

LE FOSSÉ CRÉTACÉ DU SUD-ADAMAOUA (CAMEROUN)

A. LE MARÉCHAL ET P.M. VINCENT

*Section Géologie du Centre ORSTOM de Yaoundé
Université Fédérale du Cameroun (B.P. 812-Yaoundé)*

RÉSUMÉ

De nouvelles observations de terrain confirment que le conglomérat métamorphique de Borogonous est un faciès particulier du conglomérat de Ka Borogop, lié à la proximité des grandes failles régionales. Il représente la base de la série gréseuse crétacée de la Mbéré.

D'autres témoins gréseux vraisemblablement crétacés sont signalés dans la région de Ngaoundéré, mais les conglomérats polygéniques sont propres au fossé où ils jouent le rôle d'une molasse de piedmont, traduisant le premier soulèvement de l'Adamaoua.

La découverte de bois silicifiés dans le prolongement occidental du bassin suggère un âge crétacé supérieur pour ces formations.

Le fossé présente une dissymétrie structurale Nord-Sud, confirmée par la géophysique; il peut être décrit comme un demi-graben limité par une faille normale contraire traduisant une extension. Cette structure offre des analogies avec celle d'autres fossés africains.

ABSTRACT

New observations on the field confirm that the Borogonous metamorphic conglomerate is a peculiar facies of the Ka Borogop conglomerate and is associated to the great regional faults, known in that area. This conglomerate forms the basis of the Mbéré Cretaceous sandstone series.

Some other sandstone outcrops likely cretaceous in age are reported in the region of Ngaoundéré, but the polygenic conglomerates are restricted to the rift valley and are interpreted as piedmont molasses closely related to the first uplift of the Adamaoua.

The discovery of silicified wood in the western extension of the rift valley suggests an Upper Cretaceous age for these formations.

The rift valley presents a North-South structural dissimetry, confirmed by the geophysical studies; hence it may be described as a halfgraben, bounded by a normal fault hading against the dip and demonstrating an extension. This structure is similar to that of other african rifts.

ZUSAMMENFASSUNG

Neue Geländebeobachtungen bestätigen, dass das metamorphe Konglomerat von Borogonous ein besonderes an grossen regionalen Verschiebungen gebundenes Fazies des Ka Borogopkonglomerates ist. Es stellt die Grundlage der Sandstein-Kreideserie der Mbéré dar.

Andere wahrscheinlich aus der Kreide, Sandsteinzeugen, sind im Ngaoundérégebiet bekannt, aber die polygenen Konglomerate sind dem Graben eigen, wo sie die Rolle einer Bergfussmolasse spielen. Sie drücken die erste Hebung des Adamaoua aus.

Die Entdeckung von verkieseltem Holz in der westlichen Verlängerung des Beckens lässt für diese Ablagerungen auf ein Zeitalter der oberen Kreide schliessen.

Der Graben zeigt einen asymmetrischen durch die Geophysik bestätigten inneren Bau ; er kann als Halbgraben beschrieben werden, der durch eine normale antithetische Verwerfung begrenzt ist. Diese Struktur zeigt Analogien mit denen anderer afrikanischer Gräben.

РЕЗЮМЕ

Новые полевые наблюдения подтверждают, что метаморфический конгломерат Борогонус является особой фацией конгломерата Ка Борогон, приуроченной к окрестностям крупных местных сбросов. Он представляет собой основу меловой серии песчаников Мбере. Отмечены новые, вероятно меловые, песчаниковые останцы в районе Нгаундере, но полигенетические конгломераты свойственны канаве, в которой они играют роль предгорного моласса, свидетельствующего о первом поднятии Адамауа.

Обнаружение окремненного дерева в западном продолжении бассейна позволяет предположить поздне-меловой возраст для этих образований.

Канавы являют структурную асимметрию север-юг, подтвержденную геофизическими данными; она может быть описана как полу-гравен, ограниченный нормальным обратным сбросом, свидетельствующим о растяжении. Структура эта представляет аналогичные черты с другими африканскими канавами.

INTRODUCTION

La surrection du horst de l'Adamaoua, sous sa forme actuelle, s'est produite au Tertiaire. Les formations crétacées qui ont subsisté à l'érosion consécutive ne se trouvent que dans quelques bassins d'origine tectonique. Parmi ceux-ci, les plus remarquables sont ceux de la Mbéré et du Djérem qui, avec quelques placages de conglomérats vers Tibati, forment un alignement étroit à peine discontinu sur 300 km de long, appelé ici « fossé crétacé du Sud-Adamaoua » (fig. 1). Ces bassins sont toujours limités, sur au moins un de leurs côtés, par de grandes failles ENE-WSW soulignées par d'épaisses barres de mylonite. L'extension des failles dépasse largement celle des bassins crétacés actuellement observables :

— à l'est, sous le recouvrement des dépôts tertiaires et quaternaires du Tchad, la géophysique a mis en évidence depuis longtemps leur prolongation jusqu'à près de 500 km de la frontière ; il s'agit de deux axes gravimétriques légers séparés par un axe lourd, interprétés comme deux bassins sédimentaires faillés séparés par une remontée du socle accompagnée vraisemblablement de roches basiques (CRENN, 1955). Cette interprétation a été renforcée et précisée largement par les études détaillées ultérieures (LOUIS, 1970).

— à l'ouest, les mylonites se suivent en continuité jusqu'à Fouban, où elles disparaissent sous la couverture volcanique tertiaire et quaternaire de l'Ouest-Cameroun. Plus à l'ouest le golfe crétacé de Mamfé semble être contrôlé tectoniquement, et il est permis de voir dans les mylonites d'Ekoneman, au sud du golfe, le prolongement de celles de Fouban (DUMORT, 1968, carte Douala Ouest à 1/500 000).

Ces linéaments étaient considérés comme des structures précambriennes ayant rejoué ultérieurement. Quand il est apparu, récemment, qu'ils étaient en fait très « actifs » au Crétacé, il a été suggéré qu'ils représentaient le prolongement continental de la zone de fracture équatoriale de l'Atlantique (VINCENT, 1968 b). Cette hypothèse apparaît maintenant encore plus vraisemblable depuis que les travaux du « J. CHARCOT », en 1968, ont démontré que la zone de fracture se poursuit jusqu'au continent

(MONTADERT, 1968 ; FAIL *et al.*, 1970). On peut raisonnablement espérer que la prochaine campagne géophysique dans le golfe de Guinée établira que la fracture du « Chain » se poursuit jusqu'au delta du Niger.

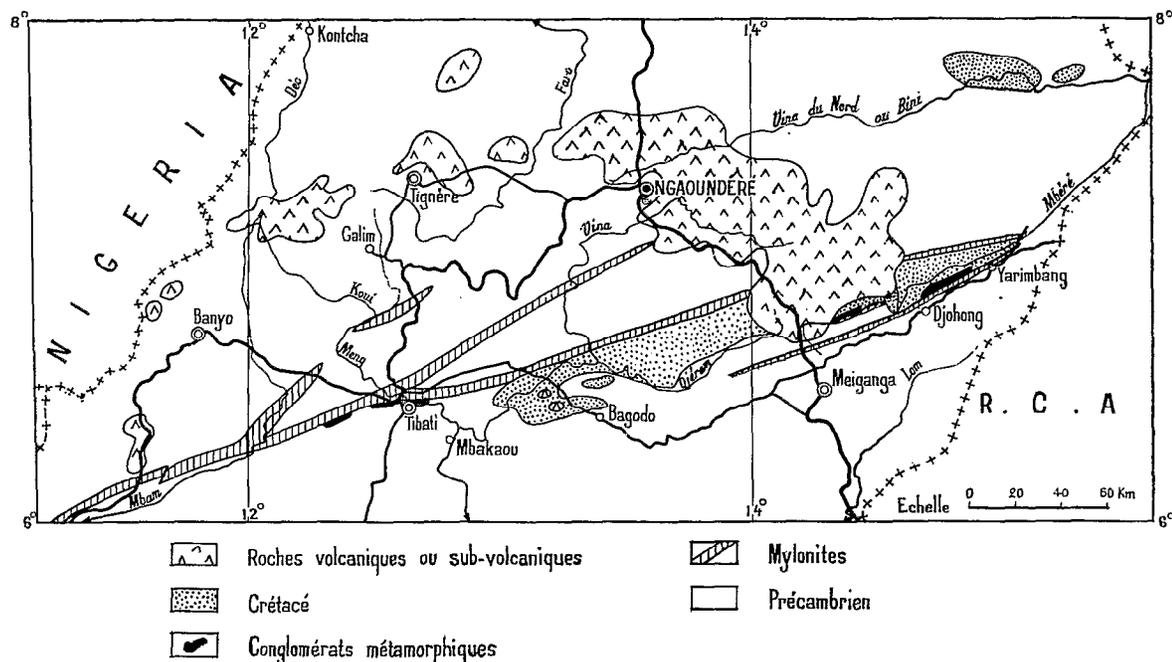


FIG. 1. — Situation des bassins crétacés de l'Adamaoua.

Sur cet immense linéament, la section qui traverse le Cameroun de part en part est la seule qui soit accessible à la géologie de surface, ce qui lui confère un grand intérêt, malgré l'absence de formations marines permettant des datations satisfaisantes.

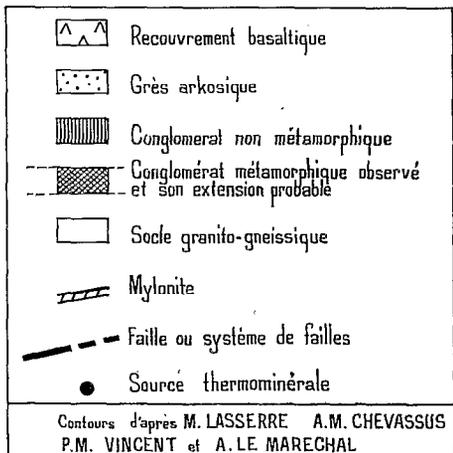
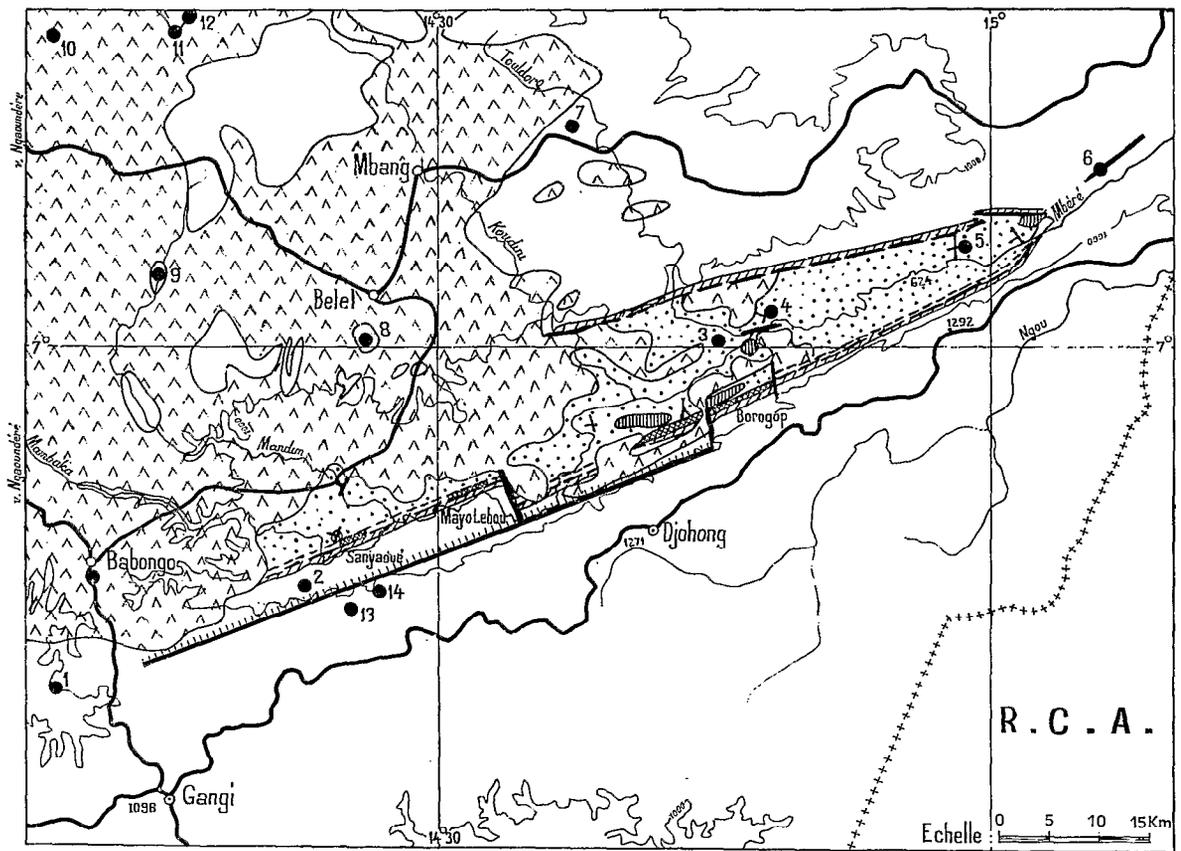
LE FOSSÉ DE LA MBÉRÉ

Généralités

Le fossé de la Mbéré se situe à la latitude de 7° N, entre les méridiens 14° et 15° Est. C'est une profonde échancrure entre le rebord du plateau de l'Adamaoua, au nord, et la prolongation au Cameroun du massif de Yadé de R.C.A., au sud. La dépression a une centaine de kilomètres de long pour 10 à 20 de large ; elle est limitée par deux escarpements de failles atteignant localement 600 m de hauteur de commandement. Vers l'ouest elle disparaît sous les épanchements basaltiques de l'Adamaoua, limite géographique avec le fossé du Djérem.

Les premières études géologiques du remplissage sédimentaire du fossé (BRESSON, GUIRAUDIE et ROCH, 1952 ; ROCH, 1953 ; LASSERRE, 1958) ont donné les résultats suivants :

(a) présence d'un conglomérat à ciment métamorphique, dit « conglomérat de Borogonous » attribué au Précambrien à cause de son métamorphisme, des pendages sub-verticaux qui l'affectent et de



Liste des sources thermominérales	
1 Gbasum	8 Ngoura
2 Nagese	9 Mandim
3 Barkeje	10 Ngaoudamji
4 Yaisunu	11 Gounjel
5 Sep Sep Djarandi	12 Kadam
6 Bajao	13 Gbengoubou
7 Gade	14 Koulania
La courbe de +1000m a été tracée pour donner un aperçu de la forme du fossé	

FIG. 2a. — Carte géologique schématique du fossé crétaé de la Mbéré.

sa position en discordance sous le Crétacé. Il a été placé dans le Birrimien parce que plus jeune que le complexe de base (présence de galets de toutes les roches du Précambrien ancien et métamorphisme faible, épizonal) ;

(b) présence de formations sédimentaires non métamorphiques avec la succession stratigraphique suivante, de bas en haut :

- conglomérat visible seulement dans le lit de la Mbéré, avec des galets roulés de la grosseur d'un œuf ;
- grès fins panachés avec zones argileuses ;
- coulée de basanite ;
- marnes et argiles (probable) ;
- conglomérat de Ka Borogop à éléments de diamètre compris généralement entre 10 et 30 cm, dont certains morceaux seraient du conglomérat de Borogonous.

La partie inférieure de cette série est attribuée au Crétacé moyen, à cause des analogies qu'elle présente avec la série de Lamé (Tchad), datée approximativement par des bois silicifiés du genre *Protodocarpoxylon*, et quelques fossiles marins, parmi lesquels seul *Venericardia cuneata* est utilisable (Albien-Turonien). Les conglomérats de Ka Borogop, supposés postérieurs, sont placés dans le Crétacé supérieur.

Il est à noter que la stratigraphie précédente est établie sur la base d'arguments uniquement géométriques — notamment les cotes relatives des affleurements — et qu'aucune coupe ne montre cette succession ; le conglomérat de Ka Borogop, en particulier, ne s'observe ni sur les grès fins, ni sur la coulée de basanite, laquelle est le plus souvent surmontée d'argiles ou de carapaces latéritiques, mais jamais d'argiles ou marnes au sens sédimentaire classique de ces termes. Enfin, les coulées basaltiques qui recouvrent la moitié ouest de la vallée se rattachent aux coulées du plateau au nord.

Une modification importante a été apportée à ce schéma par l'un de nous (VINCENT, 1968a). L'étude d'une nouvelle coupe l'a amené à admettre la continuité des deux conglomérats — Ka Borogop et Borogonous — le faciès particulier de ce dernier étant dû à un métamorphisme de « type pyrénéen » lié à la proximité des grandes failles suivant lesquelles s'est effondré le fossé crétacé.

A la suite de cette réinterprétation, de nouvelles observations ont été faites sur le terrain par l'un de nous (LE MARÉCHAL, 1969-1970). Entre temps le fossé a été l'objet d'une étude morphologique de Mme A.M. CHEVASSUS (1968) et de levés géophysiques de F. COLLIGNON (1970). Il est maintenant possible de tenter une interprétation tectonique de la Mbéré, en la replaçant dans le cadre structural du fossé Sud-Adamaoua.

Le conglomérat métamorphique

Affleurements et faciès

Les premiers affleurements repérés sont ceux du mayo Borogop et de la colline de Sanyaoué (fig. 2a). Il a été reconnu récemment :

- le long du mayo Ba sur 5 km, et sur les collines de Ka Borogop au SW et au NE du mayo Borogop ;
- au bord du mayo Lébou sur une surface de quelques mètres carrés ;
- à l'extrémité est du bassin sédimentaire, à proximité de la rivière Mbéré, en plusieurs points isolés.

Son aspect le plus typique correspond à l'affleurement du mayo Borogop (fig. 3 et 4). En voici la description (LASSERRE, 1958 et 1961) : la taille des éléments varie beaucoup avec une dimension maximale de 40 cm. Les plus gros galets sont arrondis ou subanguleux avec une nette orientation suivant la stratifi-

cation et un léger aplatissement qui doit être originel. Les galets plus petits sont plus anguleux et ont une structure équilibrée. La nature pétrographique des éléments est assez variée : granite, gneiss, amphibolite, quartz.

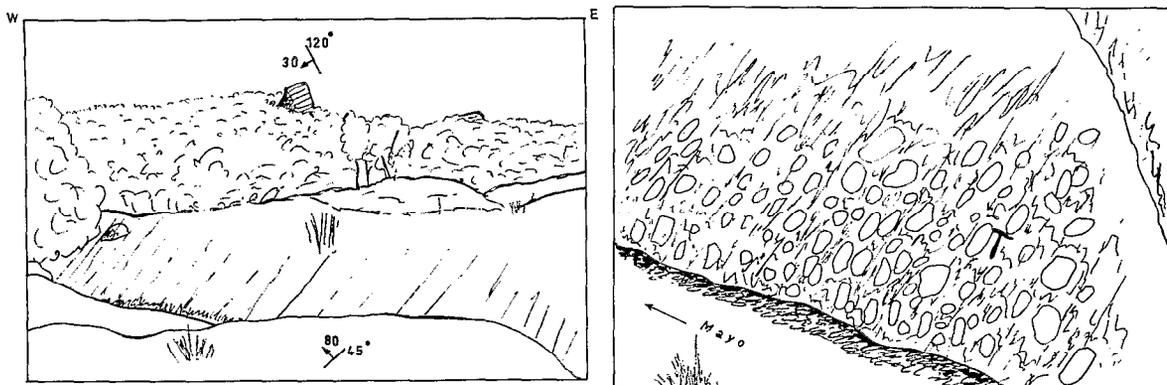


FIG. 3. — Affleurement de conglomérat métamorphique. Mayo Borogop L = 14°45'00" E, l = 6°56'18" N cote 730 m. A l'arrière plan, bloc de conglomérat non métamorphique. Cote 900 m. Distance des deux affleurements : 650 m. Croquis d'après photographie.

FIG. 4. — Détail de l'affleurement de conglomérat métamorphique montrant la taille et l'orientation des galets. Croquis d'après photographie.

Le ciment grenu est arkosique avec des colorations rouge-brun à violet sombre dues aux oxydes métalliques. L'examen microscopique révèle l'action du métamorphisme et montre du quartz en cristaux engrenés, de la biotite souvent altérée en chlorite verte, de l'épidote, de la zoisite, de l'apatite et un peu de muscovite. L'ensemble forme une roche compacte et dure.

Plusieurs variantes s'observent par rapport à ce type :

- au mayo Lébou les galets ont le même aspect mais le ciment a été broyé et recristallisé, présentant notamment de grands cristaux de feldspaths plagioclases parfois déformés ;
- à l'extrémité est le conglomérat est à petits galets de la taille de gravillons.

En outre le ciment peut être plus ou moins compact et au nord du mayo Borogop on trouve *plusieurs stades intermédiaires entre le conglomérat franchement métamorphique et le conglomérat non métamorphique.*

Les directions et pendages sont assez variables : le long du mayo Ba, direction NS et pendage de 35 à 40° W et, quand on va vers l'est, la direction s'infléchit vers l'est et les pendages s'accroissent ; au mayo Borogop direction N 45° E et pendage subvertical.

Rapports avec le socle et avec le conglomérat non métamorphique

Le contact avec le socle est visible en plusieurs endroits :

— à Sanyaoué le contact se fait avec une mylonite de granite par l'intermédiaire d'une faille verticale. La direction du conglomérat semble coïncider avec celle de la faille : N 70° E. On rencontre aussi quelques brèches ;

— au mayo Ba on passe du granite à une brèche, puis au conglomérat de direction NS, donc nettement oblique par rapport à la faille de direction N 60° E ;

— au mayo Borogonous (ou Borgo) par contre, le contact originel n'est pas masqué par la tectonique ultérieure. Dans d'excellentes conditions d'observation et en plusieurs points on voit le conglomérat

reposer en discordance sur le granite ; le pendage, bien visible grâce à la présence d'un niveau basal de 2 à 3 m d'épaisseur sans galets, est moyen, n'excédant jamais 50°. La direction est parallèle à l'allongement du fossé. *Il s'agit donc là indiscutablement d'un conglomérat de base.*

Le contact avec le conglomérat non métamorphique n'a pas été observé jusqu'à présent mais quand on rencontre le conglomérat métamorphique on trouve presque toujours à proximité le conglomérat non métamorphique dans des positions variables ;

— à Sanyaoué, le conglomérat métamorphique surplombe l'autre qui présente une direction N 10° E et un pendage de 10 à 15° W ;

— aux mayos Ba et Borogop, c'est l'inverse qui se produit et le conglomérat non métamorphique présente des directions et pendages très variables car il s'agit parfois de blocs basculés.

Il apparaît donc que c'est aux failles postérieures, faisant jouer des petits blocs les uns par rapport aux autres, qu'est due la discontinuité que l'on observe actuellement entre les deux conglomérats. De nombreux arguments plaident en faveur *d'une continuité originelle des deux faciès* : leur proximité, leurs analogies pétrographiques et, surtout, la présence de termes de passage entre les deux.

Le conglomérat non métamorphique (Ka Borogop)

Affleurements et faciès

Le conglomérat de Ka Borogop affleure largement au nord des mayos Ba et Borogop formant des collines allongées, couronnées par des reliefs résiduels en tours ou par des chaos de blocs plus ou moins basculés (fig. 3). Ailleurs les affleurements sont plus restreints.

La roche est constituée de galets arrondis dont les dimensions varient de 5 à 30 cm, liés par un ciment finement grenu. La couleur est généralement violacée et la roche se désagrège assez facilement. La stratification, souvent oblique ou entrecroisée, apparaît mieux dans les niveaux les plus élevés ou la taille des galets est moindre. On trouve exactement les mêmes roches que dans le conglomérat métamorphique, avec en plus quelques galets de rhyolite rouge que nous n'avons pas vus dans ce dernier. En fait, les seules différences avec le conglomérat de Borogonous sont une compacité moindre et l'absence de minéraux néoformés.

Position stratigraphique

Un raisonnement basé sur la position topographique des affleurements a amené E. ROCH et M. LASSERE à placer ce conglomérat au sommet de la série sédimentaire de la Mbéré. En fait les contacts n'ont pas été observés, et il est plus satisfaisant maintenant de le considérer comme le conglomérat de base de la série au même titre que son équivalent métamorphique. Sa position topographique élevée — mais pas toujours — s'explique par les mouvements tectoniques de grande amplitude qui ont eu pour résultat la formation de compartiments qui se sont déplacés aussi bien verticalement que latéralement.

L'argument selon lequel le conglomérat non métamorphique contiendrait des éléments de l'autre est douteux. Nous n'en avons jamais trouvé, et M. LASSERE non plus d'ailleurs. Par contre, dans la zone de passage entre les deux faciès bien caractérisés, il arrive que l'effet du métamorphisme soit irrégulièrement marqué : il est possible que l'observation citée plus haut provienne d'une telle zone où le métamorphisme apparaîtrait en tache dans des formations qui, à l'œil, ne sembleraient pas affectées. Il est intéressant de noter que dans les Pyrénées cette irrégularité de l'intensité des transformations est fréquente, au point que J. RAVIER la considère même comme caractéristique de ce type particulier de métamorphisme (RAVIER, 1959, p. 96).

Conclusions sur les conglomérats

Dans l'état actuel des recherches, il ressort avec un bon degré de certitude que *les conglomérats de la Mbéré* — métamorphiques ou non — *représentent la base de la série sédimentaire du fossé.* Ces conglomérats

mérats polygéniques à gros éléments du socle, plus ou moins roulés, ont les caractères d'un dépôt de piedmont. *Il s'agit d'une molasse* — au sens orogénique du terme — *qui traduit l'importance des mouvements tectoniques qui ont précédé le début de la sédimentation*. Ces mouvements sont responsables de la première surrection de l'Adamaoua.

La découverte de nouveaux affleurements montre que l'extension du conglomérat métamorphique est plus importante qu'il n'apparaissait auparavant : il doit exister sur toute la bordure sud et est du fossé. Les conditions d'observations actuelles, dues en partie à la tectonique ultérieure, ne permettent pas de savoir si le conglomérat métamorphique n'existe qu'à la bordure méridionale, ou s'il existe également à la partie inférieure de la série sédimentaire sur toute la surface du fossé, masqué par des épaisseurs de plus en plus grandes de formations gréseuses en allant vers la bordure septentrionale. Nous verrons que les observations faites dans la région de Tibati, à un niveau d'érosion plus profond, incitent à choisir la seconde hypothèse.

Quoi qu'il en soit, ces nouvelles données viennent à l'appui de l'interprétation proposée antérieurement (VINCENT, 1968a) suivant laquelle les conglomérats métamorphiques ne sont *qu'un faciès particulier* de conglomérats, liés à la tectonique cassante du fossé. Ce métamorphisme, sous une couverture sédimentaire d'épaisseur relativement modeste, indique probablement que les grandes failles ont affecté toute la croûte terrestre de la région, et sont responsables d'une anomalie thermique étroite mais de grande extension Est-Ouest. Il s'agit typiquement d'un métamorphisme de « type pyrénéen », tel qu'il a été décrit et interprété par J. RAVIER dans les Pyrénées (RAVIER, 1959), c'est-à-dire un métamorphisme très particulier qui s'apparente au métamorphisme thermique de contact par la nature des transformations et la structure équante des roches, et au métamorphisme régional par l'extension. L'intensité du métamorphisme apparaîtrait plus nettement dans l'Adamaoua s'il y avait des roches calcaires et surtout alumineuses, comme cela est le cas dans la fosse Nord-Pyrénéenne.

Les grès arkosiques

Le reste du remplissage du fossé est formé en quasi totalité par des grès arkosiques. Leur aspect est variable : ils sont plus ou moins fins et cohérents, de couleur jaune, grise, beige ou rouge. Le ciment est argilo-ferrugineux et les grains constitués de quartz et de feldspaths, surtout des plagioclases. La stratification, habituellement oblique ou entrecroisée, est fréquemment soulignée par des lits de gravillons. La direction générale est N-E et le pendage de 10 à 20° Ouest, avec des variations plus ou moins importantes, en particulier vers l'Est du bassin.

C'est dans ces grès qu'a été découvert un morceau de bois silicifié, à la structure mal conservée, qui a été comparé au groupe des Cupressinoxylon par FRITTEL. La connaissance des bois crétacés a fait de grands progrès depuis, mais l'échantillon est perdu et aucun autre n'a été récolté. Il est fort possible qu'il s'agisse d'un bois comparable à ceux de Lamé (ROCH, 1953). De toute façon, l'âge de la formation de Lamé n'est pas connu avec précision, malgré la présence d'intercalations marines fossilifères : on peut seulement affirmer qu'il est compris entre l'Albien et le Turonien.

Les coulées basaltiques

Les cartes des figures 1 et 2 montrent l'extension du recouvrement basaltique sur le plateau de l'Adamaoua et dans le fossé de la Mbéré. Dans le fossé on distingue :

— des basaltes et basaltes andésitiques qui se situent au nord de la rivière Mbéré et reposent sur les grès arkosiques. Ils sont généralement profondément altérés et se rattachent nettement aux épanchements du plateau. Leur épaisseur augmente d'ailleurs régulièrement vers le NW, avec un maximum de quelques dizaines de mètres :

— des basanites localisées au sud de la Mbéré, qui recouvrent indifféremment le socle granitique, le conglomérat métamorphique ou les grès arkosiques. Leur état de fraîcheur suggère un âge plus récent

que celui des basaltes, et leur situation tend à indiquer une zone d'émission située au voisinage de la bordure sud du fossé. L'épaisseur de la coulée peut atteindre une quinzaine de mètres, mais elle est en général nettement moindre.

La basanite s'apparente pétrographiquement à la téphrite des chutes de la Vina, près de Ngaoundéré, qui forme une coulée également très fraîche ; elle pourrait précéder immédiatement les projections des nombreux cratères récents de cette région. (Dans la Mbéré, un petit cratère d'explosion a été signalé près du mayo Lébou (LASSERRE, 1958).

Toutes ces coulées sont non seulement postérieures au Crétacé et à sa tectonique, mais à son érosion : elles fossilisent une surface post-crétacé à reliefs résiduels, comme cela avait déjà été vu par A.M. CHEVASSUS-AGNES (1968) ; aucune n'est interstratifiée dans le Crétacé, contrairement à l'opinion des auteurs antérieurs. Les seules roches volcaniques associées au Crétacé sont les rhyolites du conglomérat, assez peu abondantes d'ailleurs (mais nous verrons qu'à Tibati elles sont au contraire largement représentées.

Les sources thermominérales

Plusieurs sources thermominérales jalonnent la vallée de la Mbéré et jaillissent à la faveur des fractures qui affectent le socle et sa couverture. C'est une conséquence des phénomènes tectoniques et volcaniques.

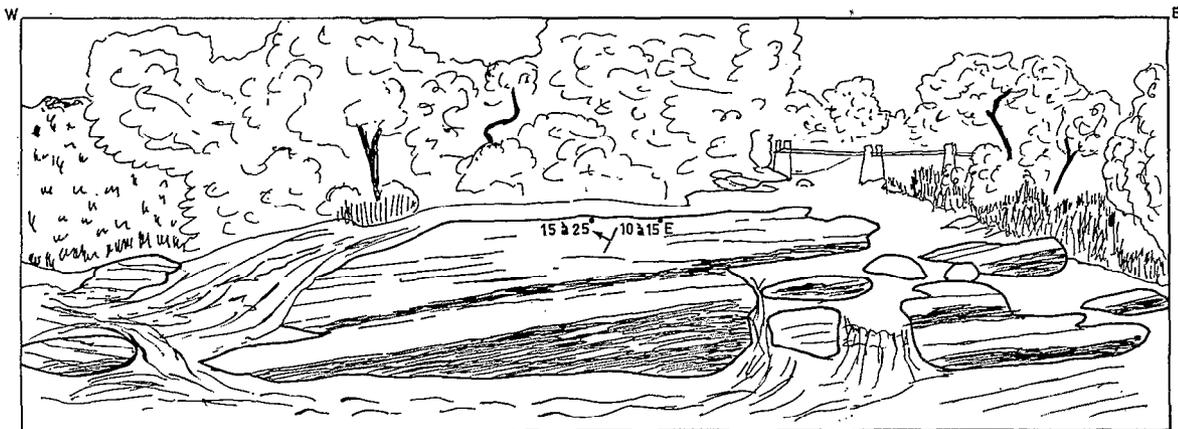


FIG. 5. — Rapide du mayo Mandim. Affleurement de grès arkosique avec lits de gravillons interstratifiés. Piste Belel-Babondo. L = 14°24'27" E, l = 6°53'09" N.
Croquis d'après photographie.

Deux sources sont thermales à l'extrémité est de la vallée (n°s 5 et 6). Les températures, de 30 et 40 °C, sont peu élevées et les minéralisations assez faibles, environ 500 mg/l, sont du même type bicarbonaté sulfaté sodique avec un peu de H₂S dissous. Le griffon de la source Bajao, n° 6, est constitué de gneiss tectonisés et silicifiés (altération hydrothermale). L'autre griffon est dans les grès.

Les sources n°s 3 et 4 sont différentes : froides, avec des minéralisations importantes de 1 600 et 2 300 mg/l de type bicarbonaté calcosodique, elles présentent des dégagements gazeux à base d'anhydride carbonique et des concrétionnements calcaires aux griffons situés apparemment dans les grès recouverts d'éluvions.

Plus à l'ouest les sources n^{os} 1, 2, 13 et 14 sont moins minéralisées, froides, de type bicarbonaté sulfaté ou sulfaté bicarbonaté sodique. Les griffons sont dans le socle granitique.

Du point de vue chimique, on a donc deux types d'eaux bien distincts :

— *le type bicarbonaté calcosodique et magnésien* s'apparente au type qui se rencontre le plus fréquemment sur l'ensemble du plateau de l'Adamaoua et qui représente vraisemblablement les dernières manifestations du volcanisme régional. L'ion bicarbonate est pratiquement le seul anion tandis que les cations calcium, magnésium et sodium sont présents en proportions variables, la minéralisation globale étant supérieure à 1 g/l. De plus l'émission de gaz spontanés est la règle quasi générale :

— *le type sulfaté bicarbonaté ou bicarbonaté sulfaté sodique* semble être lié plus aux grandes failles qu'au volcanisme. On le retrouve d'ailleurs dans le bassin du Djérem et surtout à l'ouest de l'Adamaoua dans le bassin du mayo Déo (1) qui est aussi un fossé d'effondrement.

La proportion relative des anions sulfate et bicarbonate est variable et la prédominance du sodium sur les autres cations est caractéristique. Les sources de ce type sont souvent thermales et non gazeuses et leur pH a une tendance basique. Dans le cadre régional ce type de source est un indice de la présence de failles importantes dans le socle.

Analyses des eaux des sources thermominérales de la vallée de la Mbéré et de ses abords

Numéro	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Température en °C	21,6	19,8	23,0	23,0	30,0	40,0	19,8	21,0	20,0	20,0	21,6	21,2	23,0	26,2
pH <i>in situ</i>	7,5	7,1	6,5	6,3	8,5	8,7	6,0	7,5	5,9	6,3	7,2	5,9	7,3	7,5
Conductivité à 25 °C <i>in situ</i> , en µS	950	640	1 605	2 320	540	500	2 420	745	165	3 470	1 280	1 145	275	390
HCO ₃ mé/l <i>in situ</i>	1,9	3,6	20,1	31,5	3,04	1,6	34,0	8,4	2,0	50,0	16,0	14,5	3,7	2,8
CO ₃ mé/l <i>in situ</i>	0	0	0	0	0,4	1,2	0	0	0	0	0	0	0	0
Cl mé/l	1,0	0,42	0,21	0,14	0,49	0,56	0,17	0,28	0,14	0,15	0,28	0,14	0,14	0,42
SO ₄ mé/l	6,07	0,72	T	0	0,98	0,99	0	0	T	0	T	T	0,06	0,97
Somme des anions	8,97	6,74	20,31	31,64	4,85	4,35	34,17	8,68	2,14	50,15	16,28	14,64	3,90	4,19
Ca mé/l <i>in situ</i>	1,8	2,8	8,0	16,0	0,1	0,05	16,0	2,0	0,65	11,0	5,5	5,0	1,25	1,7
Mg mé/l <i>in situ</i>	0,2	1,2	4,5	6,8	0,1	0,12	12,0	1,6	0,75	31,0	6,0	5,0	0,40	0,4
Na mé/l	8,43	4,00	6,78	8,04	6,26	5,78	4,30	5,83	0,26	6,52	3,43	4,00	1,96	0,74
K mé/l	0,18	0,13	0,44	0,51	0,05	0,05	0,64	0,49	0,05	0,64	0,49	0,05	0,90	0,64
Somme des cations	10,61	8,13	19,72	31,35	6,51	6,00	32,94	9,92	1,71	49,42	15,57	14,44	3,68	4,94
SiO ₂ mg/l	27,0	24,6	53,4	53,4	21,2	42,6	41,6	44,6	16,8	38,0	33,0	39,2	33,2	25,2

T : traces.

Analyses effectuées en 1969-1970 par A. LE MARÉCHAL (*in situ*) et par le Laboratoire du Centre ORSTOM de Yaoundé (Chef de Laboratoire : Lj. NALOVIC).

(1) Pour les sources thermominérales de l'ensemble de l'Adamaoua, cf. A. LE MARÉCHAL, 1969.

Structure du fossé de la Mbéré

Les éléments déjà mentionnés permettent d'avoir une première idée de la structure du fossé. Plusieurs montrent que le bassin a une nette dissymétrie que la simple topographie ne laissait pas prévoir : la localisation des conglomérats de base le long de la bordure sud et la présence des seules couches supé-

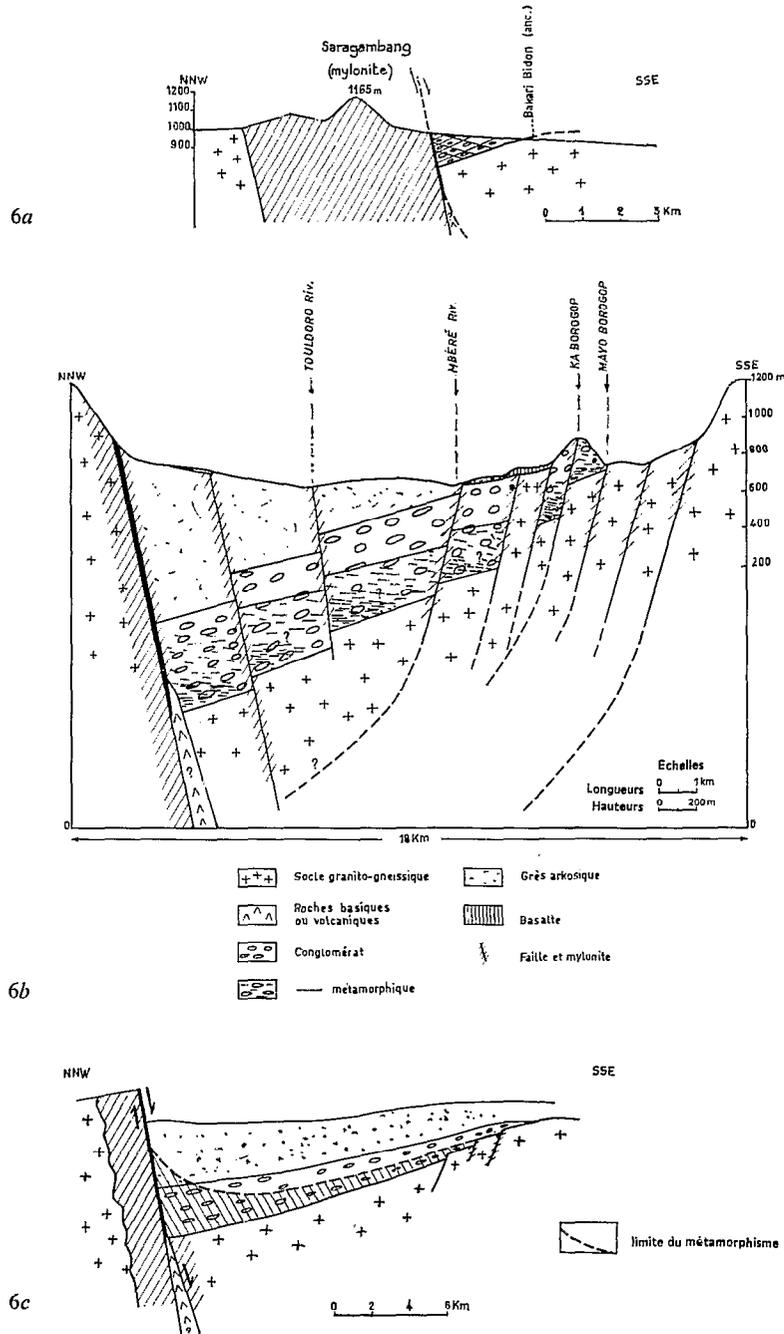


FIG. 6. — Coupe transversale du fossé de la Mbéré.

rieures au nord, la disposition pratiquement monoclinale des couches encore apparente malgré la tectonique ultérieure. Cette dissymétrie est confirmée et précisée par les travaux de la section géophysique du Centre ORSTOM de Bangui, dont les résultats sont rappelés ici (COLLIGNON, 1970).

L'établissement de la carte gravimétrique du Cameroun a permis de constater l'extension en territoire camerounais et la continuité d'un axe lourd mis en évidence dans le bassin de Doba au Tchad. Il coïncide avec la grande zone de fractures jalonnée de mylonites qui constitue la limite Sud du plateau de l'Adamaoua. Une étude plus détaillée du secteur de la Mbéré a été alors entreprise avec la réalisation de quelques profils gravimétriques et magnétiques. Les figures 2b et 2c (h.t.) montrent les courbes de l'anomalie isostatique et du champ magnétique total qui ont été obtenues. L'interprétation des profils conduit F. COLLIGNON aux conclusions suivantes :

— d'une part la gravimétrie met en évidence une dissymétrie importante entre les bords nord et sud de la vallée de la Mbéré — la faille nord ayant un rejet nettement supérieur — et montre l'insuffisance d'un modèle simple de faille pour rendre compte des anomalies observées sur le versant septentrional. Pour cela il faut ajouter à l'effet d'une faille isolée celui d'une répartition de densités superficielles et légères dans la vallée, lourdes et profondes sur le plateau du nord ;

— d'autre part le magnétisme précise que ce deuxième effet s'accompagne d'un contraste d'aimantation qui ne peut s'expliquer que par la présence de roches très basiques orientées parallèlement au fossé.

Bien des points restent à préciser, en particulier la *puissance de la série sédimentaire*. L'épaisseur des seuls conglomérats avait été estimée à 500 m (VINCENT, 1968a). A la hauteur de Djohong, une estimation de A.M. CHEVASSUS-AGNES (1968) pour l'ensemble de la série donne 1 400 et 2 500 m. Une épaisseur de 1 600 à 2 000 m est compatible avec les données de la géophysique (COLLIGNON, 1970), mais il faut remarquer que cette épaisseur pourrait être plus grande si l'on choisissait un modèle où des masses lourdes, à la hauteur du fossé, atténuent l'importance de l'anomalie négative. Une épaisseur de 1 500 m — qui paraît un minimum raisonnable — a été retenue pour la coupe.

Une étude sismique permettrait sans doute de déterminer la profondeur du socle, comme cela a été fait avec succès dans le fossé de Doba ; il est difficile à priori de prévoir l'influence qu'aurait sur les mesures la présence du métamorphisme dont l'intensité doit décroître de bas en haut.

Reconstituer le fossé de la Mbéré tel qu'il était à la fin du Crétacé est une opération malaisée du fait de la tectonique ultérieure — disons tertiaire : c'est à elle que le bassin doit d'être toujours un fossé actuellement, avec localement plus de 600 m de dénivelée.

C'est pourquoi, avant de proposer une coupe, nous verrons d'abord les autres témoins de la fosse Sud-Adamaoua, où la tectonique récente a eu un rôle peu important. L'observation faite dans la Mbéré (CHEVASSUS-AGNES, 1968) suivant laquelle l'approfondissement récent s'estompait d'est en ouest, apparaît valable pour l'ensemble de la fosse du Sud-Adamaoua.

LE BASSIN DU DJEREM

Les bassins du Djérem et de la Mbéré ne forment en fait qu'un seul bassin sédimentaire interrompu en surface par les basaltes de plateau. La connaissance géologique du Djérem est médiocre, en raison de la mauvaise qualité des affleurements. Les observations rappelées ici sont dues à M. LASSERRE pour la partie orientale et Ch. GUIRAUDIE (1955) pour la partie occidentale :

— aucun conglomérat métamorphique n'a été signalé ;

— le conglomérat non métamorphique à gros éléments est connu près de Bagodo dans la montagne du Ngaoundourou. Il a une direction de N 50° à N 60° W et un pendage de 30° NE. Il affleure en position surelevée et n'est pas connu ailleurs. Du basalte profondément altéré en surface le recouvre. C'est à ses dépens que s'est formée la cuirasse bauxitique signalée récemment (BELINGA, 1970) ;

— les grès arkosiques, à passées conglomératiques, sont visibles en plusieurs endroits avec les mêmes caractères qu'à la Mbéré. On trouve en outre des grès noirs très fins dans le lit du Djérem.

Se fondant sur l'altitude relative des gisements et les pendages, Ch. GUIRAUDIE donne avec réserves la succession suivante de haut en bas : basalte, grès conglomératique, grès fins, grès noirs très fins, en faisant remarquer que les contacts entre grès conglomératique et grès fins n'ont pas été observés. Il paraît plus probable que les conglomérats sont à la base et que leur position haute au Ngaoundourou est due au soulèvement d'un bloc, comme à Ka Borogop ; un argument pour cela est la présence de compartiments hauts de granite, sans recouvrement gréseux : à la montagne du Ngaoundal par exemple, la cuirasse bauxitique recouvre directement le granite du socle (BELINGA, 1970), alors que les grès se retrouvent au sud en position basse.

Morphologiquement, le bassin du Djérem ne se présente plus comme un fossé. L'escarpement a disparu au sud ; au nord il n'a plus que 200 à 300 m de haut et il a reculé de plusieurs kilomètres par rapport à la faille du fossé, pourtant soulignée par une épaisse bande de mylonite.

Les données structurales sur le Djérem sont réduites. On ne connaît pas l'épaisseur des couches, même grossièrement, et il n'y a aucun levé gravimétrique. Ce que l'on peut affirmer, c'est que le bassin est dissymétrique, avec plongement monoclinal des couches vers le nord, et une faille importante à la bordure nord. A la bordure sud les grès, sans doute peu épais, semblent reposer normalement en discordance sur le socle ; ils sont perturbés par quelques failles longitudinales postérieures avec soulèvement de certains blocs. En faisant abstraction de ces dernières, le bassin du Djérem apparaît comme un « demi-graben ». Quelques pendages Sud relevés près de la bordure nord (VYAIN, 1968) indiquent plutôt qu'une structure légèrement synclinale, un rebroussement local des couches le long de la faille bordière. Dans l'état actuel des connaissances, la coupe schématique donnée par LASSERRE (1961, p. 88) paraît valable avec quelques retouches.

En 1968-1970 a été construit le barrage de Mbakaou sur le Djérem à 30 km au SE de Tibati, barrage destiné à la régularisation du débit de la Sanaga qui alimente la centrale d'Edéa. Bien que le site soit situé sur le socle, les alluvions du fleuve ont livré de nombreux débris de bois silicifiés, en bon état de conservation. Leur étude est en cours au Laboratoire de Paléobotanique du Muséum. Les premiers résultats (J.C. KOENIGUER, communication personnelle) montrent qu'il s'agit de bois hétéroxylés. Cinq structures différentes ont été reconnues ; l'une d'elles correspond clairement à une Légumineuse, connue du Crétacé supérieur au Tertiaire. Jusqu'ici, il n'avait été trouvé dans la formation de Lamé que des bois homoxylés, des Protopinacées au sens large, à l'exception d'un échantillon nouveau du Cameroun appartenant aux Méliacées (J.C. KOENIGUER). Les bois homoxylés de ce type se trouvent dans tout le Crétacé et disparaissent au Tertiaire. La coexistence des deux types de structures dans le même gisement permettrait de le classer dans le Crétacé supérieur. Pour le moment ce n'est pas le cas. La découverte des bois de Mbakaou n'est qu'une présomption pour classer dans le Crétacé supérieur les formations du Djérem — ou tout au moins les plus récentes de celles-ci —.

LES CONGLOMÉRATS MÉTAMORPHIQUES DE TIBATI

Plaqués sur la pénéplaine granitique, les conglomérats de Tibati affleurent de façon très discontinue sur 30 km de long, avec une largeur maximale de 4 km : la surface couverte est très supérieure à celle des roches métamorphiques de la Mbéré. Ils sont situés dans le prolongement du bassin du Djérem, 35 km à l'ouest du dernier affleurement gréseux.

Ch. GUIRAUDIE qui les a étudiés en 1955 les compare lui-même aux conglomérats de Borogonous. Ces derniers ayant été réinterprétés comme un faciès du Crétacé, il était intéressant de revoir sur le terrain les affleurements de Tibati, ce qui a été fait par l'un de nous (VINCENT, 1969). Les nouvelles observations confirment pour l'essentiel celles de GUIRAUDIE et amènent quelques précisions sur la disposition des couches.

Du point de vue descriptif, tout ce qui a été dit du conglomérat de Borogonous pourrait être répété ici. On peut souligner quelques caractères propres.

La roche est extrêmement tenace, la cassure tranchant indistinctement galets et ciment. La taille des « galets » peut atteindre 1 m. Une rhyolite rouge est très abondante, dans les niveaux élevés, alors que cette roche reste rare dans les autres bassins. On trouve aussi quelques galets d'andésite à plagioclase, mais ils sont rares et altérés. La texture du conglomérat est équante, la disposition orientée des galets allongés est originelle (il n'y a pas, par exemple, de débit privilégié perpendiculairement à l'axe d'allongement). Par endroits le conglomérat est cataclasé, l'écrasement étant postérieur au métamorphisme. Microscopiquement, comme il avait été déjà signalé, l'intensité du métamorphisme est plus forte qu'à Borogonous, et l'amphibole n'est pas rare (LASSERRE, 1961).

Plusieurs pendages sûrs ont pu être notés ; leur direction varie de NE à NW et leur valeur reste faible (30° en moyenne). La base des couches n'a pu être observée directement, mais il est clair que cette formation repose sur le socle en discordance majeure ; le conglomérat avec les plus gros éléments se trouve le plus près du socle, et donc de la base.

La disposition ici est simple : les couches plongent vers le nord et viennent buter sur la faille, spectaculairement marquée par une barre de mylonite rectiligne à expression topographique vigoureuse. La structure est celle d'un « demi-graben ».

L'intérêt des témoins de Tibati est qu'ils représentent un stade d'érosion inconnu ailleurs, où seule la partie métamorphique du remplissage a été épargnée en raison de sa dureté. Ils permettent d'affirmer qu'en cet endroit le métamorphisme non seulement affecte la partie inférieure de la série sédimentaire jusqu'à la faille bordière nord, mais qu'il y est d'un degré plus élevé. Il est raisonnable de penser qu'il doit en être de même ailleurs, là où l'effet du métamorphisme n'apparaît qu'à la bordure sud, du fait de la disposition des couches, alors que divers arguments montrent que la faille nord est la plus importante. C'est l'hypothèse qui a été retenue pour établir les coupes.

AUTRES AFFLEUREMENTS GRÉSEUX DU PLATEAU DE L'ADAMAOUA

D'autres grès sont présents sur le plateau de l'Adamaoua au nord de la ligne Djérem-Mbéré. Il s'agit du bassin de la Vina du Nord (ou Bini) décrit par M. LASSERRE, du bassin de Kontcha dont la description originale de P. KOCH est reprise par Ch. GUIRAUDIE, et de deux pointements découverts récemment près de Ngaoundéré (voir fig. 1).

Le bassin de la Vina du Nord

C'est un bassin allongé E-W dont les plus grandes dimensions sont 40 et 15 km. Les affleurements sont rares et la série complète n'a pas été observée ; M. LASSERRE décrit une séquence comprenant une alternance de grès plus ou moins feldspathiques, fins ou grossiers, peu cohérents, avec de minces lits marneux, le tout plongeant faiblement vers le SE. Vers le bord sud-est du bassin des *quartzites blancs très redressés* affleurent à proximité d'un granite mylonitisé. Ils renferment des gravillons quartzeux.

Nous n'avons pas encore eu l'occasion de réétudier ce bassin. Malgré la pauvreté des données, il est clair qu'il s'agit là aussi d'un fossé tectonique, ouvert à l'est vers les plaines du Tchad, situé dans une des plus profondes échancrures du horst de l'Adamaoua.

Les données de la gravimétrie sont réduites mais significatives (COLLIGNON, 1968). Le levé de reconnaissance traverse la Vina suivant un seul itinéraire. Il met en évidence une anomalie négative de Bouguer de 45 milligals, avec un minimum de -97 milligals près de Sora Mboum, au centre du bassin, vers 530 m d'altitude seulement. Le gradient est très fort, de l'ordre de 3 milligals par kilomètre.

Il est intéressant de remarquer que le bassin de la Vina est situé au nord de l'axe gravimétrique lourd qui le sépare de la Mbéré, dans la même position que le bassin de Doba au Tchad par rapport à la prolongation de ce même axe lourd (cf. fig. 2 in COLLIGNON, 1970).

Les affleurements de la région de Ngaoundéré

A une dizaine de kilomètre au SSE de Ngaoundéré, deux affleurements ont été découverts, de dimensions malheureusement très restreintes ; l'un se trouve en outre au niveau de la zone cuirassée et les observations y sont malaisées. L'autre se situe dans la concession de l'IEMVT à Wakwa et montre un quartzite feldspathique gris beige diaclasé, en contact avec le socle granitique. Il présente l'aspect d'un filon bien qu'aucune direction ne soit repérable, mais l'examen microscopique montre qu'il s'agit bien d'un quartzite.

Deux interprétations sont possibles. Il peut s'agir :

— soit de « dykes clastiques », résultant du remplissage de fractures contemporaines ou immédiatement postérieures à la sédimentation, alors que les sédiments n'étaient pas encore consolidés.

— soit — comme au SE de la Vina — d'un grès quartzifié le long de la faille bordière d'un bassin.

Il n'est pas possible de choisir actuellement entre ces deux interprétations, mais dans les deux cas la signification de ces témoins reste la même : ils montrent que le Crétacé a pu s'étendre largement sur ce qui est devenu ultérieurement le horst de l'Adamaoua ; l'érosion n'a respecté — en dehors de la protection des basaltes tout au moins — que ces témoins particulièrement résistants du fait de leur quartzitisation.

La formation de Kontcha, dont il est question ci-dessous, fournit une autre indication en ce sens. Quelques blocs de grès, ressemblant à celui de Ngaoundéré, ont également été trouvés sous les cuirasses bauxitiques de Minim-Martap (S.E. BELINGA, renseignement personnel).

Le bassin de Kontcha

Situé à l'extrémité NW de l'Adamaoua, sur le mayo Déo, le petit bassin de Kontcha se poursuit au Nigéria, où il ne semble pas avoir été étudié (la dernière carte générale de Nigéria, de 1964, ne le figure pas). P. KOCH y a relevé la coupe suivante, de haut en bas :

Tufs violacés

Grès blancs grossiers et feldspathiques

Niveau de grès gris à éléments charbonneux ($e = 10$ m)

Basalte

Grès grossiers surmontés par des bancs à galets (pendage 10° , $e = 300$ m)

Grès et argiles lie de vin en blancs alternés (pendage 25° , NNE, $e = 500$ m ?).

La structure est synclinale et le bassin est limité par deux failles.

Avec réserves, P. KOCH a proposé un âge Crétacé inférieur pour le premier niveau et Crétacé moyen pour les autres.

Une rapide visite du bassin (VINCENT, 1968, inédit) permet d'amener quelques précisions nouvelles. Il n'y a pas de discordance entre le premier niveau et les suivants, les pendages variant assez régulièrement de 25° à 10° . Il y a des passages latéraux entre les argiles et les grès inférieurs, par l'intermédiaire de marnes à gros rognons calcaires fossilifères ; les fossiles sont surtout des lamellibranches mal conservés, non déterminables. Les marnes à rognons calcaires fossilifères, d'aspect très caractéristique, *ressemblent exactement à celles de la formation de Lamé* du Tchad et du mayo Kebi au Cameroun. Une étude micropaléontologique des marnes est en cours. Provisoirement, nous considérerons que l'ensemble de couches de Kontcha est l'équivalent de la formation de Lamé et qu'elles indiquent, comme au Tchad, une *influence marine*.

Conclusion

La revue rapide des affleurements crétacés de l'Adamaoua en dehors du fossé sud montre que le Crétacé a dû recouvrir largement la région avant sa surrection. Si le caractère marin du calcaire de Kontcha se confirmait, cela montrerait que les influences marines de la Bénoué nigériane ne se sont pas limitées à ce qui est actuellement le bassin de la Bénoué.

Par contre les conglomérats polygéniques à gros éléments n'ont jusqu'ici pas été trouvés en dehors du fossé du Sud-Adamaoua (1). L'originalité de ce fossé ne réside donc pas dans la présence de Crétacé, mais dans la présence d'un faciès molassique de piedmont du Crétacé, qui lui donne toute sa signification tectonique et paléogéographique.

LE FOSSÉ DU SUD ADAMAOUA : CONCLUSIONS ET COMPARAISONS

Structure

Les coupes qui nous paraissent rendre le mieux compte de l'ensemble des données actuelles sont celles des figures 6 a et 6 b. La coupe synthétique 6 c essaie de rétablir la situation après le métamorphisme et avant la tectonique récente. Le fossé est représenté comme un graben dissymétrique, ou plus exactement un « demi-graben ». La faille Nord, largement prépondérante, est une faille normale contraire. Ce choix paraît justifié par l'absence de signes de compression : tout indique au contraire une extension.

Ce style tectonique donnant des grabens dissymétriques est connu ailleurs ; il est très fréquent — à une toute autre échelle — dans les rift - valleys de l'Est-Africain (cf. BAKER, DIXEY, 1965). Les « synclinaux » wealdiens du Nord-Cameroun en sont assez proches (ROCH, 1953), et ce n'est sans doute pas une coïncidence, mais la manifestation des mêmes forces au Crétacé inférieur. Il est intéressant de noter que le bassin de la Moyenne-Bénoué, au Nigéria, est parfois d'un style qui présente des analogies avec celui-ci (cf. fig. 2 in CRATCHLEY and JONES, 1965).

Dans la figure synthétique, la limite de la zone métamorphique a une forme qui peut surprendre, mais c'est celle qui rend le mieux compte des données actuelles. Peut-être faut-il l'interpréter comme un « effet de socle » (FONTEILLES et GUITARD, 1964) dans le cas particulier d'un bassin ?

Age

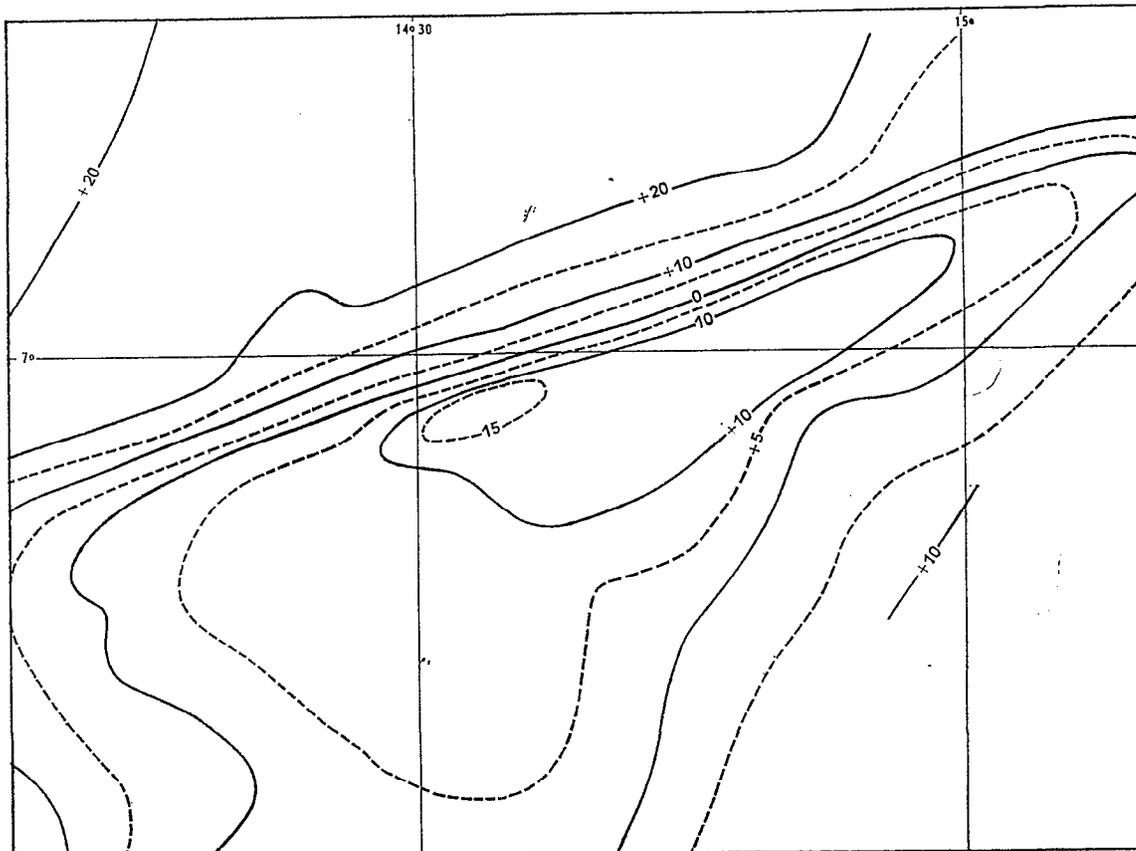
La présence des conglomérats grossiers découle, nous l'avons vu, des mouvements verticaux ayant produit la première surrection de l'Adamaoua. Il y a tout lieu de penser que ces mouvements ont été contemporains de ceux qui, dans le pays Fali du Nord-Cameroun, ont produit les « synclinaux » wealdiens, au cours d'un Crétacé inférieur mal daté. Ces mouvements sont également responsables de la formation du horst de Poli — cela en admettant l'équivalence des conglomérats du sud avec ceux de la formation de Mangbei dont il n'est pas question ici.

Le remplissage du fossé Sud-Adamaoua a été parallélisé avec la formation de Lamé (au moins pour sa partie la plus récente). L'âge de celle-ci est compris entre l'Albien et le Turonien, ou plutôt les calcaires marins de Lamé sont soit albiens, soit turoniens, le Cénomaniens étant régressif dans cette région. Il n'est pas possible de prendre parti actuellement, et le terme de « Crétacé moyen » reste commode dans son imprécision. La découverte des bois fossiles du Djérem incite cependant à attribuer un âge franchement Crétacé supérieur aux grès ; dans ce cas, les premiers mouvements pourraient être cénomaniens, responsables à la fois de la régression constatée et des molasses conglomératiques.

(1) Ils existent au nord de la région étudiée ici, si l'on admet l'interprétation suivant laquelle la « formation de Mangbei » est crétacée (VINCENT, 1969).

BIBLIOGRAPHIE

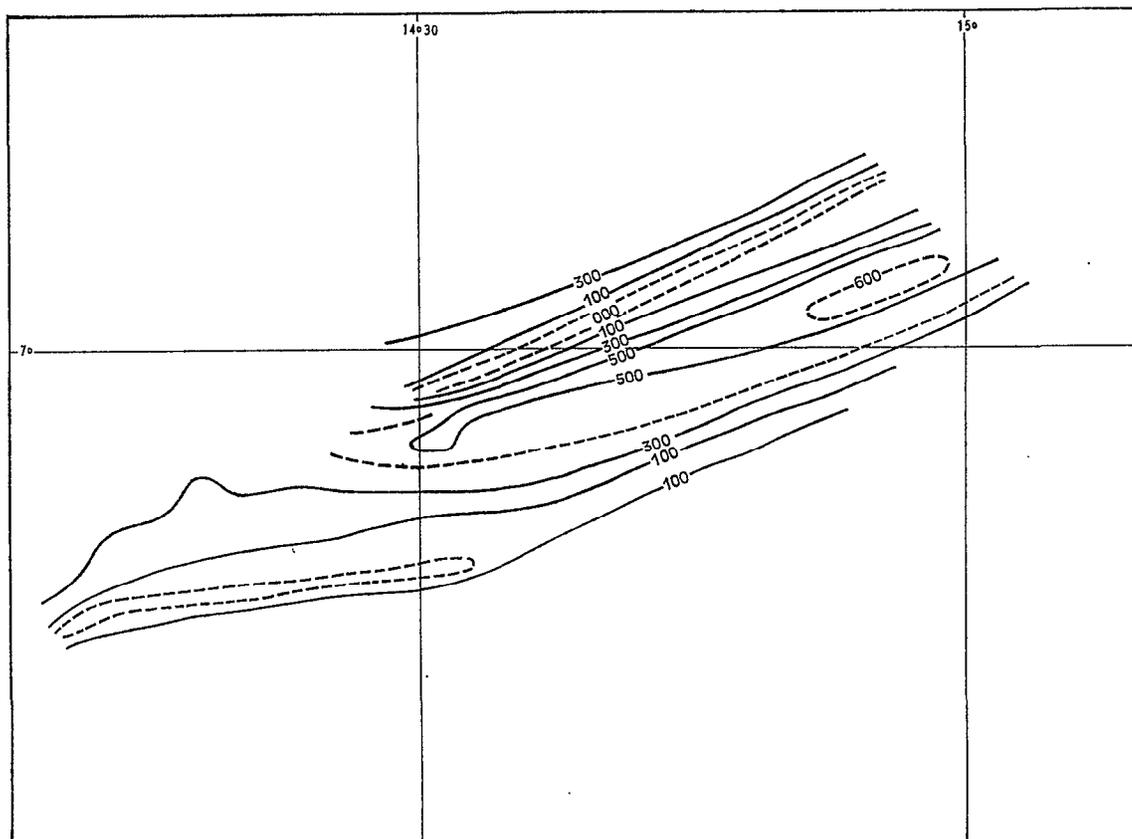
- BAKER (B.H.) et DIXEY (F.), 1965. — In: East African Rift System, Upper Mantle Committee. Unesco Seminar, Nairobi.
- BELINGA (S.E.), 1970. — Découverte de formation bauxitiques dans le Ngaoundourou dans l'Adamaoua. *Ann. Fac. Sci. du Cameroun*, n° 4, pp. 3-9.
- BRESSON (Y.), GUIRAUDIE (Ch.) et ROCH (E.), 1952. — Le fossé tectonique de la Mbéré. *C. R. Acad. Sci.*, t. 234, pp. 640-641.
- CHEVASSUS-AGNES (A.M.), 1968. — Contribution à une étude physique du fossé tectonique de la Mbéré à la hauteur du village de Djohong. T.E.R. Faculté des Lettres, Bordeaux. 113 p., 46 fig., une carte h.-t. (ronéo).
- COLLIGNON (F.), 1968. — Gravimétrie de reconnaissance, Cameroun. Rapport ORSTOM, *multigr.*, 35 p.
- COLLIGNON (F.), 1970. — Rapport sur quelques profils gravimétriques et magnétiques dans la vallée de la Mbéré. *Rapport multigr.*, 25 p., 17 fig., 5 pl. h.-t. Centre ORSTOM de Bangui.
- CRATCHLEY (C.R.) and JONES (G.P.), 1965. — An interpretation of geology and gravity anomalies of the Benue Valley, Nigeria. — *Geophys. Pap. Overseas Geol. Survs.*, 1.
- CRENN (Y.), 1955. — Anomalies de la pesanteur au Tchad, rapport ORSTOM, *multigr.*
- DUMORT (J.C.), 1968. — Carte géologique du Cameroun à 1/500 000, feuille Douala-Ouest, avec notice explicative, 69 p.
- FAIL (J.P.), MONTADERT (L.), DELTEIL (J.R.), VALERY (P.), PATRIAT (Ph.), SCHLICH (R.), 1970. — Prolongation des zones de fractures de l'Océan Atlantique dans le Golfe de Guinée. *Earth and Planetary Sc. Letters*, 7, 413-419.
- FONTEILLES (M.) et GUITARD (G.), 1964. — L'« effet de socle » dans le métamorphisme hercynien de l'enveloppe paléozoïque des gneiss des Pyrénées. *C. R. Ac. Sci.*, t. 258, n° 17, p. 4299.
- GAZEL (J.), 1956. — Carte géologique du Cameroun à 1/1 000 000, éd. mise à jour pour l'Atlas du Cameroun (IRSC) avec la collaboration de Ch. GUIRAUDIE et G. CHAMPETIER de RIBES.
- GUIRAUDIE (Ch.), 1955. — Carte géologique du Cameroun à 1/500 000, feuille Ngaoundéré-Ouest, avec notice explicative, 23 p.
- KOCH (P.), 1959. — Carte géologique du Cameroun, feuille Garoua-Ouest avec notice explicative, 48 p.
- LASSERRE (M.), 1953. — Rapport de fin de mission 1953. Archives D.M.G. Yaoundé, 79 p. *multigr.*
- LASSERRE (M.), 1958. — Etude géologique de la partie orientale de l'Adamaoua (Cameroun Central) et les principales sources minéralisées de l'Adamaoua. Thèse Faculté des Sciences de Clermont-Ferrand.
- LASSERRE (M.), 1961. — Id., résumé en 130 p. dans le Bull. Diu. Mines et Géol. du Cameroun n° 4. Carte au 1/500 000.
- LE MARÉCHAL (A.), 1970. — Inventaire des sources thermo-minérales de l'Adamaoua. ORSTOM Yaoundé, *multigr.*, 96 p. 1 carte.
- LOUIS (P.), 1970. — Contribution géophysique à la connaissance géologique du bassin du Lac Tchad. *Mémoires ORSTOM*, n° 42, 311 p. et cartes en annexes.
- MONTADERT (L.), 1969. — Données nouvelles sur la structure du Golfe de Guinée. 5^e Colloque Géologie Africaine. Résumé in *Ann. Fac. Sc. Clermont-Ferrand*, n° 41.
- RAVIER (J.), 1959. — Le métamorphisme des terrains secondaires des Pyrénées. *Mém. Soc. Géol. de Fr.*, n° 86.
- ROCH (E.), 1953. — Itinéraires géologiques dans le Nord du Cameroun et le Sud-Ouest du Territoire du Tchad. *Bull. Serv. Mines et Géol. du Cameroun*, n° 1.
- VINCENT (P.M.), 1968a. — Attribution au Crétacé de conglomérats métamorphiques de l'Adamaoua (Cameroun). *Ann. Fac. Sci. du Cameroun*, n° 1, pp. 69-76, une carte.
- VINCENT (P.M.), 1968b. — Découverte d'un métamorphisme crétacé au Cameroun et ses conséquences tectoniques, Colloque de la WASA, Abidjan. In Travaux du Laboratoire de Géologie, Fac. Sc. Abidjan.
- VINCENT (P.M.), 1969. — La formation de Mangbei et la chaîne crétacée Adamaoua-Bénoué. 5^e Colloque Géologie Africaine. Résumé in *Ann. Fac. Sc. Clermont-Ferrand*, n° 41.
- VYAIN (R.), 1968. — Rapport de fin de mission. B.R.G.M., Yaoundé, *multigr.*



Hypothèse d' Airy : 30 Km

— +10' Isanomale
10 milligals

Anomalie isostatique de la vallée de la MBERE d'après F. Collignon



— 300 — Isomagnétique
33 300 γ

Champ magnétique total dans la Vallée de la MBERE d'après F. Collignon