venezuela) de 2.800 mètres d'altitude, fortement diaclasé et faillé en direction NNO et NE qui contraste avec les affleurements sporadiques dans le T.F de l'Amazone du Venezuela (Parú, Duida, Marahuaca, Yavi, Morrocoy, Autana, Yapacana etc..) et la Table Mountain du Surinam ainsi que l'Iriri au Brésil. Ces affleurements sédimentaires s'interprètent comme des systèmes de fosses et de piliers développés durant la tectogénese Orinoquensis-Nickerie dans le Bouclier Guyanais. Un faible métamorphisme probablement causé par des intrusions de diabase a également déterminé sur les bords une silicification secondaire des éléments fins.

## PROVINCE MAGMATIQUE DE RORAIMA.

Ainsi fut défini par Guimaraes, 1930, toute une série de sills et de diabases qui sont intrusifs dans le groupe Roraima à différents niveaux et qui ont jusqu'à 400 mètres d'épaisseur. De nombreux "dyckes" et des couches inclinées ou annulaires sont également intrusifs dans les roches du soubassement du Bouclier. Ces intrusions très communes au Venezuela et en Guyana sont également observées au Surinam (Ijzerman, 1931) et au Brésil. En plus des différences minéralogiques et chimiques des sills et des dyckes (Bellizia, 1957), les âges de mise en place varient d'un lieu à l'autre. Les dyckes de 30 à 120 mètres d'épaisseur et de 5 mètres à 1 mètre de large sont principalement constitués par des labradorites et des augites. Les variétés olivinifères et vitreuses sont très fréquentes. Le magma qui les a engendré était pauvre en  $\text{SiO}_2$ , riche en  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  et en titane ( $\text{TiO}_2$ ). Des échantillons de sills et de diabases ont été datés radiométriquement (K/Ar et Rb/Sr) par Mc Dougall et al, 1963 et Snelling, 1969 ; les âges varient depuis 2.090 m.a jusqu'à 1.500-1.700 m.a. D'après Mc.Connell, 1964, leur âge le plus probable se situerait autour de 1.700 m.a. Au Venezuela Hargraves, 1968, obtient dans les sills des âges qui varient de 1.497 à 2.073 m.a ; en Guyana le même auteur obtient des valeurs de 1.500 à 1.800 m.a. Au Surinam, les valeurs enregistrées par Priem et al, 1968, varient de 1.500 à 1.800 m.a. En considérant les résultats paléomagnétiques du Surinam, de Guyana et du Venezuela, Veldkamp et al, 1971, distinguent deux groupes de sills présentant des différences significatives dans leur âge et dans leur orientation paléomagnétique ; cela s'interpréterait comme le résultat de deux périodes d'intrusions : 1.500-1.650 m.a et 1.750 m.a.

En ce qui concerne l'âge de la formation RORAIMA, quoiqu'encore incertain, il serait de toutes façons plus jeune que  $1.810 \pm 40$  m.a. L'âge du soulèvement volcanique serait plus ancien que 1.600-1650 m.a. Il paraît probable que les sills se seraient mis en place durant la sédimentation du Roraima, peut-être à un moment où les sédiments avaient encore un certain degré de plasticité. Postérieurement à l'intrusion du Roraima, de nouveaux emplacements basiques en formes de dyckes sont également apparus dans le Bouclier Guyanaï entre 400 et 195 m.a.

Ces dyckes reflètent un contrôle structural marqué, observable à travers le Bouclier et paraissent indiquer une période de tension probablement en relation avec les mouvements orogéniques des Andes durant le Paléozoïque inférieur et le Trias. Des relations similaires ont été décrites par Mc Elhinny, 1966, dans les diabases d'Afrique du sud.

#### RELATIONS PETROGENETIQUES ENTRE LES BOUCLIER GUYANAIS ET DE L'AFRIQUE OCCIDENTALE.

L'étude comparative de la géologie des Boucliers Guyanaï et de l'Afrique occidentale révèle des analogies lithologiques, stratigraphiques et structurales, métallogéniques, géophysiques et géochronologiques qui ont été soulignées par de nombreux auteurs.

Si on compare les résultats géologiques des Boucliers de part et d'autre de l'Atlantique inclus dans les cartes tectoniques du nord de l'Amérique du

sud et de l'Afrique (Bellizia et al, 1972; Choubert et Faure-Muret, 1968) avec le modèle de reconstruction "pré-dérive" de Bullard, 1965, on remarque la continuité des paramètres des deux cotés de l'océan à partir des unités de l'Arquéen, quoique les blocs aient pivotés l'un par rapport à l'autre.

De chaque coté de l'Atlantique existent des chaînes montagneuses de l'Arquéen très érodées ou parfois ne s'observent que des vestiges de ces dernières. Les recherches géophysiques (Strangway et Vogt, sous presse) réalisées en Afrique Occidentale et au Nord-Est de l'Amérique du sud confirment la grande similitude dans l'alignement des anomalies magnétiques au Nord de l'Amazone, au Surinam, en Guyane Française et au nord du Brésil avec la région de la Côte d'Ivoire et du Ghana/Togo. Par contre le Bouclier Brésilien et le Bouclier Africain à l'Est de la partie centrale de la Côte d'Ivoire montrent des anomalies différentes, lesquelles s'interprètent comme une limite magnétique parallèle au bord sud du bassin de l'Amazone.

La depression structurale du bassin de l'Amazone, remplie de sédiments Paléozoïques (Silurien, Dévonien et Carbonifère) se prolonge par la série Buem en une séquence similaire au Ghana et l'ensemble a été dénommé "dépression Ghana-Amazonienne" par Choubert. Une autre importante limite magnétique a été localisée à la latitude de Recife (Brésil) et se prolonge en Afrique de l'Ouest au Togo et au Dahomey. L'étude détaillée du bassin de l'Amazone réalisée par la compagnie pétrolière PETROBRAS souligne la continuité des dyckes de diabase orientés parallèlement à ceux de l'Amapa et de Guyane Française (1.700 m.a.),



et déplacés vers le nord-ouest (dérive) en forme échelonnée. Ce fait suggère la présence de rifts préexistants, probablement de l'Arquéen qui possédaient une orientation sensiblement parallèle à celle des ceintures granulitiques (Imataca-Kanuku-Liberia-Sierra Leone) et qui ont joué comme des zones de faiblesse durant les époques postérieures à l'événement Guayanensis comme le démontre la présence de dykes échelonnés vers l'ouest.

L'existence d'anomalies sismiques et tectoniques détectées par la station sismologique de Brasilia (Berrocal et al, 1972) révèle la discontinuité de transmission des ondes sismiques et une profonde séparation entre les Boucliers Guyanais et Brésilien.

Les caractères catazonaux des ceintures granulitiques du Bouclier Guyanais (Imataca-Kanuku-Fallawatra et Falsino), d'orientation ENE sont parfaitement raccordés par tous leurs paramètres avec ceux de Kenema (Sierra Leone) en Afrique Occidentale. La corrélation la plus étroite au niveau métamorphique, par les structures, la pédogénèse, la métallogénèse et l'âge (3.000-3.500 m.a) se présente entre le Venezuela, la Sierra Leone et le Liberia, et la partie Nord de la Côte d'Ivoire, avec les gisements de fer et de manganèse. La ceinture amphibolitique et la ceinture verte de l'Arquéen-Protérozoïque inférieur dans le Bouclier Guyanais correspond aux différentes unités de la période du Birrimien et pré-Birrimien en Côte d'Ivoire et au Ghana (2.500-2.300 m.a et 2.000-1.800 m.a) dont les accumulations métallifères sont comparables : or, sulfures, manganèse et nickel.

L'évènement tectothermal Guayanensis-Eburnéen correspond aux 2.000-1.800 m.a. Il est intéressant de noter que la séquence turbiditique du Bouclier Guyanais inclue dans la ceinture verte (groupe Chiguao-Botanamo-Mazaruni-Bonidoro/Orapu-Rosebel/Armina) dont les alignements structuraux sont discordants avec la séquence restante des schistes verts, correspond aux unités du Tarkwaien en Côte d'Ivoire et au Ghana ; la métallogénie est d'or, de manganèse, de nickel et de placers diamantifères. Il est également intéressant de noter la similitude que présente les diamants du Bouclier Guyanais avec ceux de l'Afrique équatoriale. La séquence melassoïde tabulaire du Roraima, bien représentée dans la partie occidentale du Bouclier Guyanais au Venezuela et en Guyane, disparaît peu à peu vers l'Est, se transformant en pauvres affleurements isolés (Table Mountain au Surinam) et disparaît en Guyane Française et en Amapa ; il n'y a pas d'équivalent en Afrique Occidentale, probablement parcequ'elle a été complètement érodée.

### 1.3. MORPHOLOGIE.

La diversité pétrographique des matériaux constituant le Bouclier Guyanais a été le seul facteur empêchant le nivellement parfait de ce dernier, mais l'érosion ayant plus ou moins de prise suivant qu'il s'agisse de roches granitiques acides, de schistes ou de roches effusives basiques, il en résulte des différences d'altitude entre les unes et les autres pendant une même période d'érosion et, sur le Bouclier Guyanais, ce décalage s'est accentué au cours du temps (Blancaneaux, 1974).

Les photographies aériennes, les images RADAR (SLAR) ou satellites montrent qu'en dépit de l'existence de vastes zones accidentées, le Bouclier Guyanais prend l'allure de vastes surfaces d'aplanissement (pénéplaines) "rabotées" qui s'élèvent lentement de la côte vers l'intérieur et de l'Est vers l'Ouest. Dans sa partie orientale, en Guyane Française, l'altitude moyenne est à peine de 200 mètres à la limite sud ; toutefois Choubert, 1949, distingue dans cette partie orientale du Bouclier quatre régions naturelles qui sont : la zone côtière, la chaîne septentrionale, le massif central et la pénéplaine du sud. La région la plus élevée de la partie orientale du Bouclier ne dépasse pas 1.000 mètres d'altitude.

Quatre niveaux de surface d'aplanissement au moins ont pu être distingués dans l'ensemble du Bouclier Guyanais (Choubert, 1957 ; King et al, 1964 ; Mc Connell, 1966 ; Zonneveld, 1969 ; Blancaneaux et al, 1974 ; 1978). Ces surfaces d'aplanissement s'étagent de la quatrième à la première de 50-80 mètres (Venezuela, Blancaneaux et Pouyllau, 1976) à 1.800 mètres (Szczerban, 1974). Sur le bord oriental du Bouclier (Guyane Française), Choubert distingue une surface datée du quaternaire de 150-170 mètres alors que sur la retombée occidentale du Bouclier une surface du quaternaire a été reconnue dans les environs de Puerto Ayacucho (Venezuela) à 50-80 mètres d'altitude (Blancaneaux et al, 1977). La troisième surface (fin du tertiaire) ou Ripunini (Guyana) et Second Late Tertiary (Surinam) se situe entre 170 et 260 mètres d'altitude. La deuxième surface d'aplanissement (milieu du tertiaire) ou Kayeteur ( Guyana) et First Late Tertiary (Surinam) se situe entre 210 et 450 mètres ; une surface à la côte des 400 mètres a été reconnue sur les re-

tombées nord-occidentales du Bouclier, au Venezuela par Szczerban, 1974 et Blancaneaux et Pouyllau, 1976 ; cette surface est bien représentée sur la bordure ouest de l'ovale septentrional du Bouclier dans le Territoire Fédéral de l'Amazonie du Venezuela. La première surface d'aplanissement datée de la fin du crétacé s'étage entre 450 et 700 mètres ; elle est baptisée Kopinang (Guyana) et Early Tertiary au Surinam ; elle a également été reconnue dans le T.F de l'Amazonie au Venezuela (Blancaneaux et Pouyllau, 1976) où elle atteint la cote des 800 mètres. Une surface beaucoup plus haute, à une cote moyenne de 1.600 mètres a été reconnue dans le secteur occidental du Bouclier et plus particulièrement dans le massif du Paragaza (T.F de l'Amazonie, Venezuela) au cours du levé des sols de la région sud du Venezuela (ORSTOM/MARNR, sous presse).

Deux transects Nord/Sud du Bouclier Guyanais, l'un dans sa partie orientale (Guyane Française), l'autre dans la partie occidentale (Venezuela, Guyana) nous permettront de distinguer les différentes formes de relief de l'ensemble des formations qui le constitue.

Dans la partie orientale et méridionale du Bouclier, près du rivage en Guyane Française, apparaissent des collines isolées (110 mètres) dominant l'ensemble du paysage dont l'altitude moyenne est d'environ 15 mètres. Les transgressions et régressions marines s'y sont succédées du Tertiaire au Quaternaire en y laissant des dépôts observables aujourd'hui ; c'est le domaine de la plaine côtière. La chaîne septentrionale du Bouclier est relativement bien observée en Guyane Fran-

caise, au Surinam et dans l'ovale ouest, de l'autre côté de la séparation des Takutu-Backuys, au Venezuela et en Guyana, sur la frange septentrionale de la formidable table gréseuse du RORAIMA. Cette chaîne septentrionale du Bouclier est constituée de roches relativement tendres, de facies schisteux dominant, et est profondément ravinée par l'érosion. Le paysage, sans être élevé, a dans cette partie du Bouclier Guyanais, un relief très tourmenté ; les fleuves y ont creusé des thalwegs assez larges ; les altitudes dépassent rarement 100 mètres, mais certaines intrusions de roches plus résistantes (granitoides ou volcaniques) ont déterminé des zones plus hautes qui s'étagent généralement entre 200 et 400 mètres d'altitude.

L'ensemble des formations granitiques représentées dans le Bouclier Guyanais possède en gros les caractéristiques morphologiques du "Massif central Guyanais" tel qu'il a été défini par Choibert, 1949 pour la Guyane Française. Ces roches granitiques érodées fortement pénéplanées, ont subi plusieurs cycles d'érosion avant d'aboutir à la pénéplaine (surface d'aplanissement) actuelle. Dans la zone orientale du Bouclier, l'altitude est supérieure à 100 mètres et de nombreux reliefs dominant cet ensemble en s'étageant entre 400 et 700 mètres (montagne de l'Abouinamy en Guyane Française). De nombreux affluents des grands fleuves de cette partie orientale du Bouclier, qui coulent Nord/Sud prennent leur source au sud de cette unité physiographique. Le relief est tourmenté et les traces de l'érosion y sont souvent très fortes. Cette région du Bouclier prend l'allure d'un moutonnement infini de collines dans l'ensemble peu élevées mais aux pentes très fortes (10 à 30% en moyenne) ; ce relief accidenté est en grande partie camouflé par une végétation

luxuriante qui couvre ces collines. Ces dernières sont fréquemment séparées les unes des autres par des bas-fonds hydromorphes où l'eau peut stagner temporairement, déterminant une végétation de type marécageux comme la "Pinotière" (abondance de Palmiers Pinots : Euphorbia Oleraceae). C'est un modelé en demi-oranges, monotone où les mailles du réseau sont plus ou moins serrées suivant les types de granites.

Dans la partie sud-orientale du Bouclier (ovale méridional), la région la plus élevée comprend de vastes massifs creusés par de profondes vallées. En Guyane Française, elle s'étage entre 430 et 850 mètres (montagne Belle Vue). On peut citer les noms des monts Attachi-Baka, 782 mètres ; Massialine, 775 mètres ; Belvédère, 760 mètres ; Galbao, 750 mètres ; Continent, 640 mètres ; le Massif Tabulaire, 850 mètres etc... C'est dans cette unité physiographique que prennent naissance les grands fleuves de la Guyane Française qui sont d'Est en Ouest : la rivière Arataye et la rivière Sapokaye (affluents de l'Approuague), l'Inipi et la Crique Sable (affluents du Camopi) ; l'Approuague, le Sinnamary et la Mana ; ainsi que le grand et le petit Inini (Lawa-Maroni).

La dernière unité physiographique de cette partie orientale du Bouclier est constituée par la Pénéplaine du sud (Chouibert, 1949). C'est une zone remarquablement plane, drainée dans sa partie Est par l'Oyapock et ses affluents (Camopi, Inini) et du Lawa-Litani (en Guyane Française). Les principaux affluents de la rivière Coppename (Surinam) y prennent naissance ainsi que ceux de la Coirentyne (Lucie, Coeroeni) en Guyana ; l'Esequibo y prend sa source. Dans la partie orienta-

le du Bouclier, cette zone est plus haute à l'Ouest qu'à l'Est et est dominée par d'innombrables pitons granitiques ou inselbergs dont l'altitude peut dépasser 650 mètres. Le relief se fait plus accidenté en descendant vers le sud du Bouclier, à la ligne de partage des eaux entre l'Amazone vers le sud et l'Atlantique au Nord (région des Tumuc Humac au sud de la Guyane Française à environ 670 mètres d'altitude). Le survol aérien offre également l'aspect d'un morfonement de collines au modelé en demi-oranges, dont la monotomie est seulement rompue par des intrusions sous la forme de pitons, d'inselbergs ou de batholites granitiques aux pentes abruptes. Sur les flancs montagneux et les sommets secondaires ainsi que certains replats, apparaissent des vestiges de cuirasses latéritiques caractérisées par des altitudes à peu près constantes. Plusieurs phases d'érosion ont joué dans cette région avant d'aboutir au relief actuel.

Dans la partie occidentale du Bouclier (ovale septentrional), à l'ouest des Takutu-Backays, deux grands ensembles morphologiques peuvent être distingués. Le premier de ces ensembles est sous la dominance de la formation grésos-quartzitique du Roraima qui est très largement représentée dans la partie NE de cet ovale occidental. Il s'agit d'une formidable couverture tabulaire atteignant près de 3.000 mètres d'altitude par endroits dans la région Venezuelano-Guyanaise; gigantesque pilier tectonique, très fortement diaclasé et fracturé dont le relief est très fortement accidenté; les falaises sont abruptes et atteignent 600 mètres. Véritable chateau d'eau, de très nombreux fleuves ou affluents des plus grands fleuves de cette partie du Bouclier y prennent naissance: affluents de la rive gauche de l'Esequi-

bo (Guyane Vénézélienne), le Cotingo (affluent du rio Branco (Brésil), le Caroni (Guyane-Venezuela) etc... La couverture tabulaire du Roraima est traversée par d'épaisses séries doléritiques et gabbroïques qui déterminent à l'intérieur de ces immenses plateaux des chaînes de montagnes accentuant un relief, qui n'eût été les impressionnantes fractures et diaclases du matériau sédimentaire, aurait été fortement aplani. Cette énorme plaque sédimentaire quartzitique et gréseuse se disloque vers le sud-ouest au Venezuela et les reliefs tabulaires apparaissent comme de véritables "îlots" continentaux isolés les uns des autres dans l'état du Bolivar et surtout dans celui du T.F de l'Amazonie. Le dernier témoin occidental de ces "Tepuyes" ou hauts plateaux gréseux du Roraima est représenté par le cerro Autana au sud de Puerto Ayacucho sur la rive droite de l'Orénoque.

Le second de ces ensembles est celui que l'on observe dans la région occidentale et sud-occidentale du noyau sédimentaire du Roraima. Il englobe essentiellement les différents états du sud-est et du sud du Venezuela : état du Bolivar et Territoire Federal de l'Amazonie. Mis à part le pilier tectonique de l'Imataca situé en bordure de l'Orénoque et qui s'étend du Carchivero au sud-ouest à l'estuaire de l'Orénoque au nord-est, toute la retombée occidentale du Bouclier Guyanais est morphologiquement essentiellement sous la dépendance de roches de type granitique. Les images RADAR (CODESIR, 1972) qui couvrent tout le territoire Federal de l'Amazonie du Venezuela permettent de distinguer plusieurs ensembles physiographiques différents dans cette partie du Bouclier qui sont des plus hauts aux plus bas (Blancaneaux, Poyllan et Segalen, 1977) : le paysage de Haut plateau qui correspond à différents niveaux de surfaces d'aplanissement qui dominent le paysage en général ; le paysa-



ge de montagne que constitue un ensemble de roches précambriennes où prédomine une tectonique de fractures, de failles, associées à un style orogénique doux ; un paysage de piémont qui regroupe tous les reliefs d'altitude intermédiaire entre le paysage ondulé de la pénéplaine et celui de la montagne ; ils sont généralement localisés autour des massifs montagneux et dans certains cas en position isolée ; le paysage de Pénéplaine qui correspond à une unité témoin d'un ancien applanissement repris par une phase d'altération, et qui a évolué en demi-oranges ; le paysage de pénéplaine d'érosion-altération qui correspond à l'évolution du paysage de pénéplaine d'altération par l'intensification de l'érosion qui aboutit à l'affleurement de la roche-mère et à l'accumulation des résidus de l'érosion ; le paysage de Plaine d'érosion qui correspond à une zone plane très étendue, caractérisée par la présence d'une couverture sableuse quasi continue, produit final de l'érosion des massifs montagneux granitiques et gréseux et de la lixiviation des altérations profondes.

L'extrême bordure occidentale du Bouclier est représenté sur la rive droite de l'Orénoque par les massifs granitiques du Parguaza et le batholite de Santa Rosalia. Les altitudes maximales sont de l'ordre de 1.800 mètres. Le relief est extrêmement tourmenté et accidenté, très fortement faillé. Les affleurements granitiques dénudés sont beaucoup plus fréquents que sur la partie orientale du Bouclier (savanes roches de la Guyane Française). Il s'agit de vieilles surfaces d'applanissement présentant des reliefs tabulaires fortement érodés et disséqués par un réseau de failles et de cassures profondes comme il a été présenté au chapitre géologie. C'est le domaine des montagnes hautes. Cet ensemble Parguaza-Santa Rosalia, est séparé d'une autre

chaîne montagneuse qui s'étire du NNE au SSO à partir du fleuve Paragaya (Venezuela) jusqu'aux sources de l'Orénoque, par des bassins alluviaux et des plaines résiduelles d'accumulation des produits d'altération des granites ou des roches volcaniques acides comme c'est le cas dans le bassin du Manapiare (Venezuela). Sur son bord le plus occidental au Venezuela, le Bouclier Guyanais se termine au contact des Llanos Colombiens et Vénéziéliens par l'immense pénéplaine du Casiquiare, véritable complexe semi-endorréique, au relief très plat, légèrement ondulé avec un modelé en demi-oranges fortement surbaissé dans les secteurs où affleure le socle cristallin. Les derniers prolongements de ce vieux Bouclier Guyanais antécambrien émergent de l'autre côté de l'Orénoque, dans les Llanos Colombiens sous forme de promontoires granitiques et d'affleurements dénudés isolés dans la région de Casuarito au sud du rio Meta (Blancaneaux et al., 1978) et sont peu à peu remplacés par les sédiments Andins. Dans toutes les régions montagneuses et les pénéplaines hautes de la partie occidentale du Bouclier Guyanais, le relief est très fortement accidenté et faillé.

#### 1.4. HYDROLOGIE, DRAINAGE ET EROSION.

Le Bouclier Guyanais se comporte comme un immense "château d'eau" à partir duquel prennent naissance les plus grands fleuves de cette partie du continent sud Américain. L'Orénoque y prend sa source dans la partie sud-occidentale et de très nombreux affluents de l'Amazone y naissent également. Les fleuves coulent soit en direction nord vers l'océan Atlantique, soit vers le sud en direction de l'Amazone, soit vers l'ouest en direction de l'Orénoque. Les principaux fleuves sont de l'Est vers

L'Ouest : les affluents de l'Amazone (Amapari, Jari, Parí, rio Branco et rio Negro). Tous ces fleuves coulent vers le SE et se jettent dans le grand fleuve Brésilien. Les principaux fleuves qui se jettent dans l'Atlantique sont d'Est en Ouest les fleuves : Amapa grande, Cassiporé, Uaca, Amapa (Brésil) ; l'Oyapock, l'Approuague, le Mahury, la rivière de Cayenne, le Sinnamary, l'Iracoubo, la Mana, le Maroni en Guyane Française ; la rivière Commewijne, le Suriname, le Saramaca, le Coppename le Nickerie et la Courrentyne au Surinam ; les rivières Berbice, Demerara, Cuyuni en Guyana ; l'Orénoque et tous ses affluents de la rive droite au Venezuela.

Pour avoir une idée de l'importance des écoulements, quelques valeurs de débits de cours d'eau moyen (partie orientale du Boclier) et de très grands fleuves sont présentés par la suite. En Guyane Française, le Maroni qui est le plus important des fleuves de ce département a un module pour la période 1951-1962 de 1.760 m<sup>3</sup>/s ; l'Oyapock à Maripa pour la période 1953-1961 a un module de 870m<sup>3</sup>/s tandis que la Mana à Saint Sabbat pour les années 1953-1961 a un module de 294 m<sup>3</sup>/s. L'Orénoque au niveau de Puerto Ayacucho (T.F de l'Amazone) a donné en 1970 un module de 7.963 m<sup>3</sup>/s ; au niveau du delta, ce fleuve a un module approximatif de 57.000 m<sup>3</sup>/s, tandis que l'Amazone a un débit supérieur à 100.000 m<sup>3</sup>/s.

La plupart des fleuves du Boclier Guyanais ont des pentes irrégulières dans leurs cours supérieurs et sont jalonnés par de très nombreux rapides qui témoignent de la recherche d'un profil d'équilibre de ces derniers. Les crues sont souvent brutales et déterminent, surtout au débit des saisons pluvieuses, une impul-

sion nouvelle à l'érosion. Les moindres affluents se transforment rapidement en eau très sale, trouble et boueuse, quelque soit la nature de leur lit (roches vertes, granites ou schistes). Il suffit de survoler cette région durant les saisons pluvieuses pour se rendre compte du travail d'une érosion continue qui, sans la couverture forestière protectrice, son rôle de fixation du sol et de camouflage incessant des saignées créées soit par les chablis, soit par les éboulements de pans entiers de berges, aurait des conséquences encore beaucoup plus graves.

## 1.5 CLIMATOLOGIE.

Allongé d'Est en Ouest suivant un grand axe de plus de 2.000 km, avec quelques 1.500 kms de facade maritime, exposé aux vents dominants du NE et situé entre les parallèles 0° et 8° de latitude Nord et 50° et 67°30' de longitude O, le Bouclier Guyanais jouit dans son ensemble d'un climat équatorial caractérisé dans sa partie orientale (Amapa, Guyane Française et Surinam essentiellement) par la présence de deux saisons des pluies et de deux saisons "sèches" plus ou moins marquées. Dans sa partie occidentale le climat est largement sous la dépendance du relief beaucoup plus accentué du fait de la présence de la couverture sédimentaire tabulaire du Roraima. C'est ainsi qu'au Venezuela (T.F de l'Amazonie) du Nord au Sud les caractéristiques climatiques varient sensiblement. Le climat se caractérise par la présence d'une seule saison sèche, soit très nettement marquée (région nord du Territoire), soit presque complètement escamotée dans la partie Sud et Sud-Est (chaines montagneuses des sources de l'Orénoque et pénélaine du Casiquiare).

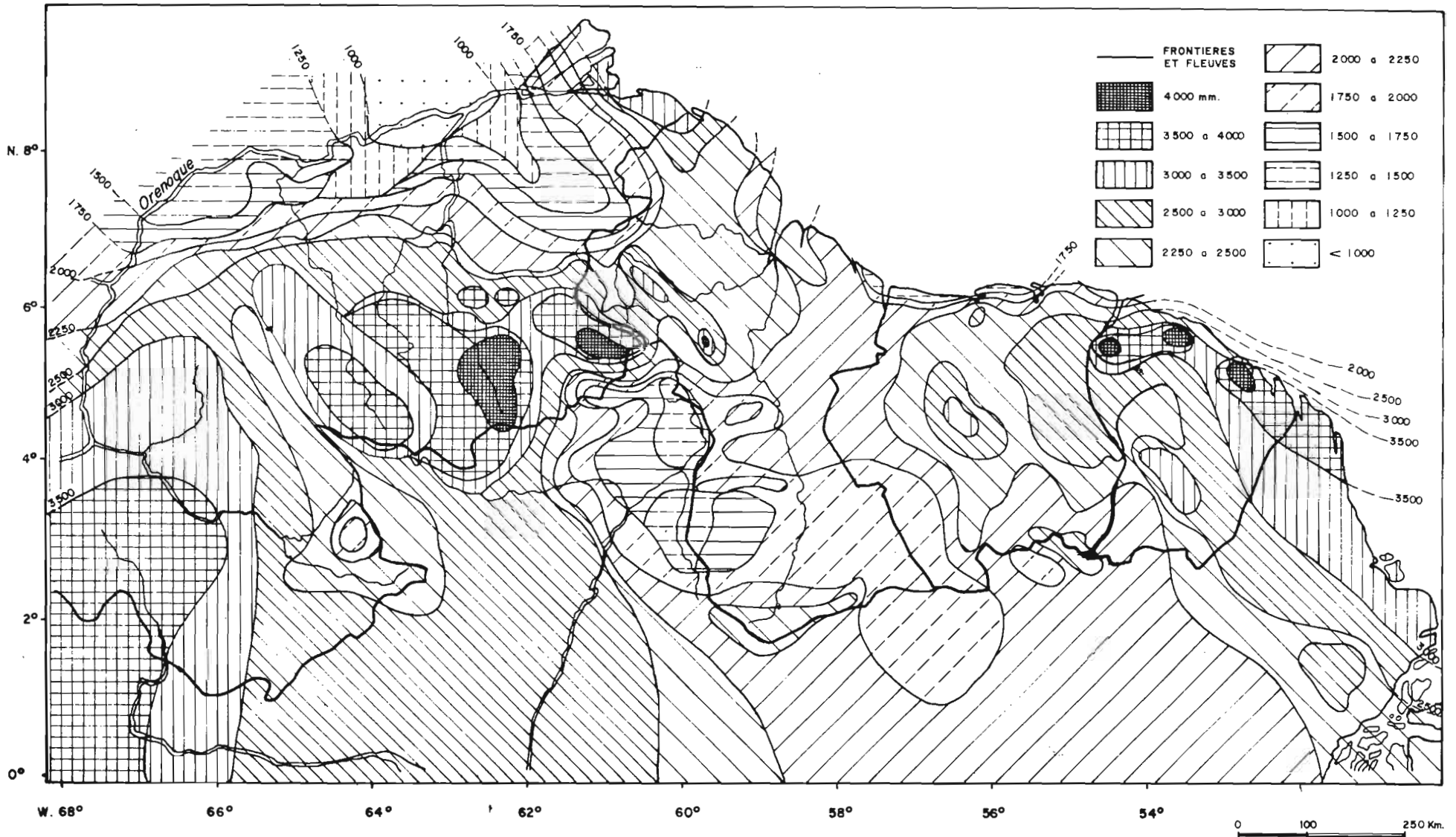
## Précipitations.

Pour l'ensemble du Bouclier les précipitations varient de 1.500 mm à plus de 4.000 mm (voir figure n°3). Deux pôles particulièrement arrosés peuvent être distingués qui sont de l'Est à l'Ouest, toute la chaîne montagneuse septentrionale de la Guyane Française (entre 3.000 et plus de 4.000 mm) et la retombée SO du Bouclier dans la région de San Carlos de Rio Negro (T.F de l'Amazonie de Venezuela) au sud de 5 ème degré de latitude Nord.

D'après la classification d'Aubreville, 1961, le climat du Bouclier Guyanais peut être défini comme un bio-climat Amazonien au sein duquel se distinguent des sous-climats dont les caractéristiques diffèrent quelque peu suivant les régions orientales ou occidentales. C'est ainsi qu'en Amapa Brésilienne et en Guyane Française, de même que dans la partie septentrionale et centrale du Surinam, ce climat se distingue par les caractéristiques suivantes :

- Climat très humide et très pluvieux.
- Déficit de saturation moyen annuel faible.
- Déficit de saturation moyen mensuel faiblement variable durant l'année.
- Indice pluviométrique élevé.
- Pas de saison écologiquement sèche ou inférieure à un mois.
- Chaud en permanence ; température du mois le moins chaud supérieure à 20°C.

FIG. 3 GEOGRAPHIE DES PLUIES ENTRE AMAZONE ET ORENOQUE  
D'APRES PHILIPPE BLANCANEUX, 1978.



SOURCES :

A) PARTIE ORIENTALE.

METEOROLOGIE NATIONALE, GROUPE ANTILLES-GUYANE.  
ORSTOM, SECTION HYDROLOGIE, CAYENNE.  
ISOHYETES MOYENNES ANNUELLES, PERIODE 1956-1975  
DRESSEE PAR M.ROCHE POUR LA GUYANE FRANCAISE.

B) PARTIE CENTRALE.

D'APRES M. PETIT, IN: GEOGRAFIE DES  
PLUIES ENTRE AMAZONE ET ORENOQUE.  
(TRAVAUX ET DOCUMENTS DE GEOGRAPHIE  
TROPICALE. CNRS. CENTRE UNIVERSITAIRE  
ANTILLES-GUYANE.)

C) PARTIE OCCIDENTALE.

MINISTERIO DEL AMBIENTE Y DE LOS RECURSOS  
NATURALES RENOVABLES (MARNR).  
DIRECCION DE RECURSOS HIDRAULICOS  
DIV. DE EDAFOLOGIA. CARACAS, 1977. ISOYETAS  
MEDIAS ANUALES, PERIODO 1971-1974; IN  
PH. BLANCANEUX, 1977.

Les quatre saisons alternativement sèches et humides auxquelles ces régions sont soumises se développent ainsi :

a) Petite saison des pluies (en moyenne de 15/12 à 15/2) caractérisée par des précipitations d'assez faible importance ; (petite saison des grandes pluies).

b) Petite saison sèche ou petit été de mars ; de 15/2 à 15/3 en moyenne ; (petite saison des petites pluies).

c) Grande saison des pluies ; de 15/3 à 15/7 en moyenne. Le maximum des précipitations a lieu en juin-juillet pour la partie orientale du Bouclier ; (grande saison des grandes pluies).

d) Grande saison sèche ; de 15/7 à 15/11 en moyenne ; minimum des précipitations en septembre et octobre pour la Guyane Française ; (grande saison des petites pluies).

Cette partie du Bouclier Guyanais est sous la dominance de la zone intertropicale de convergence (Z.I.C) ; en fait il est régi par trois facteurs principaux qui sont :

- L'anticyclone des Açores (hémisphère Nord) qui maintient son influence de décembre à juillet en moyenne (alizé du NE, humide instable, et qui donne d'abondantes précipitations).

- L'anticyclone de Saint-Hélène (hémisphère Sud), alizé du SE qui se décharge en eau sur la partie Brésilienne du Bouclier et qui est relativement sec lorsqu'il intéresse déjà la Guyane Française. Il maintient, dans cette partie du

Bouclier, son influence d'août à novembre.

- La Z.I.C (zone intertropicale de convergence), zone de basse pression située entre les deux anticyclones précédemment cités et qui se déplace entre le troisième parallèle sud et le 15<sup>ème</sup> parallèle nord. Elle passe sur la partie orientale du Bouclier de décembre à janvier et en remontant vers le nord en mai et juin où ont lieu les plus fortes précipitations.

Dans la partie occidentale du Bouclier, le climat d'une façon générale a tendance à être moins humide et les noyaux de pluviométrie élevée se distinguent assez nettement dans cette région. C'est ainsi que peuvent être séparés les noyaux très humides (plus de 3.000 mm) du haut Ventuari, des sources de l'Orénoque et de la pénéplaine du Casiquiare sur la retombée occidentale du Bouclier. Ces zones de pluviométrie très élevée sont séparées par de grandes étendues où la pluviométrie est relativement moins forte quoiqu'étant encore comprise entre 1.500 et 2.500 mm. Toutefois la répartition de ces pluies durant l'année, qui est un facteur d'évolution extrêmement important des sols et de la végétation qu'ils supportent diffère très sensiblement entre ces deux zones. Une grande partie de cette région occidentale du Bouclier se caractérise par la présence d'une seule saison "sèche" au cours de l'année ; cette saison est toutefois nettement marquée particulièrement dans la partie nord de la retombée occidentale du Bouclier, dans les états du Bolivar et dans l'extrême nord du Territoire Federal de l'Amazonie au Venezuela. Au sud du 4<sup>ème</sup> degré de latitude Nord, cette saison sèche est escamotée fortement et le climat est plus ou moins uniformément pluvieux toute l'année.



Ces variations sensibles de la répartition des pluies sur le Bouclier Guyanais déterminent des régimes d'humidité des sols tels qu'ils sont définis dans la Soil Taxonomy sensiblement différents ; c'est ainsi qu'au Venezuela un régime Ustic caractérise bien des sols de l'état du Bolivar et de la partie nord du T.F de l'Amazonie ainsi que du cours moyen du Ventuari. Un régime Udic est observé sur la quasi totalité des sols des surfaces hautes du sud de l'Amazonie Vénézuélienne ainsi que de toute la bordure orientale et de la partie centrale du Bouclier. Le régime d'humidité Aquic reste particulièrement bien représenté dans la partie sud-occidentale du Bouclier (pénéplaine du Caiçiare) lié aux conditions particulières du milieu (conjugaison des facteurs topographiques et météorologiques).

#### Température.

C'est l'élément le plus constant du climat du Bouclier Guyanais particulièrement dans sa partie orientale.

Mis à part les variations dues à l'altitude, sont sensibles dans la région occidentale du Bouclier sur les hauts plateaux gréseux du Roraima, les températures moyennes subissent de faibles variations annuelles. La température moyenne, tant sur la partie orientale du Bouclier que sur la retombée occidentale de ce dernier est de 26°C. Les amplitudes thermiques absolues peuvent être par contre relativement fortes puisqu'en Guyane Française les valeurs enregistrées pour les minimum et maximum à la station de Saint Laurent du Maroni atteignent 36°1 et 17°5, tandis que pour la station de Puerto Ayacucho (Venezuela), les températures moyen-

nes annuelles maximum et minimum sont de 32°8 et 21°8. La température diminue très fortement sur les hauts plateaux gréseux du Roraima (plus de 2.500 m) et les premières mesures réalisées montrent des températures minimales de l'ordre de 5°C (mesetas de Sarisariñama, Jajã et Guanacoco ; Steyermark, 1974).

### Humidité.

L'humidité moyenne vraie est généralement très forte sur la plus grande partie du Bouclier Guyanais ; en Guyane Française, elle varie dans l'année de 89% au mois de juin à 82% au mois de septembre (en moyenne) ; l'humidité maximale absolue est toujours égale à 100% tandis que l'humidité minimale absolue peut descendre en dessous de 35% au mois d'octobre (station de St Laurent du Maroni en Guyane Française). Ces valeurs sont en gros celles observées sur la rive occidentale du Bouclier (Venezuela) avec un décalage de quelques dates des variations saisonnières (mois les plus secs, de novembre à février).

### Evaporation.

L'évaporation est irrégulièrement répartie sur toute l'étendue du Bouclier Guyanais ; si dans la partie orientale ou centrale du Bouclier d'une façon très générale les valeurs observées pour la pluviométrie restent presque toujours supérieures à celles observées pour l'évaporation, et que le déficit hydrique pour le plus grand nombre de ces sols n'est pas marqué ou n'existe pas, il n'en est pas de même dans une grande partie du secteur nord-occidental et occidental de ce

dernier. Beaucoup de sols développés dans cette région du Bouclier (Venezuela principalement) souffrent d'un déficit hydrique marqué. En effet, de nombreux sols développés dans cette partie de la Guyane Vénézélienne constitués soit par des Psamments (sols des vastes savanes sableuses) ou par des Ultisols et/ou Oxisols (sols argileux) du T<sub>r</sub>F de l'Amazonie et de l'état du Bolivar connaissent un tel déficit.

### Vents.

D'une façon générale, les vents sont peu accentués sur le Bouclier. Toutefois des orages de courte durée (accompagnés de fortes rafales) peuvent prendre des caractères assez violents en fin de saison sèche, surtout dans les zones montagneuses. Il est à noter que les variations morphologiques locales donnent naissance à des micro-climats particuliers (abords de montagnes importantes) où les vents et les précipitations peuvent être relativement importants. On doit noter dans cette partie du continent sud-Américain, l'absence d'ouragans et de cyclones. Sur sa bordure occidentale, au sud-ouest des formidables tables gréseuses de Juruá, Sarrisariñama et Guanacoco qui dominent la serranía de Uassadi, dans la région du haut Ventuari (Cacuri) où apparaissent des formations végétales de savanes, des vents assez forts soufflent durant la saison sèche (mars particulièrement) ; cela s'explique par la configuration morphologique locale ; la vallée de type "rift" du Ventuari est bordée par des chaînes montagneuses où la température de l'air est relativement plus basse ; un fort appel d'air est créé par les sols surchauffés de la

plaine ; l'action érosive du vent est alors très nettement observable dans les savanes sableuses ou argileuses de cette région (savanes de Cacuri, du Parí ; Blancaneaux et al, 1978).

## 1.6. VEGETATION.

Mis à part les formations de savanes apparentes, résultat de l'action anthropo-climatique (Blancaneaux, Ph; Araújo, J, 1978), principalement dans la partie occidentale du Bouclier, l'ensemble des formations constituant ce dernier est uniformément couvert par la forêt haute, dense et humide, sempervirente que constitue la grande hylea Amazonienne. D'après les photographies aériennes, il est parfois possible de noter des variations portant plus sur la densité et la hauteur des arbres que sur les espèces rencontrées en fonction de la roche-mère existante.

Les zones granitiques, les migmatites et les sols qui en dérivent sont généralement recouvertes par une végétation relativement basse et riche en lianes ligneuses. Le sous bois est dense, assez difficilement pénétrable et sombre.

Les zones à roches vertes (amphibolites, laves anciennes, dolérites etc..) sont très généralement couvertes par une végétation beaucoup plus belle, à fûts relativement plus gros et au sous bois plus clair. Cela tient essentiellement aux meilleures propriétés physico-chimiques des sols qui s'y développent ; meilleur équilibre Sol-Eau, Sol-Flore ; Blancaneaux, 1974 ; Oldeman, 1974. De Granville, 1978.

Sur les schistes et les quartzites ainsi que sur les conglomérats, la forêt est très dense, médiocre. Le sous bois est encombré d'arbustes et de broussailles épineuses et les palmiers du genre *Astrocaryum* sont très nombreux.

Quoiqu'il en soit la forêt développée sur l'ensemble des formations géologiques du Bouclier Guyanais est difficilement comparable (surtout en ce qui concerne la hauteur et le diamètre des arbres) à celle qui peut être observée sur des formations géologiques similaires et dans des conditions climatiques comparables de l'autre côté de l'Atlantique en Côte d'Ivoire ou au Gabon. En Afrique, les arbres sont beaucoup plus gros, bien plus hauts (ils dépassent généralement 50 mètres) que sur le Bouclier Guyanais où la hauteur moyenne est d'environ 40 mètres. La densité des arbres exploitables est beaucoup plus forte en Afrique. Cela aurait pour cause le comportement hydrodynamique très différent de la majorité des sols développés sur les différentes formations géomorphologiques du Bouclier ; comportement déterminé par une stabilité moindre du vieux Bouclier Guyanais comparativement au Bouclier Africain. En résumé on peut dire que le Bouclier Guyanais se soulève actuellement surtout dans sa partie orientale, ce qui provoque un rajeunissement des sols, un amincissement des profils par le jeu de l'érosion, une dynamique d'évolution entraînant une différenciation latérale relativement forte dans les séquences et finalement à un cycle de reconstitution forestière beaucoup plus rapide dans le Bouclier Guyanais que dans son similaire Africain.

La forêt sempervirente est, en réalité, un système vivant extrêmement

complexe qui lie une énorme richesse en espèces d'arbres, de lianes et d'épiphytes à une structure aussi subtile que compliquée. Le fait fondamental pour comprendre cette forêt est son cycle de reconstitution ; les grands arbres tombent et, dans les trouées appelés chablis par les forestiers (Djougoung-pété, Blancaneaux, 1973), d'autres plantes poussent qui finiront par reconstituer la forêt. En moyenne la forêt vieille et bien structurée n'occupe que 5 à 10% de la surface forestière totale. Les 90 à 95% restant sont couverts des différents stades de reconstitution, dont les plus jeunes représentent la partie relativement la plus difficilement pénétrable de la forêt (il en est d'ailleurs de même en région tempérée). Bientôt le sous-bois s'éclaircit suffisamment pour que l'on puisse y circuler librement ; ceci provient d'une diminution de luminosité dans les couches basses, due au développement des cimes puissantes des grands arbres.

Les modalités et la chronologie du cycle de reconstitution forestière déterminent la constitution d'une forêt couvrant une certaine région, le nombre moyen de grands arbres et le cubage du bois à l'hectare, l'abondance des lianes et des palmiers etc. . . , la richesse des couches basses en petits arbres parmi lesquels on trouve plusieurs espèces médicinales et ainsi de suite. Le cycle de reconstitution forestière est en partie déterminé par les caractères du sol ; fréquence de chablis plus grande lorsque le sol est lâchement structuré (compacité et massivité des horizons de moyenne profondeur) ou encore sur des pentes fortes, et le relief est fonction de la roche-mère ; la présence ou l'absence de couches imperméables à faible profondeur détermine les limites d'expansion des racines, qui à leur tour,

influencent le développement de l'appareil aérien des arbres, d'où la structure de la voute.

Sur le Bouclier Guyanais, sur les granites, migmatites et les sols qui en dérivent, de même que sur les différentes formations gneissiques largement représentées et les schistes riches en quartz, le cycle forestier paraît très rapide; cela est dû en grande partie au fonctionnement hydro-dynamique original, sous-épidermique, latéral ou oblique, dans ces sols ferrallitiques comparativement aux sols Africains qui sont plus profonds, plus perméables et dont le drainage reste essentiellement vertical. La réalisation d'une haute futaie y est par conséquent plus rare. On y trouve relative abondance de lianes, densité de grands arbres peu importante et le sous-bois est dense. Les sols sur roches schisteuse et sur quartzites présentent généralement un cycle forestier un peu plus lent, intermédiaire entre le précédent et celui qui s'observe sur les roches volcaniques basiques qui, le plus lent de tous, permet l'existence prolongé, donc la fréquence accrue, d'une forêt à arbres relativement plus grands, moins de lianes et au sous-bois plus clair. Cette dernière forêt serait celle qui se rapprocherait le plus de la vieille et haute forêt Africaine ; dans les secteurs où elle est observée elle est qualifiée de "grande forêt" en Guyane Française (Plateau de la Douane par exemple).

En dehors de la forêt dense et sempervirente Amazonienne, d'autres types de formations végétales ont été observés sur le Bouclier Guyanais :

- Les maquis (matorral, Bush) ; formations xérophytiques ; elles cons-

tituent des populations d'arbustes au feuillage toujours vert difficilement pénétrable.

- La savane ; constituée d'herbes associées à des arbustes (80 cm).

- La steppe ; formation ouverte avec d'abondantes herbes de faible hauteur ; elle est rare et surtout développée au Venezuela.

- La prairie ; formation de graminées dépourvue d'arbres, généralement à cause d'un excès d'eau (commune dans le T.F. de l'Amazonie au Venezuela dans la pénéplaine du Casiquiare).

Il est important de distinguer les formations primaires des formations secondaires. Les formations primaires sont en équilibre avec les facteurs externes, principalement quand il s'agit de forêts ou de maquis. Les formations secondaires résultent de la destruction des formations primaires généralement par l'Homme. Dans la zone équatoriale du Bouclier Guyanais, la forêt primaire est généralement remplacée par une forêt secondaire de composition et d'aspects différents. Sur les bords septentrionaux et occidentaux, la forêt primaire est remplacée par des savanes ou par des steppes ; les prairies se développent surtout dans les zones où prédominent les mauvaises conditions de drainage (inondations durant plus de trois mois de suite).

## 1.7. ACTIVITE BIOLOGIQUE.

Les animaux comme les végétaux sont des organismes vivants qui ont



un rôle direct en Pédologie.

Les animaux qui ont une importance du point de vue pédologique sur le Bouclier Guyanais sont principalement les insectes et plus spécifiquement les fourmis. Ces insectes contribuent grandement au remaniement des horizons supérieurs des sols. Les vers (nématodes) interviennent également ; ils déplacent des quantités considérable de terre et une bonne partie de cette dernière est restituée au sol après avoir traversé leur tube digestif.

Les principaux insectes rencontrés dans les sols du Bouclier Guyanais sont les fourmis et les termites ; ils consomment des quantités importantes de matière organique qui après avoir traversé leurs appareils digestifs sont restituées au sol. D'autre part ils forment des galeries innombrables et arrivent souvent à constituer avec ce qu'ils extraient des monticules de taille variable. La destruction constante de ces monticules contribue à un remaniement de la partie supérieure du sol qui est loin d'être inappréciable.

Dans beaucoup de secteurs du Bouclier Guyanais où existent de mauvaises conditions de drainage, on observe des formations de monticules de taille très régulière dans un même site mais qui peut varier considérablement d'un site à l'autre (ces monticules varient de la dizaine de centimètres à plusieurs mètres). Ces formations sont édifiées par l'action biologique ; les déterminations faites au Muséum d'Histoire Naturelle de Paris (Mme J.C Weurlesse) sur des échantillons prélevés dans ces monticules sur le haut Ventuari (Blancaneaux, 1977) ont révélé l'existence de trois espèces de fourmis associées à des termites dans le même monticule :

SOUS-famille des Myrmicinae.

1. Solenopsis Saevisima (Fourmi de feu).
2. Acromyrmex Sp.

SOUS-famille des Dolichoderinae.

3. Dorymyrmex Sp.

Ces monticules déterminent dans certaines zones du Bouclier Guyanais un microrelief très caractéristique, appelé "Tatucos" au Venezuela et "Chaussures à clois" en Guyane Française.

Parmi les animaux, il faut noter l'activité des tatous (Cabassus Unicinctus), qui creusent des galeries et qui dans certains cas peuvent favoriser la chute des arbres, particulièrement dans les matériaux schisteux.

2. PEDOLOGIE.

2.1 DISTRIBUTION GENERALE DES SOLS

Pour tout le Bouclier Guyanais il y a une relation assez étroite entre la géomorphologie et les sols observés ; la cartographie d'immenses secteurs (T.F de l'Amazonie du Venezuela, 180.000 km<sup>2</sup>) est faite à base d'unités géomorpho-pédologiques. La distribution générale des sols est principalement régie par les con-

ditions de drainage et est fonction de deux facteurs principaux qui sont : la topographie et la roche-mère. C'est la raison pour laquelle les matériaux originels impriment si fortement leurs marques dans les processus pédogénétiques du milieu.

Toutes les conditions se trouvent réunies dans le Bouclier Guyanais pour que l'altération des roches mères se fasse avec le maximum d'intensité et pour que les facteurs pédogénétiques puissent s'exprimer pleinement. Les différents facteurs de la pédogénèse, sauf un (la roche-mère), révèlent une grande uniformité sur la quasi totalité du Bouclier Guyanais, surtout dans l'ovale méridional. Toutefois une tendance à une évolution moins poussée des sols se remarque d'Est en Ouest. La partie orientale du Bouclier est d'avantage le domaine de la Ferrallitisation sensu-stricto que la partie occidentale où se font de plus en plus abondants les Ultisols domaine de la Ferruginisation, Blancaneaux, 1978. Brugière, J-M et Marius, Cl, 1967; Blancaneaux, Ph, 1974, montrent que la roche-mère a une influence directe sur la granulométrie des sols du Bouclier Guyanais et que ce facteur est directement responsable des processus pédogénétiques qui conditionnent l'évolution de ces derniers. C'est ainsi que sont généralement distingués :

- Des sols argileux (60-80% d'argile). Sur les matériaux volcaniques basiques ou acides ; gabbros, amphibolites, roches du complexe volcano-sédimentaire du Paramaca etc..

- Des sols sablo-argileux (20-40% d'argile). Sur les roches granitiques et granitoides du socle. Aussi sur les matériaux schisteux riches en quartz

les grès argileux et les quartzites du Roraima.

- Des sols sableux (0-10% d'argile). Sur les matériaux de désagrégation des roches granitiques du socle ainsi que sur les grès et quartzites du Roraima ; également sur les terrasses fluviales et fluviomarines.

La roche-mère intervient de plus par sa composition chimique ; elle intervient sur la désaturation du complexe absorbant ; malgré la très forte désaturation de tous les sols ferrallitiques (Oxisols) ou ferrugineux (Ultisols) du Bouclier Guyanais, une différence reste parfois perceptible dans les taux de base échangeable suivant qu'il s'agisse de roches ignées acides ou de roches effusives basiques. Blancaneaux, 1974 observe que les sols développés ( Oxisols ) sur les roches doléritiques de Guyane Française présentent des taux de saturation relativement plus élevés que les autres sols ferrallitiques développés sur les différents granites du socle.

La roche-mère joue d'autre part un rôle direct par sa dureté et sa résistance aux phénomènes d'érosion et intervient dans la classification Française des sols indirectement au niveau du Sous-Groupes. La richesse en sesquioxydes de la roche-mère intervient naturellement ; elle influe sur le processus d'induration et de concrétionnement des sols. Les phénomènes de ferruginisation, de latéritisation sont beaucoup plus importants sur les matériaux basiques ou sur les schistes (en particulier du synclinorium septentrional du Bouclier) que sur les roches acides granitiques où ils existent néanmoins en certaines régions. C'est ainsi que les sommets

tabulaires cuirassés (cuirasse et carapace latéritique et latérito-bauxitique) sont observés sur le complexe volcano-sédimentaire basique ou sur roche effusive basique principalement.

## 2.2 FACTEURS PEDOGENETIQUES PREDOMINANTS.

Dans la partie orientale du Bouclier Guyanais, en Guyane Française, la température du sol à 10 cm de profondeur a été mesurée dans diverses conditions. Sous forêt, à 14 h de l'après-midi elle est de 24°C avec très peu de variations. Sous gazon elle est de 35°C avec un maximum à 45°C ; enfin sous sol nu, elle est de 35°C avec un maximum à 50°C et un minimum de 25-26°C. Dans la région de Puerto Ayacucho (T.F de l'Amazone au Venezuela), la température mesurée à la surface des affleurements dénudés de granite situés dans les savanes sableuses de la plaine d'érosion-altération dépasse 65°C durant les mois de mars et avril. De telles températures situent les sols du Bouclier Guyanais dans un domaine de très grande activité chimique et montre le rôle extrêmement important de la couverture forestière contre la dessiccation des horizons subsuperficiels des sols d'autre part.

Un autre facteur influant considérablement sur la pédogenèse du milieu est la hauteur d'eau calculée pouvant drainer à travers des profils de sols. C'est ce que l'on appelle le drainage calculé ; ce drainage peut être estimé à l'aide de la formule Aubert-Henin suivante :

$$D = \frac{YP3}{1 + YP2}$$

Le coefficient Y traduit les pertes par évaporation et est égal à :

$$Y = \frac{X}{0,15T - 0,13}$$

X varie de 0,5 (sols argileux) à 2

(sols sableux)

T représente la température moyenne annuelle en degrés C.

D et P représentent la hauteur de la tranche d'eau et la pluviométrie annuelle exprimées en mètres.

L'application de cette formule aux données climatiques du Bouclier Guyanais conduit à des valeurs énormes du drainage calculé. En Guyane Française, le drainage calculé varie de 1.407mm (Sail) à 3.015mm (Degrad Edmond) ; à Cayenne il est de 2.019mm . D'après les diverses études qui ont été faites par ailleurs dans le monde tropical, on estime que pour un drainage calculé supérieur à 200mm et pour une température supérieure à 19°C, on peut situer a priori les sols dans le domaine de la ferrallitisation, c'est à dire de la dégradation du réseau cristallin des argiles avec libération de la silice et de l'alumine libres. En même temps l'évolution de la matière organique est très rapide et son accumulation par conséquent faible dans les sols. En réalité, pour la plus grande partie des sols ferrallitiques du Bouclier Guyanais, la forte déclivité des terrains (les pentes sont souvent de l'ordre de 20%) amène la plus grande partie des eaux à ruisseler dès que les horizons supérieurs des sols sont saturés ; cela se remarque particulièrement par la variation assez brutale du niveau des cours d'eau lors des fortes averses orageuses au début

des saisons pluvieuses. D'autre part l'examen des profils hydriques montrent que dans la très grande majorité des cas, la pénétration de l'eau verticalement dans le sol est souvent très difficile. Des fosses pédologiques creusées dans de très nombreux sols ferrallitiques de la partie orientale ou occidentale du Bouclier durant les saisons pluvieuses et au moment de fortes averses nous ont permis de constater très fréquemment un fort ruissellement sous épidermique au dessus d'un niveau illuvial compacté ; les racines sont déviées horizontalement à la limite supérieure de cet horizon ; en descendant plus profondément dans le profil, le matériau devient relativement "sec".

Les sols les plus perméables, ceux où nous avons observé la meilleure pénétration de l'eau en profondeur, sont les sols développés sur les roches basiques, les dolérites, les gabbros ou les amphibolites. Ce sont ces sols qui offrent d'autre part les meilleures propriétés physico-chimiques.

Des facteurs physiques aussi intenses nous permettent de concevoir que l'altération des roches mères est très puissante et que les sols du Bouclier Guyanais seront par conséquent très profonds. En fait les sondages les plus profonds effectués dans la partie orientale du Bouclier en Guyane Française par le Bureau Minier Guyanais (BMG), ont bien montré que l'altération a joué sur une très forte épaisseur ; mais, à cause du jeu de l'érosion, cette couverture altérée n'est directement appréciable que dans quelques cas topographiques privilégiés ; c'est entre autre le cas des plateaux tabulaires cuirassés où la croûte latérito-bauxitique a pro-

tégé le manteau d'altération et empêché son enlèvement ; dans ce cas l'épaisseur des formations altérées peut dépasser 64 mètres (région de Kaw sur des schistes verts). Or, en dehors de ces reliefs particuliers, les processus d'entraînement de matériaux des horizons supérieurs des sols sont souvent directement visibles. L'érosion totale calculée (Blancaneaux, Ph, 1974-1975) d'après les résultats obtenus dans le dispositif expérimental ERL0 (Erosion, Ruissellement et Lessivage Oblique) à Grégoire en Guyane Française, dans des conditions naturelles (forêt primaire dense, sempervirente, médiocre), sur granite et pente de 13%, atteint 382 kg/Ha/an. Cette érosion totale, somme des terres de fond et des suspensions entraînées par les eaux est du même ordre de grandeur que celle mesurée en Côte d'Ivoire ; la différence réside essentiellement dans la forme d'érosion sur le Bouclier Guyanais où la plus grande partie de l'érosion se fait sous forme de suspensions fines. C'est une érosion pernicieuse qui appauvrit beaucoup le sol ; contrairement en Afrique, la plus grande part de l'érosion totale est constituée par les terres de fond, Roose, 1973.

Il n'est pas toujours facile de se faire une idée sur la profondeur des sols développés sur le Bouclier Guyanais et ceci pour plusieurs raisons. La première d'entre elles est que la protection du couvert forestier ralentit considérablement les phénomènes d'érosion ; les valeurs mesurées sous forêt (382 kg/Ha/an l'indiquent). La présence de racines, l'entrelac de radicelles qui forment un véritable tapis superficiel, en cassant l'énergie cinétique de l'eau diminue heureusement la possibilité de charge de cette dernière. Dans le cas de ravinement, de chute d'arbres, il y a rapidement camouflage de ces saignées par une nouvelle végétation ;



mais cela ne signifie pas pour autant que l'érosion soit faible. La seconde d'entre elles c'est que l'érosion régressive des fleuves n'entaille le terrain que sur des tranches de 2 ou 3 mètres d'épaisseur. Enfin aucune réalisation de génie civil n'a été jusqu'ici assez importante pour permettre de se rendre compte de l'épaisseur réelle de ces sols. Les plus belles tranchées que nous ayons pu observer (route de Saint-Sabbat en Guyane Française), route du barrage de Brokopongo au Surinam, routes et pistes des environs de Puerto Ayacucho au Venezuela, nous ont toutefois permis de noter que l'épaisseur des sols est relativement faible, que ces sols soient développés sur schistes ou sur matériaux granitiques. Sur les formations schisteuses de l'Orapi ou du Bonidoro (Guyane Française) ou Rosebel-Armina (Surinam), il n'est pas rare à quatre mètres et par fois moins de trouver des blocs de roche-mère en place "flottant" dans un matériau altéré à structure géologique parfaitement conservée. La schistosité subverticale de ces formations en accélérant le drainage reste vraisemblablement la cause du retard de leur altération en ne permettant qu'un contact fugace entre l'eau et la roche; mais la n'est-elle pas la seule raison explicative de cette minceur si fréquemment observée des profils, car bien souvent sur les différentes formations granitiques il en est de même. Le comportement hydrodynamique des sols ferrallitiques du Bouclier Guyanais présente en comparaison des sols développés dans des conditions climatiques et géologiques comparables en Afrique une originalité marquée (Blancaneaux, 1972), qui serait la cause de cette épaisseur relativement faible. Il expliquerait également la médiocrité de la couverture végétale qu'ils supportent comparativement à leurs homologues Africains. Le très fort ruissellement superficiel,

sub-superficiel sous-épidermique, conséquence d'un drainage interne réduit serait la cause première de l'amincissement des profils par appauvrissement exagéré des horizons supérieurs ; cela entraîne à son tour un déséquilibre du couvert forestier dont le cycle de reconstitution est trop rapide pour que la forêt puisse atteindre son stade de maturité. Les observations faites et les résultats obtenus dans l'étude de la dynamique des sols ferrallitiques sur granito-gneiss de Guyane Française, Blancaneaux, 1978, nous ont amené à soutenir la thèse que le comportement hydrodynamique latéral et/ou oblique des sols du Bouclier Guyanais a pour cause la surrection de ce bouclier. Cette surrection serait due au réajustement isostatique sous l'influence du phénomène de subsidence qui joue d'une part sur sa bordure septentrionale par la masse incalculable de sédiments fluvio-marins qui s'y accumulent sous l'action combinée du courant Nord-Equatorial et des vents dominants du NE ; il joue ainsi sur toute la plaine côtière des Guyanes depuis l'Amazone jusqu'à l'Orénoque. D'autre part ce phénomène joue également sur la bordure occidentale du Bouclier sous le poids des sédiments fluviatils apportés par les affluents Andins de l'Orénoque et qui s'accumulent dans la depression des Llanos, à la fois dans les Llanos orientaux de Colombie et occidentaux du Venezuela. Cette subsidence générale provoque par équilibre isostatique la surrection générale du Bouclier, mouvement de faible amplitude mais qui s'accompagne d'un abaissement général du niveau de base. Cet abaissement introduit alors la recherche globale d'un nouvel équilibre dans la dynamique évolutive. La géodynamique superficielle rend compte de ce fait et il est une évidence que tous les fleuves du Bouclier Guyanais présentent des ruptures de

pentés et qu'ils recherchent actuellement leurs profils d'équilibre. Dans les sols s'établissent également des mécanismes qui concourent à la recherche d'un équilibre bio-géo-dynamique ; cet équilibre étant fonction des caractéristiques climatiques actuelles Boulet en 1974 a proposé le terme de Pédobio-climatique.

Sur les roches du complexe volcano-sédimentaire (Paramaca), les roches vertes généralement plus cohérentes, plus massives et moins perméables, les sols semblent relativement plus profonds ; mais là encore, aux endroits où la topographie est tourmentée et c'est souvent le cas, des fragments de roche saine ou partiellement altérée apparaissent vers 5-7 mètres.

Sur les massifs de roches éruptives basiques, tels les gabbros, dolérites, pyroxénolites, amphibolites, nous trouvons généralement des sols peu profonds ; or, ces massifs présentent les plus fortes déclivités du Bouclier Guyanais. Ce fait nous amène à penser que le facteur ÉROSION semble bien le responsable de la minceur fréquente des profils d'autant que dans les rares zones de plateau développé sur ces formations (Plateau de la Douane), les sols sont profonds.

Sur les granites et les formations granitiques extrêmement fréquentes dans tout le Bouclier, la profondeur des sols est assez variable. Le passage entre la roche-mère et le sol semble se faire de façon plus progressive, mais il y a encore de très nombreuses exceptions et des " boules " de granite plus ou moins saines peuvent être rencontrées à de faibles profondeurs.

Les fortes pentes représentant de loin le trait le plus général du paysage du Bouclier Guyanais, les caractéristiques de la Pédogénèse peuvent être résumées comme suit : Leveque, 1963 ; Blancaneaux, 1974 :

- Sécheresse sensible du pédoclimat dès une faible profondeur.
- Passage fréquemment brutal de la roche-mère à une formation présentant toutes les caractéristiques physiques et minéralogiques d'un sol.
- Décapage progressif des horizons superficiels rapidement saturés en saison des pluies avec pour corollaire l'entraînement d'une partie des végétaux qui tombent sur le sol.
- Fonctionnement hydrodynamique original sur matériaux de type granitique ou schisteux, caractérisé par un fort ruissellement épidermique et sous-épidermique avec pour corollaire l'appauvrissement exagéré des horizons subsuperficiels.

Ce mauvais fonctionnement hydrodynamique est lié à la présence d'horizons de moyenne profondeur compacts, massifs et peu perméables à imperméables. La pénétration racinaire est très souvent gênée, voire stoppée à ce niveau. Cela se reflète dans la structure de la forêt.

### 2.3. LES DIFFERENTS TYPES DE MATERIAUX OBSERVES SUR LE BOUCLIER GUYANAIS.

### 23.1. Matériau d'altération ferrallitique.

Ce type de matériau est largement représenté sur tout le Bouclier Guyanais puisqu'il recouvre presque toutes les zones élevées qui présentent un modèle accidenté dans les secteurs montagneux et fortement ondulé dans les plaines hautes et moyennes. La grande majorité des sols du Bouclier Guyanais se développent donc sur ce matériau relativement épais qui constitue les horizons C et R des sols.

Morphologiquement, ce matériau "ferrallitique" est généralement constitué de deux horizons : l'horizon C1 tacheté, marbré ou barriolé rouge-jaunâtre/jaune-rougeâtre, riche en argile et en taches d'oxydations des sesquioxides de fer qui précipitent durant la saison sèche. L'horizon C2 sous-jacent est texturalement un peu moins riche en argile et il s'y mêle de nombreux fragments de roche altérée ; la texture est souvent limono-sableuse.

Les matériaux néoformés sont presque exclusivement de la kaolinite, la gibbsite et les oxydes et sesquioxides de fer.

Le drainage interne de ces matériaux est généralement bon, conséquence d'une structure relativement bien développée des horizons supérieurs et de la présence de nombreux pores ; mais on connaît de très nombreuses exceptions déjà signalées où le drainage interne peut être réduit avec des horizons de moyenne profondeur mal structurés.

Dans les zones plus basses souvent localisées à la périphérie des massifs où se développent des couvertures d'altération ferrallitiques, on observe un autre type de matériau d'altération. L'épaisseur de ce matériau est variable, mais reste généralement inférieure à celle du matériau d'altération ferrallitique. Ce matériau d'altération kaolinique qui constituera les horizons C et R des sols se présentent morphologiquement comme tacheté ou barriolé de marbrures rouges de pseudogley dans l'horizon C1 ; l'horizon sous-jacent C2, de couleur terne, grisâtre où existent de nombreux minéraux altérés a souvent une structure massive. Plus profondément on passe à la roche-mère altérée R de nature moins argileuse.

Des minéraux argileux autres que la kaolinite peuvent apparaître dans ce milieu nettement moins perméable que dans le cas précédent et où la gibbsite est parfois absente.

L'aspect du matériau est sa constitution massive (densité apparente élevée), sa faible porosité et sa mauvaise perméabilité qui engendre une hydromorphie variable des sols qui s'y développent.

Note.

Les deux matériaux d'altération ferrallitique et d'altération kaolinique qui se différencient généralement bien en Afrique par leurs aspects morphologiques sont relativement moins distinguables dans le cas du Bouclier Guyanais. Le critère

de distinction s'appuie principalement sur l'épaisseur du matériau et la présence de minéraux altérables dans le matériau kaolinique. Du point de vue minéralogique, toutefois, les deux matériaux présentent dans le Bouclier Guyanais les mêmes caractéristiques et les mêmes constituants : kaolinite, gibbsite, oxydes et sesquioxydes de fer.

### 23.3 Matériaux d'érosion sableux.

Ces types de matériaux peuvent avoir plusieurs origines dans le Bouclier Guyanais. Sur la retombée occidentale de ce dernier, au Venezuela, ils ont été observés en bordure de certains massifs granitiques ; toutefois ce sont surtout les formations grésos-quartzitiques du Roraima qui ont fournies l'essentiel de ces matériaux. Ils sont très largement représentés dans les Guyanes ( Série détritique de base en Guyane Française, Série de Zanderidj au Surinam, White sand serie en Guyana) et au Venezuela. En Guyane Française ils sont uniquement observés à l'extrémité NO du département sous la forme de plateaux sableux ; l'excès de perméabilité de ces sols conduit au développement de phénomènes de lixiviation intense ou de podzolisation (Blancaneaux, 1973 ; Turenne, 1977).

### 23.4. Matériaux alluviaux et alluvio-colluviaux.

Ces matériaux sont principalement concentrés le long de tous les grands fleuves et tributaires de ces derniers. Les textures sont variables suivant l'hétérogénéité des dépôts ; elles varient d'un matériau limoneux à limono-argileux

jusqu'à un matériau sablo-argileux à sableux. Ces matériaux ont une épaisseur variable suivant l'importance des fleuves ; des phénomènes d'oxydo-réduction peuvent apparaître suivant la position topographique ; ces processus se manifestent par l'apparition de taches jaune-rougeâtres d'oxydation dans le profil.

## 2.4. LES GRANDS PROCESSUS D'EVOLUTION DES SOLS DU BOUCLIER GUYANAIS.

### 24.1. Processus de ferrallitisation.

La ferrallitisation est un processus qui se réalise sous pédoclimat constamment humide, à haute température en permanence, dans des conditions de drainage relativement bonnes. Les différents types climatiques qui se sont succédés dans le passé ont permis au processus de ferrallitisation de se développer sur le Bouclier Guyanais. Ce processus se caractérise par la prédominance des phénomènes d'hydrolyse, de dissolution et d'oxydation qui conduisent à une très forte altération de la roche. Conséquence de la très forte lixiviation et de l'intense altération, le contenu de silice est très bas. Une synthèse de minéraux secondaires à faible capacité d'échange se produit : kaolinite, gibbsite, goethite, hématite. C'est cette altération chimique intense de la roche qui conduit à la formation de l'épaisse couverture d'altération ferrallitique généralement observée dans les conditions du milieu équatorial ou tropical humide.

Sur le Bouclier Guyanais, ce type de processus apparaît dans les zones hautes où le drainage du sol est bon.



On peut dire en résumé que les sols qui se développent dans les conditions de la ferrallitisation sont caractérisés par :

- Une altération quasi complète des minéraux primaires (feldspaths, micas, amphiboles, pyroxenes ..), avec possibilité de minéraux hérités tels l'illite, l'abondance de quartz résiduel ; il y a élimination de la plus grande partie de la silice et de la majeure partie des bases alcalines et alcalino-terreuses.

- L'abondance des produits de synthèse suivants :

- Les oxydes et hydroxydes de fer (hématite, goéthite et produits amorphes).

- Les hydroxydes d'alumine (gibbsite, rarement boehmite et produits amorphes).

- Les silicates d'alumine de la famille de la kaolinite (1-1).

- Un profil de sol caractérisé par trois horizons A, B, C ou A, (B), C, où :

A est un horizon humifère où la matière organique est bien évoluée et liée au support minéral.

B est un horizon relativement épais caractérisé par l'abondance de minéraux secondaires et où les minéraux primaires autres que le quartz sont rares.

C<sub>f</sub> est un horizon d'épaisseur variable et fonction de la nature

re de la roche-mère, caractérisé soit par des fragments de roche altérée, soit par des morceaux sains de la roche-mère.

D'autre part, l'abondance des pluies chaudes et le climat humide caractérisent physico-chimiquement ces sols ferrallitiques du Bouclier Guyanais de la façon suivante :

- Une capacité d'échange cationique très faible due aux constituants kaoliniques et aux sesquioxydes présents (5 à 8 me en moyenne).
- Une quantité de bases échangeables très faible (généralement inférieure à 1 me).
- Un taux de saturation en bases variable, faible surtout dans l'horizon B<sub>1</sub> de l'ordre de 10%.

Cette ferrallitisation a débuté dans un paléoclimat comparable au climat actuel. L'alternance dans le passé de périodes tropicales sèches et de périodes humides qui se sont succédées sur le Bouclier a permis la formation de carapaces et de cuirasses latérito-bauxitiques sur certaines formations géologiques. Aujourd'hui, le processus de ferrallitisation continue à jouer sur l'ensemble des formations du Bouclier, associé au processus de ferruginisation. La durée de la saison sèche se traduit par des phénomènes d'induration qui affectent les taches rouges (concrétions) et les fragments de roche altérée (pseudo-concrétions) de l'horizon d'altération. Le rapport moléculaire  $SiO_2/Al_2O_3$  qui montre l'élimination de la silice et la présence d'alumine est régulièrement inférieur à 2 ; il varie de 1,1 à 1,7 en moyenne.

Le climat et la végétation actuels influent plus particulièrement sur la désaturation du complexe absorbant, les caractères des horizons humifères et sur le développement du profil.

La désaturation du complexe absorbant dans l'horizon B permet de distinguer les différentes sous-classes de sols ferrallitiques dans la classification Française des sols ; elle se caractérise par l'ensemble des trois valeurs :

S Somme des bases échangeables.

V Taux de saturation.

pH Acidité du sol.

Dans tous les sols ferrallitiques de l'ovale méridional du Bouclier Guyanais ainsi que dans la très grande majorité des sols ferrallitiques de la partie occidentale du Bouclier (Venezuela), qu'ils soient développés sur roches granitiques, volcaniques acides ou basiques ou sur roches métamorphiques, S est inférieur à 1 me / 100g de sol, V est inférieur à 20% et le pH est inférieur à 5,5. Ces trois valeurs situent les sols ferrallitiques du Bouclier Guyanais dans la sous-classe des sols dits fortement désaturés en B.

Du point de vue fertilité chimique ce sont des sols très pauvres, parfois extrêmement pauvres, voire de véritables supports minéraux où seul l'horizon humifère supérieur soivent mince à une faible fertilité potentielle. La présence de la matière organique toutefois remonte un peu la valeur de la capacité d'échange

cationique en surface. C'est le seul facteur qui intervient pour modifier la pauvre-té chimique de ces sols. La teneur en carbone en surface varie de 1 à 8%, le rapport C/N varie de 11 à 15. Le pH est uniformément acide, parfois extrêmement acide (4,1 dans le T.F de l'Amazone à l'ouest du batholite de Santa Rosalia, près de Puerto Ayacucho au Venezuela). Le pH est souvent plus acide en surface qu'en profondeur (augmentation d'une unité pH en moyenne par mètre de profondeur). La teneur en matière organique totale peut aller jusqu'à 10% dans certains cas exceptionnels, mais la moyenne se situe autour de 3%. L'épaisseur de l'horizon humifère est variable (fonction de la topographie et du drainage externe) mais en général est souvent faible (5 à 10 cm) ; toutefois on connaît des exceptions et certains sols avec des migrations de matière organique jusqu'à près d'un mètre de profondeur. La structure des horizons superficiels est le plus souvent grumeleuse, relativement bien développée par une forte activité biologique où prédominent les rôles des fourmis, des termites et des vers. La transition avec l'horizon sous-jacent se fait généralement assez rapidement ; elle est toutefois fonction du matériau original. La structure devient rapidement polyédrique subanguleuse moyenne ou forte.

#### 24.2 Processus de ferruginisation.

Ce processus se réalise généralement sous un pédoclimat alternativement sec et humide. Par suite des caractéristiques du drainage interne médiocre et/ou de perméabilité moindre des profils, les phénomènes d'hydrolyse et de dissolution ne sont plus aussi accentués que dans le cas de la ferrallitisation. La mobilisation des

sesquioxydes et/ou des oxydes de fer peut se faire au moment des périodes d'engorgement avec précipitation durant la saison sèche. De plus un autre type de répartition des produits d'altération en horizons nettement délimités apparaît au sein des profils.

Le processus de ferruginisation est bien représenté sur le Bouclier Guyanais et est particulièrement observé sur les matériaux d'altération de type kaolinique. Il détermine un modelé plus ou moins ondulé où le drainage interne du sol est assez réduit. Ce processus a surtout été observé sur la retombée occidentale du Bouclier au Venezuela (Etat de Bolivar et T.F de l'Amazonie), où prédominent les Ultisols et des Oxisols sur lesquels s'établissent des savanes par suite de la déforestation (Blancaneaux et al, 1978). Ces savanes sont communément appelés "savanes à ripios" au Venezuela ; elles sont très riches en gravas et en concrétions ferrugineuses.

#### 24.3 Processus d'hydromorphie.

Les sols hydromorphes ont des caractères dus à une évolution dominée par l'effet d'un excès d'eau en raison d'un engorgement temporaire ou permanent d'une partie ou de la totalité du profil. Cet excès d'eau peut être dû, soit à l'infiltration des eaux pluviales provoquant une nappe perchée ou un engorgement en surface, soit à la présence ou à la remontée d'une nappe phréatique, soit au débordement de certains cours d'eau durant la saison des pluies.

L'hydromorphie se traduit selon les conditions d'anaérobiose par une accumulation de matière organique de type tourbeux et/ou la présence de gley ou de pseudo-gley. Elle est souvent accompagnée par une induration des sesquioxides de fer au moment de la dessiccation des profils.

#### 24.4. Processus de concrétionnement et d'induration.

Ces processus se produisent dans les sols riches en oxydes et/ou sesquioxides de fer, lorsqu'ils sont soumis à des alternances de périodes sèches et de périodes humides durant lesquelles les profils se trouvent temporairement engorgés.

Le concrétionnement est un phénomène de durcissement des éléments de la taille de graviers des concentrations des hydroxydes sous forme de taches dans le profil. Durant les périodes d'engorgement du profil, les oxydes de fer passent à l'état réduit ; ils se réoxydent ensuite au moment de la dessiccation du sol pour donner des taches rouges et rouge-jaunâtres (Plinthite) qui sont à l'origine des concrétions.

L'induration est un phénomène globalement plus important puisqu'il s'agit du durcissement de tout ou d'une partie de l'horizon du profil. Le dégagement de l'horizon induré par l'érosion du profil permet de remarquer d'avantage de phénomène. C'est en particulier le cas dans les sols ferrallitiques développés sur les collines surbaissées, très fortement érodées observées sur la retombée occidentale du Bouclier dans le T.F de l'Amazone au Venezuela (Blancaneaux et al, 1977).

## 2.5 INFLUENCE DES CONDITIONS LOCALES.

Le modelé topographique accidenté des zones hautes du Bouclier Guyanais conditionne certains processus évolutifs des sols. Ces processus sont d'autre part induits par la nature de la roche-mère. Nous citons ici quelques processus particuliers qui jouent un rôle prépondérant dans l'évolution des sols du Bouclier Guyanais.

### 25.1 Processus de " Remaniement ".

Un des caractères les plus remarquables et les plus fréquemment observés dans la majorité des sols ferrallitiques du Bouclier Guyanais est la présence d'un horizon riche en éléments grossiers de dimensions très hétérogènes variant du gravillon au bloc, constitué par des cailloux de quartz plus ou moins émoussés et ferruginisés, de débris de carapace et/ou de cuirasse, de gravillons ferrugineux et de concrétions.

Par définition un horizon " remanié " est un horizon pédologique dont l'organisation résulte partiellement du mouvement mécanique des matériaux, qu'ils soient internes ou superficiels et qu'il ait pour facteur des phénomènes tels le ruissellement, la gravité, les variations d'humidité du sol et d'une manière plus générale de ses propriétés physiques, ou de l'activité biologique de ces sols. Si on s'en tient à cette définition, dans la très grande majorité des cas, les sols ferrallitiques du Bouclier Guyanais sont à considérer comme " Remaniés ".

Il n'en reste pas moins vrai que le terme de remaniement connaît ici des variations très grandes dans l'amplitude du phénomène considéré. Il peut aller en effet du simple entrainement vertical des éléments avec leur accumulation relative en fonction d'une variation dans le comportement physique du sol, jusqu'à l'entrainement latéral sur des distances parfois considérables de tout un horizon qui recouvre un sol en place. Les plus beaux exemples que nous ayons pu observer sont ceux de l'extrémité NO de la Guyane Française (région de Saint Laurent du Maroni), ainsi que ceux de la région de Puerto Ayacucho en Venezuela. Le rajeunissement actuel, lié à une reprise d'érosion très sensible des bordures du Bouclier du basculement et à un enfoncement par subsidence avec pour corollaire un soulèvement du Bouclier, vient de plus compliquer le caractère remanié de ces sols. Du fait de leur profondeur beaucoup moins forte que leurs homologues Africains, les sols ferrallitiques remaniés du Bouclier Guyanais restent plus facilement décelables. L'épaisseur et la profondeur à laquelle sont trouvés ces éléments sont variables dans le profil et restent avant tout liées à la position topographique dans le modelé d'une part et d'autre part, à la nature de la roche-mère. Ces éléments grossiers tirent leur origine soient de remaniements locaux tels les glissements lents, le fauchage de filons de quartz, l'action de l'érosion superficielle ou de la chute des arbres (chablis), soit du démantèlement d'anciennes cuirasses ou carapaces latéritiques (extrêmement net au Venezuela) avec redistribution des éléments résiduels au sein du profil. Le remaniement, sur le Bouclier Guyanais, peut inclure des éléments allochtones résultant d'un alluvionnement ou d'un colluvionnement sur des distances courtes mais suf-



faisant pour modifier toutefois complètement le comportement du profil. Les mouvements semblent dans certains cas s'être produits à la surface du sol d'une façon lente et discontinue et l'intégration de ces éléments apportés au sein du profil semble être le résultat de l'action combinée de l'érosion superficielle et de la faune du sol. Ceci est particulièrement le cas des sols développés sur les granites et migmatites ou les formations sablo-argileuses qui en dérivent ; Blancaneaux, 1974.

Suivant l'importance et la position dans le profil de cet horizon gravillonnaire plusieurs sous-groupes et faciès de sols remaniés peuvent être définis. C'est ainsi que nous avons pu distinguer des sols ferrallitiques remaniés, modaux, typiques ou avec recouvrement, indurés ; le caractère hydromorphe au niveau du sous-groupe de la classe des sols ferrallitiques est représenté sur le Bouclier Guyanaïse dans tous les groupes de cette classe ; il est toutefois particulièrement marqué dans les sols remaniés sur les formations granitiques, granito-gneissiques ou schisteuses, ce caractère étant lié à la nature pétrographique du matériau. La faible épaisseur de ces sols avec apparition dès une profondeur moyenne d'un taux relativement élevé en limons exagère encore ce caractère.

## 25.2. Processus d'appauvrissement et de lessivage.

Ces deux processus traduisent l'existence d'un transfert d'éléments (argile, fer, matière organique...) sous forme colloïdale ou complexée au sein des profils ou d'une séquence.

On parle de lessivage quand on peut observer un horizon d'accumulation

lation d'éléments fins génétiquement liés à un horizon de départ. Quand ce niveau ou horizon d'accumulation n'existe pas, on parle d'appauvrissement.

L'appauvrissement et le lessivage sont surtout des processus liés aux conditions texturales du matériau original. Ils caractérisent en particulier les sols ferrallitiques développés sur un matériau riche en éléments quartzeux, produit de l'altération des granites et granito-gneiss qui abondent sur le Bouclier, ce qui favorise la migration de la fraction colloïdale fine et du fer des horizons supérieurs et leur entraînement dans ou hors du profil.

Ces deux processus peuvent avoir une importance si considérable sur certaines formations du Bouclier Guyanais, que dans certains cas, il ne reste de l'horizon " appauvri " qu'un squelette minéral quartzeux ; ainsi apparaissent les sols Quartzo-Psammitiques ou Psammo-Ferrallitiques (Blancaneaux, 1970) proposés dans la classification Française des sols ferrallitiques au niveau du groupe. Au Venezuela, sur la rive droite de l'Orénoque se développent des Quartzipsammentic Haplorthox en association avec des Ustipsamments dans les grandes extensions de savanes sableuses ouvertes sur les produits résiduels de l'altération et de la désagrégation des vieux massifs cristallins du Paragvaya (granite du type Rapakivi).

Le caractère le plus typique de ces sols appauvris est la grande homogénéité du profil ; ces sols peuvent toutefois être affectés par une hydromorphie de profondeur.

Enfin l'appauvrissement affecte au moins les 40 premiers centi-

mètres du profil et le rapport de la teneur moyenne en argile de l'horizon appauvri par rapport à l'horizon le plus riche en argile est d'au moins 1/1,4. Certains sols ferrallitiques appauvris montrent une dynamique latérale de l'eau (ou oblique) dans l'horizon appauvri qui surmonte un B argillique.

### 25.3. Processus de rajeunissement.

Pour une très grande part, la topographie tourmentée du Bouclier Guyanais contribue aux processus de rajeunissement des sols. Le rajeunissement est lié à une reprise d'érosion qui affecte surtout la bordure Nord-orientale ainsi que la retombée sud-occidentale du Bouclier. Le rajeunissement maintient dans ces sols l'horizon d'altération relativement proche de la surface malgré l'intensité de cette altération. Il y a décapage progressif et évacuation des matériaux évolués au fur et à mesure de leur constitution. Le rajeunissement est presque toujours accompagné de remaniement ; le plus fréquemment, il intervient dans la classification au niveau du sous-groupe. Les deux processus "remaniement" et "rajeunissement" sont si étroitement liés dans la majorité des cas, qu'il est difficile, voire impossible sur la partie orientale et septentrionale du Bouclier (Guyane Française, Surinam et Amapa) de les différencier ; dans la classification Française des sols on en fait des associations de sols remaniés rajeunis et de sols rajeunis avec érosion et remaniement.

## 2.6. CLASSIFICATION DES SOLS DU BOUCLIER GUYANAIS.

### Description des principales unités simples.

26.1. Résumé.

Six classes de sols dans la classification Française des sols correspondant à sept ordres de la septième approximation Américaine sont représentées sur les différentes formations géomorphologiques du Bouclier Guyanais. Ce sont :

- 1 - Les sols ferrallitiques --- Oxisols.
- 2 - Les sols à sesquioxydes  
(de fer ou de manganèse). -- Ultisols et Alfisols.  
ou ferrugineux.
- 3 - Les sols hydromorphes
  - Minéraux --- Inceptisols
  - Organiques --- Histosols
- 4 - Les sols minéraux bruts -- Entisols
- 5 - Les sols peu évolués -- Inceptisols
- 6 - Les Podzols et les  
sols podzoliques -- Spodosols

La classe des sols les plus largement représentés dans l'ensemble du Bouclier est celle des sols ferrallitiques, résultat des deux principaux facteurs de la pédogénèse que sont le climat et la végétation. En abordant les caractères de la ferrallitisation, nous avons vu que sur le Bouclier Guyanais, le caractère roche-mère était responsable de la différenciation de ces sols pour une grande part.

Ces sols ferrallitiques se développent sur toutes les formations géologiques et géomorphologiques du Bouclier, depuis les plaines et les dépôts alluvio-

colluviaux de fond de vallée jusqu'aux secteurs les plus élevés de hauts plateaux et de montagnes.

Les sols à sesquioxydes de fer (ou de manganèse), Ultisols et Alfisols observés sur le Bouclier Guyanais surtout dans la partie occidentale de ce dernier au Venezuela, sont caractérisés par une couleur rouge sombre, parfois noire. Cette coloration très accusée ôcre-rouille, peut intéresser les horizons A et B du profil A,B,C ou A,(B),C. Les oxydes peuvent se trouver sous forme figurée (concrétions, carapace, cuirasse).

La richesse en sesquioxydes résulte d'une hydrolyse très poussée des minéraux, mais toutefois moindre que dans les sols ferrallitiques.

Toutefois le rapport  $SiO_2/Al_2O_3$  est très rarement supérieur à 2 dans les sols ferrugineux du Bouclier Guyanais. Le degré de saturation est régulièrement inférieur à 50% dans tous les cas observés ; enfin on observe une valeur relativement faible en matière organique, celle-ci subissant une décomposition rapide. Ces valeurs différencient chimiquement et d'une manière remarquable les sols ferrugineux du continent sud-américain de leurs homologues africains. En résumé on peut dire que presque tous les sols qui furent inclus dans la classe des sols ferrugineux tropicaux présentent le comportement morphologique typique de ces sols tels qu'ils furent décrits en Afrique ; toutefois sur le continent Américain, les valeurs chimiques (bases échangeables, taux de saturation etc.) sont nettement plus basses. Mais ces sols se différencient relativement bien des sols ferrallitiques par leurs pro-

priétés physiques et leurs caractères morphologiques.

La classe des sols hydromorphes (Inceptisols et Histosols) est largement représentée dans le Bouclier Guyanais. Ces sols sont distribués dans les zones basses situées entre les collines des zones hautes du Bouclier ; on les observe également sur les différentes vallées alluviales et alluvio-colluviales des fleuves et cours d'eau. Leur texture est très variable et va depuis une argile plus ou moins limoneuse jusqu'à un matériau sablo-argileux à sableux. Ces sols supportent une végétation spécifique de forêt humide dense sempervirente, à bois-plis ou moins marécageux. Les populations denses de palmiers (*Euterpe Oleraceae*) sont fréquentes sur ces sols. Tous les degrés d'inondation de ces sols peuvent être observés ; dans les cas d'inondation permanente se développent des sols organiques à tourbe vu l'impossibilité d'évacuation de la matière organique qui tombe sur le sol à cause du drainage déficient.

Les sols minéraux bruts (Entisols) sont constitués sur le Bouclier Guyanais principalement par les affleurements de roches granitiques dénudées ainsi que par les affleurements de cuirasse, de carapaces latérites-bauxitiques qui sont fréquemment observés sur les formations volcano-sédimentaires plus riches en fer que les différents matériaux granitiques plus largement distribués. Ces sols sont également observés et plus particulièrement sur les produits de la désagrégation des différentes formations granitiques et grésos-quartzitiques, dans la région occidentale du Bouclier en Guyana et au Venezuela. Dans la Soil Taxonomy, ils appartiennent

nent aux Psamments. On observe aussi ces sols sur les différentes séries d'origine gréseuse de Roraima comme la white sand serie de Guyana, la serie de zanderidj de Surinam et la série détritique de base de Guyane Française. Enfin certains sols minéraux bruts se développent sur certaines terrasses fluviales ou fluvio-marines sableuses.

Ces sols minéraux bruts supportent une végétation de forêt relativement basse, avec des arbres de 25 à 30 mètres de haut en moyenne ; cette végétation est facilement remplacée par une végétation de savane apparente si elle est détruite ; il s'établit alors des formations végétales à base de *Trachypogon* sp. associé à des arbustes de type *Curatella americana* ou *Byrsonima* sp.

Les sols peu évolués (Inceptisols) développés sur le Bouclier Guyanais sont des sols de profil AC contenant plus que des traces de matière organique dans les 20 premiers centimètres de profil et/ou plus de 1 à 1,5% de matière organique sur plus de 2 à 3 cm. Une partie de cette matière organique est généralement bien humifiée et le matériau est fragmentaire même s'il est à l'origine dur et massif. La matière minérale n'a pas subi d'altération sensible, par contre peut être désagrégée et fragmentée par des phénomènes physiques. Les cations subissent des migrations.

Il n'y a jamais dans ces sols d'horizon A2, B, ni même (B).

Ces sols quoiqu'abondamment représentés restent d'étendue limitée.

Ils sont observés sur la bordure de tous les fleuves du Bouclier et portent généralement une forêt galerie haute et dense, au sous-bois plus ou moins inondable lors des débordements des cours d'eau.

Les sols podzoliques et les podzols (Spodosols) sont essentiellement localisés sur le Bouclier Guyanais sur les produits sableux (quartziteux) issus de la désagrégation soit des grès de la formation Roraima, soit des granites, granito-gneiss et matériaux granitiques de la partie occidentale du Bouclier (pénéplaine de Casiquiare au Venezuela) en association avec des sols minéraux bruts d'érosion.

Ce sont des sols qui évoluent sous l'influence d'un humidité de type Mor. Les acides fulviques libérés en grande quantité sont responsables d'une altération poussée des silicates allant jusqu'à la destruction des argiles et à une complexation importante du fer et de l'aluminium. Ces deux processus sont caractéristiques de la podzolisation.

Morphologiquement les sols podzolisés sont en général caractérisés sur le Bouclier Guyanais, par un horizon A2 éluvial très blanchi et très fortement appauvri en argile, en fer et en cations ; cet horizon peut atteindre des proportions gigantesques (pour un sol) puisqu'il peut dépasser 20 mètres (série détritique de base en Guyane Française et série de Zanderidj au Surinam, Podzols géants) ; l'horizon B illuvial sous-jacent est caractérisé par la présence des éléments suivants :

- Valeur élevée en sesquioxydes de fer et d'alumine libres par rap-



port à la teneur du matériau originel.

- Teneur élevée en matière organique (plus de 0,5%) dont le rapport C/N est supérieur à 14. Lorsqu'il existe un horizon A2, la matière organique est plus abondante en B qu'en A2.

- Présence d'enrobements de fer et de matière organique autour des particules minérales, notamment des sables.

- Présence de grains d'oxyde de fer et de matière organique de la taille des limons, visible avec une forte loupe à main.

La transition entre les sols ferrallitiques lessivés, les sols podzoliques et les podzols fut étudiée sur le Bouclier Guyanais par Blancaneaux et al, 1972 et Turenne, 1975, en Guyane Française et au Surinam (Albina). Ces sols sont de plus en plus abondants au fur et à mesure que l'on se déplace vers l'ouest du Bouclier et que l'on se rapproche de la couverture sédimentaire du Roraima. Sur la retombée occidentale du Bouclier, ils sont rencontrés dans la pénétaine du Casiquiare, vaste zone de caractère semi-endorréique où les conditions texturales du matériau (plaine résiduelle de désagrégation des matériaux granitiques), liées aux conditions topographiques et climatiques conduisent à la podzolisation, (zone plane au drainage très réduit, hautes précipitations supérieures à 3.000mm avec une saison sèche permettant un battement de la nappe phréatique et par conséquent une alternance répétée des conditions de dessiccation et d'humectation du sol).

### Description des principales unités simples.

La description des principales unités simples des différents sols observés sur le Bouclier Guyanais a pour but de fournir pour chaque unité définie :

- La description morphologique du profil type. Ses principales caractéristiques physico-chimiques.

- La répartition régionale de ces sols.

- La fertilité de ces sols et leurs limitations culturales.

#### 26.2. Classe des sols ferrallitiques (Oxisols).

Dans la classification Française des sols une seule sous-classe est représentée dans la partie orientale du Bouclier ; celle des sols ferrallitiques fortement désaturés en B. Tous les groupes définis pour cette sous-classe sont par contre représentés. Ce sont des sols plus ou moins profonds (l'altération a joué en général profondément), où la teneur en bases échangeables est inférieure à 1me/100g de sol; le degré de saturation en bases est inférieur à 20% et le pH est inférieur à 5,5 (pH de A inférieur à celui de B sauf parfois sous culture). Les différents groupes suivants furent reconnus sur les différentes formations géomorphologiques constituant les paysages géomorpho-pédologiques (Blancaneux et Poylliau, 1977 ; Blancaneux, Poylliau et Segalen, 1978) du Bouclier Guyanais. Ce sont les groupes : Typiques, Humifères, Appauvris, Remaniés, Rajeunis ou Pénévolés, Lessivés. Tous les sous-groupes

de ces sols ferrallitiques furent également observés sur le Bouclier, l'hydromorphie étant de loin le facteur prépondérant dans l'évolution de ces sols à ce niveau de la classification.

Dans la Soil Taxonomy, la très grande majorité de ces sols appartient au sous-ordre des Orthox ; au niveau du grand groupe, ce sont les Haplorthox qui prédominent amplement; toutefois par ordre d'importance sont fréquemment mentionnés les Gibbsiorthox et les Acrorthox. Au niveau des sous-ordres apparaissent également, mais moins bien représentés, les Ustox et les Aquox.

Tous ces sols sont caractérisés par la présence d'une saison sèche généralement courte ; toutefois des variations sensibles dans la durée de cette saison sont observables de l'Est vers l'Ouest et également localement dans certaines zones. C'est ainsi qu'en Guyane Française, malgré les précipitations annuelles fort élevées, la saison sèche peut avoir une importance relative importante dans certains sols provoquant durant les mois de septembre et d'octobre un déficit hydrique.

Ce sont des sols de couleur jaune-rougeâtre à rouge et généralement situés dans les 5YR à 10YR. Cette couleur est sous la dominance de la roche-mère. Les sols sont généralement plus rouges sur roches basiques ; sur schistes, ils tirent vers un rouge violacé. Ils ont un horizon oxisol plus rouge avec la profondeur (B). Les horizons sont généralement brun foncé dans les parties supérieures, passent à un rouge dans les horizons intermédiaires puis à un jaune-rougeâtre plus profondément.

Tous ces sols se développent sous couvert forestier (à l'exception des zones d'activité anthropique) dans la partie orientale du Bouclier (Amapa, Guyane Française, Surinam) tandis qu'ils apparaissent sous végétation apparente de savane en association avec des sols qui ont les caractéristiques morphologiques des sols ferrugineux du Venezuela. (Ultisols).

#### 262.1. Le groupe Typique.

Sur le Bouclier Guyanais, les sols ferrallitiques typiques présentent des profils simples caractérisés par la succession normale des horizons A, B et C d'un sol " en place ". Dans le cas d'un sol typique modal, il y a peu ou il n'y a pas d'éléments grossiers qui pourraient être les traces d'un remaniement ancien (troncature de profil par exemple). L'horizon d'altération C est souvent relativement proche de la surface dans ce type de sol. Ces sols ne sont pas très fréquents sur le Bouclier Guyanais car le profil est le plus souvent modifié ultérieurement par des phénomènes secondaires tel le remaniement, le rajeunissement ou l'appauvrissement. Dans les rares secteurs du Bouclier où la topographie est peu accidentée, ces sols peuvent être observés soit sur des roches granitiques, soit sur des roches du complexe volcano-sédimentaire. Ils sont presque toujours associés dans le paysage géomorpho-pédologique à des sols ferrallitiques remaniés ou rajeunis.

Le sous-groupe rajeuni de ces sols typiques est le plus fréquemment observé. Il se traduit par la proximité de l'horizon d'altération sous un horizon argileux généralement pauvre en éléments grossiers. La teneur en argile augmente assez

rapidement avec la profondeur.

Ces sols ont des caractères de fertilité chimique moyens à médiocres sur les roches volcaniques basiques (Guyane Française) ainsi que sur les matériaux volcaniques acides de Venezuela. Sur la bordure orientale du Bouclier, les sols de ce groupe sont généralement observés sur les matériaux basiques (gabbros, amphibolites, dolérites et pyroxénolites) du "massif central Guyanais".

Le sous-groupe remanié du groupe typique est caractérisé par un horizon graveleux situé généralement à faible profondeur dans le profil (30-40 cm). Quand l'horizon d'induration qui peut aller jusqu'à une carapace n'est pas trop proche de la surface, la teneur relativement bonne en matière organique de ces sols, liée à une texture argileuse leur assure un potentiel de fertilité chimique moyen en regard des autres sols ferrallitiques du Bouclier.

Toutefois ces sols ferrallitiques typiques sont de faible étendue sur le Bouclier Guyanais par rapport aux autres sols ferrallitiques ; la topographie généralement accidentée introduit des processus de remaniement et d'érosion qui marquent plus ou moins fortement ces sols. Dans la classe des sols ferrallitiques, ce sont donc les sols remaniés et/ou rajetés qui seront les mieux représentés.

#### 262.2. Le groupe Appavri.

Les sols de ce groupe sont caractérisés par une texture à prédominance sableuse (sablo-argileuse) dans les horizons supérieurs. On ne note pas de ventre d'accumulation dans les horizons moyens ou inférieurs, mais une augmenta-

tion progressive de cette teneur avec la profondeur. L'appauvrissement en fraction fine est sensible sur au moins 40 cm et l'indice de lessivage est d'au moins 1/1,4.

Ces sols sont généralement observés dans les paysages géomorphologiques de plateaux sur matériaux d'origine granitique (Guyane Française et Surinam principalement) ; ils ont également été observés dans l'état de Bolivar (Gran Sabana, Venezuela) et dans le T.F de l'Amazonie, particulièrement sur la retombée nord-occidentale du Bouclier au pied du massif granitique de Paragayza dans la région de Puerto Ayacucho sur la rive droite de l'Orénoque (glacis); Blancaneaux et al, 1977.

Suivant le degré d'appauvrissement de ces sols, leurs caractères de fertilité chimique seront plus ou moins mauvais. En Guyane Française, les caractères de fertilité sont très médiocres (plateau de l'Acarouany par exemple), mais leurs propriétés physiques sont moyennes et dans beaucoup de cas peuvent être améliorées relativement facilement par incorporation de matière organique au sol. Ces sols sont fréquemment utilisés pour l'arboriculture (citriculture) car ils se développent sur des reliefs doucement ondulés ce qui est relativement rare sur le Bouclier Guyanais. Au Surinam, en Guyana et en Guyane Française, ils sont largement utilisés pour la citriculture mais également pour la sylviculture (Pins caraïbes) ; au Venezuela dans les secteurs de savanes où ils furent observés, leur dégradation chimique par abus d'exploitation et de recours aux feux les voient actuellement à un élevage extensif ou à l'introduction de pâturages améliorés (nord de T.F de l'Amazonie et Etat de Bolivar).

Les sols ferrallitiques appauvris sont assez fréquemment affectés par des phénomènes d'hydromorphie en profondeur (appauvri hydromorphe) et parfois d'induration (appauvri induré). Ce sont presque toujours les granites ou les matériaux d'altération des granites de texture sablo-argileuse qui leur donne naissance ; mais on les rencontre également sur certains dépôts sablo-argileux des terrasses fluviales ou fluvio-marines anciennes.

Ces sols sont relativement faciles à travailler, et vu leur condition topographique, dans certains cas, une mécanisation de l'agriculture peut y être conduite. Ils nécessitent dans tous les cas de mise en valeur l'apport de fertilisants ; les engrais verts sont recommandables (mulching) pour l'amélioration des propriétés structurales et l'augmentation de la capacité de rétention en eau de ces sols, surtout dans les horizons supérieurs.

### 262.3. Le groupe Remanié.

La présence d'un horizon gravillonnaire et/ou graveleux constitué soit de débris de cuirasse ou de carapace, soit de concrétions ferrugineuses, de fragments de roches plus ou moins ferruginisés (pseudo-concrétions), de quartz plus ou moins émousés et ferruginisés... est un caractère très fréquemment observé dans la majorité des cas sur les sols ferrallitiques observés dans le Bouclier Guyanais.

Ce type de sols est rencontré sur toutes les formations cristallophyliennes, métamorphiques ou intrusives du socle, aussi bien sur les différents granites

que sur les schistes ou les roches vertes du complexe volcano-sédimentaire plus basique ; on note toutefois leur relative abondance sur les matériaux volcaniques et sur certains schistes, fait en relation avec la plus grande abondance en ferro-magnésiens de ces matériaux.

Le profil type est caractérisé par la présence de six horizons assez nettement différenciés qui sont A1, Ap, B1, B2-Gr, Bi, BC ou C. Le passage à l'horizon graveleux peut être progressif mais dans la majorité des cas cette transition est très rapide ; dans de très fréquents cas, les horizons supérieurs sont riches en débris ferruginisés, en fragments de roches et en concrétions. La couleur de l'horizon gravillonaire peut varier d'un rouge jaunâtre à un rouge sombre et reste sous la dominance de la roche-mère. Cet horizon peut aller jusqu'à un rouge violacé sur les schistes, ainsi que sur certains gneiss.

La structure de ces sols est très généralement polyédrique moyenne dans les horizons supérieurs et devient souvent forte en profondeur. Cette structure reste liée à la texture argileuse de ces sols et à l'abondance des sesquioxydes et oxydes de fer présents.

Sur le Bouclier Guyanais, quatre sous-groupes du groupe Remanié sont assez régulièrement observés ; ce sont : le sous-groupe modal, le sous-groupe induré, le sous-groupe rajuni et le sous-groupe hydromorphe.



### Le sous-groupe modal.

Il est caractérisé par un horizon gravillonnaire simplement recouvert par un horizon humifère d'environ 10 cm d'épaisseur en moyenne, possédant une texture argilo-sableuse à argileuse avec une structure grumeleuse généralement bien développée par une activité biologique forte et par la présence de matière organique en quantité non négligeable (3% en moyenne). Ces sols ne sont pas très fréquemment observés car le rajeunissement intervient le plus fréquemment au niveau du sous-groupe. On les a observés dans la partie orientale du Bouclier, sur les amphibolites et quartzites du complexe de " l'île de Cayenne " (1/3 inférieur de pente de la colline du Grand Matoury) en Guyane Française ; au Surinam nous les avons vus dans la région du barrage de Brokopongo sur les roches éruptives du Paramaca incluses dans les granites N°2 du cours supérieur de la rivière Suriname. Au Venezuela, nous les avons observés sur le Haut Ventuari sur des formations volcaniques acides incluses dans le massif granitique de Danto; Blancaneaux et al, 1979.

### Le sous-groupe induré.

Il est caractérisé par la présence en dessous de l'horizon gravillonnaire d'un niveau plus ou moins induré en carapace, quelquefois en cuirasse. Les phénomènes d'induration sont souvent actuels dans le Bouclier Guyanais et se situent à la base de l'horizon gravillonnaire, au niveau de l'horizon d'argile tacheté souvent massif, compact et peu perméable (plinthite). Cette induration a pour cause la durée de la saison sèche pendant laquelle les hydroxydes et oxydes de fer qui avaient été

mobilisés durant la saison des pluies au niveau de l'horizon d'altération de la roche-mère à fonction asphyxiante par hydromorphie, précipitent et cristallisent. Cette induration est souvent favorisée par l'érosion à laquelle restent soumis ces sols ce qui diminue leur épaisseur.

Sur le Bouclier Guyanais, ces sols furent observés en association avec les sols remaniés modaux ; ils se développent généralement sur les sommets ou les ruptures de pentes des formations de collines schisteuses, de roches volcaniques ou des granites comme c'est le cas dans la région de Puerto Ayacucho au Venezuela.

#### Le sous-groupe rajéni.

Il est de loin le principal sous-groupe de sols ferrallitiques remaniés observés sur le Bouclier Guyanais, dont nous avons souligné le caractère topographique tourmenté.

Ces sols sont caractérisés par la présence à faible profondeur de l'horizon d'altération qui peut remonter jusqu'à 50 cm de profondeur, mais qui dans tous les cas reste inférieur à 1,20 mètres. Le rajénissement est d'autant plus visible que la topographie est accidentée et que l'érosion exerce son action. Ces sols ont été observés sur toutes les formations géologiques, éruptives et volcaniques, cristallophylliennes et métamorphiques du Bouclier, ainsi que sur les granites et les gneiss, mais ils sont fréquemment développés sur les schistes.

Leur texture argilo-sableuse (sur schistes) ou sablo-argileuse (sur

granite) dans les horizons supérieurs devient assez rapidement argileuse (schiste) ou argilo-sableuse à argileuse (granite), à moyenne profondeur. Dans les positions hautes le drainage interne de ces sols reste bon jusqu'à 40 cm de profondeur en moyenne, favorisé par la présence de gravillons. Dans la majorité des cas, on note par la suite une diminution de la porosité et de la perméabilité dans les horizons B. Dans les 1/3 inférieurs de pentes, l'hydromorphie est presque toujours sensible dès une profondeur relativement faible dans les profils ; cette hydromorphie est favorisée par la proximité du matériau originel, à texture plus limoneuse.

Ces sols sont tous fortement désaturés ; leur potentiel de fertilité chimique, malgré la proximité de la roche-mère est très faible. Le modelé accidenté sur lequel ils se développent reste de plus un facteur extrêmement défavorable à leur mise en valeur vu les risques d'érosion, ce qui doit conduire à une extrême prudence en cas de déforestation.

Les sols ferrallitiques remaniés rajuinis sont largement représentés sur le Bouclier Guyanais. Dans sa partie orientale en Guyane Française et au Surinam, ces sols sont les plus fréquemment observés sur les formations schisteuses du synclinal septentrional (formations de l'Orapu et du Bonidoro de Guyane Française, et de Rosebel/Armina au Surinam). Ils sont plus rarement observés sur la retombée occidentale du Bouclier au Venezuela où prédominent largement les formations granitiques et granito-gneissiques dans le T. F de l'Amazonie. Toutefois, ils ont été reconnus dans certaines entailles et dans les hautes vallées des secteurs montagneux à l'est du Duida.

### Le sous-groupe hydromorphe.

Le sous-groupe hydromorphe des sols ferrallitiques remaniés est également fréquemment observé sur le Bouclier Guyanais puisque la grande majorité des sols de bas de pente, généralement colluvionnés, font partie de ce sous-groupe. Ils se développent dans la quasi totalité des bas-fonds séparant les collines schisteuses ou granitiques (1/2 oranges). L'érosion à laquelle est soumise le modelé accidenté du socle provoque le décapage des horizons supérieurs des sols et l'entraînement des colluvions qui s'accumulent dans les thalwegs et au pied des collines. Le réseau hydrographique est particulièrement développé et, dans ces sols, l'hydromorphie se manifeste par la présence de taches, de trainées rouges et ôcres d'oxydation le long des gaines racinaires. Le type de végétation rencontré est celui d'une forêt humide ou marécageuse ; dans les secteurs à humidité prolongée s'établissent des arbres à "échasses" ; le sous-bois est le plus souvent très sale et encombré.

#### 262.4. Groupe rajéni.

##### Sous-groupe avec érosion et remaniement.

Sur le Bouclier Guyanais, ces sols sont caractérisés par la faible profondeur du matériau d'altération qui se trouve en moyenne à moins de 80 cm de profondeur. Des 50 cm il est fréquent de rencontrer des débris de roche-mère altérée, plus ou moins ferruginisée. Ils sont bien représentés sur les mêmes formations géologiques que les sols remaniés rajénis précédemment cités et dont ils se diffé-

rençient par l'exagération des caractères de rajeunissement. On les observe donc aussi bien sur les roches volcaniques basiques que sur les roches métamorphiques et ignées acides. Ces sols sont très souvent cartographiés en association avec les sols remaniés du sous-groupe rajeuni ainsi qu'avec des sols lithiques d'érosion qui se développent au sommet des pentes.

L'horizon humifère de ces sols peut être assez épais (entre 10 et 20cm) et surmonte un horizon B de texture argileuse ou argilo-limoneuse avec des quartz et riche en éléments grossiers, gravillons ferrugineux et quartz ferruginisés. Sur les schistes et les formations métamorphiques, ces sols ont un toucher talqueux, sériciteux et tachent les doigts ; ce qui est confirmé par les taux d'analyse où les limons peuvent excéder les taux en argile dans l'horizon BC (le % en limons est fréquemment supérieur à 10% dans les 30 premiers centimètres de profondeur).

Du point de vue potentiel de fertilité chimique on pourrait penser que la présence de la roche mère à faible profondeur influencerait la richesse chimique de ces sols ; il n'en est rien. Ces sols ont un complexe absorbant très désaturé. Ils sont acides et sont de plus situés sur les 1/3 supérieurs des pentes des collines schisteuses ( en particulier au Surinam et en Guyane Française ) et le modelé accidenté rend difficile l'exploitation de ces sols ; c'est plus spécifiquement le cas des sols du secteur oriental du Bouclier sur le synclinal septentrional, entre Cayenne et Regina en Guyane Française.

## 262.5. Le groupe Lessivé.

Dans le cas où le matériau est essentiellement caractérisé par une texture sableuse (vieille terrasse fluviale, produits de la désagrégation des formations grésos-quartzitiques du Roraima ou des différents granites principalement au Venezuela, en Guyana et au Brésil), on assiste à un entrainement à des profondeurs variables mais toujours relativement faibles de la fraction colloïdale fine, depuis les horizons supérieurs du sol. Il y a fréquemment formation d'un horizon d'accumulation d'argile (horizon argillique) et cette accumulation d'argile est toujours accompagnée par une augmentation de la teneur en fer (Blancaneaux, Ph, 1978), ce qui amène à penser que le fer est mobilisé avec l'argile. Il se manifeste souvent à la limite supérieure de cet horizon, le développement d'une structure massive et le matériau compact provoque l'existence d'une hydromorphie secondaire.

Ces sols sont assez fréquemment observés sur le Bouclier Guyanais et sont souvent cartographiés en association avec les sols appauvris développés sur les mêmes formations. Ils font généralement l'objet d'une mise en valeur sous forme de culture itinérante (abattis) ; dans les secteurs de forte pression anthropique, la plupart d'entre eux, pour avoir été abusivement cultivés, sont fortement dégradés en surface comme c'est le cas des vieilles terrasses fluviales du Maroni (Maripasoula) en Guyane Française et au Surinam ; c'est également le cas sur les formations sableuses résiduelles de l'altération des granites au pied de batholite de Parguaza et de Santa Rosalia au Venezuela.

À point de vue fertilité chimique, ce sont des sols acides à très acides, très pauvres en bases échangeables ; le drainage interne est souvent excessif dans les horizons subsuperficiels ; leur capacité d'échange est très faible.

Malgré ces déficiences chimiques, sous forêt, les propriétés physiques de ces sols sont souvent correctes. Ils sont relativement faciles à travailler grâce à la topographie généralement peu accidentée dans laquelle ils se développent ; ils sont donc fréquemment utilisés pour la citriculture et éventuellement pour le maraîchage avec incorporation de matière organique bien décomposée ce qui contribue à l'amélioration de leur structure et à l'augmentation de leur capacité de rétention en eau.

À niveau du sous-groupe, l'hydromorphie apparaît comme le facteur prédominant. Ce type de sols lessivé hydromorphe est fréquemment observé dans les zones basses (bas de versants) des plateaux et des terrasses anciennes (terrasses de la Balaté en Guyane Française par exemple) ou sous forme de "langues" de sols à la topographie doucement ondulée. Ils sont bien distribués dans le Bouclier Guyanais, dans les fonds de vallées ou sur les berges fluviales aux dépôts sablo-argileux. Les phénomènes de réduction l'emportent dans certains cas sur les phénomènes d'oxydation ; il y a alors apparition d'un pseudo-gley de surface et d'un gley de profondeur.

Dans le cas où la texture du matériau plus grossière entraîne le lessivage accentué de la fraction colloïdale fine du profil, son entraînement en pro-

fondeur et son accumulation dans un horizon argillique, il peut y avoir modification dans le comportement hydrique du sol qui va en s'accroissant au fur et à mesure de la différenciation verticale du profil. L'alternance saisonnière permet parfois le déclenchement du phénomène de podzolisation dans certains cas topographiques particuliers. Ainsi apparaît un début de blanchiment d'un horizon A2. Toutes les transitions entre les sols ferrallitiques lessivés et les podzols sont observées sur les formations sableuses dérivant soit des granites (Venezuela, Brésil), soit des formations quartzitiques et gréseuses du Roraima (Venezuela, Guyana, Surinam et Guyane Française), Blancaneaux et al, 1973. Ces sols ferrallitiques lessivés, intergrades podzologiques sont communément observés sur les séries sableuses dérivant des formations gréseuses du Roraima-Kayeteur (White sand serie, Serie de Zanderidj et Serie détritique de base). Au Venezuela, ces sols furent observés dans la région de San Carlos de Rio Negro, Maroa, dans la péninsule du Casiquiare, sur un matériau sableux dérivant des granites.

26.3. Classe des sols à sesquioxydes de fer ou ferrugineux tropicaux.

Ultisols et Alfisols.

Ces sols ne sont pas observés dans la partie orientale du Bouclier Guyanais. Ils sont au contraire relativement fréquents dans la région occidentale du Bouclier au Venezuela et sont peu à peu remplacés par les sols ferrallitiques (Oxisols) quand on se déplace vers l'Est. Ce fait est à lier aux caractéristiques climatiques et aux microclimats fonction des caractéristiques topographiques. Nous avons sou-



ligné les caractéristiques climatiques plus "sèches" de la partie nord-occidentale du Bouclier du Venezuela et l'augmentation nette de la pluviométrie du nord vers le sud sur la bordure occidentale du Bouclier au Venezuela et au Brésil. La saison sèche très nettement marquée et prolongée dans une grande partie de l'état de Bolivar ainsi que dans la partie nord du Territoire Fédéral de l'Amazonie, conduit à des phénomènes d'évolution des sols moins poussés que dans les sols ferrallitiques et à la présence de caractères secondaires comme l'induration, le concrétionnement et le cuirassement.

Les sols ferrugineux tropicaux ou Ultisols de la Soil Taxonomy sont essentiellement localisés sur la ceinture nord-occidentale de la retombée du Bouclier Guyanais au Venezuela.

Dans la classification Française des sols, tous les sols à sesquioxydes de fer observés sur le Bouclier Guyanais appartiennent à la sous-classe I, c'est à dire à celle des sols ferrugineux tropicaux caractérisés par un taux de saturation du complexe S/T en B ou (B) bien inférieur à 65% ; dans cette sous-classe prédomine très largement la genèse, l'individualisation et la migration ou les concentrations d'oxydes métalliques. Le rapport S/T est en moyenne inférieur à 20%.

Au Venezuela, ces sols se répartissent sur les différentes unités physiographiques de pénéplaines hautes ou basses, de plaines, et parfois de hauts plateaux (Tepuyes) ainsi que dans les montagnes hautes et basses. Mais ils sont relativement plus fréquents sur l'unité de pénéplaine d'érosion-altération ; ces différentes

unités physiographiques furent identifiées par stéréointerprétation des images RADAR à 1/125.000 par le groupe d'étude des sols au sud de l'Orénoque.

Dans la classification Française des sols, ces sols sont rangés dans les sols ferrugineux tropicaux lessivés, modaux et hydromorphes, avec ou sans concrétions ferrugineuses. Dans la Soil Taxonomy, ils appartiennent à la classe des Ultisols ou à celle des Alfisols. Au niveau du sous-ordre on distingue des Ustults, des Udults et des Aquults. Au niveau des grands groupes, ce sont essentiellement les Plinthustults, les Plinthudults, les Paleudults, les Paleaquults et les Rhodustults qui prédominent.

Ces sols sont caractérisés par un profil A, B, C ou A (B) C et sont marqués par une individualisation des sesquioxydes de fer ou de manganèse qui leur confère une couleur très accentuée, rouge ou ôcre, voire noire quand les oxydes de manganèse sont abondants. Cette coloration interesse les horizons A et B; souvent seuls les horizons B sont riches en oxydes métalliques.

Les oxydes sont dans la très grande majorité des cas sous forme figurée (concrétions, carapaces ou cuirasses) dans ces sols du Venezuela. La richesse en sesquioxydes résulte d'une hydrolyse très poussée des minéraux, toutefois moins complète que dans les sols ferrallitiques.

Le rapport  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  qui montre l'élimination de la silice et la présence d'alumine est plus grand que 2 et la gibbsite est parfois absente, bien que très rarement ici.

Le taux de saturation est inférieur à 20%.

La teneur en matière organique est basse; cette matière organique a une décomposition rapide.

Du point de vue morphologique, ces sols riches en sesquioxydes sont caractérisés sur le Bouclier Guyanais par :

- Un profil A B C ou A (B) C ou plus fréquemment A B ou (B) ou Bg, C.
- Une coloration des horizons B ou (B) se situant dans les jaunes (10YR) ou bruns (7,5YR) avec des valeurs supérieures ou égales à 5 et des intensités supérieures ou égales à 4 c'est à dire élevées.
- Une structure massive à très massive en A et surtout en B, particulièrement nette dans les zones de déforestation où s'établit très rapidement une végétation de savanes.
- Un complexe argileux en B généralement fortement désaturé (S/T inférieur à 20%) essentiellement constitué par des argiles de néoformations kaoliniques, en mélange avec des argiles héritées principalement illitiques. Toutefois la montmorillonite peut s'y maintenir mais très rarement.

Les conditions de la pédogenèse favorisent la séparation des sesquioxydes des particules argileuses et leur mobilisation.

Dans le Bouclier Guyanais ce seront donc d'avantage les caractères morphologiques que chimiques qui conditionnent l'appartenance de ces sols à la classe des sols ferrugineux tropicaux telle qu'elle fut proposée par la CPCS en 1967.

Dans le T.F de l'Amazonie au Venezuela, dans la classe de sols ferrugineux tropicaux, les groupes suivants ont été observés : à concrétions, indurés, hydromorphes à pseudo-gley, remaniés sur toute l'épaisseur de l'horizon A.

Les caractéristiques physiques et chimiques de ces sols varient selon la richesse en éléments gravillonnaires et la position topographique des sols (degré d'inondation). Ces sols sont généralement observés sur des collines constituant un modelé en 1/2 oranges caractéristique des pénéplaines hautes et moyennes du Bouclier.

D'une façon générale, la texture de ces sols est argileuse dans tout le profil. La structure devient souvent massive au niveau de l'horizon B et la perméabilité et porosité du profil diminuent très fortement en profondeur. Ces sols sous forêt présentent des propriétés physiques relativement meilleures qui évoluent rapidement (dégradation de la structure) lors de la déforestation. L'action anthropique mal contrôlée ainsi que les brûlis répétés conduisent à l'établissement de savanes dans lesquelles le phénomène connu sous le nom d'ultra-dessication (Chaivel et Pedro, 1978) a été reconnu dans le T.F de l'Amazonie du Venezuela (Blancaneaux et al, 1978).

La présence d'argilanes est très souvent observée dès une profondeur moyenne de 30cms. Le développement d'une hydromorphie secondaire sous forme de taches jaune-rougeâtres et rouges (2,5YR4/8) est extrêmement fréquent dans ces sols. La pénétration racinaire est souvent limitée au niveau supérieur de ces horizons compacts et massifs.

Chimiquement ces sols présentent un pH moyennement acide à acide puisqu'il tourne autour de 5,5. La capacité d'échange est faible et leur taux de saturation moyen à bas. Dans la classification Française, le taux est normalement supérieur à 50%, mais sur le Bouclier Guyanais il est régulièrement inférieur à 20%.

Selon leur position topographique et leur degré d'hydromorphie, ces sols, avec apport de fertilizants peuvent convenir soit à des cultures forestières, soit à la riziculture.

Observations . Présence de montmorillonite dans certains sols développés dans les conditions de ferrallitisation sur le Bouclier Guyanais.

L'influence de la roche-mère est fondamentale dans la différenciation des sols rencontrés sur le Bouclier Guyanais. A ce facteur vient s'ajouter celui de la répartition des pluies (plus que la quantité totale d'eau) durant l'année et le bilan hydrique global des sols. Mais la roche-mère intervient également sur la nature des argiles présentes et ce en relation avec le type de fonctionnement hydrique de ces sols.

Les analyses aux R.X de certains profils observés sur la retombée occidentale du Bouclier (T.F de l'Amazonie au Venezuela, dans des conditions actuelles de ferrallitisation-climat et végétation-) sur des matériaux granitiques traversés par des veines de matériaux riches en amphiboles, pyroxènes et/ou péridots, ont révélé l'existence de montmorillonite, d'attapulgite et d'illite, associés à des quartz et des feldspaths. Ces résultats de l'analyse aux R.X sont confirmés par les hautes

valeurs de la capacité d'échange qui peut dépasser 20me/100g dans tous les horizons du profil. Le pH de ces sols est légèrement acide puisqu'il a une valeur moyenne de 6, Blancaneaux et al, 1978.

L'origine de ces types d'argile semble liée avant tout au changement de nature lithologique du matériau original donnant naissance au sol ainsi qu'aux conditions de drainage moins bonnes qui prévalent car, dans tous les cas, les analyses aux R. X réalisées sur des échantillons prélevés sur matériaux géologiques différents et à courte distance de celle où ont été rencontrées ces argiles montmorillonitiques, montrent la kaolinite, la gibbsite en quantité importante ainsi que la goéthite. Ces derniers types d'argiles sont ceux qui sont le plus couramment observés sur les diverses formations granitiques riches en feldspaths potassiques (plus de 50%). Ces observations ne concordent pas avec l'hypothèse avancée par Fernandez, et al, 1977 selon laquelle les argiles de type montmorillonitique rencontrées dans les alluvions de certains bassins du Bouclier Guyanaï (bassin de Manapiare au Venezuela) seraient résiduelles d'une époque ancienne plus sèche de cette région. Les argiles de type montmorillonitique observées sur le Bouclier Guyanaï sont toujours associées à la présence de roches volcaniques ; c'est particulièrement le cas dans la région du haut Ventuari (Venezuela) où sont fréquentes les intrusions volcaniques acides (rhyolites, dacites et riocacites) qui déterminent un modelé de collines fortement érodées, à végétation de savanes arborescentes.

26.4. Classe des sols Hydromorphes.

264.1. Sous-classe des sols hydromorphes minéraux (Inceptisols et Entisols).

Les sols hydromorphes minéraux du Bouclier Guyanais sont amplement distribués dans ce dernier sous les conditions climatiques du milieu et la nature lithologique particulière où le granite, roche naturellement imperméable, est très largement représentée .

Ce sont des sols dont les caractères sont dus à une évolution dominée par l'effet d'un excès d'eau en raison d'un engorgement temporaire ou permanent d'une partie ou de la totalité du profil. Cet excès d'eau peut être dû soit à la présence ou à la remontée d'une nappe phréatique, soit au manque d'infiltration des eaux pluviales provoquant une nappe perchée ou un engorgement de surface.

Dans la classification Française des sols, le principe retenu est l'importance du caractère d'hydromorphie qui doit être suffisamment marqué et affecté la majorité du profil pour constituer l'élément essentiel de la pédogénèse. Dans le cas contraire, ce caractère apparaît au niveau de la sous-classe ou du groupe. La sous-classe fait intervenir la teneur en matière organique, cette dernière résultant de l'intensité de l'hydromorphie qui entraîne des conditions plus ou moins intenses d'anaérobiose. Le groupe tient compte de l'intensité du phénomène de décomposition de la matière organique et de réduction ou de redistribution du fer. Le sous-groupe précise un aspect particulier du groupe.

Les groupes suivants sont observés sur le Bouclier Guyanais :

- Sols hydromorphes minéraux ou peu humifères à Gley.
- " " " " à pseudo-gley.
- " " " " à stagno-gley.
- " " " " à amphigley.
- " " " " avec accumulation de fer, en carapace.

Dans la Soil Taxonomy Américaine, ces sols appartiennent à l'ordre des Inceptisols, au sous-ordre des Aquic ; au niveau du groupe, ce sont les Tropaquepts qui prédominent et au niveau du sous-groupe les Typic et les Aquic Tropaquepts ; les Histic Tropaquepts sont également bien représentés.

Sur le Bouclier Guyanais, la présence d'hydromorphie est liée aux zones topographiquement basses et plus ou moins planes (zones de bas-fonds, fonds de vallées etc..) et aux bordures des fleuves inondables en périodes de crues (terrasses alluviales). L'hydromorphie s'exprime donc sur les matériaux alluviaux et colluviaux qui se sont accumulés dans les fonds de vallée ; ces sols sont caractérisés par la présence, juste en dessous de l'horizon humifère ou plus en profondeur, de taches de composés réduits ou réoxydés (taches grises, jaunâtres ou rouilles, ou de redistribution d'oxydes de fer et de manganèse en milieu réduit, dans les gris bleutés). La présence d'un horizon de gley où les conditions de réduction l'emportent sur les phénomènes d'oxydation, permet de différencier ces sols au niveau du groupe.



La texture de ces sols est très souvent hétérogène en particulier dans les horizons supérieurs et la fraction sableuse reste significative de matériel original de ces colluvions ou alluvions. La structure peut être moyennement développée dans l'horizon humifère. Le profil de ces sols est généralement caractérisé par, un horizon humifère A1, un horizon de pseudo-gley Bg et un horizon de gley G qui surmonte la roche-mère R ou C.

Les caractères de fertilité de ces sols sont très variables et restent liés à l'hétérogénéité des dépôts et des propriétés physiques de ces derniers.

Dans la majorité des cas on note un pH acide (il varie de 3 à 5) ; une granulométrie hétérogène mais généralement sablo-argileuse où le pourcentage en sables fins peut excéder celui des sables grossiers ; l'argile est variable. Le complexe échangeable est quasi-nul ; seul l'horizon humifère a une capacité d'échange non négligeable grâce à la matière organique présente.

L'inondation temporaire à laquelle sont soumis ces sols reste un handicap sérieux pour leur mise en valeur. Selon leur position topographique et leur étendue dans le paysage, ils conviennent aux herbages ou à certaines cultures vivrières quand ils sont hors d'eau en permanence.

#### 264.2. Sous-classe des sols hydromorphes organiques (Histosols).

L'excès d'eau, si l'hydromorphie est totale, peut conduire à l'accumulation de matière organique, soit sous forme grossière (tourbe), soit sous forme

évoluée (sols hydromorphes organiques et moyennement organiques) ; ces sols se rencontrent localement dans les terres hautes du Bouclier Guyanais tandis qu'ils sont largement représentés sur les bordures septentrionales (plaines côtières) et occidentales (pénéplaine du Casiquiare au Venezuela). Dans les terres hautes du Bouclier, ils sont dus à l'accumulation de matière organique provenant des forêts marécageuses qui se développent dans des milieux mal drainés et gorgés d'eau. La décomposition de cette matière organique est très lente et son évacuation très difficile, voire impossible dans des conditions topographiques particulières (dépressions, fonds de vallées, cuvettes etc.), permet l'accumulation de cette dernière sur une épaisseur plus ou moins grande. Sur la retombée occidentale du Bouclier, au Venezuela, certains bassins d'effondrement (bassins du Manapiare, bassin du Casiquiare), sont favorables au développement des sols hydromorphes organiques ; ces sols sont donc bien représentés sur les matériaux alluviaux et alluvio-colluviaux des fleuves Manapiare et Parí-cito, affluents du Ventuari qui se jette dans l'Orénoque. Les principaux groupes représentés dans les sols hydromorphes organiques sont : les sols hydromorphes à tourbe semi-fibreuse (Lenist), sous-groupe oligotrophe (milieu pauvre en bases, pH inférieur à 5,5) ou Fibric Tropohemist de la Soil Taxonomy.

Les sols hydromorphes moyennement organiques sont associés aux sols précédents et observés dans les mêmes conditions topographiques. Les principaux groupes rencontrés sont les sols moyennement organiques à stagnogley, sous-groupe à hydromor acide, qui se développent sur les différents matériaux d'érosion des roches du socle. Dans la Soil Taxonomy, ces sols appartiennent à l'ordre des Entisols, sous-ordre des

Aquent, groupe Tropaquent, sous-groupe Spodic Tropaquent. Dans les sols moyennement organiques à horizon fibrique, ces derniers furent observés sur la bordure SO du Bouclier, au Venezuela, sur des matériaux sableux ; ces sols sont classés dans l'ordre des Entisols, sous-ordre des Psamment, groupe des Quartzipsamment, sous-groupe Histic quartzipsamment de la Soil Taxonomy.

Ce sont des sols à matière organique évoluée de type Anmoor (C/N inférieur à 20) ou à hydromor (8 à 30% sur au moins 20cm), à hydromorphie totale mais temporaire en surface.

#### 26.5. Classe des Sols Minéraux Bruts. (Entisols)

Ce sont des sols à profil (A)C ou (A)R ou R, qui ne contiennent que des traces de matière organique dans les 20 premiers centimètres du profil et pas plus de 1 à 1,5% dans les 2 à 3 centimètres supérieurs.

L'horizon (A) peut être répété au sein du profil complexe dans le cas des sols d'apport, comme c'est le cas sur les bordures de certains grands fleuves du Bouclier.

La matière minérale subit une désagrégation et une fragmentation mécanique plus ou moins poussée, mais l'altération chimique reste insensible; des agents mécaniques peuvent réagencer les éléments du sol de façon régulière ou irrégulière à l'extérieur du profil. Les sols minéraux bruts s'observent sur des roches ou des formations superficielles qui n'ont pas encore subi ou qui ne peuvent pas subir

d'évolution pédologique.

Sur le Bouclier Guyanais, ces sols sont donc définis par une altération chimique et biologique nulle ou quasi-nulle. Par contre la fragmentation et la redistribution mécanique du matériel minéral peuvent être poussées.

L'absence d'altération est essentiellement liée à l'érosion plus ou moins récente ou à l'apport récent du matériau géologique qui n'a pas eu le temps d'évoluer sous le climat local.

Les sous-classes dans la Classification Française des sols sont fondées sur les critères climatiques et, dans le Bouclier Guyanais, en fonction d'un climat s'exerçant pendant un temps trop court sur une surface trop jeune pour permettre une évolution.

En l'absence de véritables processus pédologiques, la reconnaissance des groupes sera fondée sur les particularités des phénomènes mécaniques affectant les profils (organisation ou inorganisation du matériel minéral, ablation ou apport, nature des processus d'apport).

Une sous-classe des sols minéraux bruts est observée sur l'ensemble des formations du Bouclier Guyanais ; celle des sols minéraux bruts, non climatiques. Ce sont des sols non évolués sur matériau minéral récemment érodé ou mis en place. Dans cette sous-classe, les groupes suivants ont pu être distingués :

- Sols minéraux bruts d'érosion (groupe).
  - Lithosols : Sols minéraux bruts d'érosion sur roche dure (sous-groupe).
  - Regosols : " " " " " " meuble (")
- Sols minéraux bruts d'apport alluvial.
  - " " " " colluvial.
  - " " " Anthropiques.

Ces sols sont localement observés sur le Bouclier Guyanais, soit en bordure des grands axes fluviaux (sols bruts d'apport), soit sur les formations résiduelles indurées comme les carapaces et les cuirasses latérites-bauxitiques. Sur la retombée occidentale du Bouclier, l'existence d'un important déblaiement par le jeu d'une érosion passée (quaternaire) met en évidence de très nombreux affleurements de roche nue sous forme d'inselbergs, de coupoles et de tables granitiques. De même des affleurements de cuirasses anciennes plus ou moins démantelées jalonnent la bordure ouest des massifs de Paragaya et de Santa Rosalia, dans le T.F de l'Amazonie sur la rive droite de l'Orénoque. Enfin il faut citer les sols minéraux bruts issus de la désagrégation des grès, quartzites et conglomérats du Roraima ainsi que de différents matériaux gneissiques très abondants dans l'ovale septentrional du Bouclier Guyanais (Venezuela et Guyana principalement).

Ces sols sont évidemment dépourvus de tout intérêt agricole.

## 26.6. Classe des sols peu évolués (Inceptisols).

Les sols de cette classe sont définis comme des sols dans lesquels l'altération physique du matériau peut être déjà grande, allant jusqu'à la fragmentation en éléments fins. La matière organique peut être en quantité élevée. Par contre la structure des minéraux silicatés n'a pas été modifiée, tout au plus certains cations alcalins et alcalino-terreux ont-ils été déplacés, et d'autres comme le fer, faiblement individualisés.

Sur le Bouclier Guyanais, cette absence d'altération des minéraux primaires est le fait d'une courte durée d'évolution des sols, les matériaux ayant été amenés en contact avec les agents d'altération quelques années ou quelques dizaines d'années avant l'observation du sol. Ceci parce que les matériaux viennent d'être mis en place (sols d'apport) ou viennent d'être recouvert par l'érosion.

Dans la classe des sols peu évolués représentés sur le Bouclier Guyanais, seule la sous-classe des sols peu évolués non climatiques est observée. Ce sont des sols peu évolués soit parce que l'apport des matériaux est récent, soit parce que l'érosion vient de décaper la roche-mère.

Dans cette sous-classe, les groupes suivants ont été distingués :

- Groupe des sols d'érosion (roche-mère érodée récemment).
  - Regosolique (roche friable).
  - Lithique (roche dure).

Ces sols sont assez largement représentés sur les différentes formations alluviales et alluvio-colluviales des berges des grands fleuves du Bassin Guyanais. Ils sont assez fréquemment associés aux sols hydromorphes minéraux, l'hydromorphie étant un caractère très largement représenté au niveau du sous-groupe des sols peu évolués d'apport. Dans la Soil Taxonomy américaine, ils font partie de l'ordre des Inceptisols ; ce sont essentiellement les Aquiepts ou les Tropepts qui prédominent au niveau du sous-ordre. Parmi les Aquiepts, ce sont principalement les Tropaquiepts qui sont les mieux représentés au niveau du sous-groupe. Sur les bourrelets des berges fluviales, ce sont par contre les Dystropepts (Fluventic et Fluvientic Dystropepts) qui sont les plus fréquemment observés. Dans la classification Française des sols, dans leur très grande majorité ce sont des sols peu évolués d'apport, hydromorphes, pseudo-gley.

Ils occupent des positions topographiques assez variées, mais le plus souvent dans les zones basses ou sur des zones temporairement soumises à l'inondation. Ils sont ainsi fréquemment observés sur les bourrelets de berge, les nappes de débordement, les bas-fonds, les cuvettes de décantation, le long des axes de drainage où se déposent les produits arrachés par les cours d'eau.

Les matériaux ont une granulométrie fort variée puisqu'elle varie d'une argile limoneuse ou d'un limon à un matériau sableux. La granulométrie des sols est également sous la dépendance de la roche-mère.

Dans les conditions naturelles du milieu, tous ces sols sont recouverts

par une grande forêt dense, humide et sempervirente, au sous-bois plus ou moins humide suivant l'état d'humidité liée à la configuration topographique locale. Ils déterminent très fréquemment et particulièrement sur les bordures septentrionales et occidentale du Bouclier, des galeries forestières qui traversent parfois des formations de savanes (Venezuela) ; ces galeries sont très généralement constituées par des palmiers du genre *Mauritia* sp ; tous les degrés d'hydromorphie sont observables sur ces formations. Le sous-groupe humifère s'observe dans ces sols peu évolués d'apport dans le cas où l'évacuation de la matière organique qui se dépose sur le sol est rendue difficile par la topographie et par un engorgement temporaire.

#### 26.7. Classe des sols podzoliques et des podzols. (Spodosols).

Cette classe groupe le plus souvent des sols formés sous l'influence d'un humidité de type Mor.

Les acides fulviques libérés en grande quantité sont responsables d'une altération poussée des silicates allant jusqu'à la destruction des argiles et à une complexation importante du fer et de l'aluminium. Ces deux processus sont caractéristiques de la podzolisation.

Morphologiquement les sols podzolisés sont en général caractérisés par, un horizon éluvial A2 blanchi et fortement appauvri en argile, en fer et en cations, et par un horizon B illuvial dont les caractères sont définis ci-dessous :

- Teneur élevée en sesquioxydes de fer et d'alumine libres, par



rapport à la teneur du matériau originel.

La classification Américaine retient le critère suivant :

$$\frac{C + Fe + Al}{\% \text{ d'Argile}} \text{ supérieure ou égal à } 0,15.$$

C + Fe + Al représente la somme des pourcentages des trois éléments extractibles à chaud par une solution de pyrophosphate dithionite à pH 7. L'argile est déterminée à la pipette après dispersion à l'hexamétaphosphate.

- Teneur élevée en matière organique (plus de 0,5%) dont le rapport C/N est supérieur à 14. Lorsqu'il existe un horizon A2, la matière organique est plus abondante en B qu'en A2.

- Présence d'enrobements de fer et de matière organique autour des particules minérales, notamment des sables.

- Présence de granules d'oxyde de fer et de matière organique de la taille des limons.

Sur le Bouclier Guyanais, ces sols ont été exclusivement rencontrés sur les formations grossièrement sableuses, soit de la série détritique de base dérivant de l'altération du matériau grésio-quartzitique de la formation Roraima, soit des produits quartzeux de la désagrégation de matériau granito-gneissique (Venezuela). Les sols podzolisés développés sur les formations issues de l'altération du groupe Roraima sont largement observés sur toute la bordure nord-orientale du Bouclier et particulièrement en Guyana et au Surinam ; cette série se termine dans la partie NO de la Guyane Française (Saint Laurent du Maroni) où furent également

observés ces sols (Plateau des Malgaches, plateau des Mines ; Blancaneaux et al, 1973).

La perméabilité exagérée du matériau quartzique dans la partie supérieure du profil, liée à une forte pluviosité et à la présence d'une nappe phréatique fluctuante, favorisent le processus de lessivage dans la zone de battement de cette nappe et engendrent une évolution de type podzolique.

Sur le Bouclier Guyanais, dans la classe des sols podzolisés sont représentés les sols de la sous-classe des sols podzolisés hydromorphes. L'ensemble du profil est marqué par l'hydromorphie qui se superpose à la pédogenèse de type podzolique. Les différents groupes : Podzols à gley (sous-groupe des podzols humiques à gley, des podzols ferrugineux hydromorphes) et groupe des podzols de nappe tropicaux sont les plus fréquemment représentés.

Les podzols typiques observés sur le Bouclier Guyanais sont caractérisés par :

- Une couche d'humus bruit peu épaisse reposant sur un horizon sableux faiblement humifère (environ 10 à 20cm).

- Un horizon sableux blanchi (blanc clair lessivé), particulier, bouillant (horizon A2) d'épaisseur très variable (10 cm à plusieurs dizaines de mètres dans le cas des podzols géants).

- Un horizon d'accumulation humique brun-noir (horizon Bh).

- Un horizon d'accumulation ferrugineux, jaune-rouille (horizon B2-Fe). Très fréquemment on n'observe qu'un horizon unique d'accumulation humo-ferrugineux (Bh-Fe).

- Le matériau imperméable au niveau d'où se situe la nappe phréatique pendant la saison sèche.

L'horizon B peut être induré en Alios, lequel est plus ou moins continu et souvent sinueux avec des poches et des digitations correspondant soit à d'anciennes souches d'arbres, soit à des galeries racinaires ou d'activité biologique (anciens terriers, galeries de fourmis et termites).

Dans le cas des podzols à gley de profondeur, soit l'horizon B ferrugineux apparaît un Gley bleuté caractéristique.

Les podzols et les sols podzoliques développés sur les formations de sables grossiers issus de la couverture de Roraima sont parmi les plus spectaculaires podzols tropicaux du monde. Le moteur de l'évolution pédologique de ces matériaux vers la podzolisation est le drainage excessif auquel ces dépôts sableux sont soumis. Il y a entraînement en profondeur par lessivage de la fraction colloïdale fine (argile). Cette migration est bloquée soit à un niveau caillouteux de galets roulés secondairement colmatés par le morcellement répété des grains de quartz, ce qui provoque le blocage des circulations internes dans le profil, soit au niveau du matériau d'altération kaolinique du socle granitique sur lequel repose ce dépôt. Il y a alors forma-

tion d'une pseudo-nappe temporaire perchée dans le paysage pédologique. La podzolisation peut intervenir secondairement à la ferrallitisation ; elle complète la ferrallitisation (Blancaneaux et al, 1973). Toutes les transitions entre les sols ferrallitiques lessivés ou appauvris, les intergrades podzoliques et les podzols furent observés sur le Bouclier Guyanais (Blancaneaux, 1973; Thiérenne, 1977). La formation d'un horizon d'accumulation d'argile par lessivage peut modifier de plus en plus le régime hydrique du sol au départ ferrallitique et ce processus s'autocatalyse au fur et à mesure de l'évolution vers les podzols. Selon la position topographique qu'ils occupent et leur situation par rapport aux axes de drainage, ces podzols peuvent atteindre des tailles vraiment impressionnantes (plusieurs dizaines de mètres au Surinam et en Guyana, ainsi qu'en Guyane Française) ; c'est l'horizon A2 lessivé, blanchi qui prend des proportions énormes. On parle de podzols géants. L'horizon d'accumulation humo-ferrugineux (Bh-Fe) sous-jacent à l'horizon A2 n'est pas toujours visible dans ces podzols vu l'épaisseur de A2, bouillant et friable.

Ces sols sont physiquement mal structurés et chimiquement extrêmement pauvres ; ils sont extrêmement acides. Même les essais de plantations en Pins Caraïbes (Surinam) se sont avérés désastreux sur ces "sables blancs".

### 3. APTITUDE CULTURALE DES SOLS DU BOUCLIER GUYANAIS.

#### 3.1. Classification des sols en vue de leur utilisation.

Nois avons utilisé pour cette classification le système proposé par

Klingebiel et Montgomery, 1961. Cette classification a pour but d'évaluer l'aptitude des terres à produire de façon soutenue mais sans détériorer le sol, diverses plantes fourragères, cultivées et forestières, en prenant en considération les caractéristiques du sol, la topographie, le drainage et les conditions climatiques régnantes.

Les terres se regroupent ainsi en huit classes de capacité. Celles qui sont comprises entre les quatre premières classes (I, II, III, et IV) peuvent être utilisées pour produire des cultures avec une préparation adéquate du sol. Les classes V et VI ne sont en général pas aptes aux cultures, mais peuvent être utilisées dans certains cas pour les fourrages et les plantes forestières. Quelques terres des classes V et VI sont aussi capables dans de rares cas, de produire des récoltes spéciales comme le café sous couverture forestière mais avec des pratiques de conservation des sols très rigoureuses. Les classes VII et VIII n'ont pas d'intérêt agricole.

Les huit classes de capacité peuvent se regrouper de la manière suivante :

I - Approprié aux cultures.

a. Sans aucune restriction : Classe I.

b. Avec des restrictions modérées : Classe II.

c. Avec de sévères restrictions : Classe III.

II - Approprié aux cultures en forme occasionnelle ou limitée : Classe IV.

III - Inapproprié aux cultures. Utilisable pour l'exploitation de la végétation permanente (exploitation forestière) et semis des fourrages améliorés.

a. Avec peu ou pas de dangers d'érosion : classe V.

b. Avec dangers d'érosion : classe VI

c. Avec dangers d'érosion et sévères restrictions : classe VII.

IV - Inapproprié pour l'exploitation des cultures et de la végétation permanente : classe VIII.

Sur le Bouclier Guyanais, les sols se répartissent entre les classes III, IV, V, VI, VII et VIII. Ces classes sont décrites par la suite.

### 3.2. Classes et sous-classes des terres du Bouclier Guyanais.

#### 32.1 Résumé.

Sur l'ensemble des formations du Bouclier Guyanais, les différentes classes de terres sont divisées en sous-classes en fonction des limitations suivantes :

- Érosion (e).
- Drainage (d).
- Qualités physico-chimiques du sol (s).
- Climat (c).

Dans l'ensemble de la zone concernée, les sols des " Terres Hautes " du Bouclier Guyanais n'ont pas une capacité d'échange élevée et le niveau de fertilité chimique moyen de ces sols est bas à très bas ; il n'est donc pris en considération la limitation (s) que lorsqu'elle provoque chez les cultures courantes une croissance défectueuse ou une certaine toxicité.

### Classe III.

Dans le Bouclier Guyanais, les terres de la classe III ont de sévères limitations qui réduisent le choix des cultures ou qui requièrent des pratiques spéciales de conservation des sols. Ils peuvent être utilisés pour les cultures, les fourrages ou d'un point de vue forestier.

Les limitations de la classe III restreignent la période de semis, les de préparation des sols et de récoltes, la sélection des cultures ou la combinaison de ces restrictions. Dans les conditions du milieu présent, ces limitations peuvent être le résultat de l'effet de l'un ou des facteurs suivants :

- Pentes très fortes.
- Haute susceptibilité à l'érosion.
- Fréquentes inondations accompagnées de dommages aux cultures.
- Perméabilité restreinte du sol.
- Humidité ou condition de saturation qui subsiste après le drainage.

- Sol de faible profondeur.
- Basse capacité de rétention en eau.
- Fertilité basse, corrigible avec des difficultés moyennes.
- Limitations climatiques modérées.

#### Classe IV.

Les terres de la classe IV ont de très sévères limitations qui restreignent le choix des cultures et requièrent une préparation très soignée du sol ou les deux. Ils peuvent être utilisés pour les cultures, les forêts, l'arboriculture. Ils peuvent également être appropriés pour deux ou trois des cultures communes et les récoltes produites peuvent être faibles en fonction des investissements réalisés.

Les limitations pour la classe IV sont les mêmes que pour la classe III mais se présentent dans des conditions plus sévères.

#### Classe V.

Les terres de la classe V n'ont parfois que peu ou pas de dangers d'érosion mais présentent d'autres limitations difficiles de corriger qui les rendent appropriés presque exclusivement aux fourrages et à l'exploitation des forêts. Elles ont des limitations qui restreignent les espèces de plantes qui peuvent être semées et empêchent les opérations de préparation du sol (labour) que requièrent normalement les cultures. Ce sont des sols généralement plats, mais souvent humides, fréquemment inondés par les fleuves et les cours d'eau. Ils sont souvent riches en gravillons et ils ont des limitations climatiques.



Des exemples de cette classe sont :

- Des zones basses sujettes à des inondations qui empêchent le développement normal des cultures.
- Des zones planes avec des conditions climatiques qui restreignent la production des cultures.
- Des zones à relief concave dans les dépressions où le drainage est pratiquement impossible, mais où les sols peuvent être utilisés pour les fourrages.

Ces limitations rendent le semis des cultures communes très difficile mais les fourrages peuvent être améliorés et on peut espérer des bénéfices avec une préparation adéquate du sol.

#### Classe VI.

Les terres de la classe VI ont de très sévères limitations qui les rendent inappropriées pour les cultures. Elles sont aptes aux fourrages, à la forêt et à la vie sylvestre. Ces sols ont des limitations permanentes qui ne peuvent être corrigées comme :

- Les pentes fortes.
- Des dangers d'érosion très sévères.
- Les effets d'une érosion passée.
- La basse capacité de rétention en eau.
- Des sols très superficiels.
- L'humidité excessive ou l'inondation.

- Un climat sévère.

Quelques sols de la classe VI peuvent être néanmoins utilisés pour les cultures à condition qu'une préparation adéquate très intensive soit faite. Ils peuvent être également utilisés dans certains cas pour des cultures spéciales comme le café sous couverture forestière. Suivant les caractéristiques du sol et du climat ils peuvent être ou non appropriés pour l'exploitation forestière.

### Classe VII.

Les terres de la classe VII ont des limitations extrêmement sévères qui limitent leur utilisation exclusivement aux pâturages naturels, à la forêt et à la vie sylvestre. Les limitations de la classe VII sont plus sévères que celles de la classe VI et il est quasiment impossible d'y pratiquer des pâturages améliorés. Ces limitations, dans le Bouclier Guyanais, ont pour raisons principales :

- Les pentes très fortes.
- L'érosion.
- Les sols superficiels.
- Le concrétionnement et l'induration.
- Le climat défavorable.

### Classe VIII.

Les terres de cette classe ont des limitations qui empêchent leur utilisation pour la production commerciale des plantes ou des cultures fourragères ou

même l'exploitation forestière. Ce sont des zones de réserves intégrales, de ressources en eau qui peuvent être limitées à des propos touristiques.

### 3.3. Description des classes et sous-classes de capacité.

#### 3.3.1. Classe III.

Dans cette classe sont regroupés les meilleurs sols que compte l'ensemble des formations du Bouclier Guyanais. Les sous-classes les plus fréquentes sont les sous-classes III s et III s,d.

A ces différentes sous-classes correspondent essentiellement des sols peu évolués d'apport ou des Inceptisols. Ces sols sont de granulométrie variable suivant l'origine des produits qui les engendrent. Ils correspondent le plus fréquemment aux dépôts alluviaux et alluvio-colluviaux (limoneux, limono-argileux et argilo-sableux) très fréquemment mélangés aux produits de l'altération des différentes roches du socle. Ces sols se développent très généralement dans des secteurs de topographie doucement ondulée (berge de fleuves, terrasses plus ou moins anciennes). Ils portent une forêt haute, dense, sempervirente au sous-bois assez clair, exploitable et dont le défrichage est nécessaire pour la mise en cultures. Ces sols occupent toutefois, dans la majorité des cas, des étendues limitées et sont fréquemment répartis sous forme discontinüe. Ce sont des sols très largement utilisés sur l'ensemble du Bouclier Guyanais sous forme de culture itinérante (abattis). Le manioc (Manihot esculenta), le bananier (Musa sp.), l'ananas (Ananas comosus), le maïs (Zea

maïs) et différents tubercules (Xanthosoma div. sp.) sont les cultures de base de l'alimentation de ces régions.

Les caractéristiques physiques de ces sols sont fonction de l'hétérogénéité des dépôts mais sont relativement bonnes si on les compare à la majorité des sols du Bouclier. Leur texture est relativement bien équilibrée dans les horizons de moyenne profondeur et leur structure est généralement améliorée par l'infiltration de la matière organique dans le profil. Leur porosité et leur perméabilité sont le plus souvent correctes et favorisées par une forte activité biologique. D'autre part en cas d'utilisation, la proximité de cours d'eau importants nécessaires aux irrigations durant les saisons sèches est un facteur non négligeable.

Chimiquement ces sols ont en général des qualités très moyennes, ce qui est d'ailleurs le cas général de tous les sols développés sur le Bouclier Guyanais. Néanmoins certains d'entre eux peuvent présenter localement des taux de bases échangeables non négligeables où intervient principalement le calcium. Le magnésium, le sodium et le potassium sont toujours à l'état de traces. La capacité d'échange en moyenne reste basse et de l'ordre de 5me/100g. Le pH est moyennement acide et de l'ordre de 5,5.

Ce sont là des données moyennes de ces sols qui peuvent être considérés comme ceux qui offrent les meilleures possibilités de mise en valeur dans le Bouclier. Il est certain qu'au-delà de ces valeurs moyennes, certains d'entre eux, dans des cas locaux et sur des étendues limitées, peuvent présenter des propriétés

chimiques relativement meilleures. Ces sols sont d'ailleurs ceux qui font l'objet d'une mise en valeur prioritaire dans les terres hautes des différents pays qui constituent le Bouclier Guyanais, en particulier au Brésil, au Surinam, en Guyana, au Venezuela et en Guyane Française. Ce sont essentiellement ces sols de terrasses fluviales plus ou moins anciennes qui peuvent faire l'objet d'une culture semi-mécanisée pour se présenter dans des conditions topographiques relativement planes dans le contexte général du Bouclier. Ils peuvent convenir à une gamme de cultures variées, annuelles comme le Maïs, le haricot, le sorgho, le manioc, la canne à sucre. Des cultures forestières comme l'hevea et le palmier à huile sont également envisageables.

Dans tous les cas il est recommandé de couvrir immédiatement le sol aussitôt après défrichage, par exemple avec Pueraria phaseoloides ; le mulching ou l'apport d'engrais organique ou à défaut une fertilisation fractionnée dans le temps pour remonter le pH et corriger la déficience en fertilisants de ces sols est nécessaire.

Un certain nombre de précautions doivent être prises dans le cas de défrichage en bordure des grands fleuves. Il faut à tout prix éviter de défricher la zone forestière qui est directement au contact du fleuve, pour limiter les risques d'érosion (effondrement des pans de berge etc..). Le défrichage doit être autant que possible effectué à la main.

Ces sols de la classe III du Bouclier Guyanais présentent dans l'ensemble des limitations corrigibles aux prix de difficultés moyennes et peuvent être utilisés avec les précautions qui s'imposent, soit pour les cultures, soit pour les fourrages, soit pour l'exploitation forestière avec reforestation postérieure au défrichage.

### 33.2. Classe IV.

Sur les différentes formations géomorpho-pédologiques du Bouclier, les sols de la classe IV ont de très sévères limitations qui vont restreindre le choix des cultures et nécessiter, en cas de mise en valeur, des opérations de préparation du sol et de contrôle de l'érosion. Ces sols, dans ce cas, pourront être utilisés pour les cultures, l'arboriculture ou l'exploitation forestière.

Dans cette classe les principales sous-classes de capacité distinguées sont les sous-classes IV s, IV sd et IV se.

Les limitations générales sont en gros les mêmes que celles de la classe III mais se présentent dans des conditions plus sévères. C'est ainsi qu'apparaît le facteur érosion intervenant sur un modelé tourmenté où les pentes sont souvent très fortes (20% communément). Dans la classe IV sont représentés les principaux ordres et les principales classes de sols suivants : Sols ferrallitiques (Oxisols), sols à sesquioxydes (Ultisols, Alfisols) et des Inceptisols (sols peu évolués et sols hydromorphes).

Ces sols sont observés sur les différentes formations physiographiques du Bouclier, comme les montagnes hautes, moyennes ou basses ainsi que dans les péneplaines hautes, moyennes ou basses ; ils peuvent même être représentés dans certaines zones de contact entre les dépôts alluviaux et alluvio-colluviaux avec les formations plus hautes.

Dans le cas de la sous-classe IV s, ce sont généralement des sols fer-

rigineux tropicaux apparus modaux ou des sols ferrallitiques apparus modaux (Oxic Dystropepts) qui sont représentés sur la partie occidentale de Bouclier. Ils ont été observés au Venezuela sur un modelé en demi-oranges (granite) dans la partie NE de T. F de l'Amazone. Ils portent tous une grande forêt dense et sempervirente. Ce sont des sols généralement relativement profonds dont le drainage reste correct jusqu'à 60 cm de profondeur en moyenne mais qui peuvent présenter plus profondément des taches jaunâtres témoignant de l'existence d'une hydromorphie temporaire en profondeur. Ces sols ont une texture en moyenne sablo-argileuse à sablo-limoneuse dans les horizons supérieurs qui devient argilo-limoneuse à moyenne profondeur ; elle est ensuite dans la très grande majorité des cas argilo-limono-sableuse à plus grande profondeur. Ce sont des sols chimiquement pauvres et acides.

En dehors des cultures traditionnelles dont ils font l'objet sous la pratique culturale de l'abattis (les memes que pour la classe III), ces sols, avec amendement, pourraient convenir essentiellement au palmier à huile, à l'hevea, ainsi qu'au cacaoyer.

Dans le cas de sous-classe IV sd ce sont les sols à sesquioxydes (Ultisols) ou sols ferrugineux lessivés modaux ou hydromorphes sur la partie occidentale de Bouclier et des sols ferrallitiques lessivés modaux ou hydromorphes (Oxisols) sur la partie orientale de ce dernier qui sont représentés. Ce sont essentiellement des Typic Paleaquults, des Typic Plinthustults et des Aquic ou Plinthic Haplorthox qui représentent cette sous-classe. Ce sont des sols qui se développent sur les différen-

tes unités physiographiques de pénéplaines moyennes et basses au modelé peu accidenté, en demi-oranges. Ils portent tous une forêt dense, moyenne à haute, plus ou moins humide, sempervirente, au sous-bois plus ou moins encombré et humide. Leur limitation due au drainage apparaît généralement vers un mètre de profondeur ce qui limite l'utilisation de ces sols à des cultures à enracinement peu profond. Leurs propriétés chimiques sont médiocres mais ils possèdent dans l'ensemble des propriétés texturales moyennement équilibrées ; ils sont généralement bien pourvus en argile et en matière organique ce qui leur confère une structure souvent assez fine (grumeleuse) dans la partie supérieure du profil. Ils sont donc dans l'ensemble susceptibles d'avoir une assez bonne réponse aux fertilisants. La principale culture préconisée sur ce type de sols est le maïs dans les zones de meilleur drainage. On limitera les zones de bas-fonds plus planes et relativement plus engorgées à la culture du riz.

La sous-classe IV se correspond essentiellement à des sols ferrallitiques (Oxisols) où prédominent très largement les Haplorthox (Typic et Ultic) et à des Ultisols (sols à sesquioxydes ou ferrugineux tropicaux). On y trouve exceptionnellement des Alfisols (Venezuela, Oxic Paleustalfs). Ces sols sont principalement représentés sur l'ensemble du Bouclier dans les unités physiographiques de montagnes (hautes et moyennes), de pénéplaines (hautes et moyennes). Ils se localisent sur les sommets et versants des collines dont le modelé général en demi-oranges est caractéristique du soubassement granitique. Tous ces sols sont actuellement couverts par la grande forêt. Ils ont le plus souvent des pentes fortes comprises entre 10 et 20% en



moyenne. Les plus grandes précautions sont nécessaires en cas de leur mise en valeur et le défrichage devra être conduit à la main. Le maintien des plus gros troncs sur le sol, le rassemblement des plus petits en des sites adéquats au micro-relief du secteur sera fait de façon à limiter au maximum les risques d'érosion par ruissellement superficiel, ce qui conduit à la couverture immédiate du sol après défrichage. Ce sont des sols relativement profonds, mais les exceptions à cette règle générale sont fréquentes. Ils sont plus ou moins bien drainés, mais pauvres à très pauvres chimiquement, acides à fortement acides. Ils sont aptes aux cultures arborées supportant une certaine acidité comme l'hevea ou le palmier à huile. Leur texture en surface est le plus souvent relativement légère avec présence de quartz grossiers, ce qui rend souvent le sol susceptible à l'appauvrissement en éléments fins et en matière organique ainsi qu'à une érosion subsuperficielle sélective en cas de défrichage mal contrôlé. Ces sols nécessitent un apport de fertilisants sous une forme fractionnée dans le temps afin d'éviter les pertes par érosion.

### 33.3. Classe V.

Cette classe est assez fréquemment observée sur le Bouclier Guyanais puisqu'elle concerne toutes les zones à relief concave dans les dépressions où le drainage est réduit et pratiquement très difficile.

Dans cette classe V, c'est essentiellement la sous-classe V<sub>sd</sub> qui est représentée. A l'intérieur de cette sous-classe ce sont principalement les sols hydromorphes minéraux (Inceptisols, Typic et Aeric Tropaquepts, ainsi que des Us-

tropepts) qui sont de loin les plus largement observés. Toutefois on y regroupe également quelques Oxisols (Aquix et Plinthic Haplorthox, ou sols ferrallitiques fortement désaturés en B, hydromorphes) ainsi que des Ultisols marqués par l'hydromorphie (Aquults) au Venezuela.

Ces sols se développent principalement sur les matériaux alluviaux et alluvio-colluviaux des fonds de vallées et des bas-fonds ; on les observe également sur les berges fluviales de certains cours d'eau et dans les cuvettes alluviales à l'intérieur de certaines formations hautes du Bouclier. Ces sols sont temporairement inondés lors de la saison des pluies à cause du mauvais drainage naturel, soit par débordement des grands fleuves ou de leurs affluents. Les unités de sols dominants qui constituent cette sous-classe V sd sont les Typic et Aeric Tropaquepts qui se développent sur les matériaux alluvio-colluviaux des unités géomorpho-pédologiques de vallées, de vallées colmatées, et les Plinthic et Aquic Haplorthox dans les fonds de vallées où s'accumulent les dépôts colluviaux arrachés aux différentes unités physiographiques de montagnes et de pénéplaines. Dans le premier cas, les sols ont une texture qui varie d'une argile limoneuse à un limon argileux ; dans le second cas la texture est argilo-limoneuse à argileuse dans l'ensemble du profil.

La caractéristique dominante de tous ces sols est le mauvais drainage interne du profil, qui lié à l'inondation temporaire à laquelle ils sont soumis, restreint considérablement l'utilisation de ces derniers.

Ces sols, dans la grande majorité des cas, sont appropriés aux for-

rages adaptés aux conditions d'humidité. L'exploitation forestière y est également possible. Des essais culturaux pourraient également être tentés dans les secteurs de topographie plane pour la riziculture.

#### 23.4. Classe VI.

Deux sous-classes de capacité sont assez largement représentées sur les différentes unités géomorpho-pédologiques du Bouclier Guyanais qui sont les sous-classes VI se et VI sd.

##### Sous-classe VI se.

Cette sous-classe possède des limitations si sévères qu'elles les rendent inappropriés aux cultures et que les sols peuvent être aptes aux fourrages et à la forêt. La liste de ces limitations a été antérieurement citée. Ce sont essentiellement les conditions topographiques (pentes) et de climat qui sont responsables de ces dernières. Les sols appartenant à cette sous-classe se développent soit sur les produits d'altération quartzeux des différents granites particulièrement sur la retombee occidentale du Bouclier au Venezuela, soit sur les unités physiographiques de montagnes hautes, moyennes ou basses ainsi que sur les pénéplaines. Sur les matériaux quartzeux, ce sont des sols ferrallitiques extrêmement appauvris, à faible capacité de rétention en eau des horizons supérieurs de profil qui se développent (Quartzipsammentic Haplorthox). Ces sols sont recouverts par une forêt basse, très médiocre avec un sous-bois riche en arbustes et se remarquent assez bien sur les photographies aériennes. Sur les unités physiographiques de pénéplaines (d'érosion-altération), ce

sont principalement des Ultisols (Plinthustisls) qui se développent (Venezuela), et ces sols sont marqués par les traces d'une érosion passée ; ils sont caractérisés par la présence de fragments de cuirasse et de carapace. Les qualités physiques de ces sols sont très mauvaises ; ils possèdent des horizons massifs et compacts à moyenne profondeur. En cas de défrichement mal contrôlé, ces sols, qui supportent une végétation forestière en déséquilibre avec les conditions du milieu (climat) sont voués à supporter une végétation de savanes apparentes, arborescentes (*Trachypogon* spp et *Byrsonima* sp.) que l'homme utilise largement dans ces secteurs pour l'élevage extensif ; ce sont des savanes anthropo-climatiques à " ripio " communes dans le sud de Venezuela (Blancaneaux et al, 1978). Les premières études réalisées (Billia, 1978), dans ces savanes montrent des valeurs de production naturelle de matière végétale extrêmement basses ; elles varient de 1,5 à 2,5 T/Ha/an, en comparaison des savanes qui se développent sur les sédiments andins des Llanos (Apure) qui varient de 4 à 8 T/Ha/an selon qu'il s'agissent de bancs, de levées ou d'estuaires.

Dans tous les cas, les caractéristiques physiques de ces sols de la sous-classe VI se, sont très défavorables au régime hydrique de ces sols ; soit parce que la capacité de rétention en eau est insuffisante (cas des sols ferrallitiques quartzo-psammitiques) soit parce que la présence d'horizons compacts et massifs qui se forment après défrichement modifie de plus en plus le fonctionnement hydrique interne du sol et conduit à une " ultra-dessication " des horizons sub-superficiels (Blancaneaux et Araújo, 1978). Cela est particulièrement observable dans les savanes du NE et du NO du T.F de l'Amazonie de Venezuela (haut Ventuari, rive droite de l'Orénoque) où

sévit un régime d'humidité des sols Ustic.

Les qualités physico-chimiques de ces sols sont extrêmement médiocres et incitent à les maintenir sous leur couverture forestière protectrice ou à les utiliser dans certains cas, avec le maximum de précautions. L'introduction de pâturages améliorés peut être tenté, mais nécessitera dans la majorité des cas un investissement coûteux compte tenu des particularités régionales.

#### Sous-classe VI sd.

Cette sous-classe comporte des sols à limitations permanentes très difficilement corrigibles, dues à l'excès d'humidité. Ces sols s'observent dans les zones physiographiquement basses entre les secteurs montagneux du Bouclier comme les différents bassins d'effondrement, les plaines alluviales, les complexes à caractère endorréique (Casiquire), particulièrement représentées dans la région occidentale du Bouclier. Ce sont généralement des Inceptisols (Histic Tropaquepts ou sols hydromorphes minéraux à pseudo-gley de surface) qui se développent dans ces conditions.

Ce sont des sols à richesse minérale moyenne, abondamment pourvus en matière organique, à texture variable (limoneuse à sableuse). Leur disposition dans les cuvettes rend très aléatoire la possibilité d'amélioration de leur drainage. Ils pourraient convenir dans de rares cas à la riziculture.

23.5. Classe VII.

Sois-classe VII se.

Cette sois-classe est représentée soit par les sols développés sur les collines surbaissées, rabotées par l'érosion, cuirassées ou carapacées, très fortement disséquées par l'érosion actuelle et passée, que l'on observe sur toute la retombée occidentale du Bouclier Guyanais, soit par les différentes cuirasses et carapaces latérito-bauxitiques que l'on observe à différents niveaux sur les formations volcano-sédimentaires dans la partie orientale du Bouclier principalement. Ces sols supportent soit une végétation de savanes arborescentes à *Bowdichia virgilioides* et *Byrsonima* sp. prédominants et de forêt basse médiocre (Venezuela), soit une forêt fortement rabougrie, dégradée, basse, qui se distingue très nettement lors de l'examen des photographies aériennes sur les cuirasses de la partie orientale du Bouclier (région de Kaw, Amapa, Guyane Française et Brésil).

Ces terres ont des limitations extrêmement sévères dues à l'érosion, au concrétionnement et à l'induration. Ces sols sont fréquemment peu profonds. Ils sont à laisser sous leur couverture forestière naturelle et compte tenu du fait qu'il est pratiquement impossible d'y introduire des fourrages améliorés, ces sols devraient être inclus dans des réserves naturelles intégrales.

Sois-classe VII sd.

Cette sois-classe est essentiellement représentée par des sols minéraux

bruits (Entisols) et les principaux sous-groupes observés dans cet ordre sont des Typic et Aquic Quartzipsamments, des spodic Tropoquents, des Histic Quartzipsamments. On y observe également des Histosols (Fibric tropohemist) et de Spodosols.

Les sols correspondants à ces unités se sont développés sur les matériaux d'érosion des roches du socle (granite, gneiss et granito-gneiss) ainsi que ceux qui dérivent de la formation grés-quartzitique du Roraima. Ils sont de texture sableuse à sable grossier souvent bouillant et sans cohésion. Les sols podzolisés représentés dans cette sous-classe sont de véritables "squelettes minéraux" quartziques, dépourvus de tout éléments fertilisants et régulièrement soumis à une inondation saisonnière dans les secteurs centraux (Venezuela et Guyana) et occidentaux (Venezuela) de l'ovale septentrional du Bouclier.

Ces sols n'offrent aucun intérêt du point de vue agricole. Leur potentiel de fertilité extrêmement bas devrait conduire à les maintenir et à les protéger par une couverture forestière naturelle.

### 33.6. Classe VIII.

Les sols qui correspondent à cette classe sont soit des affleurements rocheux dénudés (Rock-land, Savanes-roches, Inselbergs), soit des sols lithiques d'érosion (Lithic Troporthent). Dans la majorité des cas, il s'agit d'affleurements granitiques ; dans tout le Bouclier, qu'il s'agisse de la Guyane Française (région des Tumuc-Humac principalement), du Venezuela (sur toute la retombée occidentale du Bouclier, batholite de Santa Rosalia et de Paragayaza, inselbergs isolés dans toutes

les pénéplaines d'affleurements de grès et de conglomérats appartenant à la formation Roraima et particulièrement représentés dans les secteurs occidentaux du Bouclier (Guyana, Venezuela, Brésil).

Ces sols n'offrent aucun intérêt du point de vue agricole. Ce sont des zones de réserves intégrales, de ressources en eau qui sont limitées à des propos touristiques.

### 3.4 Facteurs qui conditionnent l'utilisation des sols du Bouclier Guyanais.

Quatre facteurs principaux conditionnent l'évolution des sols du Bouclier Guyanais, qui sont :

1. Les conditions du sol.
2. La topographie.
3. Le drainage et le fonctionnement hydrique du sol.
4. Le climat.

Ces facteurs induisent des limitations secondaires comme la pente, la susceptibilité à l'érosion et le bilan hydrique des sols.

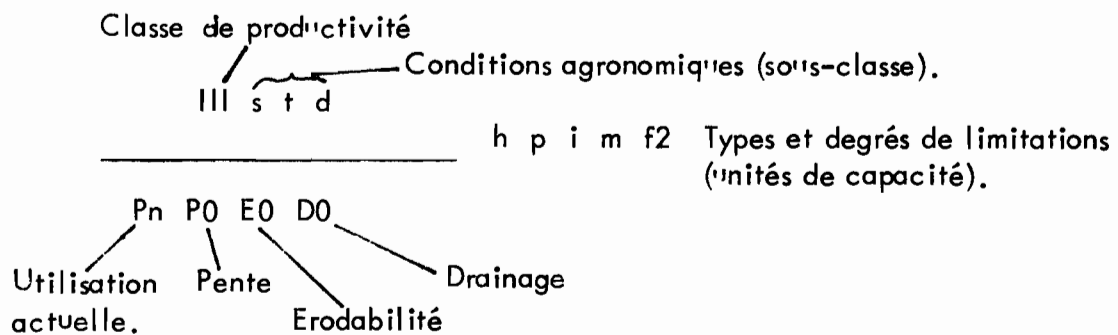
Nous proposons ici, à l'aide des différentes observations pédologiques faites aussi bien dans la partie orientale du Bouclier (Brésil et Guyane Française), que centrale (Surinam et Guyana) et occidentale (Venezuela), l'utilisation de la formule d'interprétation suivante pour la caractérisation des aptitudes culti-



rales de ces sols.

- Articulation de la formule d'interprétation proposée.

La formule d'interprétation se présente de la façon suivante, dans l'exemple ci-dessous :



Nous présentons ici la liste des symboles d'évaluation possibles qui peuvent être utilisés.

A/ Au niveau de la sous-classe.

- Conditions de sol (s).

b - Texture très fine (+ de 60% d'argile).

h - Texture fine (40-60% d'argile).

k - Profondeur de sable ou des éléments gravillonnaires.

v - Texture très grossière.

X - Présence d'intrusions (concrétions, cailloux et pierres etc.)

- x1 - En superficie et dans tout le profil.
- x2 - Dans les horizons inférieurs (+ 45 cm)
- x3 - En superficie et dans les horizons supérieurs (0-45cm)

q - Faible rétention d'humidité.

i - Infiltration restreinte.

p - Perméabilité faible.

y - Fertilité basse.

e - Présence de plinthite (taches d'induration).

- Conditions de topographie (t).

u - Macrotopographie

u1 - Topographie plane.

u2 - Topographie ondulée

u3 - Topographie accidentée.

z - Microtopographie.

z1 - Chenaux isolés et peu profonds (- 50cm).

z2 - Chenaux nombreux et profonds (+ 50 cm).

- Conditions de drainage (d).

f - Drainage superficiel et inondation.

f1 - Inondation par débordement de fleuve (saisonnier).

f2 - Inondation par les précipitations (saisonnier).

f3 - Régime permanent estuarien.

w - Nappe phréatique.

w1 - Dans tout le profil.

w2 - A partir de 45 cm.

w3 - A partir de 1 mètre.

m - Tacheté (s'ibdivisé comme w).

## B/ Évaluations accessoires.

Quelques évaluations accessoires peuvent être introduites à la formule d'interprétation pour insister sur un certain nombre de facteurs limitants spécifiques des conditions de l'environnement ; ce sont, les degrés de pentes, la susceptibilité à l'érosion et le drainage interne.

### P - Pente en %.

P <sub>0</sub>	0-1%
P <sub>1</sub>	1-3%
P <sub>2</sub>	3-8%
P <sub>3</sub>	8-15%
P <sub>4</sub>	+ de 15%

### E - Susceptibilité à l'érosion.

E <sub>0</sub>	Non érodable.
E <sub>1</sub>	Légerement érodable.
E <sub>2</sub>	Modérément érodable.
E <sub>3</sub>	Sévèrement érodable.
E <sub>4</sub>	Tres sévèrement érodable.

### D - Drainage interne.

D <sub>1</sub>	Bon.
D <sub>2</sub>	Restreint (cas du drainage particulier de certains sols ferrallitiques sur granito-gneiss).
D <sub>3</sub>	Pauvre.

### Détermination de l'utilisation actuelle.

C <sub>m</sub>	Culture mécanisée
C <sub>c</sub>	Culture par abattis.
P <sub>c</sub>	Patelage cultivé.
P <sub>n</sub>	Patelage naturel.
R	Jachère.
B <sub>1</sub>	Forêt haute (+ 30 m).
B <sub>2</sub>	Forêt basse (- 30m).
S	Savane.

3.5. Conclusions et recommandations générales pour l'utilisation et la  
préparation des sols du Bouclier Guyanais.

Lors de la présentation des différentes unités de sols rencontrés sur le Bouclier Guyanais nous avons vu que les propriétés chimiques de ces sols sont dans l'ensemble médiocres, voire mauvaises.

Ces sols, d'une manière générale, sont peu fertiles et nécessitent une préparation adéquate pour leur utilisation agricole.

On pourrait argumenter en s'étonnant de l'exhilarante végétation qui s'y observe, fait apparemment en contradiction avec ce que nous venons de dire. Il faut bien constater que cette masse végétale qui constitue la grande hylea Amazonienne vit en cycle quasi fermé, pompant ses propres réserves dans la couche la plus superficielle du sol, légèrement enrichi par ses débris. Dans de fréquents cas, ces sols se comportent comme des supports minéraux. Si dans certaines roches basiques du complexe volcano-sédimentaire du Bouclier une tendance à une désaturation moins poussée du complexe absorbant se remarque par rapport aux différentes formations granitiques, tous ces sols sont dans leur ensemble fortement désaturés en bases. En ce qui concerne les oligo-éléments, les premières analyses effectuées sur des sols de Guyane Française, montrent que dans leur majorité ils en sont quasi dépourvus, Blancaneaux, 1974.

Toutefois quelques éléments favorables peuvent se présenter, comme

la teneur en phosphore qui peut être correcte dans certains cas ; d'autre part, la rapide minéralisation de la matière organique libère une quantité non négligeable d'azote.

Dans un tel contexte, les qualités physiques de ces sols sont primordiales. Ce seront elles qui détermineront finalement le choix d'utilisation et le type de préparation nécessaire du sol. Le deuxième critère de sélection se fera en fonction de la topographie et des difficultés et risques d'exploitation durant et après le défrichement.

Il y a dans le Bouclier Guyanais des possibilités réelles de développement agricole, mais elles sont limitées et en aucun cas, ce développement ne devra être conduit à l'aveuglette. Dans la grande majorité des cas, les sols et la végétation qu'ils supportent sont en équilibre instable avec le milieu et l'intervention mal contrôlée de l'homme peut conduire à une détérioration rapide des sols et consécutivement de leur végétation avec toutes les conséquences qui peuvent en découler (modification du climat, modification du régime des fleuves, érosion, pertes en terres et catastrophes dues principalement aux inondations). On a calculé récemment que près de 1/4 de la surface totale de la forêt Amazonienne a déjà été modifiée sinon détruite par l'homme ; l'effort de pénétration actuel du milieu Amazonien est sans précédent dans l'histoire de l'humanité que ce soit au Brésil (Trans-Amazonienne) en Equateur ou au Pérou ; le Venezuela, lui aussi (région nord du T.F de l'Amazone) s'agit cette atteinte.

Il est tout juste temps, avant que ce grand "enfert vert" ne devienne peut-être un "désert rouge" que l'homme moderne prenne les mesures adéquates à la protection et à la conservation du milieu Amazonien qu'il devra nécessairement tôt ou tard utiliser. Cela exige un effort sans précédent dans la recherche de base de ce milieu encore si mal connu, incomparable à bien des égards au milieu Africain dont les résultats ne sont pas toujours transposables tels quels.

Il est aussi certain que la topographie particulièrement tourmentée de la plus grande partie du Bouclier reste un obstacle majeur à la possibilité de mécanisation des sols, vu l'hétérogénéité des sols sur des distances relativement courtes. Mais il existe néanmoins des secteurs de la centaine d'hectares où une mécanisation ou une semi-mécanisation serait possible.

#### - Recommandations pour l'utilisation agricole.

Les caractéristiques générales du milieu naturel limitant le développement agricole du Bouclier sont :

1 - Les conditions climatiques agressives d'une façon globale. Il est certain que les variations sont grandes particulièrement en ce qui concerne la distribution des pluies au cours de l'année ; on a ainsi des secteurs à déficit hydrique marqué durant au moins une saison sèche (retombée occidentale du Bouclier et zone centrale), et des secteurs à excès d'eau toute l'année (bordure orientale et septentrionale, secteur sud-occidental).

2 - Dangers d'érosion à cause des fortes pentes dans toutes les unités de pénéplaines hautes et moyennes et de montagnes.

3 - Dangers d'inondation temporaire dans certains secteurs alluviaux et alluvio-colluviaux par débordement des fleuves ou par accumulation des eaux de pluie.

4 - La perte rapide de la fertilité initiale du sol en cas de défrichement mal contrôlé ou la formation d'une croûte ferrugineuse et l'induration d'une partie du profil (horizons supérieurs) après le passage d'engins lourds, ainsi que la compactation du sol peuvent également intervenir.

5 - La nature lithologique prédominante du matériau originel (granite) et leurs produits d'altération.

Tous ces facteurs conduisent à une fertilité très basse.

Globalement nous pouvons faire les recommandations suivantes :

- Quelque soit le type de technique utilisé pour l'exploitation de ces sols, il doit être dirigé vers la conservation de ces derniers en évitant la dégradation de l'horizon superficiel humifère et également la compactation de cet horizon par le passage d'engins mécaniques lourds. " Garder intact le capital SOL ", tel doit être le leitmotiv fondamental de toute entreprise agricole de quelque envergure que ce soit.

- Il est recommandé d'effectuer le défrichage à la main. Cette technique présente des avantages sur tous les autres types de déforestation utilisés en Amazonie (Sanchez, 1976).

- Initier, avant quelque projet que ce soit, des essais de semis des cultures antérieurement préconisées pour voir celles qui s'adaptent le mieux et ainsi sélectionner les espèces les plus prometteuses et utiliser les variétés les plus tolérantes au bas niveau moyen de phosphore disponible et au taux élevé en aluminium.

- Combiner les essais de semis avec des essais de fertilisation pour trouver les relations optimales entre les types de fertilisants, les doses et les rendements des cultures.

- Contrôler les problèmes spécifiques qui peuvent apparaître comme le pH et le charriage, le pH et la fixation de phosphore, le pH et la possibilité de toxicité aluminique. L'aluminium échangeable paraît avoir un rôle très important dans la plupart des sols ferrallitiques du Bouclier Guyanais. La fixation de phosphore par l'aluminium conduit à la formation de phosphate d'alumine à l'intérieur des racines ce qui empêche la migration de phosphore vers les parties aériennes des plantes ; d'où la toxicité produite par l'aluminium. Au contraire l'aluminium favorise l'absorption de manganèse, ce qui peut provoquer chez certaines plantes résistantes à l'aluminium (comme le thé) indirectement une toxicité manganésique. L'aluminium empêche également la pénétration de cuivre et de calcium dans les cellules de végétal.



- Planifier les cultures en tenant compte des particularités locales dues aux variations saisonnières (inondation, déficit hydrique etc..).

- Améliorer les conditions chimiques des sols par apports de fertilisants. La très forte capacité de fixation du phosphore disponible dans le sol semble être le facteur le plus limitant dans l'utilisation économique de ce dernier. Des études à long terme effectuées sur différents types de sols ferrallitiques Amazoniens (Oxisols et Ultisols) ont montré que la solution la plus économique peut être basée sur la recommandation suivante :

. Une application à la volée de superphosphate (80-320kg/Ha de  $P_2O_5$ ) à laquelle s'ajoute une application en bandes de 80kg/Ha de  $P_2O_5$  avant chaque semis de cultures annuelles.

. Utiliser une roche phosphatée au lieu de superphosphate dans l'application à la volée pour baisser les coûts.

. Chauffer ou utiliser du silicate de calcium pour baisser la capacité de fixation du phosphore de 20 à 30%. En plus de calcium et de magnésium, il est nécessaire d'apporter des engrais azotés du type de l'urée. Le calcium peut être apporté sous forme de dolomie (30% de  $CaO$ , 20% de  $MgO$ ) à raison de 300kg/Ha/an.

Dans tous les cas, la fertilisation doit être effectuée sous forme fractionnée pendant le cycle de développement des cultures de façon à limiter au maximum les pertes par lessivage.

### - Recommandations pour l'élevage.

Les secteurs propices au développement de l'élevage sont relativement bien représentés sur le Bouclier Guyanais, puisque l'élevage peut être conduit aussi bien sur les formations végétales de savanes (retombée occidentale du Bouclier au Venezuela principalement) que dans les zones de forêts défrichées (Brésil, Guyane Française, Surinam, Guyana et Venezuela). Toutefois dans la très grande majorité des cas, ces sols présentent des déficiences minérales, spécialement en phosphore, en soufre, en calcium, magnésium, potassium, qui limitent la production des fourrages. Là où il y a déficience en phosphore, il est pratiquement certain qu'une déficience en soufre est également présente. La couleur vert-jaunâtre que prend les fourrages introduits est souvent un indice de la déficience en ces minéraux.

Les applications de phosphore et de soufre aux pâturages déficients en ces éléments stimulent la croissance des légumineuses et des graminées et augmentent la quantité de matière sèche produite dans l'année. Cette matière contient d'autre part plus d'énergie disponible digestive, de protéines et de minéraux et par conséquent augmente la valeur nutritive, l'ingestion volontaire et le poids de l'animal. Le contenu de phosphore et de soufre étant élevé, le bétail a un pourcentage de production plus grand et les veaux grandissent plus vite et dans de meilleures conditions. L'amélioration des pâturages par abonnement au phosphore et au soufre se doit aussi à l'augmentation de la fréquence des légumineuses natives et à un meilleur équilibre minéral dans la matière sèche des fourrages.

Il serait intéressant pour les différents sols ferrallitiques ou ferrugi-  
neux tropicaux du Bouclier Guyanais, de conduire des essais d'application de phos-  
phorite (roche contenant approximativement 16% de phosphore et 35% de calcium)  
ou de superphosphate simple (environ 9% de phosphore, 20% de calcium et 10% de  
soufre). Des applications de l'ordre de 125 à 200 kg/Ha/an de superphosphate simple  
signifient une augmentation annuelle par Ha de 12 à 20 kg de soufre et de phosphore  
et entre 25 et 40 kg de calcium.

Le phosphore et le calcium présents dans la phosphorite sont très lents  
à se dissoudre dans le sol ; mais en les mélangeant au soufre, le processus de dissolu-  
tion s'accroît par oxydation du soufre par les Thiobacillus du sol. Il est généralement  
recommandé de mélanger 8 parties de phosphorite avec une partie de soufre ; ce mé-  
lange peut être effectué dans un mélangeur et ensuite appliqué à raison de 450 kg/Ha  
tous les trois ou quatre ans.

#### Considérations économiques.

Le recours à la matière organique peut aider à résoudre quelques dif-  
ficultés rencontrés dans l'utilisation des sols du Bouclier. Elle améliore les propriétés  
physiques, augmente la capacité d'échange cationique, permet de disposer de plus  
d'azote, augmente enfin la capacité de rétention en eau. D'autre part, il se forme  
avec les ions phosphoriques des complexes plus ou moins stables qui permettent l'as-  
similation du phosphore. Cela peut se faire par le recours traditionnel à la jachère.  
Cela est souhaitable quand le terrain présente un relief accidenté, et quand le sol

est susceptible de souffrir d'une érosion accélérée. Mais les inconvénients sont, l'immobilisation du sol et les travaux à effectuer (nouveau défrichement) pour une nouvelle utilisation. On essaie d'incorporer au sol de la matière organique fraîche (engrais verts) et les résultats furent bénéfiques mais généralement de courte durée. Actuellement on met beaucoup d'espoirs dans les résidus végétaux et organiques (résidus des cultures) quand il y a des cultures annuelles.

Toutefois il ne faut pas oublier que les pays qui constituent le Boclier Guyanais ne possèdent pas d'engrais ou que s'ils en possèdent (Venezuela et Brésil), ces derniers se trouvent très loin du Boclier et qu'il faut les amener depuis des zones lointaines. Les gisements calcaires, si abondants dans d'autres régions du monde, sont précisément rares ou totalement inexistantes comme c'est le cas dans les parties orientales et centro-occidentales du Boclier. Il n'y a pas de réseau routier suffisamment développé et diversifié pour permettre l'acheminement des engrais à des prix compétitifs.

En plus dans toutes ces régions le paysan à un niveau technique incroyablement bas.

Tout ceci fait que dans la majorité des cas, il ne sera pas possible au paysan d'acheter des engrais potassiques ou phosphoriques pour les introduire dans son champ, dans des sols dont les rendements sont très faibles. Le paysan ne pourra pas non plus investir une somme considérable pour appliquer la chaux nécessaire au relèvement du pH de son sol d'une unité, amélioration qu'il est sûr de perdre s'il ne

répète pas à nouveau cette application peu de temps après la première. Cet homme ne pourra pas non plus introduire du phosphore dans son sol jusqu'à ce qu'il se fasse assimilable.

Bien sûr tout cela est possible dans certaines conditions et pour certaines cultures dont les prix sont élevés, mais pas pour le riz, le maïs, les haricots, dont l'agriculteur a besoin pour s'alimenter ou pour les pâturages nécessaires à son bétail.

Par conséquent, les conditions d'utilisation générales des sols ferrallitiques du Bouclier Guyanais n'apparaissent pas très favorables à la généralisation des cultures de subsistance ; elles sont modérées pour l'élevage, bien meilleures pour les cultures perennes arbustives ou arborées qui protègent le sol, le stabilisent et de cette manière rentabilise mieux les investissements que son utilisation requiert.

## BIBLIOGRAPHIE

- ANHAU ESSER, C. R., MASSON, R., VILJOEN, M et VILJOEN, R. P (1969). A reappraisal of some aspects of precambrian shield geology. *GEOL. Soc. Am. Bull.*, Vol. 80, p. 2175-2200.
- AUBREVILLE, A (1961). Etude écologique des principales formations végétales du Brésil. C. F. T. T. Nogent. 258 p.
- BARRON, C. N (1962). The geology of the south savannas degree square. *Brit. Guiana Geol. Survey. Bull* 33.
- BERROCAL, J., LADEIRA, E. A et FARIA, A (1972). Anomalia tectonica na Bacia Amazonica detectada pelo SAAS. *Rev. Brasil. Geociencias*, Vol 2 p. 161-172.
- BELLIZIA, A (1951-a). Estudio petrográfico de las rocas de la región de Uriman, Estado Bolivar. Informe inedito, Arch. Dirección de Geología, Minas e Hidrocarb., Caracas.
- (1951-b). Petrografía de las rocas recolectadas por la expedición PH-ELPS en los cerros Guanay, Cumani (Alto Ventuari), Territorio Federal Amazonas. Informe inedito, Arch. Dirección de Geología, Min. Minas e Hidrocarb., Caracas.
- (1957). Consideraciones petrogenéticas de la provincia magmática de Roraima (Guayana Venezolana). *Bol. Geol.*, Vol 4, N°9, P. 53-82. 9 il.
- BLANCANEUX, PH (1970). Réflexions sur la proposition d'un groupe de sols dits Psammo-ferrallitiques ou Quartzo-psammitiques dans la sous-classe des sols ferrallitiques fortement désaturés en B. ORSTOM Cayenne., 3 p., 7 doss. anal. Multigr.
- (1972). Projet de mesure du lessivage oblique sur les formations granito-gneissiques du bassin versant expérimental de la crique Grégoire (Sinnamary)- Guyane Française. ORSTOM, Cayenne., 9 p. 2 pl. Multigr.
- (1973). System for field measure of erosion, run-off and oblique drainage in ferrallitic soils on granitic matrices in French Guiana. Comm. II, Intern. Congr., Carribean Food Crops Society. Barbados 6 p. Multigr.

BLANCANEAUX, PH (1973). Les " Djougoung Pété " du bassin versant expérimental de la crique Grégoire (Sinnamary) Guyane Française. Cah. ORSTOM, sér. Pédol., vol. XI, n°1, 1973 : 29-42.

(1973). Reconnaissance pédologique de la région SE de Saul pour l'implantation d'une avocaterie (Zone comprise entre les criques Cochon, Limonade et Nouvelle France). ORSTOM, Cayenne., 31 p., Multigr.

(1973). Podzols et sols ferrallitiques dans le NO de la Guyane Française. Cah. ORSTOM, sér. Pédol., vol XI, n°2 ; 1973 : 121-154.

(1973). Reconnaissance pédologique des parcelles forestières de R.A.A OLDEMAN à Saul. in OLDEMAN. Thèse Sci. Architecture de la forêt Guyanaise. Montpellier, n° CNRS Ao7787. 247 p. 113 pl.

(1974). Notice explicative n°54. Carte pédologique Saint Jean NE, Guyane Française à 1/50.000. ORSTOM, Paris.

(1974). Caractéristiques physico-chimiques des sols ferrallitiques du Bouclier Guyanais, leurs relations avec les eaux de drainage et de ruissellement. ORSTOM, Cayenne. 25 p. Multigr.

(1974). Essai sur le milieu naturel de la Guyane Française. ORSTOM, sér. Trav. et Doc. Techn., à paraître. Paris.

(1975). Caractéristiques pédo-agronomiques des terrasses fluviales de La Forestière. Guyane Française. ORSTOM, Cayenne. Multigr.

., HERNANDEZ, S., ARAUJO, J (1976). Estudio Pedogeomorfológico sobre las formaciones graníticas de la región de Puerto Ayacucho, Territorio Federal Amazonas, Venezuela. Comm. IV Congr. Venezol. Ciencia del suelo. Maturin, Venezuela. Multigr.

., HERNANDEZ, S., ARAUJO, J (1977). Estudio edafológico preliminar, sector Puerto Ayacucho, Territorio Federal Amazonas, Venezuela. Caracas, DGIIA, A/IC/01. Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables. 110 p. 34 doss. caract. anal. 36 photos couleur. 21 fig. 12 tabl. 4 cartes à 1/100.000.

., POUYLLAU, M (1977). Formes d'altération pseudokarstiques en relation avec la géomorphologie des granites précambrien du type Rapakivi dans le Territoire Federal de l'Amazone, Venezuela. Cah. ORSTOM, sér. Pédol., vol XV, n°2, 1977 : 131-142.

- BLANCANEAUX, PH., POUYLLAU, M (1977). Les relations Géomorpho-pédologiques de la retombée nord-occidentale du Massif Guyanais. (Venezuela). 1ère partie : Les concepts et les définitions. Cah. ORSTOM, sér. Pédol., vol XV, n°4, 1977 : 437-448.
- ., Pouyllau, M., SEGALEN, P (1978). Les relations Géomorpho-pédologiques de la retombée nord-occidentale du Massif Guyanais. (Venezuela). 2eme partie : Les unités géomorpho-pédologiques. Cah. ORSTOM, sér. Pédol., vol XVI, n°3, 1978. 293-315.
- ., ARAUJO, J (1978). Accion determinante del Hombre y del clima actual en la evolución de suelos y sabanas del sur de Venezuela, Territorio Federal Amazonas. Comm. V Congr. Venezol. Ciencia del Suelo, Barquisimeto. Venezuela. 47 p. 9 pl., 1 tabl. Multigr.
- (1978). Les sols de la Guyane Française. Notice explicative de la carte de synthèse à 1/1.000.000. in, Atlas de la Guyane Française. Coed. CNRS-ORSTOM. FRANCE.
- ., ARAUJO, J., POUYLLAU, M., BLANCO, B (1979). Estudio Geomorfo-pedológico preliminar a 1/125.000 del sector Asita-Cacuri-Parú, Alto Ventuari, T.F. Amazonas, Venezuela. MARNR Div. Suelos. Caracas. Multigr.
- BOULET, R (1974). Toposéquences de sols tropicaux en Haute Volta : équilibres dynamiques et bioclimats. Thèse Sci. Strasbourg. N°CNRS : Ao 9953.
- BRUGIERE, J-M., MARIUS, CL (1967). Relation sol-substrat géologique. ORSTOM, Cayenne. 19 p. Multigr.
- BULLA, L (1978). Todavía son sabanas con valores sumamente bajos. Ambiente., n°11. Abril-Mayo, 1978. MARNR. Caracas, Venezuela.
- BULLARD, E., EVERETT, J.E et SMITH, A.G (1965). The fit of the continents around the Atlantic, a symposium on continental drift. Roy. Soc. London Phil. Trans., sér. A., vol. 258, p. 41-51.
- CANNON, R.T (1964). The geology of the Bartika assemblage. Geol. Surv. Brit. Guiana, bull. 35, 83 p.



- CANNON, R.T (1964). Porphyroblastic and augengneisses in the Bartika assemblage. *Brit. Guiana. Geol. Mag.*, vol 101, p.541-547.
- (1965). Anatexis in the Bartika assemblage, *Brit. Guiana. C.R. Soc. Geol. Finlande*, n° XXXVII, p. 177-192.
- (1966). Plagioclase zoning and twinning in relation to the metamorphic history of some amphibolites and granulites. *Am. J. Sci.*, vol. 264, p.526-542.
- CHAUVEL, A., PEDRO, G (1978). Sur l'importance de l'extrême dessiccation des sols (Ultradessiccation) dans l'évolution pédologique des zones tropicales à saisons contrastées. *C.R Acad. Sci. Paris*, t.286., sér. D, 1581-1584.
- CHOUBERT, B (1949). *Géologie et Pétrographie de la Guyane Française*. ORSTOM, Paris. 120 p.
- (1957). *Essai sur la morphologie de la Guyane Française. Mémoire pour servir à l'explication de la carte géologique de la France*. Paris.
- (1959). *Carte géologique de la Guyane Française au 1/500.000*. 2 feuilles. *Carte géologique détaillée de la France*.
- (1965). *Etat actuel de nos connaissances sur la géologie de la Guyane française*. *Bull. Soci. Géol. France*, vol. VII, p. 129-135.
- et FAURE-MURET, A (1968). *International tectonic map of Africa*. Scale 1/5.000.000. *Assoc. Géol. Surv. Africa/Unesco*. Paris.
- (1969). *Les Guyano-Eburneides de l'Amérique du sud et de l'Afrique occidentale*. *Bur, Rech. Géol. Min. France, Bull.*, 2me sér., sect. 4, n°4., p.39-68.
- (1974). *Le précambrien des guyanes*. *Mém. BRGM*. n°81. Paris. 212 p.
- DOUGAN, T (1972). *Origen y metamorfismo de los gneisses de Imataca y Los Indios, rocas precámbricas de la región de Los Indios-El Pilar, Edo Bolivar, Venezuela*. *IV Congr. Geol. Venezol.*, Caracas, 1969 *Mém.*, t. III., p.1337-1548.

- FERNANDEZ, O., HIDALGO, R., SIEFFERMANN, G (1977). Presencia de halloysita y de montmorillonita en suelos de la zona tropical húmeda cercana a San Juan de Manapiare, Territorio Federal Amazonas, Venezuela. Comm. IV Congr. Venez. Cienc. del suelo. Multigr.
- GUIMARAES, D (1930). Provincia magmática de Roraima, Brasil septentrional. Serv. Geol. Mineral. de Brasil. Bol. 45. p. 1-57.
- HARGRAVES, R. B (1968). Paleomagnetism of the Roraima dolerites. Geophys. J. R. Astr. Soc., vol. 16. p. 147-160.
- HURLEY, P. M., KALLIOKOSKI, J., FAIRBAIRN, H. W et PINSON, W. H (1972). Progress report on the age of the granulite facies rocks in the Imataca complex, Venezuela. IX conf. Geol. Interguayanas, Puerto Ordaz, 1972.
- IJZERMAN, R (1931). Outline of the geology and petrology of Surinam (Dutch Guiana). Martinus Nijhoff, Den Haag, 519 p.
- JANSSEN, J. J (1966). Bauxite in the Adampada-Kabalebo area, Surinam. VI Inter-Guiana Geol. conf., Belem, Macapa, 1963, Proc.
- KALLIOKOSKI, J (1965-a). The metamorphosed iron-ore of El Pao, Venezuela. Econ. Geol. vol. 60, n°1, p. 100-116.
- (1965-b). Geology of the north central Guyana shield, Venezuela. Geol. Soc. Am. Bull., vol. 76, p. 1027-1050.
- (1965-c). Geología de la parte norte-central del Escudo de Guayana, Venezuela. Bol. Geol., Caracas, vol. 7, n°13, p. 29-104.
- KLINGEBIEL, A. A., MONTGOMERY, P. H (1961). Land capability classification. Agriculture handbook n°210. Soil conservation service. U.S department of agriculture.
- LENEUF, N (1959). L'altération des granites calco-alcalins et des sols qui en sont dérivés. Thèse en science. ORSTOM. 210 p. Paris.
- (1978-1981). Communications personnelles.
- LEVEQUE, A (1963). Les sols développés sur le Bouclier Antécambrien Guyanais. IFAT, Cayenne., 244 p. Multigr.

- Mc CONNELL, R. B., WILLIAMS, E., CANNON, R. T., SNELLING, N. J (1964).  
A new interpretation of the geology of British Guiana. *Nature*,  
vol. 204, p. 115-118.
- WILLIAMS, E (1970). Distribution and provisional correlation  
of the precambrian of the Guyana shield. VIII Guiana Geol. conf.  
Georgetown, 1969, Proc paper 1.
- Mc DOUGALL, I., COMPSTON, W et HAWKES, D. D (1963). Leakage of radiogenic  
argon and strontium from minerals in proterozoic dolerites from  
British Guiana. *Nature*, vol. 198. p. 564-567.
- Mc ELHINNY, M. W (1966). An improved method for demagnetizing rocks in alter-  
nating magnetic fields. *ROY. Astr. Soc. Geophys. J.*, vol. 10, p. 369.
- MAROTTA, C. A., SCARPELLI, W., MARYO, J., BARBOUR, A. R et LIMA, L. G. R (1963).  
Notas sobre o distrito manganesífero de Serra do Navio, Território  
Federal do Amapá, Brasil. VI. Inter-Guiana Geol. conf.,  
Belem-Macapa, 1963, Proc.
- MARTIN -BELLIZIA, C (1969). Estratigrafía de la región Caroni-Aro-Paragua (Resumen).  
IV Congr. Geol. Venez., Caracas, 1969. Folleto.
- MARTIN-BELLIZIA, C (1972). Paleotectonia del Escudo de Guayana. IX conf. Geol.  
Inter. Guayanas. Mém. Min. Min e Hidrocarb. Bol. Geol. Publ.  
Esp. n°6. p. 251-305.
- NAGELL, R. H (1962). Geology of the Serra Do Navio district, Brazil. *Econ. Geol.*  
vol. 57. p. 481-498.
- OLDEMAN, R. A. A (1972). L'architecture de la forêt Guyanaise. *Thèse d'état. Fac.*  
*Sci. Montpellier.*, n°CNRS Ao7787. 247 p. 113 pl. ORSTOM.
- PRIEM, H. N. A., HEBEDA, E. H., BOELRIJK, N. A. I. M., et VERSCHURE, R. H (1968).  
Isotopic age determinations of Surinam rocks. 3 *Geol. en 'Mijnb.*  
Vol. 47, p. 17-20.
- REID, A (1972). Stratigraphy of the type area of the Roraima group, Venezuela.  
Tesis Doctoral, Dpto de química, Colorado school of Mines, USA.
- RINGWOOD, A. E., Mac GREGOR, J. D., BOYD, F. R (1964). Petrological composition  
of the upper mantle. *Carnegie institue. Washington, year-*  
*book 1963*, p. 147-152.

- SANCHEZ, P.A (1976). Sistema de manejo de Oxisoles y Ultisoles en los tropicos húmedos. Resumen de la conferencia presentada ante el IV congr. Nat. de la Soc. Venez. de la Ciencia del suelo. Maturin, Venezuela. multigr.
- SCARPELLI, W (1969). Preliminary geological mapping of the Falsino river, Amapá, Brasil. VII Guiana Geol. conf., Paramaribo, 1966, Proc., p.125-129.
- SEGALEN, P (1964). Le fer dans les sols. Init. Doc. Techn. ORSTOM, n°4. Paris, IV. 151 p.
- (1973). L'aluminium dans les sols. Init. Doc. Techn. ORSTOM, n°22. Paris. 281 p.
- (1968-1981). Communications personnelles.
- SINGH, S (1966). Orthopyroxene-bearing rocks of charnokitic affinities of the south savanna-kanuku complex of British Guiana. J. Petrol., vol. 7, n°2 p:171-184.
- SNELLING, N. J et Mc CONNELL, R. B (1969). The geochronology of Guyana. Geol. en Mijnb. vol. 48, p. 201-213.
- STRANGWAY, D. W et VOGT, P. R (1973). Aeromagnetic tests for continental drift in Africa and south Africa. IV congr. Geol. Venez., Caracas, 1969. Mem., t. VI.
- SZCZERBAN, E (1974). Geología y Petrología del área de Puerto Ayacucho, Territorio Federal Amazonas, Venezuela. Unidad de geología. Caracas, MOP. CODESUR.
- SUHAS, C., TALUKDAR, S. C y COLVEE, P. G (1974). Geología y estratigrafía del área meseta del Viejo-cerro Danto, T.F. Amazonas, Venezuela. Div. de investig. aplic. Depto. geol. G.R 74-1. MOP. CODESUR.
- TAJDER, M (1965). Petrology of the Guacuripia region, estado Bolívar, Venezuela. Jugosl. Akad. Snanosti Umjetnosti, Acta geol. IV. p.73-100.
- TURENNE, J. F (1977). Modes d'humification et différenciation podzolique dans deux toposéquences Guyanaises. Mém. ORSTOM, n°84. Paris. 1977., 162 p.
- U.S.D.A (1960, 1969, 1974). Soil Taxonomy. A comprehensive system. 7th approximation. Soil Survey Staff, Soil conservation Service., 1. vol., 295p.

VALLANCE, G (1970). Investigation of a nickeliferous " laterite " in the Kauramembo Mountains (Wanabue-blue Mountains area), Barama river, North West district, Guyana. VIII. Guiana Geol. Conf. Georgetown, 1969. Proc., paper XIV.

VELDKAMP, J., MÜLDER, F.G et ZIJDERVELD, J.D.A (1971). Paleomagnetism of Surinam dolerites. Physics of earth planet., Interior, vol 4, p. 370-380.

#### ANNEXE.

ROOSE, E (1973). Dix sept années de mesures expérimentales de l'érosion hydrique et du lessivage sur un sol ferrallitique sableux en basse Côte d'Ivoire. Thèse Sci. Doct. Ing. Fac. Sci. Abidjan; n°20. ORSTOM. multigr, 123p.

GRANVILLE, JJ de (1978). Recherches sur la flore et la végétation Guyanaïses. Thèse sci. Univ. Sci. Techn. Languedoc. Montpellier. 272 p.