

## ÉTUDE PÉTROCHIMIQUE DE LA FORMATION DES ROCHES VERTES DE GANGILA AUX ENVIRONS DE MATADI (BAS-ZAIRE) (\*)

LUC TACK (\*\*)

(14 fig. dans le texte)

### RÉSUMÉ

Confirmant les connaissances géologiques précédemment acquises pour les roches vertes de Gangila, l'étude de cette formation montre qu'il s'agit d'un empilement de coulées basaltiques en régime continental.

Les données pétrographiques et chimiques (éléments majeurs et traces) indiquent que ces basaltes précambriens sont de tendance tholéiitique, et qu'ils montrent à partir de la base vers le sommet de la formation, une nette tendance évolutive depuis un pôle basaltique vers un pôle qualifié d'andésitique.

Une première ébauche de comparaison entre les magmatismes basiques voisins de Gangila et de l'Ouest-Congolien, dans une perspective de tectonique globale, termine cette note.

### ABSTRACT

In agreement with former knowledge concerning the Gangila-greenstones, this study confirms the continental origin of these superposed basaltic flows.

Microscopic and chemical (major and trace elements) data indicate that these precambrian tholeiitic basalts show a general evolutionary trend from a basaltic pole to a so-called andesitic pole, corresponding with the stratigraphic sequence.

Finally, a first comparison — in a global tectonics view — between the nearby Gangila- and the West-Congolian basaltic magmatism is attempted.

### 1. CADRE GÉOLOGIQUE (fig. 1)

#### 1.1. *Historique et connaissances antérieures*

Du point de vue stratigraphique le terme « Formation des Roches vertes de Gangila » définit avec acuité (B. STEENSTRA, 1973; J. LEPERSONNE, 1974) des roches vertes, observées depuis la présence des premiers géologues au Bas-Zaïre, dans les environs immédiats du port de Matadi, et se prolongeant vers le nord jusque dans la région de Seke-Banza.

F. CORIN (1946; 1948a, b) en donne les premières descriptions géologiques, fait ressortir leur nature volcanique effusive et établit leurs relations stratigraphiques avec les quartzites de Matadi sous-jacents e.a. en se basant sur la présence de nombreux dykes et/ou sills doléritiques dans ces quartzites, considérés comme racines du volcanisme. La disjonction en boule étant fréquente dans certains bancs compacts

(\*) Communication présentée le 6 mai 1975, manuscrit déposé le 26 juin 1975.

(\*\*) Musée royal de l'Afrique centrale, Tervuren; Geologisch Instituut, Rijks-universiteit Gent.

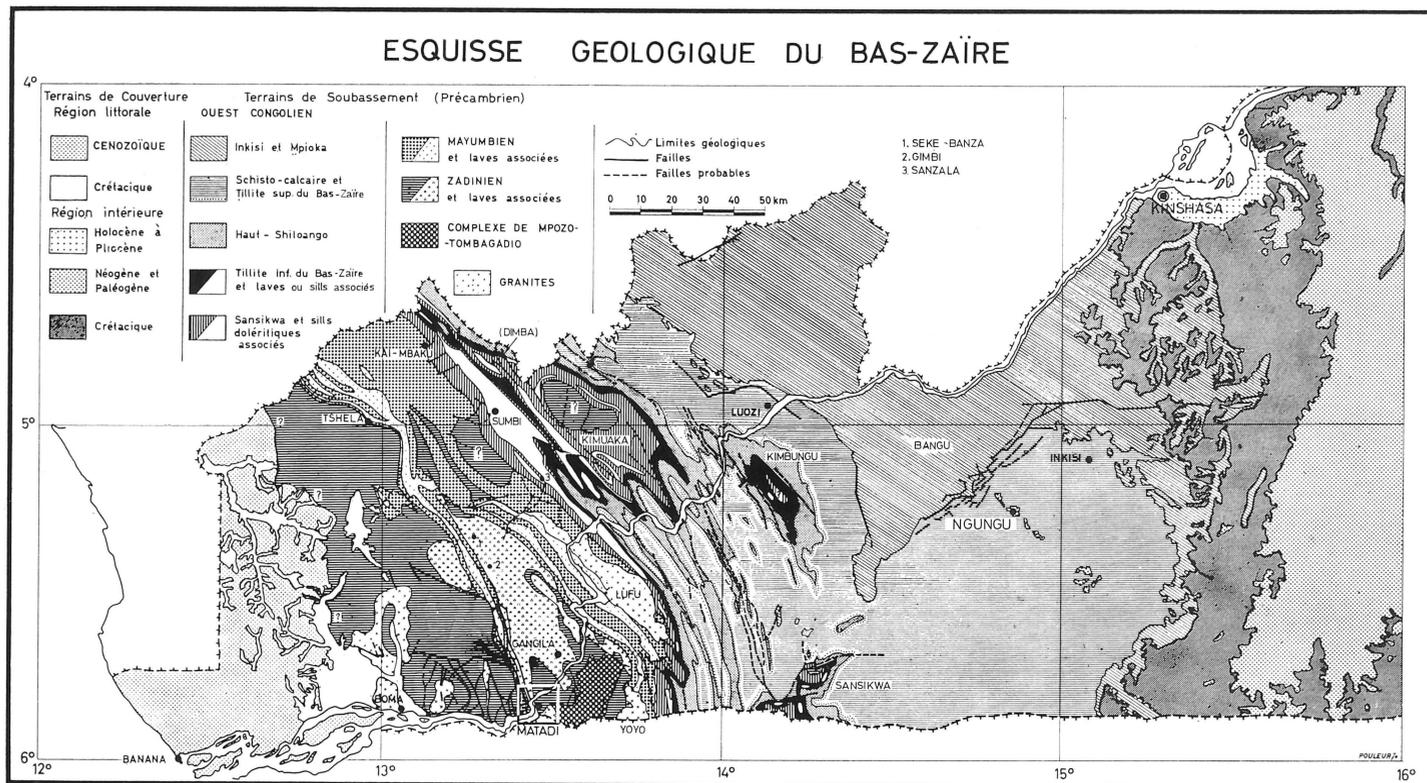


Fig. 1. — Carte géologique du Bas-Zaïre avec localisation du magmatisme basique de Gangila et de l'Ouest-Congolien. La fig. 2 reprend en détail la partie encochée de la région de Matadi. Cartographie légèrement modifiée, d'après une esquisse géologique du Bas-Zaïre du MRAC, Tervuren.

des roches vertes, il suggère — à tort (F. CORIN, 1973) — l'existence de laves en coussins.

D'après L. CAHEN (1948), ce volcanisme appartiendrait à des émissions de type fissural. Les épanchements se seraient produits sur la terre ferme (structures en coussins peu probables) et représenteraient un faciès sud-oriental et continental de la Série de Tshela, constituée dans la région type, principalement de schistes et quartzites, souvent graphiteux (L. CAHEN, 1954).

P. GROSEMANS (1951) en donne les premières descriptions pétrographiques (« amphibolites ») et G. WAEGEMANS (1954) une première analyse chimique très sommaire, indiquant une nature « basaltique ».

A. BERTOSSA et P. THONNART (1957) introduisent le terme stratigraphique de Roches vertes de Gangila pour ces laves.

Par après, outre une étude purement pédologique (L. MAKUMBI et A. J. HERBILLON, 1973), ces roches seront surtout étudiées en ce qui concerne leur position stratigraphique exacte. A la suite de travaux de terrain de C. MASSAR (1966; 1967), B. STEENSTRA (1973) montrera qu'elles reposent, en fait, en légère discordance angulaire sur le Zadinien sous-jacent de la région de Matadi (Faisceau de Matadi et de Palabala), et indiquera leur nature transgressive par rapport aux formations plus anciennes de la région de Matadi (Zadinien et socle gneisso-amphibolitique du Complexe de Mpozo-Tombagadio). J. LEPERSONNE (1969; 1973) confirme ces caractères par la photogéologie. D'après B. STEENSTRA (1973) et J. LEPERSONNE (1974) la Formation des Roches vertes de Gangila est, dans la région de Matadi, surmontée en concordance par la Formation de la Vangu, principalement de caractère volcano-sédimentaire. Une discordance angulaire, d'importance mal définie, sépare vers le haut, le Faisceau de la Vangu et de Gangila, du Mayumbien, constitué principalement par des roches magmatiques acides et des faciès volcano-sédimentaires. (J. LEPERSONNE, 1974; L. TACK, 1973a, b).

Ce Mayumbien peut, à sa base, être constitué également de roches vertes connues alors sous le nom de « Roches vertes de la base du Mayumbien » (J. LEPERSONNE, 1974). Par ailleurs, J. LEPERSONNE (1973) attire l'attention sur l'existence, au sein des formations zadiniennes, de sills et/ou coulées de roches vertes, considérés, à tort, comme l'équivalent stratigraphique des roches vertes de Gangila.

Enfin, F. CORIN (1973), revenant sur des observations anciennes (F. CORIN, 1946; 1948a, b) confirme l'idée d'effusions successives continentales, en y décrivant le long de la rive du Zaïre (côté de Matadi), la présence d'au moins 13 coulées superposées, dont l'épaisseur par coulée est de l'ordre de quelques mètres, et dans lesquelles il distingue des caractéristiques classiques de coulées basaltiques continentales, à savoir base et/ou sommet de la coulée plus vacuolaire et vésiculaire, et zone centrale plus massive et grenue (cristalline).

\* \* \*

Il n'existe pas actuellement de données précises sur l'âge de ces formations volcaniques. Il est, néanmoins, possible de l'intégrer entre deux limites extrêmes, qui sont, d'une part 2150 m.a. (Complexe de Mpozo-Tombagadio), (Rapp. ann. 1974, Dépt. Géol. Min. Mus. roy. Afr. centr., Tervuren, 1975) et, d'autre part, environ 1000 m.a. (granite de Mativa, massif de la Lufu), (L. TACK, 1973a). La base du Mayumbien acide étant actuellement datée, d'après des données encore incomplètes et provisoires, aux environs de 1300 m.a. (Rapp. ann. 1974, Dépt. Géol. Min. Mus. roy. Afr. centr., Tervuren, 1975), le volcanisme de Gangila, qui est antérieur au

Mayumbien (J. LEPERSONNE, 1974) est donc selon toute vraisemblance, plus ancien que 1300 m.a.

### 1.2. Apport nouveau (fig. 2)

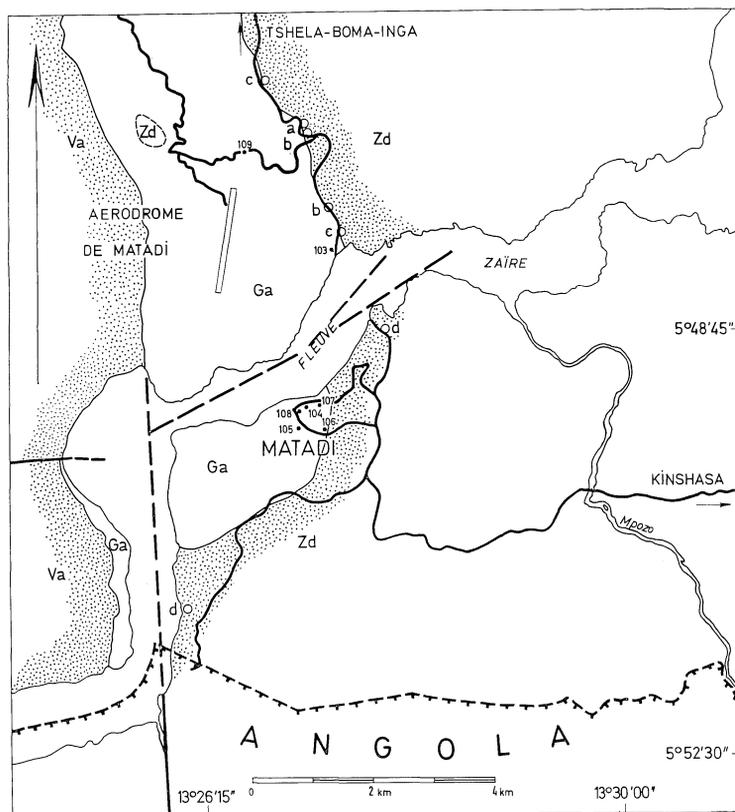


Fig. 2. — Croquis géologique détaillé des environs de Matadi, correspondant à la partie encochée de la figure 1 (Va : Vangu; Ga : Gangila; Zd : Zadinien). Cartographie d'après les levés de B. STEENSTRA et L. TACK.

En ce qui concerne les données de terrain, la présente note confirme ou explicite des connaissances déjà acquises, plutôt qu'elle n'en apporte de nouvelles. En particulier, les points suivants sont soulignés :

— contact discordant entre quartzites de Matadi (Zadinien) sous-jacents et Roches vertes de Gangila sus-jacentes (fig. 2; points c), apparaissant dans certaines coupes comme pseudo-concordant (fig. 2; points b). A ce dernier point (b), la tendance générale régressive des quartzites de Matadi se manifeste par la présence de galets épars de quartzite, au toit de cette formation. Ceci est en accord avec les observations de P. THONNART (1955; 1956).

— existence de dykes de roches vertes dans les formations antérieures à celles de Gangila : soit dans les quartzites de Matadi (Zadinien), (fig. 2; points d), soit dans le socle gneisso-amphibolitique affleurant p. ex. à hauteur de la route asphaltée Matadi-Inga, entre les rivières Mvunzi et Bundi (pour la localisation voir A. BERTOSSA

et P. THONNART, 1957). Dans cette dernière coupe, il s'agit d'un véritable réseau de dykes ou j'ai dénombré au moins une dizaine de dykes. Un de ces dykes est étudié dans la partie pétrochimique de cette note.

— Outre la coupe déjà mentionnée par F. CORIN (1973), confirmation entre les points 106 et 108 (fig. 2) ou au nord du fleuve (fig. 2; point a) du caractère volcanique effusif, de type continental, à nombreuses coulées superposées (épaisseur de l'ordre du mètre ou davantage). Absence de structures en coussins (F. CORIN, 1946; 1948a, b); (P. GROSEMANS, 1951) correspondant, en fait, à une forme d'altération en boules d'origine météorique, au sein de bancs plus massifs, diaclasés, constituant les centres de coulées, et absence également de lits pyroclastiques (F. CORIN, 1946; 1948a, b) correspondant, en fait, aux passées plus amygdalaires des coulées, schistifiées, et davantage affectées par le laminage et la tectonique ouest-congolienne que les passées plus massives et compétentes des coulées (fig. 3 et 4).

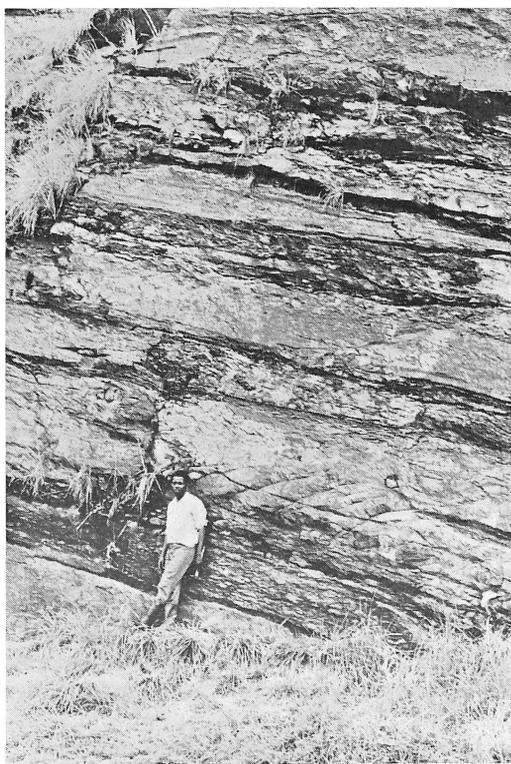


Fig. 3. — Superposition de coulées basaltiques continentales, à partie centrales massives et compétentes, et à parties basales ou sommitales amygdalaires et schistifiées (point a de la figure 2).

— disparition vers le haut de la séquence des Roches vertes de Gangila de la morphologie caractéristique de coulées superposées et apparition, au contraire, d'une roche amygdalaire plus ou moins épidotisée, à structure microlitique porphyrique, du même type que celle mentionnée par F. CORIN (1948a, b).

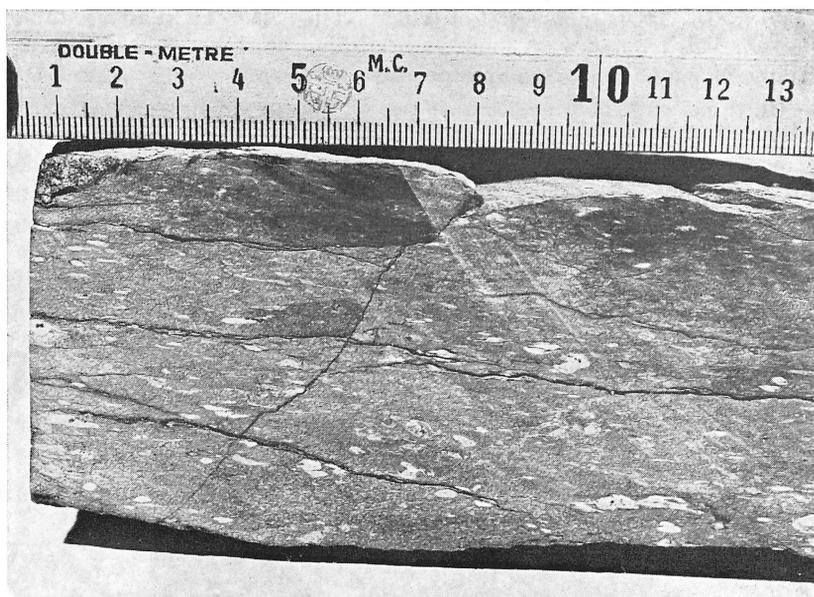


Fig. 4. — Détail des parties de coulées schistifiées et à amygdales aplaties.

L'épaisseur globale de la Formation des Roches vertes de Gangila peut être estimée à plusieurs centaines de mètres.

Les relations entre ces roches vertes et celles qualifiées de « base du Mayumbien » (voir point 1.1.), ainsi d'ailleurs que les rapports avec les roches vertes existants dans le Zadinien (J. LEPERSONNE, 1973; 1974), au sein du Mayumbien ou dans la région de la Bibuanga près de Ganda Sundi (Mayumbe nord-oriental) ne sont pas abordées dans cette note. Ensemble avec les données pétrochimiques d'une vingtaine d'analyses, elles seront traitées, plus en détail, dans un travail de thèse en voie de rédaction (L. TACK, 1975).

## 2. DONNÉES PÉTROCHIMIQUES

### 2.1. Description mégascopique et microscopique

J'ai distingué cinq faciès pétrographiques principaux, auxquels peuvent être rapportés la plupart des roches, constituant la Formation des Roches vertes de Gangila.

Un premier type de roche est une roche verte, massive, plus ou moins grossièrement grenue, très riche en amphibole, et en voie d'épidotisation. La structure est de tendance granoblastique, mais on retrouve fréquemment des plages où la structure originelle de type doléritique à intersertale, est conservée (fig. 5).

Cette roche correspond aux zones centrales, plus massives et cristallines des coulées basaltiques (analyses 104; 106 et 108).

L'amphibole s'y présente sous forme de grandes plages, pouvant atteindre 5 mm, constituées de multiples prismes et/ou baguettes allongées, bien formées, n'évoquant plus leur dérivation d'un ferromagnésien primitif. Elle appartient au groupe trémolite-actinote et n'est que très rarement maclée (fig. 5).

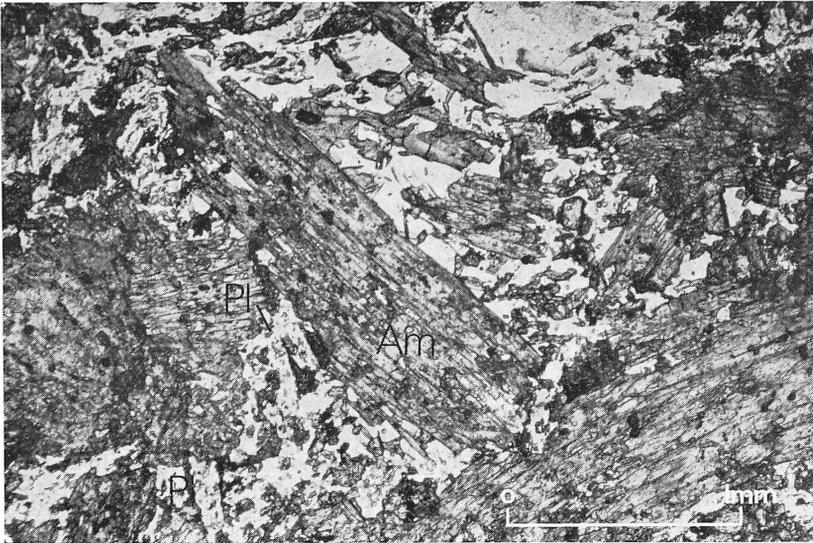


Fig. 5. — Roche verte massive de tendance granoblastique, à nombreuses grandes plages de trémolite-actinote, et à structure doléritique à intersertale résiduelle. Nicols non croisés.

Souvent cette amphibole montre une tendance zonaire : le centre est plutôt incolore (trémolite) tandis que la couleur verdâtre se marque davantage vers les bords (actinote). Un caractère sodique peut parfois se marquer par l'apparition d'une bordure glauque. Ce caractère semble se manifester davantage lorsqu'on se rapproche du massif granitique de Noqui et pourrait donc être attribué à un apport sodique de celui-ci (J. DELHAL et al., 1971). Certains faisceaux de fibres sont ployés en forme de « S » (fig. 6) et montrent une extinction onduleuse, indices de contraintes tecto-



Fig. 6. — Grande plage d'amphibole ployée en forme de « S ». Nicols non croisés.

niques, qui ont affectées la roche. La même amphibole se retrouve également en aiguilles fines et souvent isolées dans le fond de la roche.

L'épidote, très abondante, est de la pistachite et/ou de la clinzoïsite. Elle se présente, soit sous forme d'une mosaïque de granules très fins, juxtaposés, en association avec du leucoxène, et constituant de grandes plages confuses et foncées, soit sous forme de cristaux assez gros, bien individualisés, trapus à équidimensionnels, limpides et jaunâtres. Certaines plages de cette dernière épidote montrent, à l'instar de l'amphibole, une zonéation caractérisée par un centre plus ferrugineux, mis en évidence par une poussière ou par de fines inclusions d'opaques ou de leucoxène, et par une couronne externe limpide. D'autres plages, enfin, plus rares évoquent une texture amygdalaire.

Lorsque les lattes de plagioclase subsistent dans la roche, elles sont généralement très saussuritisées.

En moindre quantité on peut trouver de la chlorite, souvent en nids, polarisant dans des teintes gris verdâtre, bleutées ou cuivrées, du quartz polyédrique, un plagioclase limpide néocristallin et plus rarement un carbonate. De petits granules de leucoxène sont parfois intimement associés à de l'épidote finement grenue ou existent sous forme de couronne autour de noyaux d'opaques.

La biotite, enfin, est rare et est de teinte brunâtre à brun verdâtre. Sa signification est précisée plus loin dans le texte.

Un deuxième type de roche est une roche verte, moins massive ou grossièrement grenue que le type précédent, toujours très riche en amphibole et épidote, et caractérisée par une texture amygdalaire très nette, où les alvéoles sont souvent aplaties (fig. 4). Cette roche correspond à la base ou au sommet des coulées (analyses 103, 105 et 107). Elle est constituée par une même paragenèse minéralogique que le type précédent. Les plages et faisceaux d'amphibole, en particulier, sont moins grands et plus allongés.

Les amygdales sont constituées principalement de quartz à structure en pavé, d'épidote et d'une biotite brunâtre (fig. 7).

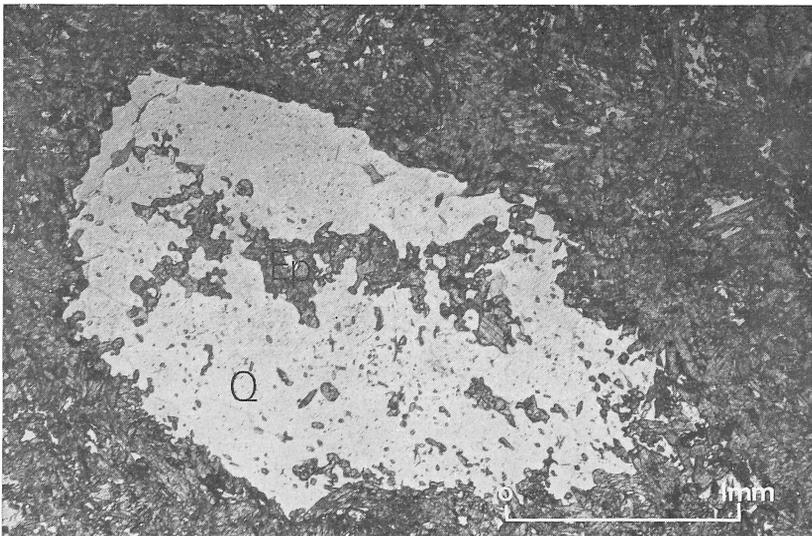


Fig. 7. — Amygdale assez peu aplatie, constituée de quartz, épidote et rare biotite, dans une roche composée principalement d'amphibole et d'épidote. Nicols non croisés.

De petits prismes d'amphibole y sont assez rares. Parfois les amygdales sont remplies uniquement par de l'épidote (fig. 8) soit finement grenue en mosaïque, soit plus largement grenue, soit fibroradiée. Parfois aussi, la structure concentrique des amygdales se marque par une granularité croissante de l'épidote, de l'extérieur vers l'intérieur. L'épidote peut également constituer la bordure externe des amygdales avec l'association quartz-biotite située plutôt vers l'intérieur. Souvent aussi elle fait défaut. La biotite est parfois ployée et à extinction onduluse. Elle apparaît aussi assez rarement hors des vacuoles et est alors généralement associée à un peu de quartz polyédrique. Tout comme l'amphibole glauque précédemment signalée, la biotite devient moins fréquente et semble disparaître lorsqu'on s'éloigne du massif de Noqui.

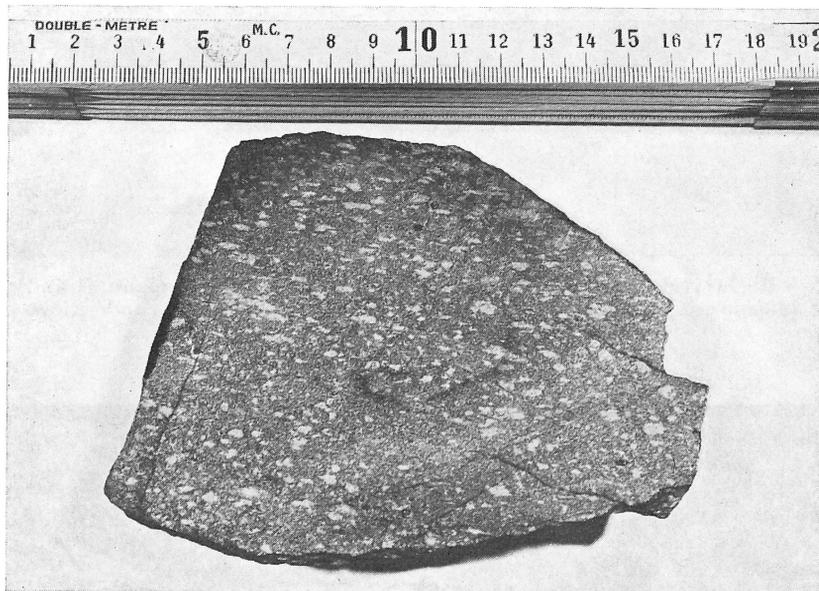


Fig. 8. — Faciès amygdalaire à alvéoles épidotisées, peu aplaties.  
Comparer aux figures 4 et 7.

Les deux faciès de roche verte décrits jusqu'à présent existent, en association, vers la base de la séquence des roches vertes de Gangila. Plus haut apparaît un nouveau faciès.

Ce troisième type de roche est une roche verte de texture amygdalaire, et de structure microlitique porphyrique particulièrement bien développée (fig. 9 et 10). Cette roche correspond au pôle « andésitique », qui sera caractérisé chimiquement au point suivant (analyse 109). Cette roche tend occasionnellement vers un faciès bréchiq, se marquant le plus clairement par une épidotisation sélective soulignant certains éléments. Les amygdales sont le plus souvent constituées par une bordure externe d'épidote, et par une grande plage interne d'un feutrage d'une biotite brunâtre à verdâtre, en voie de chloritisation, ou par de la chlorite. Les phénocristaux sont de grandes lattes (facilement 1 cm de long), maclées, de plagioclase, fortement saussuritisé, et parfois aussi biotitisé. Certains plagioclases ont une tendance zonaire, soulignée par la saussuritisation. Occasionnellement, les macles de ces plagioclases

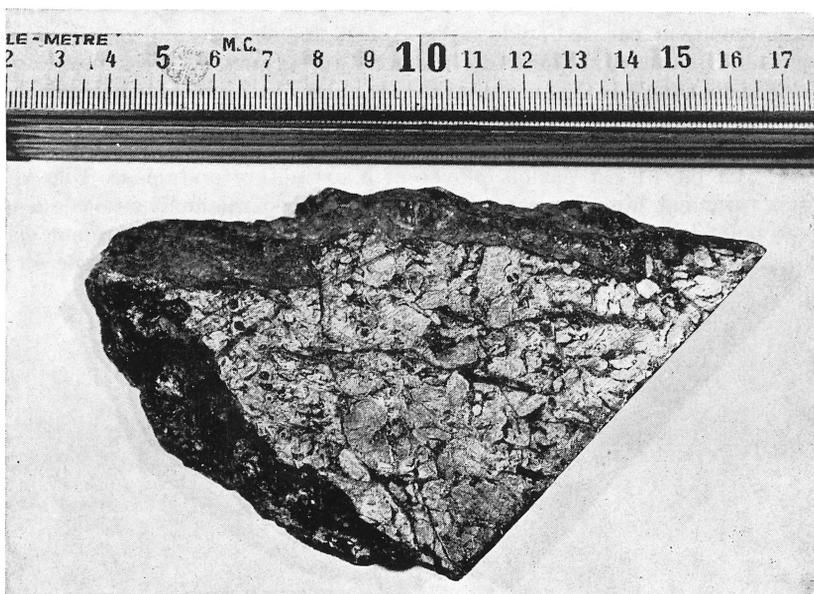


Fig. 9. — Roche verte à amygdales circulaires foncées et couronne claire. Grandes lattes de plagioclase grisâtre, souvent brisées ou déformées (faciès « andésitique »).

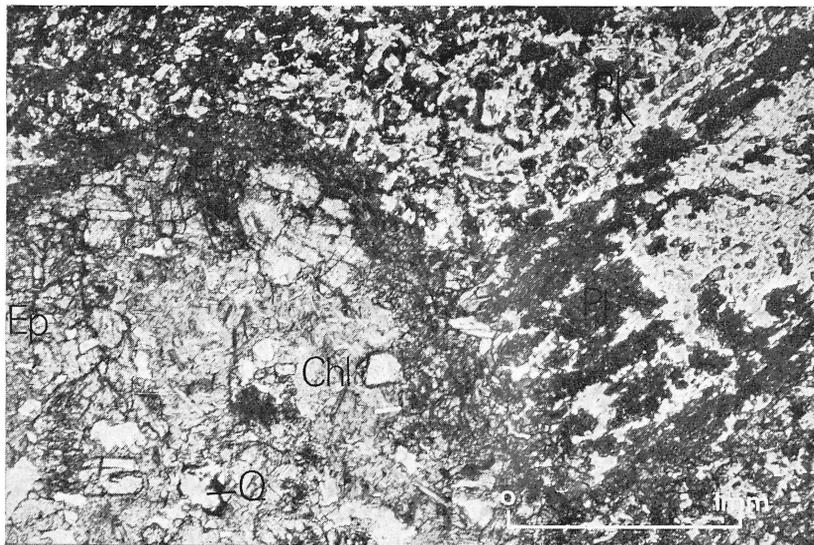


Fig. 10. — Structure microlitique porphyrique amygdalaire. Dans une pâte de microlites de plagioclase saussuritisé, on observe une partie d'une grande latte de plagioclase, localement très saussuritisé. Une partie d'amygdale circulaire montre une couronne externe d'épidote finement grenue, plus ou moins opacifiée, passant par une épidote plus grossière et limpide, à la zone centrale constituée principalement de chlorite et d'un peu de quartz. Nicols non croisés.

sont un peu tordues, ou ces lattes sont cassées en quelques fragments, suite aux contraintes tectoniques ayant affecté la roche. Dans ce cas les espaces entre ces morceaux de lattes sont colmatés par des minéraux secondaires, tels que biotite en voie de chloritisation, épidote et quartz à structure en pavé. Dans les faciès très épidotisés, qui sont aussi les faciès ayant le moins souffert des contraintes tectoniques, la texture et la structure sont remarquablement conservées. Le fond de la roche est constitué de microlites de plagioclase saussuritisé, de paillettes de biotite en voie de chloritisation ou de chlorite, de granules d'épidote, de quartz et de leucoxène.

Interstratifié dans cette roche verte, on observe une roche très finement grenue, jaune verdâtre, en laies ne dépassant pas une vingtaine de cm. en épaisseur. Aux abords du contact des deux roches, l'aspect amygdalaire devient de plus en plus net. Le faciès très finement grenu est constitué principalement d'épidote et de quartz. Plus rarement, on y trouve de petits prismes d'une amphibole verdâtre, du type actinote, orientée de façon quelconque et des plages plus grandes d'un opaque, plus ou moins squelettique, frangé de leucoxène. Un plagioclase limpide, néocristallin et une biotite brunâtre sont très rares. Certaines plages, de tendance fusiforme, ne contiennent que de l'épidote en très petits granules. Je crois que cette roche pourrait représenter un faciès pyroclastique fin, intercalé dans le faciès prédominant.

Les trois types principaux de roche que je viens de décrire, à savoir le faciès massif à amphibole (fig. 5 et 6), le faciès amygdalaire à amphibole (fig. 4, 7 et 8) et le faciès amygdalaire microlitique porphyrique (fig. 9 et 10), peuvent passer, en fonction de leur évolution postérieure à leur mise en place, au quatrième et cinquième type de roche distingué.

Le quatrième type est un schiste verdâtre, à texture rubannée, constitué principalement de chlorite et plus accessoirement d'épidote. Cette roche est le résultat d'un laminage et d'une schistification importante, affectant postérieurement à leur mise en place, soit par hasard et localement, soit préférentiellement (p. ex. les parties amygdalaires, moins massives et incompetentes des coulées (fig. 4), certains faciès volcaniques basiques. L'étude par diffraction des rayons-X de la chlorite dans ces chloritoschistes a montré qu'il s'agissait d'une chlorite ferrifère (L. MAKUMBI et A. J. HERBILLON, 1973). Lorsque la schistification est moins poussée, il subsiste de nombreuses amphiboles, qui s'orientent parallèlement au plan de schistosité. A un endroit, une transformation de l'amphibole en placages d'asbeste a été observée.

Le cinquième type de roche est une véritable épidotite, résultant d'un processus d'épidotisation, ultérieur à la mise en place de ces laves et caractérisant souvent les faciès moins tectonisés. Cette épidotite peut être plus ou moins quartzique. Accessoirement, on peut y observer de l'amphibole. L'épidotisation peut, dans une première phase, moins poussée, préserver la texture et la structure originelle de la roche (fig. 8). Lorsque cette épidotisation est généralisée et totale, elle efface le plus souvent toute structure antérieure.

Ces deux derniers types de roche se rencontrent parfois sur le terrain en association, sous forme de masses lenticulaires épidotisées, au sein de schistes verdâtres.

La paragenèse minéralogique des différents types de roches vertes décrits, à savoir l'association trémolite-actinote, épidote, chlorite, leucoxène, plagioclase saussuritisé, biotite, quartz et carbonate est typiquement une paragenèse de minéraux secondaires et est caractéristique du « greenschist facies ». Elle se situe plus précisément à la limite du « chlorite- et biotite subfacies (Barrovian type) ».

L'abondance de la biotite varie en fonction de la nature chimique originelle de la roche. Ainsi, elle est sensiblement plus abondante dans le faciès « andésitique » (troisième type) que dans les faciès « basaltiques » (premier et second type).

Son développement est à mettre en relation avec le métamorphisme régional,

encore que dans les « basaltes » situés à proximité du massif de Noqui, sa présence pourrait être plus directement en rapport avec la mise en place de ce granite, postérieur au volcanisme de Gangila (Rapp. ann. 1974, Dépt. Géol. Min. Mus. roy. Afr. centr., Tervuren, 1975).

L'importance des déformations tectoniques, pouvant atteindre le stade de la schistification, se manifeste également dans les faciès des roches vertes de Gangila plus massifs et compétents, par le ployement et l'extinction onduleuse ou par l'apparition de cassures, dans certains minéraux (amphibole, biotite, plagioclase). Le métamorphisme épizonal et la tectonique générale, affectant les roches vertes de Gangila, sont à mettre en rapport avec l'orogénèse ouest-congolienne et sont discutées par L. TACK (1975).

Contrairement aux conclusions de P. GROSEMANS (1951), les descriptions de lames minces que je viens de présenter, montrent clairement le caractère lavique des roches vertes de Gangila.

Les dykes doléritiques de la région de Matadi ont été décrits par P. GROSEMANS (1951). Ci-dessous, il sera question d'une roche verte doléritique provenant du réseau de dykes de l'interfluve Mvunzi-Bundi (voir point 1.2.). Les données chimiques (analyse 90) concernant cette roche verte, sont présentées au point 2.2. Il s'agit d'une roche massive et grenue, s'altérant de façon très caractéristique en « pelures d'oignon », et ayant subi un certain laminage qui se marque, en particulier, au contact des gneiss encaissants par l'apparition de faciès schisteux à biotite et/ou chlorite. La structure de la roche montre encore nettement un caractère doléritique à ophitique.

Les principaux constituants sont une amphibole du groupe trémolite-actinote, peu verdâtre, et un plagioclase saussuritisé. Souvent une chlorite brune verdâtre, en nids, et une biotite brunâtre existent en bordure ou en frange de l'amphibole. L'épidote forme le plus souvent de petits granules plus ou moins opacifiés par du leucoxène. Celui-ci peut également pseudomorphoser un opaque squelettique.

## 2.2. *Éléments majeurs (analyses totales)*

Le tableau I résume les résultats d'analyse de sept échantillons de la Formation de Gangila, ainsi que d'un échantillon de dolérite provenant d'un dyke.

TABLEAU I

Divers calculs pétrochimiques (L. TACK, 1975) tels que ceux conduisant à la détermination des caractéristiques des feldspaths, des paramètres magmatiques de C.I.P.W.-Lacroix, des paramètres de Niggli (diagramme si, al, fm, c, ale ou diagramme k, mg) ou des valeurs A-F-M, montrent une nette tendance évolutive, en fonction du temps, à partir d'un pôle plus franchement basaltique vers un pôle correspondant à un basalte andésitique. Plus on s'élève dans la succession ou la superposition des différentes coulées de ces roches vertes et plus ce caractère « andésitique » s'accroît. Il est le plus net dans les faciès qualifiés de faciès à structure microlitique porphyrique (voir point 1.2.). La succession stratigraphique des différentes analyses présentées, à partir du bas vers le haut, est la suivante : analyse 106, 103, 107, 105, 104, 108 et 109. Pour autant que l'on admette que l'influence d'une altération quelconque ou du métamorphisme soit négligeable sur la composition chimique, la différenciation magmatique de ces roches vertes est caractérisée par une augmentation des teneurs en alcalis (surtout Na) et une diminution des teneurs en Mg, les teneurs en Fe évoluant de façon plus nuancée en augmentant d'abord un peu pour rediminuer ensuite.

TABLEAU I

N° analyse		90	109	108	104	105	107	103	106
Poids %	SiO <sub>2</sub>	50,10	50,99	50,16	49,87	51,00	47,67	47,68	46,93
	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14,83	20,36	7,24	17,30	14,14	15,77	13,98	14,88
	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,22	3,57	6,11	3,71	3,31	5,89	5,96	2,28
	FeO	9,15	3,75	10,58	5,69	5,97	5,11	4,83	8,29
	MgO	6,89	2,80	6,98	4,96	6,82	5,36	7,22	9,24
	CaO	9,41	9,07	13,46	11,67	12,09	15,79	14,41	10,27
	Na <sub>2</sub> O	2,67	4,44	1,50	2,87	2,13	0,31	0,71	1,85
	K <sub>2</sub> O	0,99	0,68	0,13	0,13	0,12	0,07	0,15	0,13
	TiO <sub>2</sub>	0,80	0,94	0,81	0,77	0,85	0,87	0,70	1,09
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,18	0,27	0,12	0,15	0,13	0,16	0,12	0,19
	MnO	0,16	0,11	0,16	0,14	0,17	0,17	0,18	0,16
	H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	0,21	0,27	0,29	0,18	0,24	0,28	0,15	0,26
	perte au feu	3,18	2,25	2,14	2,30	1,99	2,55	3,55	3,67
		99,79	99,50	99,68	99,74	98,96	100,00	99,64	99,24

Analyste : J. Van Hende, R.U.G.

Poids % ppm	TiO <sub>2</sub>	0,96	1,31	0,99	0,80	0,79	0,91	0,65	1,19
	Rb	76	28	4	3	3	2	4	3
	Sr	302	305	209	175	196	294	108	269
	Y	28	29	17	19	15	17	16	23
	Zr	129	156	84	91	82	88	53	124

Analystes : M. Delvigne et F. Durez, M.R.A.C.

Une classification de ces basaltes suivant les principes de H. S. YODER and C. E. TILLEY (1962) ou de G. A. MACDONALD and T. KATSURA (1964), montre leur appartenance au type tholéïitique (L. TACK, 1975).

Le Tableau II résume une série de ces caractéristiques.

TABLEAU II

*Quelques modes de classification des roches vertes de Gangila et d'un dyke dans le socle antérieur, d'après les données du Tableau I.*

Dans ce tableau la succession, de haut en bas, correspond à la même succession stratigraphique et montre la tendance évolutive des roches vertes d'un pôle « basaltique » à un pôle « andésitique ». Les teneurs en anorthite exceptionnelles des analyses 103 et 107 sont obtenues dans des faciès amygdalaires, susceptibles de changements chimiques plus importants que les autres faciès.

n° analyse	Paramètres p.q.r.s.				Classification	% An plagioclase	Classification	H. S. YODER and C. E. TILLEY (1962)
90	3.	5.	(3)4.	4.	Dolérite	51	Dolérite	Thol. soussat.
109	2.	5.	3'.	'5.	Andésite	46	Andésite	(Thol. sursat.)
108	(3)4.	4.	(3)4.	5.	Basalte quartz.	49	Andésite	(Thol. sursat.)
104	2(3).	5.	4.	5.	Andésite (tend. basalt.)	57	Basalte	Thol. sursat.
105	3.	(4)5.	4.	5.	Basalte (tend. quartz.)	60	Basalte	Thol. sursat.
107	'3.	4.	5.	4'.	Basalte quartz.	94	Basalte	Thol. sursat.
103	3.	4'.	(4)5.	4(5).	Basalte quartz.	85	Basalte	Thol. sursat.
106	3.	5.	4.	5.	Basalte	66	Basalte	Thol. soussat.

Ces premières données montrent donc, que la Formation des Roches vertes de Gangila est constituée d'un empilement de coulées de basaltes continentaux, de type tholéïitique, montrant une différenciation et une évolution en fonction du temps, vers un pôle qualifié d'andésitique.

### 2.3. Les éléments en traces

#### 2.3.1. Généralités

Une vingtaine d'éléments en traces ont été dosés dans deux échantillons de roches vertes de Gangila, analysés également en roche totale. Ces échantillons correspondent au pôle « basaltique » (analyse 106) ou « andésitique » (analyse 109) de la séquence volcanique étudiée.

Le Sc, Co, Hf, Ta, Th, U et neuf lanthanides ont été dosés par une méthode d'activation aux neutrons (J. HERTOGEN and R. GIJBELS, 1971) à l'Institut de Sciences Nucléaires de l'Université de Gand (tableau III). Le dosage du Rb, Sr, Y et Zr a été réalisé dans les laboratoires du Musée royal de l'Afrique centrale à Tervuren, par fluorescence des rayons-X (tableau I).

TABLEAU III

*Abondance de certains éléments en traces  
dans un échantillon de la base (106) et du sommet (109) des Roches vertes de Gangila*

ppm	109	106
Sc	17.9	39.1
Co	26.7	59.7
Cr	40	258
Hf	3.09	2.06
Ta	0.5	0.75
Th	4.57	1.23
U	0.86	0.42
La	26.9	14.2
Ce	52.0	28.3
Nd	23.1	14.9
Sm	3.94	3.06
Eu	1.24	1.10
Tb	0.652	0.580
Ho	0.823	0.747
Yb	2.35	1.92
Lu	0.370	0.321

Anal. J. HERTOGEN, Instituut voor Nucleaire Wetenschappen, Rijksuniversiteit Gent.

On constate un appauvrissement en Sc, Co et surtout en Cr, du terme andésitique par rapport au terme basaltique, allant de pair avec un enrichissement en Rb, Th et U. Ces variations de teneurs en éléments en traces indiquent — de façon plus probante encore que les variations constatées pour les éléments majeurs (point 2.2.) — la tendance évolutive du magma considéré. D'autres éléments (Hf, Ta, Sr, Y, Zr) restent relativement constants.

### 2.3.2. *Les terres rares*

Les neuf éléments dosés permettent de suivre le comportement du groupe des lanthanides dans la séquence évolutive « basalte-andésite » des roches vertes de Gangila.

La figure 11 montre que les courbes de type CORYELL-MASUDA pour ces deux échantillons sont similaires, et qu'elles ont un caractère relativement intermédiaire, par rapport aux courbes caractéristiques des basaltes alcalins ou des basaltes tholéïitiques (P. DE PAEPE et al., 1974), tout en se rapprochant néanmoins de façon assez nette de ce dernier type. Comparées aux courbes présentées par A. G. HERRMANN, M. J. POTTS and D. KNAKE (1974), les courbes des roches vertes de Gangila correspondent bien à la courbe des basaltes tholéïitiques continentaux de ces auteurs. Cette figure permet également une comparaison aisée avec les résultats et discussions présentées pour ces mêmes éléments, dosés dans un pillow de l'Ouest-Congolien du Bas-Zaïre (P. DE PAEPE, J. HERTOGEN et L. TACK, 1975). On constatera que la courbe du pillow ouest-congolien a une allure comparable à celle des basaltes tho-

léiïtiques continentaux (A. G. HERRMANN, M. J. POTTS and D. KNAKE (1974) ou — en moindre mesure — à celles des roches vertes de Gangila malgré le fait que les valeurs des lanthanides du pillow ouest-congolien, normalisées par rapport aux chondrites, soient plus élevées que dans les deux autres cas. La courbe du pillow de l'Ouest-Congolien est, en tout cas, éloignée de celle des spilites (et des basaltes tholéïtiques océaniques), présentée par A. G. HERRMANN, M. J. POTTS and D. KNAKE (1974).

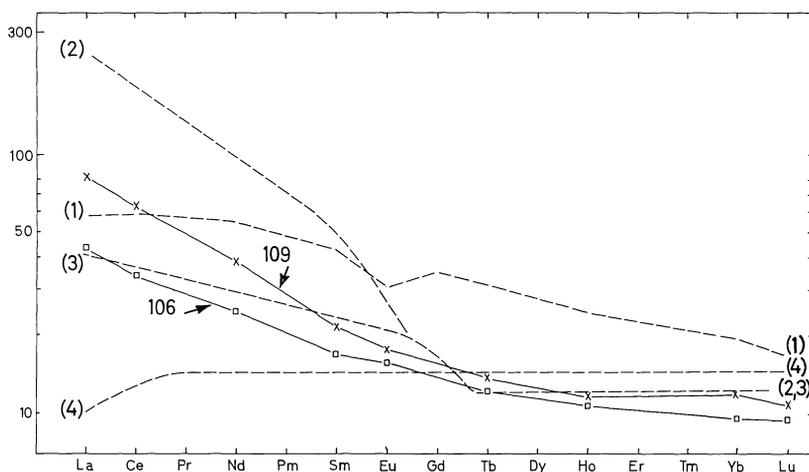


Fig. 11. — Abondance en terres rares par rapport aux chondrites pour un échantillon de la base (106) et du sommet (109) des Roches vertes de Gangila. Comparaison avec un pillow de l'Ouest-Congolien du Bas-Zaïre (1) (P. DE PAEPE, J. HERTOGEN et L. TACK, 1975) et avec les courbes proposées pour des basaltes alcalins à olivine (2), des basaltes tholéïtiques continentaux (3) et des spilites de la crête médio-atlantique (4) (A. G. HERRMANN, M. J. POTTS and D. KNAKE, 1974).

### 2.3.3. *Ti-Zr-Y-Sr*

J. A. PEARCE and J. R. CANN (1973) ont proposé un mode de classification génétique des roches basaltiques, sur base des teneurs en Ti, Zr, Y et Sr dans ces roches. Ce genre de classification, tenant compte des concepts de tectonique des plaques, a été appliquée aux roches vertes de Gangila. (Figure 12; tableau I). D'après J. A. PEARCE and J. R. CANN (1973), cette méthode de classification semble valable dans le cas de roches faiblement à moyennement métamorphiques, ou dans le cas de formations antérieures au Mésozoïque-Cénozoïque.

Des différences importantes existent entre les teneurs en Y de référence, adoptées pour les analyses de J. A. PEARCE and J. R. CANN (1973) d'une part, et pour les nôtres d'autre part (tableau IV). Ces différences montrent que les valeurs Flanagan (1973) utilisées par le MRAC, sont systématiquement plus élevées d'environ 18 %, par rapport aux valeurs des mêmes standards, utilisées par J. A. PEARCE and J. R. CANN (1973) pour la confection des figures discriminantes de leur méthode.

Si on n'en tenait pas compte, les roches vertes de Gangila correspondraient au groupe des basaltes calco-alcalins (figures 12, 13 et 14; type C.A.B.), impliquant, suivant les principes de la classification de J. A. PEARCE and J. R. CANN (1973), un volcanisme d'arc insulaire, lié à un modèle géotectonique de bordure de plaques

à mouvement convergent. Un échantillon d'un dyke, perçant le socle antérieur à la Formation des roches vertes de Gangila, présente les mêmes caractéristiques, que celles du groupe de Gangila.

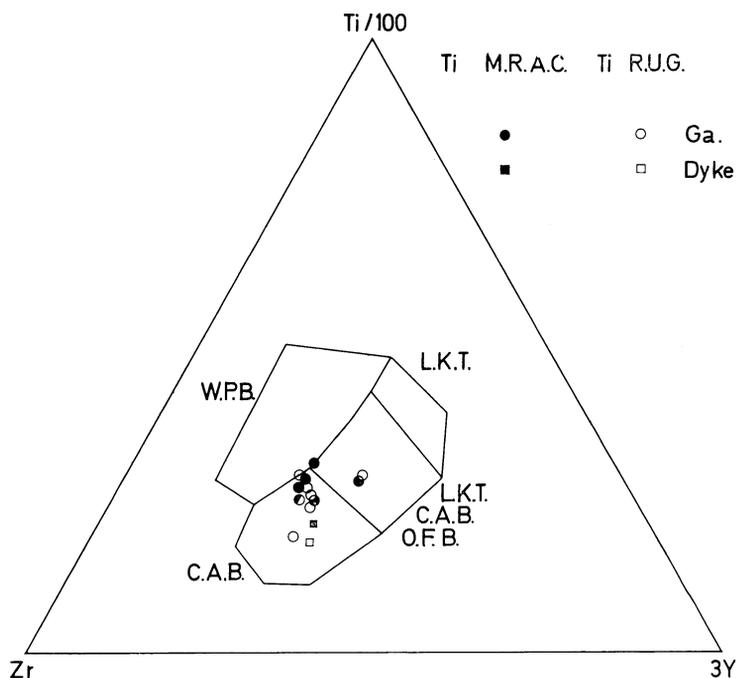


Fig. 12. — Classification des roches vertes basaltiques de Gangila, en fonction de leur teneur en Ti, Zr et Y (J. A. PEARCE and J. R. CANN, 1973).

TABLEAU IV

*Comparaison des valeurs des standards en Y adoptées, ces dernières années, par différents laboratoires*

Standards U.S.G.S. Y	Flanagan, 1969	Cann, 1970 Pearce and Cann, 1970	Flanagan, 1973 Delvigne et Durez, 1973-1974
W 1	27	20	25
G 2	12,2	10	12
GSP 1	36,6	28	30,4
BCR 1	46,2	32	37,1
AGV 1	25,3	18	21,3

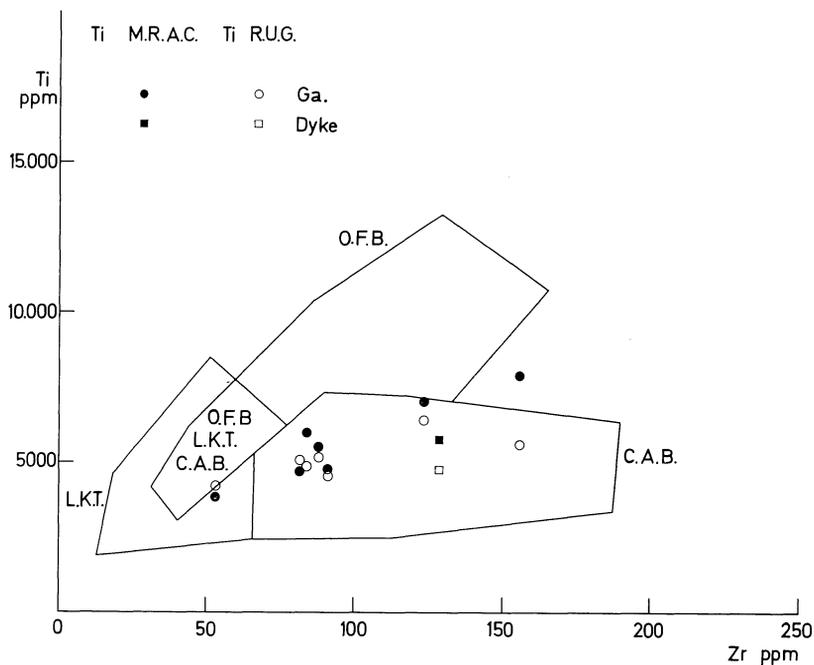


Fig. 13. — Classification des roches vertes basaltiques de Gangila en fonction de leur teneur en Ti et Zr (J. A. PEARCE and J. R. CANN, 1973).

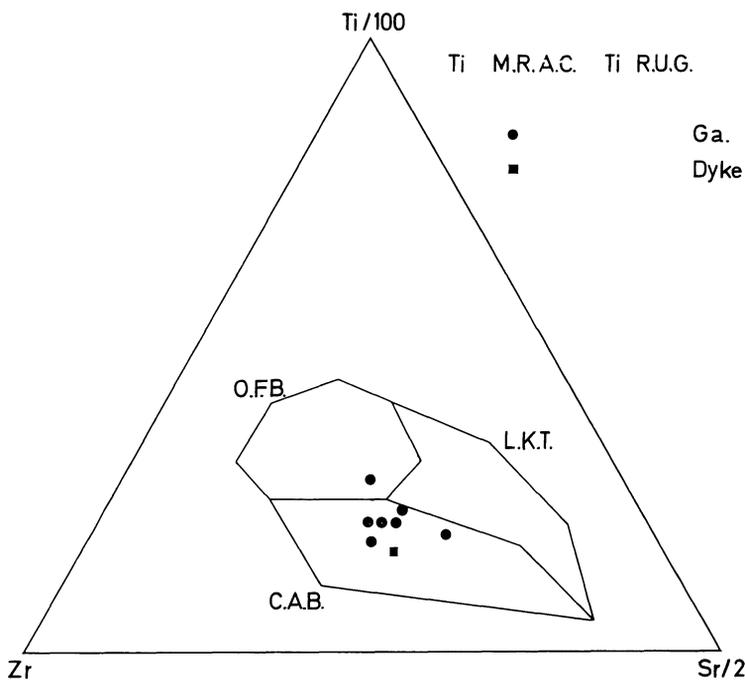


Fig. 14. — Classification des roches vertes basaltiques de Gangila en fonction de leur teneur en Ti, Zr et Sr (J. A. PEARCE and J. R. CANN, 1973).

Par contre, lorsque l'on prend en considération ces différences très importantes dans l'étalonnage, un glissement systématique des valeurs en Y, déplace les roches en question, vers le centre du diagramme (figure 12) avec une légère tendance au type magmatique d'intérieur de plaques (W.P.B.).

Le contexte géotectonique de ces basaltes d'intérieur de plaques, soit continentales, soit océaniques, est moins bien précisé que dans les trois autres cas (J. A. PEARCE and J. R. CANN, 1973).

L'appartenance au type W.P.B. rend l'examen des figures 13 et 14 (Ti-Zr) et (Ti/100-Zr-Sr/2) superflu (J. A. PEARCE and J. R. CANN 1973).

Les mêmes remarques et conclusions sont parfaitement applicables aux données, obtenues pour le magmatisme ouest-congolien (P. DE PAEPE, J. HERTOGEN et L. TACK, 1975).

Une comparaison des résultats de dosage du Ti-Zr-Y-Sr pour les roches vertes de Gangila (tableau I) et pour celles de l'Ouest-Congolien (P. DE PAEPE, J. HERTOGEN et L. TACK, 1975), avec les valeurs moyennes proposées pour les quatre groupes de basaltes distingués par J. A. PEARCE and J. R. CANN (1973), ne donne peut-être pas d'arguments décisifs pour la classification des deux magmatismes considérés, mais renforce néanmoins — davantage pour celui de l'Ouest-Congolien que pour celui de Gangila — l'appartenance de ces magmatismes au type W.P.B.

Outre les indications, obtenues précédemment par les lanthanides (fig. 11) et par les dosages du Ti, Zr, Y et Sr (fig. 12, 13 et 14), certains faits présentés ci-dessous, évoquent d'ailleurs ce concept de magmatisme d'intérieur de plaques.

Une première ébauche de comparaison (fig. 1) entre le magmatisme basique de Gangila et celui de l'Ouest-Congolien (P. DE PAEPE, J. HERTOGEN et L. TACK, 1975) montre que, si dans l'espace ces magmatismes sont actuellement assez proches l'un de l'autre (une cinquantaine de km sépare la région de Sumbi-Sanzala de celle de Gimbi-Gangila), dans le temps, par contre, au moins 400 m.a. les différencient (P. DE PAEPE, J. HERTOGEN et L. TACK, 1975).

Ces magmatismes basaltiques dont question, ont tous deux des caractéristiques tholéïtiques. Les sills doléritiques de l'Ouest-Congolien (magmatisme relativement plus jeune parmi les deux) montrent, en outre, un enrichissement en  $Al_2O_3$  très élevé (moyenne de 18,7 %  $Al_2O_3$ ) par rapport aux basaltes de Gangila (13,9 %  $Al_2O_3$ ) (\*).

Par ailleurs, les données géochronologiques indiquent qu'à la suite d'un cycle orogénique daté de 2150 m.a. (Rapp. ann. 1974, Dépt. Géol. Min. Mus. roy. Afr. centr., Tervuren, 1975), un socle cratonisé, de composition essentiellement sialique, existait au Bas-Zaïre, au moins dans les régions de Boma et de Mpozo-Tombagadio. L'orogénèse ouest-congolienne, événement pan-africain nettement postérieur à ce socle prézadinien, doit donc être considéré comme un orogène ensialique, qui affecte simultanément les magmatismes de Gangila et de l'Ouest-Congolien.

S'il est prématuré de proposer un schéma d'ensemble de l'histoire géologique de cette région (L. TACK, 1975), ces différents points suggèrent néanmoins, au courant des temps protérozoïques, un modèle géotectonique, caractérisé par une activité volcanique basique assez centrée et localisée, à l'intérieur d'une « plaque » continentale avec « réactivation » après un laps de temps considérable, plutôt qu'un magmatisme résultant de mouvements en bordure de plaques.

L'activité volcanique basique post-zadinienne aurait donc débuté (roches vertes de Gangila) par des coulées superposées de basaltes tholéïtiques, en régime con-

(\*) moyenne des analyses 103 à 108.

tinental (basaltes de plateau?). Longtemps après, cette activité se serait poursuivie avec l'apparition de faciès spilitiques, de laves en coussins et d'hyaloclastites de l'Ouest-Congolien (P. DE PAEPE, J. HERTOGEN et L. TACK, 1975), qui ne sont donc pas interprétés ici comme produits d'un magmatisme initial.

#### REMERCIEMENTS

Ce travail a pu être conçu grâce aux directives éclairées de Mr. P. ANTUN, Professeur au Département de Géologie de l'Université Nationale du Zaïre, auquel je tiens à exprimer toute ma gratitude pour les suggestions et conseils prodigués pendant plusieurs années.

Mes sentiments de gratitude s'adressent également au personnel du Musée royal de l'Afrique centrale de Tervuren, et de la Rijksuniversiteit Gent, pour l'aide obtenue à l'occasion de la préparation de cette étude, en particulier en ce qui concerne les différentes analyses chimiques.

Je remercie MM. L. CAHEN, J. DELHAL, P. DE PAEPE, J. KLERKX et J. LEPELSONNE pour la lecture critique du manuscrit.

Enfin, je désire souligner la place, que mes amis et collègues zairois KALALANTUMBA et MUSHENGEZI NFKA-NYOJI ont occupé en m'accompagnant maintes fois sur le terrain et en me facilitant, de cette manière, les travaux de levés géologiques.

#### BIBLIOGRAPHIE

- BERTOSSA, A. et THONNART, P., 1957. — Étude géologique de la région Matadi-Inga-Monolithe. *Bull. Serv. géol. C. B. et R. U.*, **7**, 5, 12 p.
- CAHEN, L., 1948. — Les formations anciennes antérieures à la Tillite du Bas-Congo (Le groupe des Monts de Cristal). *Bull. Soc. Belg. géol.*, **57**, 77-148.
- CAHEN, L., 1954. — Géologie du Congo Belge, Vaillant-Carmanne, Liège, 200-286.
- CANN, J. R., 1970. — Rb, Sr, Y, Zr and Nb in some ocean floor basaltic rocks. *Earth and Planet. Sc. Letters*, **10**, 7-11.
- CORIN, F., 1946. — Contribution à l'étude géologique des régions de Boma et Matadi. *Bull. Soc. Belg. géol.*, **55**, 212-218.
- CORIN, F., 1948a. — Observations géologiques aux environs de Matadi. *Bull. Soc. Belg. géol.*, **57**, 31-37.
- CORIN, F., 1948b. — Note sur la géologie des environs de Matadi. *Ann. Soc. géol. Belg.*, **71**, 71-75.
- CORIN, F., 1973. — Les roches vertes de Matadi. Leur nature et leur structure. *Bull. Acad. Roy. Sc. d'Outre-Mer*, **2**, 385-388.
- DELHAL, J., LEDENT, D., PASTEELS, P. et VENIER, J. J., 1971. — Étude du comportement isotopique de systèmes Rb/Sr et U/Pb dans le granite hypercalin de Noqui (République Démocratique du Congo et Angola). *Ann. Soc. géol. Belg.*, **94**, 223-236.
- DE PAEPE, P., KLERKX, J., HERTOGEN, J. and PLINKE, P., 1974. — Oceanic tholeiites on the Cape Verde Islands : petrochemical and geochemical evidence. *Earth Planet. Sci. Lett.*, **22**, 347-354.
- DE PAEPE, P., HERTOGEN, J. et TACK, L., 1975. — Mise en évidence de laves en coussins dans les faciès volcaniques basiques du massif de Kimbundu (Bas-Zaïre) et implications pour le magmatisme ouest-congolien. *Ann. Soc. Géol. belg.*, **98**, 249-269.
- GROSEMANS, P., 1951. — Intrusions basiques et laves des formations anciennes du Bas-Congo. *Ann. Mus. Congo Belge, Tervuren*, Sér. in-8°, *Sci. Géol.*, **9**, 11-36.

- HERRMANN, A. G., POTTS, M. J. and KNAKE, D., 1974. — Geochemistry of the Rare Earth Elements in Spilites from the Oceanic and Continental Crust. *Contr. Mineral. and Petrol.*, **44**, 1-16.
- HERTOGEN, J. and GIJBELS, R., 1971. — Instrumental neutron-activation analysis of rocks with a low-energy photon detector. *Anal. Chim. Acta*, **56**, 61-82.
- LEPERSONNE, J., 1969. — Étude photogéologique de la région de Matadi. *Rapp. ann. 1968, Mus. roy. Afr. centr., Dépt. Géol. Min., et Pal.*, 26-29.
- LEPERSONNE, J., 1973. — La structure de l'anticlinal de Matadi et du synclinal de Palabala, révélée par l'étude des photographies aériennes. *Rapp. ann. 1972, Mus. roy. Afr. centr., Dépt. Géol. Min., et Pal.*, 29-33.
- LEPERSONNE, J., 1973. — Existence de plusieurs niveaux différents de roches vertes confondus sous le nom de roches vertes de Gangila au Bas-Zaïre et en Angola. Note interne MRAC, 3 p.
- LEPERSONNE, J., 1974. — Notice explicative de la carte géologique du Zaïre au 1/2.000.000. Dir. Géol., Dépt. Mines Rép. Zaïre, 67 p.
- MACDONALD, G. A. and KATSURA, T., 1964. — Chemical composition of Hawaiian lavas. *J. Petrol.*, **5**, 82-133.
- MAKUMBI, L. et HERBILLON, A. J., 1973. — Description d'une chaîne de sols sur roches vertes de Gangila (République du Zaïre). *Pédologie*, **23**, 1, 5-26.
- MASSAR, C., 1966. — Mission géologique au Bas-Congo. *Rapp. ann. 1965, Dépt. Géol. Min., MRAC, Tervuren*, 44-47.
- MASSAR, C., 1967. — Note sur les formations précambriennes de la région Matadi-Fornasari (Bas-Congo). *Bull. Soc. belg. Géol.*, **75**, 337-347.
- PEARCE, J. A. and CANN, J. R., 1973. — Tectonic setting of basic volcanic rocks determined using trace element analyses. *Earth and Planet. Sc. Lett.*, **19**, 290-300.
- STEENSTRA, B., 1973. — État des connaissances sur la stratigraphie du Zadinien dans le Bas-Zaïre. *Rapp. ann. 1972, Dépt. Géol. Min. Mus. roy. Afr. centr., Tervuren*, 70-81.
- TACK, L., 1973a. — Le massif de la Lufu et sa bordure (Rép. du Zaïre). Note préliminaire. *Ann. Soc. géol. Belg.*, **96**, 31-47.
- TACK, L., 1973b. — Le massif de Yoyo et sa bordure (Rép. du Zaïre). Note préliminaire. *Ann. Soc. géol. Belg.*, **96**, 49-54.
- TACK, L., 1975. — Thèse de doctorat (en préparation). Université de Gand.
- THONNART, P., 1955. — Un poudingue au contact des quartzites et des roches vertes à Matadi. *Ann. Soc. géol. Belg.*, **78**, B 121-122.
- THONNART, P., 1956. — Le conglomérat de Yelala : Sa contribution à l'étude stratigraphique et tectonique de la région de Matadi. *Bull. Serv. géol. C. B. et R. U.*, **6**, 6, 8 p.
- WAEGEMANS, G., 1954. — Les latérites de Gimbi (Bas-Congo). *Publ. INEAC, sér. scient.*, **60**, 28 p.
- YODER, H. S. and TILLEY, C. E., 1962. — Origin of basalt magmas : an experimental study of natural and synthetic rock systems. *J. Petrol.*, **3**, 342-352.
- RAPPORT ANNUEL 1973, Dépt. Géol. Min. M.R.A.C., Tervuren paru en 1974, p. 29.
- RAPPORT ANNUEL 1974, Dépt. Géol. Min. M.R.A.C., Tervuren, à paraître en 1975, à l'impression.

