



III

~~TP 5995(3)~~  
T GRE  
1969  
LIL  
(3)

Faculté des Sciences de l'Université de Grenoble

Année :

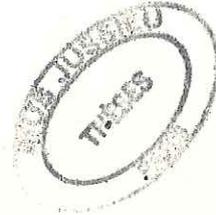
n° d'ordre :

**T H E S E S**

présentées pour obtenir le grade de  
DOCTEUR ES-SCIENCES APPLIQUEES

par

**Roger LILLE**



Première Thèse :

ETUDE GEOLOGIQUE DU GUIDIMAKA (Mauritanie)

Essai de résolution structurale d'une série épimétamorphique

Deuxième Thèse :

PROPOSITIONS DE LA FACULTE

soutenues publiquement le

devant la Commission

d'examen :

\_\_\_\_\_

MM. R. BARBIER

*Président*

R. MICHEL

P. GRAUD

} *Examineurs*

G. ROCCI

*Invité*

tel-00788960, version 1 - 15 Feb 2013

III

Troisième partie

CONCLUSIONS GENERALES

### III.1 - INTRODUCTION

En introduction à ce mémoire, nous avons donné une énumération des unités géologiques constituant la région M'Bout - Guidimaka, illustrée par une coupe schématique E-W (fig. 5). Les résultats acquis au cours de l'étude permettent maintenant une présentation plus synthétique de cette région.

Les roches les plus anciennes reconnues appartiennent à un socle granitisé. Ce socle a un faciès birrimien, mais son âge réel (certainement précambrien) n'a pas encore été précisé.

Sur ce socle reposent, d'une part des séries métamorphiques (Séries de M'Bout et de Bakel), d'autre part une série volcano-sédimentaire (Série de Sélibabi). Cette dernière était autrefois rattachée au "Falémien". Nous avons vu pourtant qu'un âge cambro-ordovicien paraît beaucoup plus probable.

Enfin, mention spéciale doit être faite d'une dernière formation, métamorphique, appelée complexe des micaschistes albitiques de Diala-Bouanze. Cette formation semble appartenir au même ensemble structural que le socle granitisé.

Au cours de cette troisième partie, je commencerai par schématiser les résultats acquis en tentant de reconstituer la genèse et l'histoire des diverses formations. Bien des points resteront obscurs : nous essaierons alors de les éclairer, d'une part en utilisant les résultats d'études géochronologiques, d'autre part en replaçant la région M'Bout-Guidimaka dans son contexte de l'Ouest africain.

### III.2 - SYNTHÈSE DES RESULTATS ACQUIS

#### III.2.1 - HISTOIRE DU SOCLE GRANITISÉ ET DES SÉRIES DE M'BOUT ET DE BAKEL

##### III.2.1.1 - Le socle granitisé

Ce socle comprend essentiellement des granodiorites ou diorites quartziques et des granites à deux micas. Il formait vraisemblablement un grand batholite composite, et il contient des panneaux résiduels d'amphibolites mésozonales. Ces dernières proviennent du métamorphisme d'anciennes masses éruptives basiques qui sont les seuls restes incontestables des formations anciennes ayant subi la granitisation.

Nous avons dit que ce socle a un faciès birrimien : en effet les granites ressemblent beaucoup aux granites métasomatiques de géosynclinaux, type Baoulé, définis en Côte d'Ivoire (M. ARNOULD, 1961) et ils pourraient ainsi constituer la corne nord du vaste pluton birrimien d'Afrique occidentale (M. ROQUES, 1948).

Toutefois, cette affirmation doit être nuancée : en effet si au lieu de regarder vers le Sud on regarde vers le Nord, les premiers grands ensembles migmatitiques et granitiques rencontrés sont ceux de l'Amsaga, dont J. BARRÈRE (1965) fait de l'Amsaguien (sans doute ante-birrimien) tout en notant qu'ils ont eux aussi une grande ressemblance avec les granites éburnéens type Baoulé. Nous reverrons tout ceci plus loin dans le paragraphe III.41.

##### III.2.1.2 - Formation des Séries de M'Bout et de Bakel

A une date indéterminée, mais certainement précambrienne, ce socle subit une tectogenèse qui détermine la formation de hauts fonds et de sillons généralement méridiens. Immédiatement après cette tectogenèse se produisent des effusions volcaniques

acides ou basiques (1), tandis que le démantèlement des reliefs accumule dans les sillons des produits détritiques : ainsi se constitue la base volcano-détritique des Séries de M'Bout et de Bakel, séries qui débutent tantôt par des niveaux volcano-sédimentaires, tantôt par un conglomérat à galets de socle.

Localement apparaissent des sédiments à faciès flysch (massif d'Artemou). La sédimentation devient essentiellement quartzeuse et prend des caractères épicontinentaux, tandis que les couches ainsi formées gagnent beaucoup en continuité latérale : on arrive ainsi au niveau de quartzite à lits de minéraux lourds et stratifications obliques qui constitue le meilleur niveau repère des Séries de M'Bout et de Bakel.

Au-dessus de ces quartzites reviennent de nouveaux sédiments arénacés et pélitiques, et enfin, se déposent des calcaires qui forment le plus haut niveau connu de ces séries. Ainsi se termine le premier cycle dont nous ayons pu esquisser la synthèse.

### III.2.1.3 - Plissements et métamorphisme

L'ensemble constitué par le socle et par les Séries de M'Bout et de Bakel est ensuite repris par deux nouvelles tectogenèses.

- La première, dont nous ignorons l'âge, affecte en même temps le socle et les séries de couverture. Une élinéation en moyenne E.SE apparaît dans ces deux types de formation. Des plis

---

(1) Le volcanisme acide semble se localiser de préférence près des hauts fonds (secteur central) et le volcanisme basique dans les sillons (monts Wa-Wa et massifs de bordure est de la Série de M'Bout). Cette répartition globale n'a toutefois rien de rigoureux.

de même direction sont visibles dans les séries de couverture : bien apparents dans la Série de Bakel, ils restent plus discrets dans la Série de M'Bout où ils ne se traduisent, à l'échelle cartographique, que par les ondulations à grand rayon de courbure du secteur central. Un premier métamorphisme syntectonique affecte les séries de couverture et se traduit, dans certains secteurs du socle, par une altération d'origine dynamique.

- La deuxième date du début de l'Hercynien (350 à 360 MA), c'est à dire qu'elle est contemporaine à la fois des principaux plissements du Sénégal Oriental, des charriages de la région d'Akjoujt - Tamkarkart, et du plissement qui a affecté, à la fin du Dévonien, la bordure ouest du synclise de Taoudeni. Elle a une direction en moyenne méridienne et affecte en même temps le socle et les séries de couverture. Dans la Série de M'Bout, surtout, se développent de nouveaux plis dont l'axe est en moyenne N-S et dont le plan axial a un pendage ouest. Un deuxième métamorphisme syntectonique induit une foliation régulièrement parallèle au plan axial de ces plis. Des failles et filons de quartz blanc se développent également parallèlement à cette direction de plan axial. Enfin, un dernier épisode provoque l'apparition d'accidents cassants assez localisés. Il ne constitue peut être qu'une séquelle de la deuxième phase tectonique.

Le métamorphisme appartient au faciès schistes verts (F.J. TURNER et J. VERHOOGEN, 1960) ou encore aux zones de Micaschistes de J. JUNG et M. ROQUES (1952).

La deuxième phase tectonique, et peut être aussi la première, semble s'être moulée sur les accidents anciens du socle : on voit en effet ressurgir, en position anticlinale, les anciens hauts fonds qui avaient guidé le dépôt de la Série de M'Bout.

Conformément aux hypothèses qui ont été successivement adoptées au cours de l'étude, j'ai admis ici que les séries de couverture étaient généralement restées en place sur le socle. Ce point de vue est conforme également aux conclusions tirées par J.P. BASSOT (1963) de l'étude du Sénégal Oriental, mais il s'oppose, en apparence tout au moins, aux observations de charriages et de décollements généralisés, faites dans la région Akjoujt-Tamkarkart (cf. paragraphe II.3, p. 398).

Autrement dit, on aurait, du Nord au Sud de l'arc Bakel-Akjoujt, un amortissement de la tectonique tangentielle (J. SOUGY, 1964), tandis qu'une tectonique de socle se dévoilerait plus nettement. Le secteur M'Bout-Guidimaka aurait ainsi l'immense intérêt de montrer des séries restées en place sur un socle tectoniquement actif du début à la fin de l'histoire de cette région.

L'importance de cette conclusion oblige à revoir les critères de terrain sur lesquels elle s'appuie. Les principaux sont les suivants.

- 1/- Dans les massifs de bordure est de la Série de M'Bout, comme dans les structures de Bakel, le contact entre la série de couverture et le socle granitique se trouve fréquemment jalonné par un conglomérat de base à galets de socle (1), surmonté par une succession stratigraphique qui reste partout, dans ses grandes lignes, identique à elle-même.
  
- 2/- La ride anticlinale de socle du secteur central de la Série de M'Bout est partout surmontée par les mêmes niveaux volcano-sédimentaires dans lesquels peut s'interstratifier le conglomérat. Pareille disposition se retrouve également en certains endroits des massifs de bordure est.

---

(1) Cette dernière précision n'est valable que pour la Série de M'Bout.

Ces deux observations s'opposent à un décollement généralisé des séries de couverture. Elles n'interdisent toutefois pas de penser que des décollements - peut être importants - mais localisés à certains niveaux et certains secteurs de la région étudiée, aient pu se produire. On pourrait ainsi nuancer, en les compliquant, les schémas peut être un peu trop simples que j'ai adoptés jusqu'à présent.

Cela ne changerait finalement pas grand chose à l'interprétation globale, que nous conserverons donc, jusqu'à preuve du contraire, telle que je l'ai exposée ci-dessus.

#### III.2.1.4 - Conclusion

La brève esquisse que nous venons de faire laisse subsister bien des points d'interrogation, dont les principaux sont les suivants.

- a)- Quel est l'âge des divers éléments du socle ?
- b)- Quel est l'âge de la tectogenèse qui a immédiatement précédé le dépôt des Séries de M'Bout et de Bakel ?
- c)- Quel est l'âge de la première phase tectonique et du premier métamorphisme qui ont affecté en même temps le socle et les séries de couverture ?
- d)- Enfin, quelle épaisseur peut-on assigner aux séries de couverture ?

Nous tenterons plus loin (paragraphe III.4) de cerner d'un peu plus près les trois premiers problèmes. Il est difficile de résoudre le quatrième tant qu'une étude géophysique (aéromagnétique par exemple) ne nous a pas donné le profil du socle. Un ordre de grandeur d'un millier de mètres nous a semblé probable dans certains secteurs orientaux de la Série de M'Bout (massif d'Artemou), mais rien ne peut être dit ni de la Série de Bakel, ni, surtout, des régions orientales de la Série de M'Bout

tel-00788960, version 1 - 15 Feb 2013

(monts Wa-Wa en particulier) où le socle n'affleure pas. L'hypothèse suivant laquelle les séries s'épaississent vers l'Ouest (C. BENSE, 1961), n'est donc pas invraisemblable. Je n'ai personnellement d'arguments, ni pour, ni contre.

### III.2.2- LE COMPLEXE DES MICASCHISTES ALBITIQUES DE DIALA-BOUANZE

L'étude des micaschistes, schistes verts et quartzites qui constituent ce complexe nous a montré qu'ils étaient bien différents de leurs homologues des Séries de M'Bout et de Bakel.

Le métamorphisme subi correspond toujours ici au début de la mésozone, soit au sous-faciès quartz-albite-épidote-biotite de F.J. TURNER. La remobilisation est beaucoup plus intense que dans les Séries de M'Bout et de Bakel : les tufs, arkoses et schistes verts de celles-ci gardaient souvent des textures primaires (synsédimentaires) bien visibles; en revanche, aucune texture primaire ne subsiste dans les micaschistes et schistes verts de Diala-Bouanze. Certains minéraux néoformés (albite et, dans une moindre mesure, quartz) ont un développement systématiquement phénoblastique, tandis que d'autres sont assez constamment idiomorphes (épidote, actinote). Les trames micacées sont presque toujours intensément plissotées, les linéations minérales sont très fréquentes, et leur étude nous a permis de montrer que tous les minéraux s'étaient formés dans les mêmes conditions de métamorphisme syntectonique.

Les successions stratigraphiques mises en évidence dans les Séries de M'Bout et de Bakel n'ont pas été retrouvées dans le complexe de Diala-Bouanze. Les quartzites roses de M'Bout et de Bakel, en particulier, ne peuvent aucunement être parallélisés avec les quartzites rubanés à oligiste qui affleurent assez sporadiquement dans le complexe de Diala-Bouanze.

sciences de la terre  
BIUS  
JUSQU'  
CADIST

La description de certaines coupes nous a montré que les divers niveaux de ce complexe formaient vraisemblablement une série, tandis que l'examen d'analyses chimiques établissait que cette série pouvait fort bien avoir, comme ses voisines de la région M'Bout - Guidimaka, une origine volcano-sédimentaire. Le métamorphisme subi aurait alors été grossièrement topochimique.

Cette série est certainement plus ancienne que la Série de Sélibabi. Il est peu vraisemblable qu'elle soit postérieure aux Séries de M'Bout et de Bakel, peu vraisemblable également qu'elle leur soit contemporaine. Elle serait donc plus ancienne.

Est-elle antérieure ou postérieure à la granitisation ? N'ayant pu observer (faute d'affleurements) les contacts entre les granites et les micaschistes ou schistes verts albitiques, je n'ai pas résolu ce problème (1)

L'examen de la carte géologique suggère toutefois que le socle granitisé et le complexe des micaschistes albitiques de Diala-Bouanze forment un même ensemble structural. Nous admettons donc que le dépôt des formations (peut être volcano-sédimentaires) qui devaient donner naissance à ce complexe, s'est effectué à une date, certainement précambrienne, plus ancienne que le début de la tectogenèse qui devait nourrir les Séries de M'Bout et de Bakel.

Reste enfin le problème des serpentines qui affleurent soit dans le complexe des micaschistes albitiques, soit dans les failles qui le séparent localement des granites du socle. Ces serpentines se trouvent toujours en remplissage de fractures : il est donc impossible de dire si elles appartiennent génétiquement au complexe des micaschistes albitiques ou si elles sont

---

(1) Une observation suggérerait pourtant que cette série est antérieure à la granitisation: dans la région de Séli Atach, donc près du contact entre les granites et le complexe de Diala-Bouanze, G. ROCCI et moi-même avons observé des filons pegmatitiques anastomosés sillonnant les schistes verts albitiques. Cette observation est toutefois trop isolée pour être déterminante.

tel-00788960, version 1 - 15 Feb 2013

intrusives dans celui-ci. Nous avons adopté cette dernière hypothèse, par raison de simplicité, en assimilant ces serpentines à celles qui affleurent à proximité dans la Série de Sélibabi. Cette interprétation est toutefois très discutable, et il est fort possible que les formations (volcaniques ?) de ce complexe aient possédé leurs propres roches ultrabasiques.

### III.2.3 - SERIE DE SELIBABI

Nous avons vu (paragraphe I.35) que la Série de Sélibabi, autrefois considérée comme "falémienne", est beaucoup plus vraisemblablement contemporaine des Séries de l'Assaba et de Kiffa d'une part, de la Falémé d'autre part. Un âge primaire étant actuellement proposé pour ces séries, la Série de Sélibabi serait, elle aussi, cambro-ordovicienne.

Ses conditions de formations ont été déjà esquissées dans le paragraphe I.35.

Je me contenterai donc d'en faire ci-dessous un bref résumé.

A l'aurore du Cambrien, la vaste plateforme qui allait devenir le synclise de Taoudeni est bordée à l'Ouest par une zone instable due à l'influence d'accidents profonds d'orientation générale Nord-Sud. Tandis que se déposent dans la zone de plateforme, soumise à une lente subsidence, une tillite suivie de jaspes, dolomies, grauwackes, etc..., la bordure occidentale est surtout le siège de venues volcaniques de type ophiolitique, parfois explosives malgré leur caractère probablement sous-marin. En même temps se déposent localement des niveaux sédimentaires sans continuité latérale, comprenant des pélites, vertes ou grises, interstratifiées de grauwackes, tufs et cinérites,

des pélites rouges à hématite et de rares dolomies. La dernière séquence du volcanisme est représentée par des venues hypersiliceuses (jaspilites rouges) jalonnant, elles aussi, des lignes de fractures. Une sédimentation gréseuse épicontinentale, d'âge cambrien supérieur et ordovicien, recouvre alors cette bordure ouest de même que la plateforme adjacente. Ces grès quartzites blancs, peu feldspathiques, constituent le plus haut niveau connu de la Série de Sélibabi.

Une ou plusieurs tectogénèses essentiellement cassantes affectent ensuite cette série, tandis qu'elles laissent relativement intactes les séries sédimentaires du synclise de Taoudeni (dans la région qui nous intéresse tout au moins). Un léger métamorphisme survient localement.

Ainsi, nous voyons que la Série de Sélibabi possède, malgré son âge sans doute primaire, une originalité marquée tant du point de vue lithologique que tectonique : c'est l'originalité même d'une bordure instable, volcanique, tectonisée, par rapport à la plateforme contigue.

#### III.2.4

L'histoire de la région M'Bout-Guidimaka que nous venons d'esquisser comporte encore bien des points obscurs. Voyons maintenant s'il est possible de les éclairer en utilisant les méthodes géochronologiques.



tel-00788960, version 1 - 15 Feb 2013

### III.3- MESURES GEOCHRONOLOGIQUES

#### III.3.1 - INTRODUCTION

On sait que le principe des mesures géochronologiques repose sur l'étude des isotopes radioactifs de certains éléments constitutifs des roches. Pendant chaque unité de temps, un pourcentage constant de ces isotopes radioactifs se transforme en un nouvel isotope, dit radiogénique.

Si l'on suppose qu'à un instant  $t = t_0$  de l'histoire d'une roche, il s'était constitué dans celle-ci des systèmes fermés ne contenant pas encore l'isotope radiogénique, et qu'on mesure, d'une part l'actuelle quantité d'isotope radiogénique présente dans les systèmes, d'autre part la quantité d'isotope radioactif résiduel, un simple calcul donnera le temps écoulé de  $t_0$  à nos jours.

Cet énoncé montre la nature des hypothèses qui sont à la base de la géochronologie : suivant la signification géologique que l'on donne à l'établissement de ces systèmes fermés, et suivant les dimensions qu'on assigne à chacun de ces systèmes, les interprétations vont différer. D'autre part, l'hypothèse même de l'existence de systèmes originellement dépourvus d'isotopes radiogéniques peut être mise en doute.

Plusieurs lignes de recherches se sont déjà fait jour en géochronologie. Je décrirai brièvement celles dont nous devons tenir compte ici :

a)- M. BONHOMME (1962), dans son étude géochronologique des granites et migmatites en Côte d'Ivoire, étudie la transformation de l'isotope radioactif  $^{87}\text{Rb}$  en isotope radiogénique  $^{87}\text{Sr}$  (méthode Rb/Sr).

tel-00788960, version 1 - 15 Feb 2013

D'après cet auteur, les concentrations dans les granites ou les roches volcaniques de rubidium et de strontium non radiogénique se font au moment de la différenciation magmatique, tandis que ces roches se constituent en système fermé lors de leur mise en place, quasi contemporaine de cette différenciation. Des événements ultérieurs, tels que le métamorphisme, pourront seulement homogénéiser les concentrations en éléments radiogéniques parmi tous les minéraux présents dans ce système fermé, sans affecter les teneurs globales.

Les mesures effectuées sur roche totale donnent ainsi l'âge de mise en place. En ce cas, les mesures effectuées sur les micas, corrigées par la méthode des droites de Fairbarn, indiquent soit l'âge de mise en place, soit l'âge des métamorphismes ultérieurs.

b)- On peut également restreindre le champ d'observation en considérant qu'une roche forme un système généralement ouvert et en ne regardant que les minéraux qui la constituent.

Ces minéraux peuvent constituer, par rapport aux isotopes radiogéniques et radioactifs, des systèmes ouverts ou fermés. Ces derniers peuvent s'établir soit immédiatement après la cristallisation, soit après tout événement géologique (métamorphisme, altération etc...) susceptible d'entraîner des départs ou des apports parmi les isotopes étudiés. Dans les cas les plus favorables, ces événements provoquent une perte totale ou partielle d'isotope radiogénique, immédiatement suivie par la fermeture des systèmes. Dans le premier de ces cas, les mesures géochronologiques indiquent l'âge de l'événement. Dans le deuxième, l'âge mesuré n'a plus de signification évidente mais, moyennant certaines hypothèses, peut parfois être interprété.

Les communications faites aux colloques internationaux de Vienne (1962) et Nancy (1965) offrent de nombreux exemples de ces phénomènes : citons en particulier la communication de F. LEUTWEIN et J. SONET (1965) sur "L'évolution géochronologique de la partie NE du Massif Armoricaïn Français" et la communication de E. PICCIOTO et coll. (1965) sur "Quelques roches du socle cristallophyllien du Hoggar".

### III.3.2 - MESURES FAITES DANS LE GUIDIMAKA

#### III.3.2.1 - Echantillonnage

Deux datations de muscovites provenant de quartzites de la Série de M'Bout ont été menées à bien par Madame VACHETTE (Clermont-Ferrand), en utilisant la méthode Rb/Sr.

Vingt deux datations de microclines et de micas provenant des granites du Guidimaka ont été réussies au centre de recherche pétrographiques et géochimiques de Vandoeuvre (1). Les méthodes Rb/Sr et K/A ont été employées concurremment.

Enfin, je rappellerai les résultats de quatre datations qui ont déjà fait l'objet de publications (J.P. BASSOT et coll. 1963, R. GIRAUDON et coll. 1964, M. VACHETTE 1964). Elles concernent des micas provenant d'une part des granites du Guidimaka d'autre part de roches métamorphiques de la Série de Bakel, et sont faites par la méthode Rb/Sr.

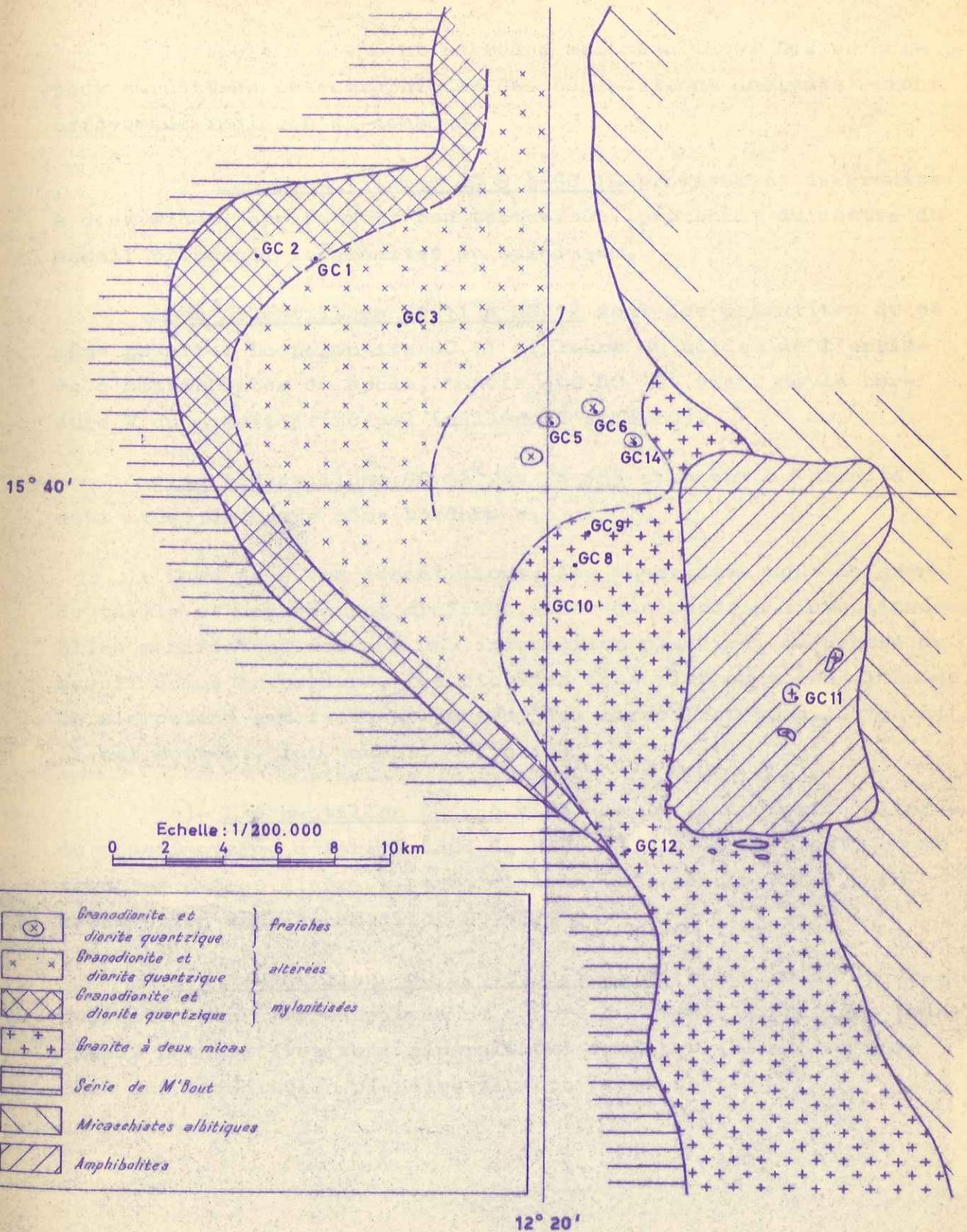
---

(1) Je tiens à remercier à nouveau ici le Professeur F. LEUTWEIN et Monsieur J. SONET, qui ont eu la grande amabilité de s'intéresser à ces problèmes mauritaniens et d'effectuer toutes ces analyses. Après un complément d'analyses actuellement en cours, ces résultats feront l'objet d'une publication commune.

# EMPLACEMENT DES ECHANTILLONS GEOCHRONOLOGIQUES PRELEVES DANS LES GRANITES DU SOCLE

FIG.79

- Les datations des échantillons GC1, GC2, GC3, n'ont pu être réussies



tel-00788960, version 1 - 15 Feb 2013

Le tableau ci-joint regroupe ces résultats. Les principaux caractères pétrographiques des échantillons analysés seront brièvement indiqués ci-dessous.

a)- Les échantillons GC 8 à GC 10 proviennent de granite à deux micas, apparemment peu tectonisés, provenant du centre du massif principal de granites du Guidimaka.

Les échantillons GC 11 à GC 12 sont des pegmatites de ce même granite. La pegmatite GC 11 affleure au milieu de l'enclave d'amphibolites du socle, tandis que GC 12<sup>1</sup> vient de la bordure W du massif principal (village d'Artemou).

Les échantillons GC 12<sup>2</sup> et DS 655 viennent du granite à deux micas de cette même bordure W.

Dans tous ces échantillons, les muscovites sont de grande taille et apparemment fraîches, bien que parfois microplissées. Elles manifestent souvent une orientation planaire, au centre du massif comme en bordure. Les biotites sont plus ou moins altérées. Le microcline est frais et possède des caractères poecilitiques; il est souvent, lui aussi, tectonisé.

b)- L'échantillon DS 656 vient de la granodiorite altérée du massif ovoïde d'Amriye (Sud de M'Bout). La biotite est, comme tous les autres minéraux, très altérée (cf. paragraphe I., la description de l'échantillon D 140).

Les échantillons GC 5, GC 6 et GC 14 viennent de la granodiorite non altérée située au centre du massif granitique principal. Les biotites sont généralement fraîches. Elles ont parfois une orientation planaire plus ou moins nette.

## DATATIONS GEOCHRONOLOGIQUES

FORMATION GEOLOGIQUE	n° Echantillon	n° Analyse	Minéral	Age Rb/Sr	Age K/A	Laboratoire		
						C.F.	C.R.P.G.	
Granite à deux micas	GC 8	D 655	Muscovite	600 ± 24	700	x		
			Biotite	620 ± 40			x	
			Microcline	350 ± 10			x	
	GC 9		Biotite	630 ± 30	1000		x	
			Microcline	1300 ± 30			x	
	GC 10		Muscovite	550 ± 40	740		x	
			Microcline	1000 ± 100			x	
	GC 11		Muscovite	640 ± 50	750		x	
			Microcline				800	x
	GC 12 <sup>1</sup>		Muscovite	620 ± 70			x	
			Microcline	720 ± 100			x	
	GC 12 <sup>2</sup>		Muscovite	650 ± 50			x	
Microcline				900				
Granodiorite	GC 5	DS 656	Biotite	297 ± 14		x	x	
			Biotite	590 ± 30			765	x
			Biotite				800	x
			Biotite	640 ± 40			780	x
Quartzites de la Série de M'Bout	F 571	DS 1302	Muscovite	365 ± 29		x		
	F 587	DS 1303	Muscovite	345 ± 37			x	
Quartzites de la Série de Bakel		DS 546	Muscovite	358 ± 33		x		
Micaschistes de la Série de Bakel		DS 550	Muscovite	357 ± 21		x		
		DS 551	Biotite	206 ± 6			x	

C.F. : Institut de Géologie de Clermont-Ferrand

C.R.P.G. : Centre de recherches pétrographiques et géochimiques de Vaudoeuve

c)- Les quartzites F 571 et F 587 viennent des monts Wa-Wa. Les muscovites sont fraîches et possèdent une orientation planaire (foliation) parallèle aux plans axiaux des plis de la phase tectonique II (voir conclusions de la 2ème partie).

d)- DS 546 vient d'un quartzite de la Série de Bakel, tandis que DS 550 et DS 551 concernent un micaschiste à deux micas prélevé près du village de Thiagnaff. D'après les descriptions de L. RENAUD (1958), il semble que la biotite qui a fait l'objet de l'analyse DS 551 soit assez altérée.

### III.3.2.2 - Analyse des résultats

Les résultats de ces datations ont été reportés d'une part sur les histogrammes 80 a et 80 b (faits avec des classes de 50 MA), d'autre part sur le graphique 81. Les observations suivantes peuvent être faites.

a)- Les datations obtenues sont très étalées et ne correspondent à aucune répartition gaussienne.

b)- Les différents minéraux d'un même échantillon indiquent souvent des âges très différents.

c)- Les mêmes minéraux pris dans des échantillons voisins, apparemment identiques, peuvent également indiquer des âges différents.

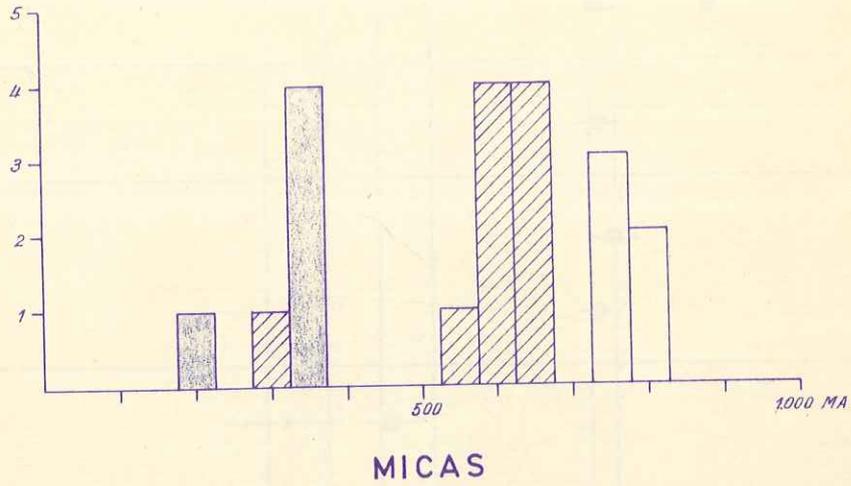
d)- Enfin les âges obtenus sur les micas par les méthodes Rb/Sr et K/A sont assez systématiquement discordants.

Ces remarques montrent bien la complexité que peuvent prendre, dans certaines régions, les problèmes géochronologiques. Elles ne doivent pas surprendre outre mesure : semblables observations ont déjà été faites et interprétées dans d'autres régions, telles que le massif armoricain, où la densité d'analyses effectuées est beaucoup plus grande.

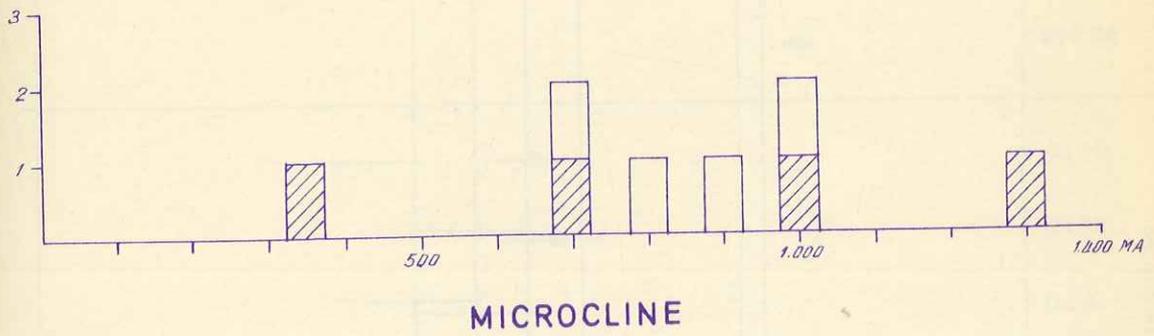
FIG.80

# AGES ABSOLUS HISTOGRAMMES

a



b



 Quartzite et micaschiste meth. Rb/Sr

 Granites meth. Rb/Sr

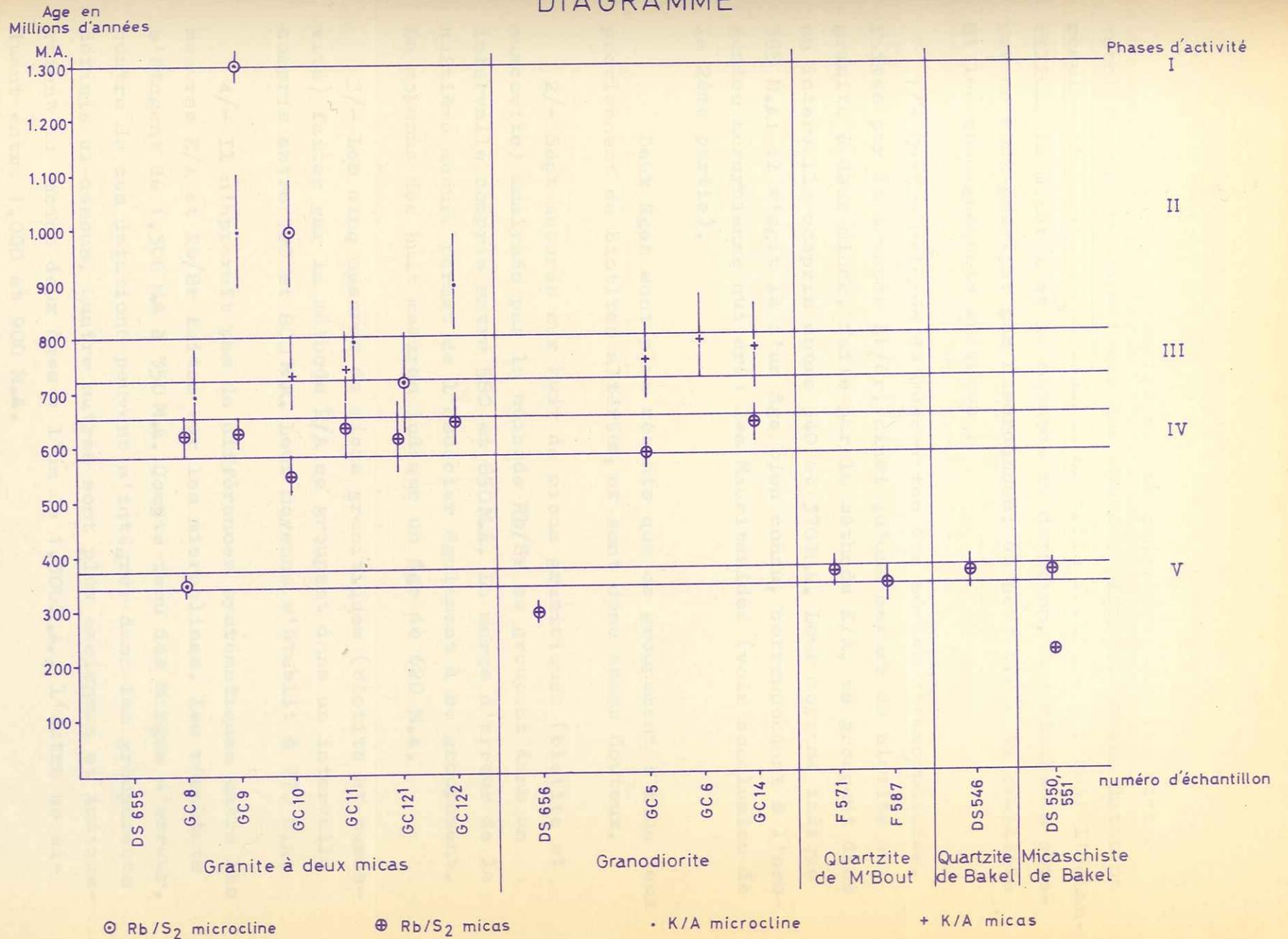
 Granites meth. K/A

sciences de la terre  
BRUXELLES DAK 65 - A18  
JULIEN  
GADIS

tel-00788960, version 1 - 15 Feb 2013

# AGES ABSOLUS DIAGRAMME

FIG.81



R.LILLE - DAK 65 A18

Il semble impossible ici de considérer que les roches totales aient pu constituer des systèmes fermés. Chaque datation résulte ainsi de la combinaison de trois facteurs qui sont l'échantillon, le minéral et la méthode de datation. Les résultats obtenus ne sont pourtant pas désordonnés; on peut tirer du graphique 81 les enseignements suivants :

1/- Quatre mesures de muscovites des séries métamorphiques, faites par la méthode Rb/Sr, ainsi qu'une mesure de biotite du granite à deux micas, faite par la méthode K/A, se groupent dans un intervalle compris entre 340 et 370 M.A. Leur moyenne indique 355 M.A: il s'agit là d'un âge bien connu, correspondant à l'orogénèse hercynienne qui créa les Mauritanides (voir conclusion de la 2ème partie).

Deux âges sont plus récents que ce groupement : tous deux proviennent de biotites altérées, et sont donc assez douteux.

2/- Sept mesures sur huit de micas granitiques (biotite et muscovite) analysés par la méthode Rb/Sr se groupent dans un intervalle compris entre 580 et 650 M.A. La marge d'erreur de la huitième mesure permet de l'associer également à ce groupement. La moyenne des huit mesures indique un âge de 620 M.A.

3/- Les cinq mesures de micas granitiques (biotite et muscovite) faites par la méthode K/A se groupent dans un intervalle compris entre 720 et 800 M.A. Leur moyenne s'établit à 770 M.A.

4/- Il n'apparaît pas de différences systématiques entre les mesures K/A et Rb/Sr faites sur les microclines. Les résultats s'étagent de 1.300 M.A à 350 M.A. Compte tenu des marges d'erreur, quatre de ces datations peuvent s'intégrer dans les groupements définis ci-dessus. Quatre autres sont plus anciennes et indiqueraient au moins deux âges : l'un de 1.300 M.A., l'autre se situant entre 1.000 et 900 M.A.

Le fait même d'obtenir des groupements, dont aucun ne peut être considéré comme caractéristique d'un seul des trois facteurs cités ci-dessus, semble indiquer qu'on date bien des événements géologiques, qui ont également affecté toutes les formations, mais dont l'action n'a pas été suffisante pour ouvrir tous les systèmes. Quels peuvent être ces événements ?

a)- L'âge de 355 M.A. correspond à la fois à une tectogénèse et à un métamorphisme, qui ont affecté en même temps le socle granitique et ses séries de couverture. Cet événement est synchrone de la "phase bretonne" de l'orogénèse hercynienne.

b)- Les âges de 620 et 770 M.A. s'inscrivent dans l'orogénèse assynitique de H. STILLE. L'âge de 620 M.A. est proche de la phase cadomienne qui, d'après F. LEUTWEIN et coll. (1965), précède immédiatement, en Bretagne, le dépôt du Cambrien.

Le fait d'observer une différence systématique entre les âges Rb/Sr et K/A des mêmes micas doit être interprété. Semblables discordances ont déjà été notées par différents auteurs. Elles ne correspondent pourtant pas à une erreur méthodologique systématique étant donné que la grande majorité des mesures mondiales faites simultanément par les deux méthodes sont parfaitement concordantes, comme l'indiquent J.L. KULP et J. ENGELS (1962).

D'après ces auteurs, les "échanges de bases" provoqués par des circulations d'eaux chargées en calcium (30 ppm) et rubidium (0,1 à 1 ppm) sont susceptibles de provoquer un rajeunissement des âges Rb/Sr, alors que les âges K/A restent inchangés. Les auteurs traitent seulement le cas des eaux météoriques : on pourrait envisager aussi bien la circulation de solutions hydrothermales à la faveur d'un métamorphisme général de caractère épi ou méso.

Archives de la Loire  
BIUS  
JULIEN  
CADIS

Les simples échauffements dus à un métamorphisme de contact, en revanche, rajeunissent les âges K/A plus facilement que les âges Rb/Sr, ce qui n'est pas le cas ici.

D'après d'autres auteurs (P.M. HURLEY et coll., 1962), un simple soulèvement suivi d'érosion est capable de provoquer une perte par diffusion d'argon et strontium radiogéniques, ce phénomène se produisant à des températures notablement inférieures à celles de la cristallisation des micas. Les constantes de diffusions sont toutefois identiques pour ces deux éléments, et on ne devrait donc pas observer de discordance systématique dans les mesures.

L. SALOP (1963, in G. ROCCI, 1965), indiquerait également que "le départ d'argon des roches peut se produire à la suite de transformations invisibles dues à des températures relativement basses, et notamment à la déformation et à la compression. L'arrêt de l'activité de ce crypto-métamorphisme serait conditionné par le soulèvement de blocs de l'écorce terrestre".

En conclusion, on peut avancer l'hypothèse que les deux âges (620 et 770 M.A.) obtenus correspondent à deux épisodes distincts. Le premier provoque soit une néoformation de micas, soit un rajeunissement de micas anciens. Il peut traduire soit un métamorphisme, soit un mouvement épirogénique ou orogénique. Le deuxième rajeunit les âges Rb/Sr sans affecter les âges K/A : il peut correspondre soit à un léger métamorphisme général, soit à une altération.

Dans les deux cas, nous datons ainsi des phénomènes qui peuvent être aussi bien des tectogénèses que des métamorphismes ou altérations. Le deuxième phénomène paraît seulement moins intense que le premier.

3/- Enfin, les âges obtenus sur le microcline indiquent que les granites ont au moins 1.300 M.A., et qu'ils ont subi depuis leur mise en place une évolution complexe

Les âges égaux ou un peu inférieurs à 1.300 M.A., ne sont pas inconnus dans le Monde : on les retrouve en particulier dans le socle pentévrien de Bretagne (F. LEUTWEIN, 1965).

### III.3.3- COMPARAISON AVEC D'AUTRES MESURES AFRICAINES

#### III.3.3.1 + Arc Bakel - Akjoujt

a)- Toutes les mesures (1) faites au Sénégal Oriental et indiquées par J.P. BASSOT et coll. (1963) se trouvent dans les groupements que j'ai définis plus haut, à l'exception des suivantes :

- trois biotites de granites du socle, datées par la méthode Rb/Sr, qui indiquent respectivement  $2.011 \pm 39$  M.A.,  $2.037 \pm 106$  M.A., et  $2.086 \pm 106$  M.A. Les auteurs interprètent ces âges comme typiquement éburnéens;

- la roche totale d'une rhyolite métamorphique du Niokolo-Koba a indiqué, par la méthode Rb/Sr,  $441 \pm 17$  M.A., tandis que la fraction chlorite-séricite  $< 4 \mu$  d'une pélite sériciteuse de la Koulountou indiquait  $433 \pm 25$  M.A.: les auteurs estiment dater ainsi un métamorphisme du début du Silurien.

b)- R. GIRAUDON et coll. (1964) donnent les résultats de deux mesures faites par la méthode Rb/Sr, dans la région d'Akjoujt, sur le granite de El Kléouat : la roche totale indique  $600 \pm 62$  M.A., tandis que la biotite donne un âge de  $243 \pm 6$  M.A., corrigé à 218 M.A. par la méthode des droites de FAIRBAIRN.

---

(1) 12 au total, comprenant les 3 mesures que j'ai déjà citées.

Ces deux résultats rentrent encore parfaitement dans le cadre défini plus haut pour le Guidimaka.

c)- En conclusion, si l'on veut tenir compte de la totalité des résultats obtenus dans l'arc Bakel-Akjoujt, il faut ajouter aux groupes d'âges apparaissant dans la région du Guidimaka les groupes suivants :

- un groupe proche de 2.045 M.A., représentant l'âge véritable du socle (ou l'âge du véritable socle ...) éburnéen de la région;

- un groupe proche de 430 ou 440 M.A., indiquant un épisode du début du Silurien. Cet âge n'apparaît qu'au Sénégal Oriental;

- enfin, de façon plus hypothétique, un groupe proche de 200 M.A. représentant un épisode permo-triasique. Etant donné la nature des minéraux qui ont donné ces âges, je pense que l'existence réelle de cet épisode est assez incertaine.

### III.3.3.2- Synthèse des mesures faites dans l'Ouest Africain

Une synthèse et une interprétation des résultats obtenus dans l'Ouest Africain ont été récemment tentées par G. ROCCI (1965).

D'après les conclusions de cet auteur, "l'Ouest Africain (1) apparaît constitué par un très vaste craton ancien (au moins 2.000 M.A.) de 3.000.000 km<sup>2</sup> (2), recouvert en partie par un bassin sédimentaire (3) et bordé de toutes part, sauf au Sud, par des "ceintures mobiles" : une ceinture septentrionale et

---

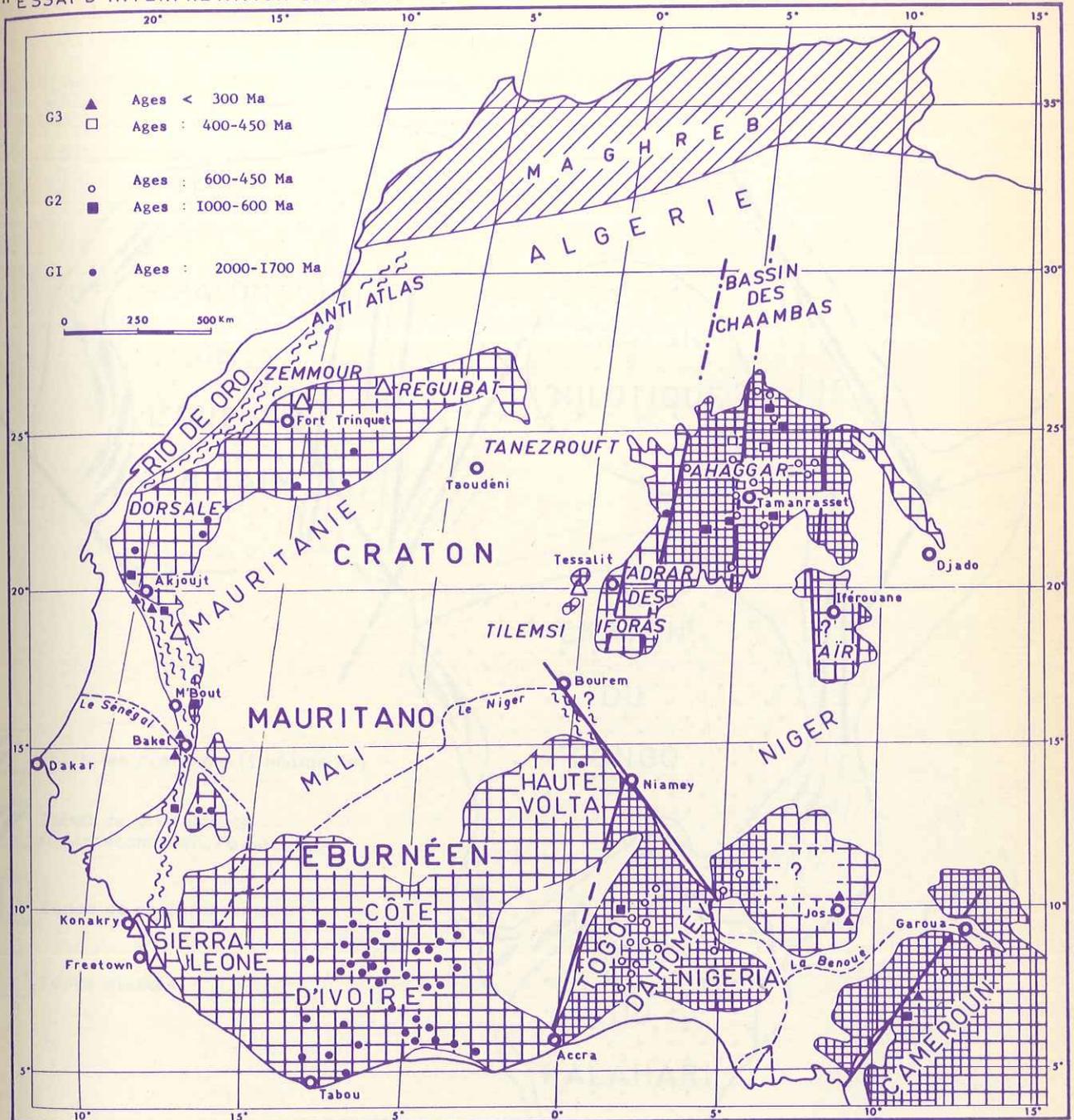
(1) C'est à dire la région comprenant le Sahara et la totalité de l'ex A.O.F.

(2) Le craton "mauritano-éburnéen"

(3) Le synéclise de Taoudenni

# AGES ABSOLUS EN AFRIQUE DE L'OUEST (Carte extraite de G.ROCCI\_1965)

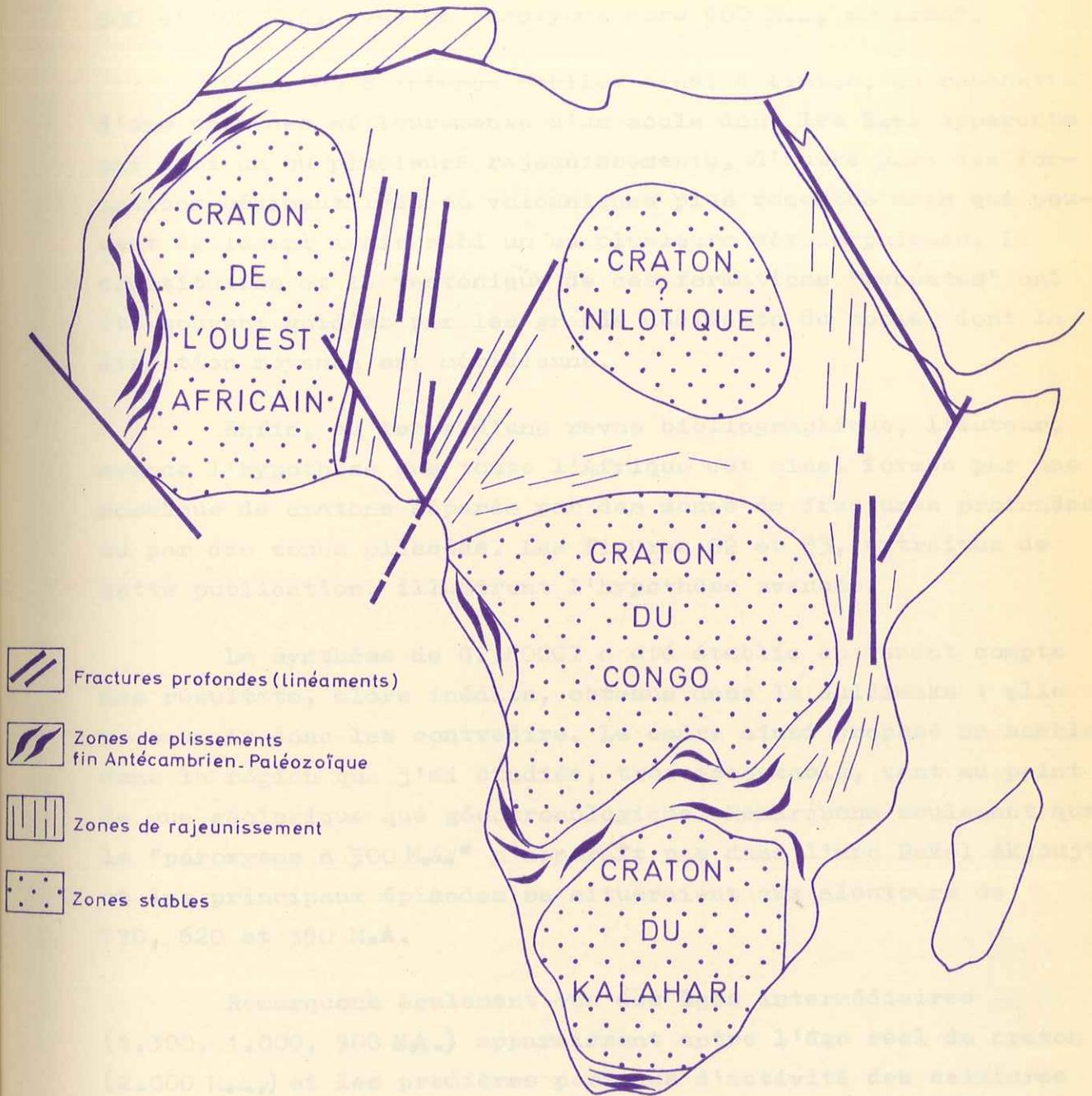
"ESSAI D'INTERPRETATION DES MESURES GEOCHRONOLOGIQUES - LA STRUCTURE DE L'OUEST AFRICAIN"



- Formations précambriennes
- Séries de couverture
- Séries plissées
- Zones "rajeunies"
- Massifs de roches ultrabasiques ou hypercalcalins
- Fractures

— Esquisse géologique de l'Ouest Africain et répartition des mesures d'âge absolu.  
Chaque signe d'âges absolus peut correspondre, dans les zones à forte densité de points, à plusieurs mesures faites sur des formations différentes.

tel-00788960, version 1 - 15 Feb 2013



-  Fractures profondes (linéaments)
-  Zones de plissements fin Antécambrien-Paléozoïque
-  Zones de rajeunissement
-  Zones stables

tel-00788960, version 1 - 15 Feb 2013

occidentale plissée de 2.500 km de long (1), une ceinture orientale plissée (?) réactivée et soulevée. Les périodes de plus grande activité de ces ceintures semblent s'être déroulées entre 800 et 300 M.A., avec un paroxysme vers 500 M.A. environ".

Dans les ceintures mobiles ainsi définies, on rencontre d'une part des affleurements d'un socle dont les âges apparents ont subi un ou plusieurs rajeunissements, d'autre part des formations sédimentaires ou volcaniques plus récentes mais qui peuvent également avoir subi un ou plusieurs métamorphismes. La constitution et la tectonique de ces formations "récentes" ont été souvent guidées par les grands accidents du socle, dont la direction moyenne est méridienne.

Enfin, au terme d'une revue bibliographique, l'auteur, avance l'hypothèse que toute l'Afrique est ainsi formée par une mosaïque de cratons séparés par des zones de fractures profondes ou par des zones plissées. Les figures 82 et 83, extraites de cette publication, illustrent l'hypothèse avancée.

La synthèse de G. ROCCI a été établie en tenant compte des résultats, alors inédits, obtenus dans le Guidimaka : elle ne saurait donc les contredire. Le cadre ainsi proposé me semble, dans la région que j'ai étudiée, très acceptable, tant au point de vue géologique que géochronologique. Remarquons seulement que le "paroxysme à 500 M.A." n'apparaît pas dans l'arc Bakel Akjoujt, où les principaux épisodes se situeraient aux alentours de 770, 620 et 350 M.A.

Remarquons également que des âges intermédiaires (1.300, 1.000, 900 M.A.) apparaissent entre l'âge réel du craton (2.000 M.A.) et les premières périodes d'activité des ceintures mobiles (800 M.A.) : il est très possible que la période de vacuité qui semblait apparaître entre les âges éburnéens et les premiers âges infracambriens soit seulement due à l'insuffisance de nos connaissances.

---

(1) Les Mauritanides.

### III.3.4- CONCLUSION DE L'ETUDE GEOCHRONOLOGIQUE

Dans le cadre des hypothèses avancées ci-dessus, qui, rappelons le, n'ont rien d'évident ni d'incontestable, on peut déduire de cette étude géochronologique les enseignements suivants.

a)- Les granites du Guidimaka ont un âge supérieur ou au moins égal à 1.300 M.A. Ils peuvent donc correspondre aussi bien aux granitisations éburnéennes (1.800 à 2.000 M.A.) qu'aux granitisations antébirrimiennes (2.600 M.A.?). Il est possible également qu'ils aient un âge réel de 1.300 M.A. et ne correspondent à aucune granitisation actuellement connue dans l'Ouest Africain.

b)- Des événements géologiques, dont on ne peut préciser la nature, ont affecté ces granites à diverses époques se situant entre 1.300 et 200 M.A. Les événements les mieux marqués ont eu lieu autour de 770 et de 620 M.A. tandis qu'un âge de 350 M.A. se retrouve dans les granites comme dans ses séries métamorphiques de couverture. Ce dernier âge correspond à l'orogénèse hercynienne qui créa les Mauritanides (cf. conclusions de la 2ème partie). L'âge de 430 ou 440 M.A., en revanche, qui correspondrait au Sénégal Oriental à une tectogénèse du début du Silurien, n'a pas été retrouvé dans le Guidimaka.

c)- Il est vraisemblable que l'un des événements ainsi datés correspond à la tectogénèse qui précéda immédiatement le dépôt des Séries de M'Bout et de Bakel, et qu'un autre correspond à la première tectogénèse qui ait affecté ces séries. Différents âges s'étageant du Précambrien supérieur au début du Cambrien peuvent donc être proposés pour ces séries, tandis que la phase de plissement que nous avons appelée I peut être précambrienne ou hercynienne.

d)- Enfin, le fait que le socle granitique ait été affecté, comme ses séries de couverture, par la tectogénèse hercynienne (350 M.A.) s'intègre bien dans notre hypothèse d'une tectonique de socle. Il va de soi que cette remarque ne saurait en rien constituer une preuve.

### III.4- AGE DES FORMATIONS GRANITIQUES ET METAMORPHIQUES DU GUIDIMAKA - ESSAIS DE CORRELATION

Je ferai dans ce chapitre la synthèse des résultats obtenus plus haut, indépendamment les uns des autres, soit par les méthodes classiques de corrélation de faciès, soit par les méthodes géochronologiques. Le lecteur voudra donc bien m'excuser pour les inévitables redites.

#### III.4.1- SOCLE GRANITISE ET COMPLEXE DES MICASCHISTES ALBITIQUES DE DILLA-BOUANZE

Les granites du Guidimaka peuvent être assimilés sans difficulté aux granites types Baoulé qui constituent une partie du socle du Sénégal Oriental. Ils n'apparaissent pas non plus fondamentalement différents de certains granites du socle Amsaguien, situé 500 km au NW de la région étudiée.

J.P. BASSOT (1964) rapproche les granites du Sénégal Oriental des granites éburnéens (1.800 à 2.000 M.A.) de Côte d'Ivoire. J. BARRERE (1965) en revanche, assimilerait plus volontiers les migmatisations et granitisations amsagiennes à l'Ante birrimien. La question ne peut donc être considérée comme résolue (1).

---

(1) Cette contradiction n'est peut être qu'apparente : J. BARRERE montre en effet que les granitisations de l'Amsaga constituent le dernier épisode de phénomènes de mobilisation qui commencent avec le métamorphisme et les migmatisations "amsagiennes". Si l'on suppose que cette évolution allant du métamorphisme aux granitisations a occupé un laps de temps suffisamment long, on peut penser que les derniers granites ou granitoïdes formés dans l'Amsaga étaient synchrones des granitisations éburnéennes (G. ROCCI : commentaires faites à la soutenance de thèse de J. BARRERE, 1965).

Les mesures géochronologiques ne contredisent aucune de ces deux hypothèses, et n'interdisent pas non plus d'envisager pour les granites du Guidimaka des âges plus jeunes, à condition toutefois qu'ils restent supérieurs à 1.300 M.A.

Les amphibolites, qui appartiennent certainement au socle du Guidimaka, et le complexe des micaschistes albitiques de Diala-Bouanze, qui en fait vraisemblablement partie, ne peuvent être actuellement parallélisés avec certitude à aucune autre formation de l'Ouest Africain. Indiquons seulement que ces amphibolites paraissent identiques à celles de la Série de Mako, dont J.P. BASSOT fait du Birrimien, malgré leur métamorphisme un peu plus fort que celui de la majeure partie du Birrimien sénégalais. L'attribution d'un âge birrimien à l'ensemble des roches métamorphiques du socle du Guidimaka ne semble du reste pas invraisemblable (G. ROCCI, 1962) : je pense seulement que cette hypothèse est encore insuffisamment étayée pour devenir une certitude.

Toutefois, les derniers travaux de J.C. CHIRON (1966) mettent en évidence, au Nord de la région que j'ai cartographiée, des séries volcano-sédimentaires métamorphiques, différentes de la Série de M'Bout, qui pourraient fort bien constituer le prolongement nord du complexe des micaschistes albitiques de Diala-Bouanze. L'auteur met en évidence des ressemblances entre certaines de ces formations métamorphiques et la Série d'Akjoujt ou le socle amsaguien. Si l'on se souvient que J. BARRERE (1965) estime qu'une grande partie de la Série d'Akjoujt peut appartenir au socle amsaguien, on voit ainsi se dessiner une cartographie du socle depuis l'Amsaga, au Nord, jusqu'au Guidimaka, au Sud : au socle appartiendrait, en plus des granites et amphibolites, d'une part une fraction de la Série d'Akjoujt, d'autre part le complexe des micaschistes albitiques et ses prolongements N. Les Séries de M'Bout et de Bakel seraient nettement plus jeunes. L'avenir dira si cette hypothèse de travail peut être justifiée.

### III.4.2 - SERIES DE M'BOUT ET DE BAKEL

La seule certitude que nous ayons, jusqu'à présent, sur l'âge des Séries de M'Bout et de Bakel est qu'elles sont plus jeunes que le socle granitisé et plus anciennes qu'une tectogénèse précambrienne (350 M.A.). En exprimant les faits d'une manière légèrement différente, on peut dire qu'elles semblent entrer dans le cadre des "séries postérieures au Birrimien et antérieures au Silurien moyen" défini par J.P. BASSOT (1964).

Au point de vue régional, ces deux formations appartiendraient à l'ancienne "Série de Bakel-Akjoujt", dont l'unité stratigraphique semble maintenant discutable.

Dans l'état actuel des connaissances sur l'arc Bakel-Akjoujt, on pouvait envisager quatre approches du problème de l'âge des Séries de M'Bout et de Bakel :

1/- datation directe, par des méthodes géochronologiques, des roches qui la composent;

2/- datation de la tectogénèse qui précéda le dépôt de ces séries;

3/- étude des relations avec la Série de Sélibabi, qui est très probablement primaire (cf. paragraphe III.43);

4/- corrélation avec des séries datées du Sénégal Oriental (1).

---

(1) En effet, tant qu'une cartographie au 1/200.000 (actuellement en cours) n'a pas été faite depuis le Guidimaka jusqu'à la région Akjoujt - Tamkarkart, il est prématuré de vouloir faire des corrélations avec les formations de cette dernière région.

tel-00788960, version 1 - 15 Feb 2013

Je vais revoir successivement les éléments apportés par ces quatre méthodes.

a)- Les mesures géochronologiques faites sur des micas de la Série de M'Bout nous ont seulement permis de dater un métamorphisme. Un essai de datation de roche totale, faite par Madame VACHETTE sur une rhyolite de la Série de M'Bout, s'est soldé par un échec, cette roche ayant un pourcentage trop fort de strontium.

Je pense qu'il vaudrait mieux attendre maintenant que la méthode de datation par l'étude de la dispersion de la biréfringence des feldspaths soit bien testée pour reprendre ce problème : les phénocristaux des rhyolithes de la Série de M'Bout fourniraient alors un matériau de choix.

b)- Les mesures géochronologiques faites sur des granites du socle nous ont fourni plusieurs âges possibles (entre lesquels il est impossible de choisir) pour l'orogénèse qui précéda le dépôt des séries de couverture.

c)- L'étude des relations entre les Séries de M'Bout et de Bakel d'une part, la Série de Sélibabi d'autre part, aurait dû être plus fructueuse : C. BENSE et J. DELPY, en effet, avaient présenté à divers reprises des arguments en faveur d'un passage latéral entre ces diverses séries, ce qui les avait amenés à considérer les Séries de M'Bout et de Bakel comme du "Primaire métamorphique".

L'ensemble de notre étude nous a montré toutefois que ces corrélations ignoraient certains éléments stratigraphiques majeurs et restaient assez douteuses.

Il semble d'autre part que certains faciès très peu métamorphiques de la Série de Sélibabi ne doivent pas être confondus avec les roches nettement métamorphiques des Séries de M'Bout et de Bakel : J.P. BASSOT avait déjà fait au Sénégal Oriental cette distinction qui, dans l'état actuel des connaissances, apparaît prudente.

tel-00788960, version 1 - 15 Feb 2013

Ma propre étude des contacts entre la Série de Bakel et la Série de Sélibabi ne m'a pas apporté d'arguments décisifs, ni pour, ni contre la corrélation proposée. Tout ce que j'ai pu dire est que le Guidimaka me semble une région peu propice pour une telle démonstration.

Il ne reste donc comme argument direct en faveur de la corrélation que des analogies lithostratigraphiques : les deux groupes de formations étudiées sont essentiellement volcano-détritiques. Les deux volcanismes pourraient (bien que ce ne soit pas vraiment prouvé) appartenir au même type d'association. Enfin les quartzites de M'Bout et de Bakel semblent provenir d'un sédiment lithologiquement identique aux grès supérieurs de la Série de Sélibabi.

En revanche, cette hypothèse pose le problème du métamorphisme d'une série sous une très faible couverture : en effet, si les quartzites de M'Bout et de Bakel sont ordoviciens, ils ne pouvaient être recouverts que par le Silurien et le Dévonien lors du métamorphisme daté à 350 M.A.

Nous avons établi à plusieurs reprises que métamorphisme et tectogénèse étaient ici synchrones. On pourrait penser que les déformations ont fourni la chaleur nécessaire au métamorphisme, donc que le plissement est la cause du métamorphisme. Je ne retiendrai pas cette explication : la majorité des auteurs pensent qu'elle est impossible, les énergies mises en jeu par ces deux phénomènes étant d'un ordre de grandeur tout à fait différent (J. GOGUEL, 1952).

tel-00788960, version 1 - 15 Feb 2013

Ce métamorphisme des Séries de M'Bout et de Bakel appartient au faciès schiste vert, ce qui nécessiterait une température d'au minimum 300° C (F.J. TURNER et J. VERHOOGEN, 1960). Dans des régions orogéniques métamorphisées, on a reconnu l'influence de gradients géothermiques atteignant 70° C/km (E. DEN TEX, 1965). H.J. SWART aurait mis en évidence, dans les Pyrénées des gradients de 100° C/km, ce qui semble actuellement un maximum. Par conséquent, la charge nécessaire serait donc ici de plusieurs kilomètres de terrains, même si l'on suppose l'existence de gradients élevés.

Il apparaît difficile de penser que le Silurien et le Dévonien aient pu avoir des épaisseurs pareilles au-dessus des Séries de M'Bout et de Bakel alors que ces étages sont inconnus dans la portion du synclise de Taoudeni adjacente au Guidimaka (C. BENSE, 1961).

Rien non plus ne permet de penser que des nappes se soient empilées au-dessus de ces séries.

En tout état de cause, les problèmes théoriques ainsi soulevés laissent un doute sur l'hypothèse simplificatrice attribuant aux Séries de M'Bout et de Bakel un âge cambro-ordovicien.

d)- J.P. BASSOT décrit au Sénégal Oriental différentes séries faiblement métamorphiques auxquelles il attribue un âge allant de l'Infracambrien au Silurien. Citons ainsi les Séries de la Koulountou et des Bassaris, ainsi que la partie orientale de la Série de Bakel sénégalaise (1).

---

(1) La Série de Ségou Madina Kouta, plus ancienne (1.000 M.A.), a peu d'analogies avec les Séries de M'Bout et de Bakel.

Ces séries sont volcano-détritiques et reposent directement sur le socle birrimien. Elles passeraient latéralement de façon continue à des séries non métamorphiques dans lesquelles l'auteur a retrouvé la tillite, base du Cambrien. Enfin l'une de ces séries (Série des Bassaris) montrerait, d'après J.C. CHIRON (1964), un passage continu, dans le sens vertical, menant de formations volcano-sédimentaires non métamorphiques attribuées à la Série de la Falémé à des formations sous-jacentes volcano-sédimentaires métamorphiques qui seraient sans doute en grande partie infracambriennes.

Des analogies litho-stratigraphiques et structurales certaines existent donc entre les Séries de M'Bout et de Bakel d'une part, les séries infracambriennes et primaires du Sénégal Oriental d'autre part; toutefois, c'est surtout la ressemblance avec les formations infracambriennes qui retient l'attention.

#### Conclusion

Le problème de l'âge des Séries de M'Bout et de Bakel ne peut être considéré comme résolu.

Disons seulement qu'un certain nombre d'arguments non décisifs existent en faveur d'un rattachement de ces séries à l'Infracambrien, sinon au Primaire. Un rattachement au Birrimien ou à l'Ante Birrimien paraît actuellement exclu, les séries étudiées n'étant pas granitisées (1), alors qu'elles reposent sur

---

(1) J. BARRERE (1965) a récemment montré que certains éléments de la Série d'Akjoujt habituellement considérés comme non granitisés, l'étaient peut-être et pouvaient appartenir au socle de l'Amsaga. La lithologie des niveaux considérés, qui comprennent des quartzites ferrugineux, et des amphibolites, est toutefois différente de celle des séries qui nous intéressent ici, et leur position structurale semble également assez particulière.

tel-00788960, version 1 - 15 Feb 2013

un socle granitisé : rappelons en effet qu'aucune région de l'Ouest Africain affectée par les granitisations ante birrimiennes ne paraît avoir été laissée entièrement indemne par les granitisations éburnéennes.

Enfin l'hypothèse d'un âge postérieur au Birrimien et antérieur à l'Infracambrien actuellement connu ne peut être exclue : certains travaux en cours dans la région des Eglabs (J.M. BUFFIERE et coll., 1966) semblent montrer que cette longue période n'a pas été partout le temps mort qui apparaît sur nos schémas actuels.

Cela ne veut toutefois pas dire que les plissements soient la cause des métamorphismes. Je penserais beaucoup plus volontiers que plissement et métamorphisme sont ici deux effets d'une même cause. Quelle est cette cause. Nous atteignons là des problèmes touchant à la structure même de la croûte terrestre : ils seront abordés dans le chapitre suivant.

sciences de la terre  
BIUS  
JUL 1966  
CADIX

### III.5 - CONCLUSION GENERALE

#### III.5.1- HISTOIRE GEOLOGIQUE DE LA REGION M'BOUT-GUIDIMAKA

L'histoire connue de la région commence par une granitisation. Nous ne savons à peu près rien sur les modalités de celle-ci, si ce n'est que les granites du Guidimaka ont des affinités lithologiques avec les "granites métasomatiques de géosynclinaux" éburnéens. Rappelons toutefois que J.P. BASSOT a récemment montré que l'évolution qui créa le Birrimien du Sénégal Oriental, et qui s'est terminée avec la granitisation éburnéenne, ressemble à un cycle géosynclinal de type alpin.

Après un laps de temps impossible à évaluer, mais sans doute très grand, se produit une tectogénèse qui individualise, dans la partie occidentale du pays étudié, des hauts fonds et des sillons. Des émissions volcaniques se produisent alors tandis que les reliefs alimentent la sédimentation en majeure partie détritique des Séries de M'Bout et de Bakel.

Soit en même temps que cette évolution, soit, plus probablement, postérieurement à elle, la partie orientale du pays prend également sa forme actuelle : pendant que les calmes formations sédimentaires du synclise de Taoudeni se déposent sur le "craton mauritano-éburnéen", soumis à une lente subsidence, des fractures profondes s'ouvrent sur la bordure occidentale du craton et livrent le passage à des montées volcaniques de type ophiolitique. Ces émissions se poursuivent pendant presque tout le dépôt de la série primaire de Sélibabi dont la sédimentation en majeure partie volcano-détritique, se termine avec le dépôt de grès épicontinentaux auxquels on peut attribuer un âge ordovicien.

Une première phase de plissement et de métamorphisme affecte l'ensemble formé par le socle et par les Séries de M'Bout et de Bakel. Nous ignorons son âge, et ne savons pas si elle a agi ou non sur la Série de Sélibabi.

Une deuxième phase, beaucoup plus importante, affecte ensuite l'ensemble de l'arc Bakel - Akjoujt. On peut la dater à la limite Dévonien-Carbonifère. Elle provoque le plissement et le métamorphisme des Séries de M'Bout et de Bakel, tandis qu'elle ne se traduit, dans la Série de Sélibabi, que par l'établissement d'une tectonique en majeure partie cassante. Le socle granitisé est tectonisé en même temps que ses séries de couverture, qui ne semblent pas s'être systématiquement décollées (dans la région M'Bout-Guidimaka tout au moins).

Il est impossible de dire quel laps de temps s'est écoulé entre la première et la deuxième phase tectonique : il peut être aussi bien très long que très court ou même presque nul (1).

Enfin, l'éventualité de mouvements tardifs de faible importance dont l'âge serait permo-triasique, peut être envisagée.

### III.5.2 - RECHERCHE D'UNE EXPLICATION

a)- L'hypothèse a été parfois avancée que les formations de l'arc Bakel-Akjoujt s'étaient constituées lors d'un cycle géo-synclinal de type alpin.

---

(1) Les résultats de l'étude géochronologique ne contredisent aucune de ces hypothèses : en effet le nombre de mesures dont je disposais est absolument insuffisant pour permettre de séparer des événements distants de, par exemple, 20 M.A.

Si l'on ne considère que l'histoire des Séries de M'Bout, Bakel et Sélibabi, l'examen de la carte géologique montre que cette hypothèse n'est pas invraisemblable : la Série de M'Bout correspondrait au sillon eugéosynclinal, le massif principal de granites du socle à la ride miogéanticlinale, la Série de Sélibabi au sillon miogéosynclinal, tandis que le craton sur lequel s'édifiait le synclise de Taoudeni constituerait l'avant-pays (J. AUBOIN, 1961). La polarité serait donc Ouest-Est.

Le sillon eugéosynclinal, avec son volcanisme basal et ses faciès flysch, aurait été plissé et déversé vers l'avant-pays. Le sillon miogéosynclinal serait moins intensément tectonisé. Enfin, le métamorphisme affecterait essentiellement, comme il est normal, les zones internes du géosynclinal.

L'analogie reste toutefois très grossière : les polarités d'ordre sédimentologique qui auraient dû illustrer la polarité tectonique n'ont guère été retrouvées ici, ce qui rend aventureuse cette assimilation à un géosynclinal de type alpin.

b)- La comparaison avec les schémas géotectoniques, beaucoup plus souples, donnés par V. BELOUSSOF (1962), pourrait également être tentée.

D'après cet auteur, l'évolution de type géosynclinal commence par une subsidence, se continue par un soulèvement, et se termine par une phase de "construction de montagnes". Le passage de la période de subsidence à la période de soulèvement est "l'inversion" du géosynclinal : elle est mal marquée ou absente dans les évolutions de type paragéosynclinal, intermédiaires entre les conditions de plateformes et les conditions géosynclinales vraies.

Au début de la période de subsidence, la croûte terrestre est fissurée, livrant le passage à des montées volcaniques dont les coulées se mêlent aux sédimentations terrigènes. A la fin de la période de subsidence, au moment de l'inversion, les fissures se colmatent, la croûte devient imperméable : c'est alors que peuvent se faire les granitisations, qui seraient dues à la diffusion sous de hautes pressions de substances mobiles issues de magma qui ne peuvent trouver chemin vers la surface. Enfin, à l'époque terminale de "construction de montagne", la croûte se fissure à nouveau, les extrusions volcaniques recommencent, un nouveau cycle peut reprendre.

Si l'on applique les schémas de V. BELOUSSOF à l'histoire des Séries de M'Bout, Bakel et Sélibabi, on trouve qu'elles correspondent toutes à des conditions paragéosynclinales : le fait de n'avoir pas observé d'inversion est corroboré ici par l'absence de granitisations. Seules subsisteraient donc les périodes initiales ou finales du schéma.

Toutefois notre connaissance de la région apparaît encore insuffisante pour permettre une construction géotectonique sérieuse : il en sera peut-être autrement quand l'ensemble de l'arc Bakel-Akjoujt aura fait l'objet d'études détaillées, reliant la région Sénégal Oriental - Guidimaka à la région Akjoujt - Tamkarkart.

c)- Plutôt que de chercher les ressemblances que la région étudiée peut avoir avec d'autres zones mobiles de l'écorce terrestre, on peut toutefois examiner dès maintenant ce qui la rend originale : deux faits apparaissent alors frappants, qui sont d'une part l'abondance des extrusions volcaniques de type ophiolitique, d'autre part la totale absence d'intrusions granitiques dans toutes les formations qui n'appartiennent pas au socle.

sciences de la terre  
BIUS  
JULIEN  
CADIS

Dans le cadre géologique de l'Ouest Africain, l'absence de grandes granitisations constitue une différence fondamentale entre les évolutions géologiques que nous avons étudiées ici d'une part, les cycles géosynclinaux birrimiens d'autre part.

L'abondance des extrusions volcaniques, qui semblent s'être renouvelées, identiques à elles-mêmes, à différentes périodes, caractériserait un état de fissuration de la croûte terrestre. On peut penser que cette fissuration est également à l'origine des tectogénèses : autrement dit l'évolution de l'arc Bakel - Akjoujt en général, et de la région M'Bout-Guidimaka en particulier, se serait faite sous l'influence de grands accidents d'origine profonde qui se seraient ouverts ou auraient rejoué à différentes périodes, permettant ainsi les montées magmatiques et provoquant les tectogénèses.

Nous allons voir, dans le paragraphe suivant, que les études géophysiques pourraient confirmer cette hypothèse.

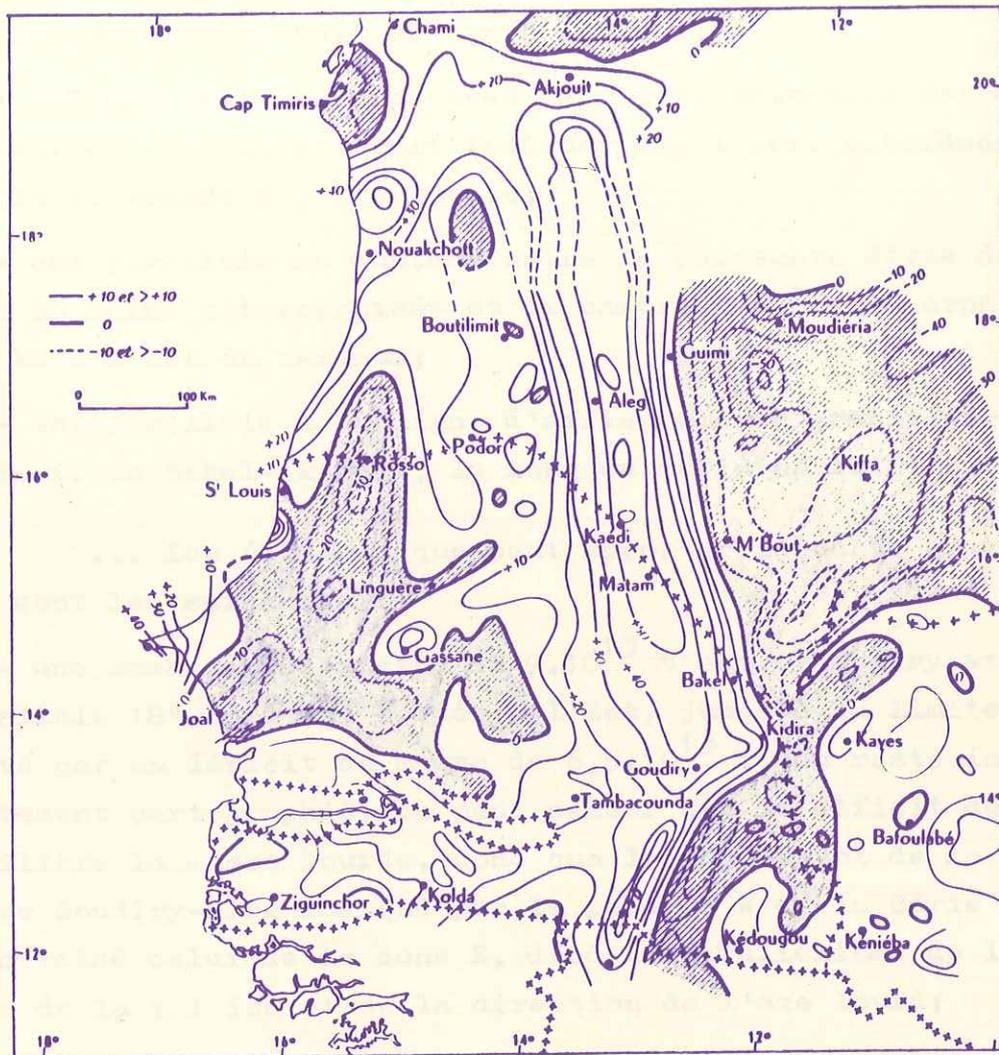
### III.5.3 - ETUDES GEOPHYSIQUES

Une étude gravimétrique, faite dans l'ensemble de l'arc Bakel-Akjoujt, a été analysée en 1962 (C. BLOT et coll., 1962). La carte de la figure 85 et les lignes qui suivent sont extraites de cette publication.

La carte gravimétrique de la figure 85 est extraite d'une note de C. BLOT et coll. (1962) dont nous avons déjà parlé (paragraphe I.1.2.3). Les auteurs interprètent ainsi cette carte :

tel-00788960, version 1 - 15 Feb 2013

CARTE GRAVIMETRIQUE DE L'ARC BAKEL AKJOUJT



tel-00788960, version 1 - 15 Feb 2013

"Les relations entre les variations de pesanteur et les grandes lignes de la géologie superficielle sont évidentes. L'axe de l'anomalie positive Akjoujt-Goudiry :

- est parallèle à la limite du bassin profond secondaire et tertiaire qui se trouve 150 km à l'Ouest;

- coïncide à 50 km près avec la limite orientale des dépôts tertiaires, ce qui pourrait indiquer une légère subsidence de la masse lourde à cette époque;

- est parallèle au contact entre la puissante Série d'Akjoujt plus ou moins métamorphisée et le cambrien non métamorphique, 150 km à l'Est du maximum;

- est parallèle à la ligne d'affleurements granitiques dans la Série de Bakel-Akjoujt, le long du méridien de M'Bout...

... Les éléments que peut apporter la carte gravimétrique sont les suivantes :

- une masse excédentaire de  $9 \cdot 10^{13}$  t entre Goudiry et le parallèle 18° Nord est bordée à l'Est, jusqu'à la limite de la carte par un déficit de masse de  $6,5 \cdot 10^{13}$  t, du reste incomplètement cartographié; on peut penser que le déficit de masse équilibre la masse lourde, donc que l'enfoncement de la région dense Goudiry-Aleg indiqué par le pendage W de la Série d'Akjoujt a entraîné celui de la zone E, d'où le parallélisme de la direction de la falaise et de la direction de l'axe lourd;

- à l'Ouest de la bande positive, les valeurs de la pesanteur sont normales; il est donc possible que cette région n'ait pas été entraînée par l'enfoncement de la masse lourde, ce qui ferait supposer l'existence d'une faille profonde;

- il est impossible de définir la nature de la roche lourde responsable de l'anomalie positive; celle-ci pourrait être due à une intrusion basique, à un repli de la couche basaltique ou à une épaisseur de 11 km de terrains ayant la densité de la Série de Bakel-Akjoujt; cette dernière hypothèse est peu vraisemblable car l'irrégularité des mesures de pesanteur est incompatible avec l'existence d'une grande épaisseur de terrains homogènes. Quoi qu'il en soit l'accident tectonique majeur de cette région a la direction Nord 15° Ouest, passe soit à Matam, soit un peu à l'Ouest et s'arrête nettement dans la région de Goudiry au Sud et d'Akjoujt au Nord. Ceci est en accord avec l'augmentation de métamorphisme de la Série de Bakel-Akjoujt dans le sens Est-Ouest;

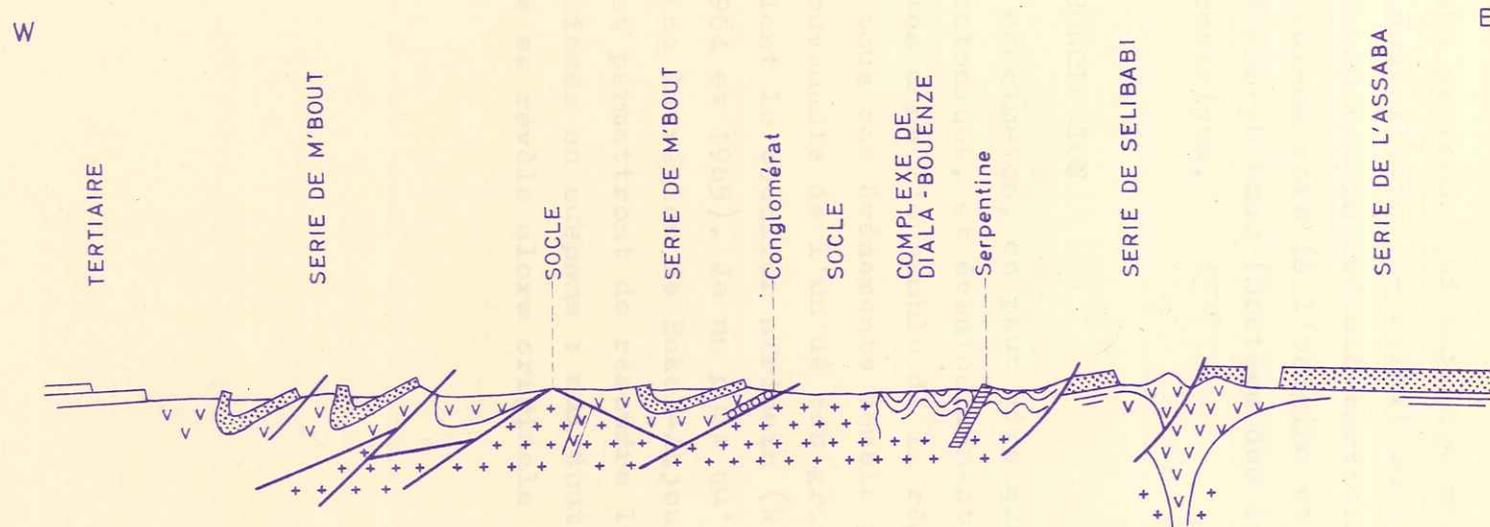
- on n'observe aucun phénomène de contact entre la Série de Bakel-Akjoujt et les terrains non métamorphiques à l'Est, ce qui peut correspondre aussi bien à une diminution de métamorphisme, qu'à un contact sous un faible pendage; ...".

Une partie de cette interprétation ne peut être actuellement conservée : la "Série de Bakel-Akjoujt" est un ensemble hétérogène et, les séries qui le composent sont certainement beaucoup moins épaisses qu'on ne l'imaginait. Les "pendages W" de cet ensemble ne sont que des pendages de schistosité. Enfin, la notion de "densité de la Série de Bakel-Akjoujt" n'a pas de sens.

Malgré cela, l'anomalie positive Goudiry-Aleg et son prolongement au Sud de Goudiry sont très régulières et restent absolument parallèles aux grandes lignes structurales de l'arc Bakel-Akjoujt. Les explications par une "intrusion basique" ou par "un repli de la couche basaltique" demeurent vraisemblables : cette anomalie positive jalonne ainsi la cicatrice d'un de

SCHEMA INTERPRETATIF DE LA REGION M'BOUT-GUIDIMAKA  
SUIVANT UNE COUPE LITHOLOGIQUE E-W

FIG.86



-  Roches d'origine détritique
-  Roches d'origine volcanique et volcano-sédimentaire
-  Conglomérat de base de la Série de M'Bout
-  Granite

Aucune hypothèse n'est faite au sujet d'une possible corrélation entre les couches de la Série de M'Bout d'une part, de l'ensemble Série de Selibabi - Série de L'Assaba, d'autre part.

tel-00788960, version 1 - 15 Feb 2013

ces accidents profonds qui auraient commandé l'histoire de la région, et dont l'effet se serait encore fait sentir lors de la formation du bassin crétacé-tertiaire sénégal-mauritanien : peut être peut-on voir là l'origine et la cause des volcanismes, des métamorphismes (montées des isothermes) et des tectogénèses successives.

#### III.5.4 - CONCLUSION

En conclusion, on peut dire que les liaisons entre volcanisme, tectonique, et éventuellement métamorphisme apparaissent étroites dans l'ensemble de la région étudiée. L'origine commune de tous ces événements semble pouvoir être recherchée dans les mouvements de l'un de ces grands accidents linéaires qui morcellent le bouclier africain (W. KENNEDY 1964, G. ROCCI 1964 et 1965). Je ne puis qu'espérer que les études en cours dans la région de Bakel-Akjoujt confirmeront cette hypothèse et permettront de résoudre les nombreux problèmes que j'ai laissés en suspens : nul doute que l'histoire de cette ceinture ne se révèle alors originale et riche d'enseignements.

BIBLIOGRAPHIE

- ALSAC C. (1961) - Contribution à l'étude des albitophyres et ortho-albitophyres du dôme de Remollon (Hautes Alpes)  
Trav. Lab. Géol. Univ. Grenoble, t. 37, pp. 33-70
- ARNOULD M. (1961) - "Etude géologique des migmatites et des granites précambriens du Nord Est de la Côte d'Ivoire et de la Haute-Volta méridionale"  
Thèse, Clermont-Ferand  
Mémoire B.R.G.M., n° 3, Paris, 175 p.
- AUBOIN J. (1961) - "Propos sur les géosynclinaux"  
Bull. Soc. Géol. Fr., (7), III, n° 7
- AUBOIN J. (1962) - "Propos sur l'orogénèse"  
Serv. Inf. Géol. B.R.G.M., Paris, n° 53-52
- AUBOIN J. (1965) - Geosynclines - Developments in geotectonics  
Amsterdam Elsevier, Publ. Cy, 1 vol., 335 p.
- AUDRY P. (1961) - Etude pédologique du cercle du Guidimaka (République Islamique de Mauritanie)  
Centr. Rech. Pédol. Hann (O.R.S.T.O.M.)  
Dakar (3 vol. ronéo)

tel-00788960, version 1 - 15 Feb 2013

- AYME J.M. (1962) - Stratigraphie du massif de l'Affolé  
COUPPEY C. (Mauritanie)  
MARQUIS C. C.F.P., Notes et Mémoires, n°3, 20 p.
- BAER A. (1956) - La schistosité et sa répartition. Résumé  
des recherches de P. FOURMARIER  
Geol. Rundschau, Bd. 45, h. 2, pp. 243-247
- BAHEZRE D. (1965) - Etude de quelques phyllites colorées des  
MICHEL R. schistes cristallins des Alpes piémontaises  
VIALON P. à la microsonde électronique de CASTAING  
Bull. Soc. Fr. Minéral. et Cristall.,  
t. LXXXVIII, n°2, pp. 267-272
- BARRERE J. (1966) - Le groupe précambrien de l'Amsaga entre  
Atar et Akjoujt (Mauritanie). Etude d'un  
métamorphisme profond et de ses relations  
avec la migmatisation  
Thèse Clermont-Ferrand, 1966  
Mémoires B.R.G.M. (à paraître)
- BARTH T.F.W. (1939) - Die metamorphen Gesteine in die Entstehung  
CORRENS C.W. der Gesteine  
ESKOLA P. Julius Springer, Berlin, pp. 263-407
- BASSOT J.P. (1960a)- Observations sur le Paléozoïque plissé et  
DELPHY J. métamorphique du Nord du Sénégal oriental  
C.R. Acad. Sc. Fr., Paris, t. 250,  
pp. 4.405-4.406

- BASSOT J.P. (1960b) - Observations nouvelles sur l'architecture du Primaire métamorphique dans la région de M'Bout  
DELPHY J.  
C.R. Soc. Géol. Fr., n°4, pp. 82-83.
- BASSOT J.P. (1960c) - Sur l'âge cambro-ordovicien de la série d'Akjoujt (Mauritanie)  
DELPHY J.  
C.R. Acad. Sc. Fr., Paris, t. 250, pp. 3.206-3.208
- BASSOT J.P. (1960) - Attribution au Cambro-Ordovicien des formations falémiennes situées dans le triangle Dalafi-Youkounkoun-Kédougou (Sud Est du Sénégal)  
C.R. Acad. Sc. Fr., Paris, t. 251, pp. 112-114
- BASSOT J.P. (1963a - Etude géologique du Sénégal Oriental  
-1966) et des confins guinéo-maliens  
Thèse Clermont-Ferrand, 1963  
(Bull. n°1 Service Mines Sénégal, (1966)  
Mémoires B.R.G.M., n° 40, Paris
- BASSOT J.P. (1963b) - Mesures d'âges absolus sur les séries  
BONHOMME M. précambriennes et paléozoïques du  
ROQUES M. Sénégal Oriental  
VACHETTE M.  
Bull. Soc. Géol. Fr., (7) V, pp. 401-405
- BAUD L. (1933a) - Le conglomérat argilo-calcaireux dans la région de Kayes et de Bafoulabé (Soudan occidental) et sa position stratigraphique  
C.R. Acad. Sc. Fr., Paris, t. 197, pp. 172-173

tel-00788960, version 1 - 15 Feb 2013

- BAUD L. (1933b) - Nouvelle échelle stratigraphique des "grès horizontaux" pour la région de Kayes (Soudan occidental)  
C.R. Soc. Géol. Fr., n° 14, pp. 214 - 216
- BELOUSSOV V.V. (1962) - Basic Problems in Geotectonics  
Edit. Mc Graw Hill Book Company, Inc., New-York
- BENSE C. (1959a) - La série stratigraphique de la région de Kiffa (Mauritanie orientale)  
Bull. Soc. Géol. Fr., (7) I, pp. 128-131
- BENSE C. (1959b) - Sur l'identité des formations sédimentaires de la région de Kiffa et du Falémien de Sélibabi (Mauritanie)  
Bull. Soc. Géol. Fr., (7) I, pp. 183-186
- BENSE C. (1959c) - A propos de la position stratigraphique du Falémien de Mauritanie  
DELPHY J. Nouvelles observations sur la coupe de Touijigjigt  
C.R. Acad. Sc. Fr., Paris, t. 249, pp 1374-1376
- BENSE C. (1961-1964) - Les formations sédimentaires de la Mauritanie méridionale et du Mali nord occidental (Afrique de l'Ouest)  
Thèse (Nancy)  
Mémoires B.R.G.M., n° 26, Paris
- BERNARD F. (1961) - Essai de nomenclature des roches sédimentaires  
BIENNER F. (Comité des Techniciens - Commission exploratoire, Sous-Comm. Lab. stratigraphie)  
ETIENNE J. Edit. Technip, Paris  
et al.
- BILLINGS M.P. (1956) - Structural geology (second edition)  
Prentice Hall, Englewoods Cliffs NJ.,  
1 vol., 514 p.

- BLANC C. (1960) - Mission granites - Kayes : Rapport de fin de campagne 1959-60 (Fédération du Mali)  
Rapport B.R.G.M., Dakar
- BLANCHOT A. (1953-1955)- Le Précambrien de Mauritanie occidentale  
Thèse Nancy et  
Bull. Dir. Fédér. Mines et Géol. A.O.F.,  
Dakar, n° 17, 304 p.
- BLOT C. (1962) - Eléments apportés par la gravimétrie à  
CRENN Y. la connaissance de la tectonique profonde  
RECHENMANN R. du Sénégal  
C.R. Acad. Sc. Fr., Paris, t. 254,  
pp. 1.131-1.133
- BODIN L. (1951) - Contribution à l'étude des granites bir-  
rimiens dans le Précambrien de l'Afrique  
Occidentale Française  
Bull. Dir. Mines A.O.F. Dakar, n° 12,  
113 p.
- BODIN L. (1956) - Sur la genèse de certains granites d'A.O.F  
Cycle de Conf. S.G.P.M. A.O.F., Dakar
- BOIS J. (1961) - Mission Sud Bakel. Campagne 1960-1961  
Rapport B.R.G.M., Dakar. Arch. Service  
Mines Républ. Sénégal, Dakar
- BONHOMME M. (1962) - Contribution à l'étude géochronologique  
de la plateforme de l'Ouest africain  
Annales Fac. Sc. Univ. Clermont-Ferrand,  
n° 5, (Thèse, Clermont-Ferrand)

- BONNET-DUPEYRON F. (1947) - Note sur l'infiltration peulhe en Mauritanie à l'Ouest de l'Assaba  
C.R. 2ème Conf. Internat.  
Africanistes de l'Ouest, Bissan  
(1947), vol. 5, pp. 13-26
- BOULADON J. (1954) - Les ignimbrites du Précambrien III  
JOURAVSKY G. de Tiouine et du Sud marocain.  
Notes et Mémoires Serv. Géol.  
Maroc, n° 120, pp. 37-59
- BOUMA A.M. (1962) - Sedimentology of some flysch deposits.  
A graphic approach to facies  
interpretation  
Elsevier Publishing Company,  
Amsterdam - New-York, 1 vol., 168 p.
- BOURGUET L. (1957) - Etude de l'aménagement hydraulique de  
la subdivision de M'Bout (inédit)  
Rapport BURGEAP, Paris, n° R 232
- BOWEN N.L. (1949) - The system  $MgO, SiO_2, H_2O$   
Bull. Geol. Soc. America, vol. 60,  
pp. 439-460
- BROUSSE R. (1961) - Minéralogie et pétrographie des roches  
volcaniques du massif du Mont-Dore  
(Auvergne)  
Bull. Soc. Fr. Minér. et Cristall.,  
t. 84, pp. 131-186

- BRUNN J.H. (1952) - Les éruptions ophiolitiques dans le NW de la Grèce. Leurs relations avec l'orogénèse  
C.R. XIX<sup>e</sup> Congrès Géol. Internat.  
Alger, 1952, Sect. 15, fasc. 17,  
pp. 19-27
- BRUNN J.H. (1960) - Mise en place et différenciation de l'association pluto-volcanique du cortège ophiolitique  
Rev. Géogr. phys. et Géol. dynam. (2)  
vol. III, fasc. 3, pp. 115-132
- BRUNN J.H. (1961) - Les sutures ophiolitiques - Contribution à l'étude des relations entre phénomènes magmatiques et orogéniques  
Rev. Géogr. phys. et Géol. dynam. (2)  
vol. IV, fasc. 2, pp. 89-96 et  
fasc. 3, pp. 181-201
- BUFFIERE J.M. (1965) - Etude géologique de la partie orientale de la dorsale Reguibat (Région des Eglab et secteur nord du Yetti)  
FAHY J.C.  
PETEY J.  
Rapport Soc. et Réal. min. (SERMI) Paris
- BUFFIERES J.M. (1966) - Sur l'ensemble précambrien Yetti-Eglab et sur sa couverture infra tillitique en territoire algérien  
FAHY J.C.  
PETEY J.  
C.R. Acad. Sc. Paris, t. 262, n<sup>o</sup> 14,  
pp. 1.513-1.516

- BURRI C. (1945-1949) - Die jungen Eruptiv gesteine des  
NIGGLI P. mediterranen Orogens  
Publ. vulkaninstitut Emmanuel  
Friedländer, nr. 3 654 p. et nr 4,  
206 p.
- CARMICHAEL (1963) - The crystallisation of feldspars in  
volcanic acid liquids  
Quart. J. Geol. Soc. London, 473,  
vol. 119, pp. 95-126
- CARRON J.P. (1965) - Fusion pâteuse et fusion franche de  
BROUSSE R. quelques roches volcaniques  
SABATIER G. C.R. Ac. Sc. Fr., Paris, t. 260,  
pp. 5.593-5.597
- CAROZZI A. (1953) - Pétrographie des roches sédimentaires  
Librairie Univ., Lausanne, 1 vol.,  
268 p.
- C.N.R.S. (1958) - Les relations entre Précambrien et  
Cambrien. Problème des séries inter-  
médiaires  
Colloque Internat. C.N.R.S., Paris  
1957, n° 76, 1 vol. 272 p.
- CHENEVOY M. (1958) - Contribution à l'étude des schistes  
cristallins de la partie NW du Massif  
Central français, 428 p., Imprimerie  
Nationale, Paris

- CHENEVOY M. (1961) - Sur les phénomènes de recristallisation dans la série métamorphique du Mont Pilat : albitisation et rétro-morphose  
Bull. Soc. Géol. Fr., (7) III, n° 4, pp. 409-416
- CHENEVOY M. (1963) - Observation préliminaire sur les gneiss amygdalaires et gneiss des terrains cristallophylliens du Massif Central  
C.R. Soc. Géol. Fr., fasc. 10, pp. 346-348
- CHIRON J.C. (1964) - Etude géologique du pays Bassaris  
Rapport B.R.G.M., Dakar, DAK 64-A 17  
Arch. Serv. Mines Sénégal, Dakar
- CHIRON J.C. (1965-1966)- Rapports mensuels B.R.G.M., Dakar (inédit)
- CIZANCOURT H. de (1947)- Quelques problèmes de tectonique géométrique  
Revue I.F.P., Fr., vol. 2, n°1, 2, 3, 5, pp. 3-24, 81, 98, 141-154, 252-254
- CLOSS E. (1946) - Linéation  
Bull. Geol. Soc. America. Mém. n° 18 (rééd. 1952)
- COLLOMB P. (1960) - La linéation dans les roches  
Bull. Service Inform. Géol. B.R.G.M. Paris, n° 48, pp. 1-11
- CONGRES GEOLOGIQUE INTERNATIONAL, ALGER 1952 (1954)  
- C.R. XIX<sup>e</sup> Session, Section XV, fasc. 17, 239 p.

tel-00788960, version 1 - 15 Feb 2013

- DARS R.           (1957) - La stratigraphie du Cambro-Ordovicien  
SOUGY J.           de l'Ouest africain et ses relations  
avec le Précambrien  
Colloque Internat. C.N.R.S. Fr., (1957),  
n° 76, pp. 223-237
- DARS R.           (1961) - Les formations sédimentaires et les  
dolérites du Soudan occidental (Afrique  
de l'Ouest).  
Thèse Paris  
Mémoires B.R.G.M., n° 12, Paris, 387 p.
- DARS R.           (1964) - Sur les relations entre la série épimé-  
SOUGY J.           tamorphique de Bakel et les roches cris-  
tallines du Guidimaka dans la région de  
M'Bout  
C.R. Acad. Sc. Fr., Paris, t. 258,  
pp. 6.195-6.198
- DEER W.A.       (1963) - Rock-forming minerals  
HOWIE R.A.       LONGMANS, GREEN and Co Lrd, London,  
ZUSSMAN J.       5 vol.
- DELPY J.         (1958) - Esquisse structurale du bassin hercynien  
du Tagant  
C.R. Acad. Sc. Fr., Paris, t. 247,  
pp. 1.756-1.758
- DELPY J.         (1959a) - La limite Cambrien-Ordovicien au Tagant  
C.R. Soc. Géol. Fr., n° 6, pp. 130-131
- DELPY J.         (1959b) - Observations sur le Primaire du Tagant  
(Mauritanie)  
Bull. Soc. Géol. Fr., (7) I, n° 2,  
pp. 123-127

sciences de la  
BIUS  
JUG  
CAD

tel-00788960, version 1 - 15 Feb 2013

- DELPY J. (1959c) - Distinction de deux séries dans le Paléozoïque du Tagant occidental (Mauritanie)  
Bull. Soc. Géol. Fr. (7) I, n° 2,  
pp. 224-225
- DELPY J. (1959d) - Attribution au "Primaire" de formations métamorphiques estimées précambriennes en Mauritanie centrale  
C.R. Acad. Sc. Fr., Paris, t. 249,  
pp. 1.374-1.376
- DELPY J. (1959e) - Nouvelles observations sur la position stratigraphique du Falémien  
C.R. Acad. Sc. Fr., Paris, t. 249,  
pp. 1.534-1.536
- DELPY J. (1960a) - Découverte d'un conglomérat présentant les caractères d'une tillite dans le Primaire métamorphique à l'Ouest du Tagant (Mauritanie)  
C.R. Soc. Géol. Fr., n° 4, pp. 81-82
- DELPY J. (1960b) - Attribution au Primaire de la Série de Bakel (Mauritanie, Sénégal) considérée autrefois comme précambrienne  
C.R. Acad. Sc. Fr., Paris, t. 250,  
pp. 3.035-3.037
- DEMAY A. (1942) - Microtectonique et tectonique profonde. Cristallisations et injections magmatiques syntectoniques  
Mém. Serv. Carte Géol. France

- DEN TEX E. (1965) - Metamorphic lineages of orogenic plutonism  
Geol. en Mijnbouw Nederl. (44),  
hr 4, pp. 105-132
- DESTOMBES J.P. (1961) - Sur la structure de la région d'Akjoujt  
SPINDLER J.P. (Mauritanie)  
Bull. Soc. Géol. Fr., (7) III,  
pp. 186-200
- DESTOMBES J.P. (1962) - "Essai d'interprétation structurale de  
la Kédia d'Idjil"  
Rapport B.R.G.M., Dakar, DAK 62-A 8  
Arch. Serv. Mines R.I.M., Nouakchott
- DUBERTRET L. (1954) - Basaltes et roches vertes du Liban, de  
Syrie  
C.R. XIXè Congrès Géol. Internat.,  
Alger, 1952, pp. 30-34
- ELLENBERGER F. (1955) - Linéations et grande tectonique  
C.R. Soc. Géol. Fr., n° 9-10, p. 174
- ELLENBERGER F. (1958) - Etude géologique du pays de Vanoise  
Imprimerie Nat. Paris, 561 p.
- ELLENBERGER F. (1963) - Rabotage basal ou troncature basale ?  
Réflexion sur les charriages cisailants  
C.R. Acad. Sc. Fr., Paris, t. 257,  
pp. 468-471
- ELOUARD P. (1959-1962) - Etude géologique et hydrogéologique des  
formations sédimentaires du guebla  
mauritanien et de la vallée du Sénégal  
Thèse, Paris  
Mémoires B.R.G.M., n° 7, Paris

- ENGEL A.E.J. (1962) - Hornblendes formed during progressive metamorphism of amphibolites North West Adirondacks mountains, New-York  
ENGEL C.G.  
Bull. Geol. Soc. America, vol. 73, n° 12, pp. 1.499
- EVANS B.W. (1960) - The composition and origin of the striped amphibolites of Connemara Ireland  
LEAKE B.E.  
J. Petrol. vol. 1, part 3, pp. 337-363
- ESKOLA P. (1956) - Post magmatic potash metasomatism of granite  
C.R. Soc. Géol. Finlande, Helsinki, n° 29, pp. 85-100
- FABRIES J. (1963) - "Les formations cristallines et métamorphiques du NE de la province de Séville" (Essai sur le métamorphisme des roches éruptives basiques)  
Thèse, Nancy, 267 p.
- FAIRBAIRN H.W. (1954) - Structural petrology of deformed rocks  
CHAYES F.  
Edit. Addison Wesley Publ. Cy, Cambridge, 344 p.
- FONTEILLES M. (1965) - L'équilibre chimique dans le métamorphisme  
Bull. Soc. Géol. Fr., (7) VII, pp. 136 - 146.

- FONTEILLES M. (1964) - L'"effet de socle" dans le métamorphisme hercynien de l'enveloppe paléozoïque des Pyrénées  
GUITARD G.  
C.R. Acad. Sc. Fr., Paris, t. 258,  
pp. 4.299 - 4.302
- FOSTER M.D. (1960) - Interpretation of the composition of trioctahedral micas  
Geol. Survey Prof. Paper, n° 354 B
- FOURMARIER P. (1951) - Schistosité, foliation et microplissement  
Arch. Sc. Genève, vol. 4, p. 5
- FOURMARIER P. (1952) - Microplissement et plis minuscules  
Bull. Soc. Géol. Belgique, t. 76,  
n° 1, 2, 3
- FOURMARIER P. (1957) - Le critère de la schistosité dans la détermination de l'âge d'une phase orogénique  
Annales Soc. Géol. Belgique, t. 80,  
p. 67
- FOURMARIER P. (1960) - Principes de géologie  
Edit. Masson et Cie Paris, 2 vol.,  
1.523 p.
- FOURMARIER P. (1961) - L'intérêt de l'étude des déformations mineures des roches pour la compréhension de l'évolution des régions plissées  
Arch. Sc. Genève, vol. 14, fasc. 3,  
pp. 435 - 460



tel-00788960, version 1 - 15 Feb 2013

- FOURMARIER P. (1962) - Les déformations mineures des roches (schistosité, microplissements, foliation) dans les chaînes plissées de la zone méditerranéenne  
Mém. Soc. Géol. Fr. "Livre à la mémoire de P. FALLOT", t. I, pp. 57-82
- FREY R. (1937) - La classification moderne des roches éruptives  
Notes et Mémoires Dir. Gén. Trav. Publ. Maroc, Serv. Mines et Carte Géol. Rabat, n° 44, 127 p.
- FRONDEL C. (1962) - Dana system of mineralogy  
7è edit., J. WILEY and sons Inc., London
- FURON R. (1964) - Géologie de l'Afrique  
2ème edit., Payot edit, Paris, 402 p.
- GIRAUD P. (1958) - Les roches basiques de la région d'Andriamena à Madagascar et leur minéralisation chromifère  
Serv. Géol. Tananarive, (Inéd.)
- GIRAUDON R. (1962) - Etude et prospection des pegmatites au Tasiast et de leur contexte géologique (Mauritanie occidentale)  
Rapport B.R.G.M. Dakar, DAK 62-A 22, Syndicat du Tasiast : B.R.G.M., C.E.A., MIFERMA

- GIRAUDON R. (1963) - Position anormale du socle granitisé des Hajar Dekhen sur la Série d'Akjoujt et participation de ce socle à l'édification des Mauritanides hercyniennes (Mauritanie occidentale)  
C.R. Acad. Sc. Fr., Paris, t. 257, pp. 937-940
- GIRAUDON R. (1964) - Etude du granite des Hajar Dekhen et des schistes cristallins environnants (région d'Akjoujt, Mauritanie occidentale)  
Rapport B.R.G.M., Dakar, DAK 64-A 13 51 p. (inédit).
- GIRAUDON R. (1964) - Mesure d'âges absolus sur des formations de Mauritanie  
VACHETTE M.  
C.R. Acad. Sc., Fr., Paris, t. 258, pp. 3.520-3.523
- GOGUEL J. (1945) - Sur l'origine mécanique de la schistosité  
Bull. Soc. Géol. Fr., (5) XV, pp. 509-522
- GOGUEL J. (1952) - Traité de tectonique  
Edit. Masson, Paris, 1 vol., 383 p.
- GOUZES R. (1962a)- Etude hydrogéologique des sources du Tagant et l'Assaba  
Rapport B.R.G.M., Dakar, DAK 62-A 34  
Arch. Serv. Génie Rural R.I.M.,  
Nouakchott
- GOUZES R. (1962b)- Etude hydrogéologique de l'arrière pays de Kaédi (Mauritanie)  
Rapport B.R.G.M., Dakar, DAK 62-A 33  
Arch. Serv. Génie Rural R.I.M.  
Nouakchott

Archives de la  
BIBLIOTHÈQUE  
JULIENNE  
CADIST

tel-00788960, version 1 - 15 Feb 2013

- GROLIER J. (1961) - La projection stéréographique et ses applications en Géologie  
Rev. Ind. Minér., vol. 43, n° 3,  
pp. 1-26
- GROLIER J. (1963) - "Tectonique superposée" et problèmes de zonéographie inverse dans la région d'Akjoujt (Mauritanie)  
Rapport B.R.G.M., Dakar, DAK 63-A 24
- GROLIER J. (1964) - La foliation des schistes cristallins  
VIALON P. Etude de sa genèse à l'aide de quelques exemples  
Bull. Soc. Géol. Fr., (7) VI,  
pp. 309-321
- GUIARD G. (1960) - Linéation, schistosité et phases de plissement durant l'orogénèse hercynienne dans les terrains anciens des Pyrénées orientales, leur relation avec le métamorphisme et la granitisation  
Bull. Soc. Géol. Fr., (7) II, pp. 862-887
- GUIARD G. (1962) - Sur l'existence de plis "antéschisteux" dans le Paléozoïque inférieur et les gneiss du massif de Canigou-Carança (Pyrénées orientales).  
C.R. Soc. Géol. Fr., n° 10, pp. 297-299
- GUIARD G. (1966) - Le métamorphisme progressif mésozonal et les gneiss ocellés du massif du Canigou : pétrologie et structures  
Thèse Paris (à paraître dans les mémoires B.R.G.M.)

- HARKER A. (1960) - Metamorphism : a study of the transformations of Rock masses (3ème édit )  
Edit. Methuen and C° J.D.D, London,  
1 vol., 362 p.
- HUBERT H. (1917) - Sur la géologie du Sénégal et des régions voisines  
Bull. Soc. Géol. Fr., (4) XVII,  
pp. 103-108
- HUBERT H. (1918a) - Itinéraire géologique au Nord du fleuve Sénégal  
C.R. Acad. Sc. Fr., Paris, t. 167,  
pp. 167-170
- HUBERT H. (1918b) - Matériaux pour l'établissement d'une carte géologique de l'A.O.F.  
C.R. Acad. Sc. Fr., Paris, t. 167,  
pp. 646-648
- HUBERT H. (1920) - Notice explicative de la carte géologique de l'A.O.F. au 1/1.000.000 - Feuille 5 (Dakar)  
Larose Edit. Paris, 1 vol., in 8°, 24 p.
- HURLEY P.M. (1962) - Radiogenic argon and strontium diffusion parameters in biotite at low temperatures  
HUGHES H.  
PINSON W.M.Jr.  
FAIRBAIRN B.W.  
obtained from Alpine fault uplift in New Zealand  
Geochimica and Cosmochimica Acta, 26, 67
- JACQUET F. (1937a) - Sur la structure du Sahara Mauritanien  
Bull. Soc. Géol. Fr., (5) VII, pp. 3-8

- JACQUET F. (1937b) - Sur les relations de la chaîne du Sénégal  
NICKLES M. oriental avec les plateaux mauritaniens  
et soudanais  
C.R. Acad. Sc. Fr., Paris, t. 205  
pp. 1.163-1.165
- JAEGGER E. (1965) - Rb/Sr age determinations on minerals and  
rocks from the Alps.  
Colloque Internat Géochronologie  
Absolue, Nancy
- JEREMINE E. (1942) - Contribution à l'étude pétrographique des  
roches cristallines et métamorphiques de  
la Mauritanie  
Bull. Dir. Mines et Géol. A.O.F Dakar,  
n° 6, pp. 99-140
- JOHANNSEN A. (1950-1951-1952) - A descriptive petrography of  
the igneous rocks  
The Univ. of Chicago Press, 4 vol.  
(2nd and 3rd ed.)
- JUNG J. (1952) - Introduction à l'étude zonéographique des  
ROQUES M. formations cristallophylliennes  
Bull. Serv. Carte Géol. Fr., Paris,  
n° 235, t. 4, 62 p.
- JUNG J. (1958) - Précis de pétrographie  
Edit. Masson et Cie, Paris, 314 p.
- KENNEDY W.Q. (1964) - The structural differentiation of Africa  
in the Pan African ( $\pm$  500 my) tectonic  
episode  
8° Annual Report on Sci. Results Leeds,  
1964

- KNOFF E.B. (1938) - Structural petrology  
INGERSON E. Bull. Géol. Soc. America, Memoire  
n° 6, New-York
- KRYLATOV S. (1963) - Note préliminaire sur les jaspes  
dinantiens des Pyrénées et leur cortège  
Bull. Soc. Géol. Fr. (7) V,  
pp. 393-400
- KUBLER B. (1964) - Les argiles indicateurs de métamorphisme  
Rev. Inst. Fr. Pétrole, t. 19, n° 10,  
pp. 1.093-1.112
- KULP J.L. (1963) - Proc. of the Symposium on radioactive  
ENGELS J. dating  
I.A.E.C., Vienna, 219
- KUNO H. (1954) - Geology and petrology of Omuro Yama  
Volcano group, North Izu  
I. Fac. Sc. Univ. Tokyo, vol. 9,  
part. 2, pp. 242-265
- KUNO H. (1957) - Origin of Cenozoic Petrographic  
Provinces of Japan and Surrounding  
Areas  
Bull. Volc., Ass. Volc. de l'Union  
Géodésique et Géophysique Internat.,  
Série 2, t. 20, pp. 37-76
- LABOURET (1952-1955) - La langue des Peuls ou Foulbé  
I.F.A.N. Dakar, Mémoires n° 16 et 41
- LACOT R. (1959) - Etude photogéologique du Primaire du  
SCANVIC J.Y. Tagant et de ses confins antecambriens  
I.F.P. Paris. (inéd)



- LACROIX A. (1933) - Contribution à la connaissance de la composition chimique et minéralogique des roches éruptives de l'Indochine  
Bull. Serv. Géol. Indochine, Hanoï, vol. 20, fasc. 3
- LAFFITTE P. (1957) - Introduction à l'étude des roches métamorphiques et des gites métallifères. Physicochimie et thermodynamique  
Edit. Masson et Cie, Paris, 1 vol., 343 p.
- LAPADU-HARGUES P. (1958) - Observations à propos des amphibolites  
C.R. Soc. Géol. Fr., n° 6, pp.132-133
- LAPIERRE M. (1966) - Etude pétrographique et structurale du massif pluto-volcanique de Kellaki (Chypre)  
Thèse 3è cycle Nancy, 136 p. ronéo
- LEAKE B.E. (1963) - Origin of amphibolites from North West Adirondaks, New-York  
Bull. Geol. Soc. America, Vol. 74, n° 9, pp. 1.193 - 1.202
- LERMUZEAUX A. (1958) - Hydrologie du cercle de Guidimaka  
Etude d'aménagements hydrauliques (Mauritanie)  
Rapport BURGEAP, Neuilly, n° R 244  
Arch. Service Hydraulique R.I.M., Nouakchott



- MARCELIN J. (1964) - Plissements superposés, nappes et métamorphismes dans la région d'Akjoujt (Mauritanie)  
C.R. Acad. Sc. Fr., Paris, t. 259, p. 3.291
- MARCELIN J. (1965) - Etude de la Série d'Akjoujt dans l'Inchiri (campagne 1963-1964) Mauritanie  
Rapport B.R.G.M. Dakar, DAK 65-A 9, Arch. Serv. Mines R.I.M., Nouakchott
- MARTINET B. (1957) - Utilisation pratique des classifications chimiques des roches carbonatées  
SOUGY J. C.R. Soc. Géol. Fr., n° 15, p. 367
- MIYASHIRO A. (1961) - Evolution of metamorphic belts  
J. Petrol. vol. 2, part 3, pp. 277-311
- MICHAUD J.G. (1964) - Contribution à l'étude géologique et métallogénique des environs d'Akjoujt  
Thèse 3ème cycle, Paris
- MICHEL R. (1953a) - Contribution à l'étude pétrographique des pépérites et du volcanisme tertiaire de la grande Limagne  
Publ. Fac. Sc. Univ. Clermont-Ferrand fasc. 1, 140 p.
- MICHEL R. (1953b) - Les schistes cristallins des massifs du Grand Paradis et de Sezia Lanzo  
Sc. Terre Fr., t. 1, n° 3-4, 290 p.
- MICHOT P. (1939) - Le problème de l'autométamorphisme  
C.R. Session Assoc. Franç. Av. Sci., Liège

- MILLOT G. (1964) - Géologie des Argiles  
Edit. Masson et Cie, Paris, 1 vol.,  
499 p.
- MONTEIL Ch. (1964) - Lexique Soninké-Français  
Inéd. C.N.R.S. Paris, 75 p.
- NALIVKIN D.V. (1956) - Etude des faciès - conditions géo-  
graphiques de la formation des  
sédiments  
Acad. Sc. U.R.S.S., Moscou,  
Trad. B.R.G.M. Paris
- NESTEROFF W. (1962) - Essai d'interprétation du mécanisme  
des courants de turbidité  
Bull. Soc. Géol. Fr., (7) IV,  
pp. 849-856
- NICKLES M. (1946) - Sur la situation stratigraphique des  
ROQUES M. quartzites de Bakel  
C.R. Acad. Sc. Fr., Paris, t. 222,  
pp. 1.452-1.454
- NICOLAS J. (1963) - Nouvelles observations sur les roches  
SAUGON P. vertes de l'anticlinal de Merléac  
(Côtes du Nord)  
Bull. Soc. Géol. Fr., (7) V,  
pp. 844-851
- NIGGLI P. (1923) - Gestein und Mineral provinzen  
BEJER P.J. Bd 1 : Einführung (Berlin,  
Borntraeger) XVI, 602 p.



- OULIANOFF N. (1958) - Le métamorphisme des roches dans ses rapports avec les mouvements tectoniques  
Bull. Labo. Géol. Min. Géophys. et  
Mus. Géol. Univ. Lausanne, n° 123,  
1 fasc., 15 p.
- PEACOCK M.A. (1931) - Classification of igneous rock series  
J. Géol., t. 39, pp. 54-67
- PETERLONGO J.M. (1958-1960) - Les terrains cristallins des Monts du  
Lyonnais (Massif Central Français)  
Thèse Clermont-Ferrand  
Ann. Fac. Sc. Univ. Clermont-Ferrand  
Géol. et Minéral., fasc. 4, 1 vol.,  
187 p.
- PETTIJOHN F.J. (1957) - Sedimentary rocks  
2nd edit., Harper and Brothers,  
New-York, 1 vol., 718 p.
- PICCIOTTO E. (1965) - Etude géochronologique de quelques roches  
LEDENT D. du socle cristallophyllien du Hoggar  
LAY C. (Sahara central)  
Sc. Terre Fr., t.10, n°3-4, pp.481-495
- PIERRET R. (1948) - Etude du dialecte maure des régions saha-  
riennes et sahéliennes de l'A.O.F.  
Paris, 1 vol., 520 p.
- PRUVOST P. (1961) - Le concept du cycle sédimentaire : retou-  
ROCH E. ches et compléments  
SATO T. C.R. Acad. Sc. Fr., Paris, t. 253,  
pp. 1.742 - 1.744
- RAGUIN E. (1957) - Géologie du granite (2ème édit.)  
Edit. Masson et Cie Paris, 1 vol.,  
275 p.

- RAGUIN E. (1961) - Géologie des gites minéraux (3ème éd.)  
Edit. Masson et Cie Paris, 1 vol.  
686 p.
- RAMSAY G. (1962a) - The geometry and mechanics of formation  
of similar type folds  
J. Geol. vol. 70, pp. 309-327
- RAMSAY G. (1962b) - The geometry of conjugate fold system  
Geol. Magazine, vol. XCIX, n° 6
- RAMSAY G. (1962c) - Interference pattern produced by the  
superposition of folds of similar type  
J. Geol. vol. 70, pp. 466-481
- RAMSAY G. (1963) - The folding of angular unconformable  
sequence in a discussion  
J. Geol. vol. 71, pp. 397-400
- RENAUD L. (1957) - Sur la position stratigraphique du  
Palémien de Mauritanie  
C.R. Acad. Sc. Fr., Paris, t. 245,  
pp. 1.638-1.641
- RENAUD L. (1958-1961) - Le précambrien du Sud Ouest de la  
Mauritanie et du Sénégal oriental  
Thèse Doctorat, Clermont-Ferrand  
Mémoires B.R.G.M., n° 5, Paris
- RECH-FROLLO M. (1962)- Quelques aspects de conditions de dépôt  
du flysch  
Bull. Soc. Géol. Fr., (7) IV, pp. 41-48
- RITTMANN A. (1963) - Les volcans et leur activité (2ème édit.)  
Trad. H. TAZIEFF, Masson et Cie, Paris,  
1 vol., 461 p.

- ROCCI G. (1955-1957)- Formations métamorphiques et granitiques de la partie occidentale du pays Reguibat  
Thèse Nancy  
Bull. Dir. Féd. Mines et Géol. A.O.F.  
Dakar, n° 21
- ROCCI G. (1962a)- Le problème des granites du Guidimaka et leurs relations avec les séries de M'Bout et de la Falémé  
Rapport inédit, E.N.S.G., Nancy, 60 p.
- ROCCI G. (1962b)- Réinterprétation du Birrimien du Guidimaka (Mauritanie méridionale)  
C.R. Acad. Sc. Fr., Paris, t. 255,  
pp. 3.200-3.202
- ROCCI G. (1964a)- Ages absolus, histoire et structure du bouclier africain  
C.R. Acad. Sc. Fr., Paris, t. 258,  
pp. 2.859-2.862
- ROCCI G. (1964) - De la signification pétrographique des minéraux caractéristiques des granites  
FABRIES J.  
C.R. Acad. Sc. Fr., Paris, t. 258,  
pp. 256-259
- ROCCI G. (1964b)- Découverte de puissantes formations volcano-sédimentaires et conglomératiques dans la série métamorphique de M'Bout  
LILLE R.  
C.R. Acad. Sc. Fr., Paris, t. 259,  
pp. 608-612

- ROCCI G. (1965) - Essai d'interprétation des mesures géochronologiques. La structure de l'Ouest africain  
Colloque Internat. Géochron. absolue, Nancy, 1965
- RODGERS J. (1962) - Emploi pratique de la schistosité  
Mém. Soc. Géol. Fr., "Livre à la mémoire de P. FALLOT", t. I, pp. 83-96
- ROQUES M. (1948) - Le Précambrien de l'Afrique Occidentale Française  
Bull. Soc. Géol. Fr., (5) XVIII, pp. 589-628
- ROSS J.V. (1962) - The folding of angular unconformable sequences  
J. Geol., vol. 70, pp. 294-308
- ROSS C.S. (1961) - Ash flow tuffs : their origin, geological relations and identification  
SMITH R.L.  
Geol. Survey, Prof. Paper, n° 366
- ROUBAULT M. (1963) - Détermination des minéraux des roches au microscope polarisant  
FABRIES J.  
TOURET J.  
WEISBROD A.  
Edit. Lamarre-Poinat, Paris, 1 vol., 367 p.
- ROUBAULT M. (1965) - Premières données géochronologiques sur les formations granitiques et cristallophylliennes de la République Centrafricaine  
DELAFOSSÉ R.  
LEUTWEIN F.  
SONET J.  
C.R. Acad. Sc. Fr., Paris, t. 260, pp. 4.787-4.792

- ROUTHIER P. (1954) - Volcanicité et embryotectonique paléogènes en Nouvelles Calédonie  
C.R. XIX Congr. Géol. Internat.  
Alger, 1952, Sect. 15, fasc. 17,  
pp. 43 - 52
- ROUTHIER P. (1963) - Les gisements métallifères : géologie et principes de recherche  
Edit. Masson et Cie, Paris, 2 vol.  
1.283 p.
- SCANVIC J.Y. (1958) - Etude photogéologique du Primaire du Tagant et de ses confins anté-cambriens  
LACOT R.  
Rapport Inst. Fr. Pétr. Paris,  
Réf. 3.455
- SITTER DE L.U. (1956) - Structural geology  
Edit. Mc Graw Hill Publy. London,  
1 vol., 552 p.
- SOUGY J. (1961) - Mise en évidence de charriage dans la série d'Akjoujt  
TESSIER R.  
DARS R.  
C.R. Acad. Sc. Fr., Paris, t. 252,  
pp. 1.186 - 1.188

tel-00788960, version 1 - 15 Feb 2013

- SOUGY J. (1962a) - Contribution à l'étude géologique des  
guelbs Bou Leriah (Région d'Aoucert,  
Sahara Espagnol)  
Bull. Soc. Géol. Fr., (7) V, pp. 436-443
- SOUGY J. (1962b) - West African Fold Belt  
Geol. Soc. Amer. Bull., vol. 73,  
pp. 871-876, 1 fig.
- SOUGY J. (1963) - Sur la nature glaciaire de la base de la  
LECORCHE J.P. série de Garat el Hamoueïd (Zemmour,  
Mauritanie septentrionale)  
C.R. Acad. Sc., Fr., Paris, t. 256,  
pp. 4.471-4.474
- TANE J.L. (1961) - Contribution à l'étude des laves d'âge  
triasique de la zone alpine externe  
Trav. Lab. Géol. Grenoble, t. 37,  
pp. 157-166
- TANE J.L. (1962) - Contribution à l'étude des laves spili-  
tiques du Pelvoux  
Thèse 3ème cycle, Grenoble
- TANE J.L. (1963) - La genèse des lamprophyres et des laves  
spilitiques dans le massif du Pelvoux  
C.R. Acad. Sc. Fr., Paris, t. 256,  
pp. 2.451-2.452

- TILLEY C.E. (1950) - Some aspects of magmatic evolution  
Quart. J. Geol. Soc. London, t. 106,  
pp. 37-61
- TOBI A.C. (1961) - Pattern of plagioclase twinnings as a  
significant rock property  
Geol. Inst. Mededeling, n° 265,  
Univ. Amsterdam
- TOUPET Ch. (1963) - Le problème des transports en Mauritanie  
Bull. I.F.A.N. Dakar, série B, t. 25,  
pp. 80-106
- TOUPET ch. (1966) - Etude du milieu physique du massif de  
l'Assaba  
I.F.A.N. Dakar, coll. Etudes et  
Initiations, vol. 19
- TROMPETTE R. (1962) - Etude géologique et hydrogéologique de la  
bordure occidentale de l'Adrar de  
Mauritanie  
Rapport B.R.G.M. Dakar, DAK 1962 A-2  
Arch. Service Hydraulique, T.P.  
R.I.M., Nouakchott
- TROMPETTE R. (1962) - Etude géologique et hydrogéologique de  
l'Adrar de Mauritanie, campagne 1961-62  
Rapport B.R.G.M. Dakar, DAK 62-A 45  
Arch. Service Hydraulique, T.P.  
R.I.M., Nouakchott
- TROMPETTE R. (1963) - Mission Akjoujt 1962-1963  
Reconnaissance géologique du Tamkarkart  
Rapport B.R.G.M. Dakar, DAK 63-A 20  
(inédit)



- VIALON P. (1966) - Etude géologique du massif cristallin de Dora Maira, Alpes cottières internes, Italie  
Thèse Grenoble  
Mémoires Trav. Lab. Géol., Grenoble, n°4
- VUAGNAT M. (1964) - Sur quelques diabases suisses - Contribution à l'étude du problème des spilites et des pillow lavas  
Schweiz, Min. Petr. Mitt., vol. 6,  
pp. 116-128
- VUAGNAT M. (1954) - Le rôle des coulées volcaniques sous marines dans les chaînes de montagne  
C.R. XIX<sup>e</sup> Session Congr. Géol. Internat.  
Alger (1952) Sect. 15, fasc. 17, pp.53-59
- VUAGNAT M. (1964) - Remarques sur la trilogie serpentinites - gabbro-diabases dans le bassin de la Méditerranée occidentale  
Geol. Rundschau, Dtsch. Bd. 53, pp.336-358
- WALKER F. (1949) - Karoo-dolerites of the Union of South Africa  
POLDEVAART A. Bull. Geol. Soc. Amer. Vol. 60, pp.591-706
- WALKER F. (1957) - Ophitic texture and basaltic crystallisation  
I. Geol., vol. 65, n° 1, pp. 1 - 74
- WEGMANN C.E. (1949) - L'analyse structurale en Géologie  
Bull. XXI<sup>e</sup> Congr. Internat. Phil.  
Sc. Paris, n° 7, fasc. 7, (Sci. Terre)

tel-00788960, version 1 - 15 Feb 2013

- WEGMANN C.E. (1951) - Méthodes d'analyse tectonique des socles cristallins  
Arch. Sc. Genève, Lib. Univ., t. 4,  
pp. 233-237
- WEGMANN C.E. (1956) - Tectonique superposée et formes de différenciation dans les roches  
Geotek. Symposium zu Ekrem von Hans Stile,  
Stuttgart, Traduction B.R.G.M. Paris
- WILSON G. (1961) - The tectonic significance of small scale structures and their importance to the geologist in the field  
Bull. Soc. Géol. Belg., t.84, n° 9 et 10,  
p. 423
- WINCHELL A. (1961) - Elements of optical mineralogy - An introduction to microscopic petrography  
4è ed. J. WILEY and sons, inc.  
New-York (2 vol.)
- WITSCHARD F. (1965) - Contribution à l'étude pétrographique et métallogénique des massifs granitiques du Sénégal oriental  
Mémoires B.R.G.M. Paris, n° 44, 132 p.
- WYART J. (1965a)- Mobilités des ions alcalins et alcalino-terreux dans les feldspaths  
SABATIER G.  
Bull. Soc. Fr. Minér. et Cristal., t. 79,  
pp. 444 - 448
- WYART J. (1956b) - Transformation mutuelle des feldspaths alcalins - Reproduction du microcline et de l'albite  
SABATIER G.  
Bull. Soc. Fr. Minéral. et Cristall.,  
t. 79, pp. 574 - 581

- ZIMMERMANN M. (1960) - Nouvelle subdivision des séries antégothlandiennes de l'A.O.F. (Mauritanie, Soudan, Sénégal)  
XXI Intern. Geol. Congr., Copenhague, part. 8, pp. 26-36
- ZWART H.J (1960) - Relations between folding and metamorphism in the Central Pyrénées and their chronological succession  
Geol. en Mijnb., n° 5, jaargang 39, p. 163
- ZWART H.J. (1963) - Some examples of the relations between deformation and metamorphism from the Central Pyrenees  
Geol. en Mijnb. n° 5, jaarjang 42, pp. 143-154

ANNEXE I

ANALYSES CHIMIQUES

1 - INTRODUCTION

On trouvera dans cette annexe les résultats d'analyses portant d'une part sur les granites et amphibolites du socle, d'autre part sur les roches volcaniques des Séries de M'Bout et de Sélibabi. Les analyses chimiques globales ont toutes été faites aux laboratoires du B.R.G.M. de Dakar, dirigés par Mme B. MARTINET. Les dosages d'éléments en trace ont été faits par les soins du Professeur LEUTWEIN, au Centre de Recherches Pétrographiques et Géochimiques de Vandoeuvre, pour les besoins des analyses géochronologiques. D'autres dosages d'éléments en trace ont été également faits à Dakar dans le cadre d'une prospection géochimique du Guidimaka : j'indiquerai leurs résultats plus loin dans l'Annexe II.

tel-00788960, version 1 - 15 Feb 2013

## 2 - GRANITES ET GRANODIORITES

### a) - Introduction

Les résultats des analyses chimiques globales ont déjà été donnés dans les paragraphes 1213 et 1223 de la première partie. On ne trouvera donc ici que les résultats de dosage d'éléments en traces faits au C.P.R.G., par les méthodes de l'analyse spectrographique semi-quantitative. La précision est de  $\pm 15 \%$  pour des teneurs inférieures à 10 ppm et de  $\pm 25 \%$  environ pour des traces supérieures à 1.000 ppm. Sauf indication contraire, c'est à dire la notation %, les nombres s'entendent en g/t, ou ppm.

sciences de la terre  
BIUS  
JUL 1963  
GADIST

tel-00788960, version 1 - 15 Feb 2013

b)- Etudes spectrographiques d'échantillons granitiques broyés

Echan- tillon	Détermination	Origine		Ba	Sn	Pb	Ga	V
		Lat.	Long.					
"GC 2	Granodiorite altérée (1)	15°45'30"	12°26'	450	320	60	30	40
"GC 3	Granodiorite altérée	15°43'	12°23'	400	230	10	20	70
"GC 5	Granodiorite	15°41'	12°20'	450	250	12	20	60
"GC 6	Granodiorite	15°41'40"	12°19'	700	300	10	30	60
"GC 14	Granodiorite	15°41'	12°18'30"	500	300	0	20	60
"GC 8	Granite à deux micas	15°39'	12°20'	1200	450	15	35	20
"GC 9	Granite à deux micas	15°39'30"	12°19'30"	1000	400	20	50	30
"GC 10	Granite à deux micas	15°37'30"	12°20'	2500	1000	30	30	tr
"GC 11	Granite à deux micas	15°35'30"	12°15'	1000	200	10	35	tr
"GC 12 <sup>1</sup>	Granite à deux micas	15°33'	12°18'	2000	800	15	40	tr
"GC 12 <sup>2</sup>	Granite à deux micas	15°33'	12°18'	2300	800	15	40	0

Les teneurs en B, Sn, Cu, Ni, Zn, restent sous la limite de détection (10 g/t).

(1) Rappelons qu'il s'agit là d'une altération d'origine dynamique, et non météorique.

c)- Etude spectrographique des micas extraits des mêmes échantillons

"Echan- "tillon"	Minéral	%Ba	Sr	B	Pb	Sn	Ga	V	Cu	Ni	Zn	%K	%Na	Li
"GC 2	Biotite chlori- lisée	-	500	3	20	10	14	150	30	15	150	-	-	-
"GC 3	Biotite chlori- lisée	-	100	4	10	10	18	200	80	90	400	-	-	-
"GC 5	Biotite	0,7	40	-	7	10	25	500	20	30	200	7,3	0,3	110
"GC 6	Biotite	0,5	50	-	5	7	30	450	40	20	200	7,4	0,3	110
"GC 14	Biotite	0,6	70	-	4	8	50	500	15	30	150	-	-	-
"GC 8	Muscovite	0,5	150	-	15	20	200	80	20	10	50	-	-	-
"GC 9	Muscovite	0,7	60	-	15	15	150	120	40	7	150	-	-	-
"GC 10	Muscovite	0,8	50	3	15	20	200	30	6	10	30	8,8	0,5	60
"GC 11	Muscovite	1	50	-	15	15	150	180	10	-	10	8,7	0,6	20
"GC 12 <sup>1</sup>	Muscovite	0,8	80	30	10	20	200	80	8	8	25	-	-	-
"GC 12 <sup>2</sup>	Muscovite	0,6	260	-	10	10	80	150	10	7	25	-	-	-

tel-00788960, version 1 - 15 Feb 2013

### 3 - AMPHIBOLITES

Les divers paramètres calculés à partir des analyses chimiques d'amphibolites ont été déjà indiqués dans le paragraphe I.135.

On trouvera dans le tableau ci-après les résultats de ces analyses indiqués en pourcentages pondéraux d'oxydes dans la roche totale.

## AMPHIBOLITES DU SOCLE

Analyse %									
	Ech.	Ech.	Ech.	Ech.	Ech.	Ech.	Ech.	Ech.	Ech.
	D 218	D 224	D 254	F 111	F 112	F 115	F 474	F 581 <sup>1</sup>	F 581 <sup>2</sup>
"SiO <sub>2</sub>	46,90	46,00	43,05	46,25	46,30	43,60	49,30	44,65	48,75
"Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	18,30	13,65	13,60	16,10	15,25	16,05	15,60	12,35	15,00
"Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	8,60	7,50	9,55	4,15	3,30	3,55	0,20	7,95	traces
"FeO	4,70	4,15	5,27	9,40	9,20	10,90	8,65	5,72	7,55
"MnO	0,16	0,19	0,23	0,20	0,22	0,24	0,20	0,115	0,21
"MgO	5,85	8,50	9,20	5,35	8,30	8,25	7,10	9,60	12,00
"CaO	9,50	13,25	11,55	11,05	10,95	10,90	10,55	11,35	11,45
"Na <sub>2</sub> O	2,75	2,25	1,95	3,00	2,55	2,20	2,05	2,20	2,00
"K <sub>2</sub> O	0,45	0,60	0,60	0,45	0,25	0,60	0,20	0,70	0,45
"TiO <sub>2</sub>	1,40	1,90	1,90	1,84	1,40	1,40	1,05	1,35	0,70
"P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,22	0,22	0,21	0,22	0,125	0,14	0,10	0,02	0,38
"H <sub>2</sub> O+	1,60	1,25	1,80	1,60	1,60	2,05	2,25	2,15	1,65
"H <sub>2</sub> O-	0,27	0,09	0,15	0,10	0,10	0,25	0,10	0,10	0,15
"CO <sub>2</sub>									
"Total dosé	100,70	99,55	99,06	99,61	99,54	100,13	98,60	98,25	100,29

#### 4 - ROCHES VOLCANIQUES ET VOLCANO-SEDIMENTAIRES METAMORPHIQUES DE LA SERIE DE M'BOUT

Divers paramètres chimiques de ces roches ont déjà été donnés dans le paragraphe I.223 : ce sont, d'une part les nombres d'unités monométalliques pour 100 g de roche, d'autre part les paramètres de NIGGLI, les paramètres Q.L.M., et les paramètres R. et S. de J. JUNG et R. BROUSSE.

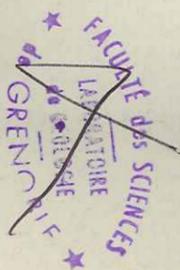
On trouvera dans le tableau ci-après :

- les pourcentages pondéraux d'oxydes
- les unités monométalliques ramenées à un total de 100
- la norme C.I.P.W.
- les paramètres de LACROIX.

Les calculs pétrochimiques ont été faits sur le calculateur Gamma 30 du B.R.G.M.

M. DEREC (B.R.G.M.) a en effet mis récemment au point un système de fiches permettant au calculateur électronique de déterminer, à partir des pourcentages pondéraux d'oxydes, la composition atomique, la norme C.I.P.W. et les paramètres de LACROIX et NIGGLI.

	Analyse %					
	Ech. F 134	Ech. D 391	Ech. F 126	Ech. D 393	Ech. F 48	Ech. F 3
	POURCENTAGES PONDERAUX D'OXYDES					
SiO <sub>2</sub>	77,00	76,10	74,20	62,35	55,45	46,95
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	12,75	12,30	12,70	18,45	16,65	19,35
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,15	2,15	2,65	6,05	2,60	5,30
FeO	0,65	0,23	0,60	0,09	5,75	4,82
MnO	0,035	traces	0,03	0,15	0,13	0,13
MgO	0,04	0,10	0,08	1,60	4,17	3,95
CaO	0,67	0,35	0,95	1,35	6,20	12,70
Na <sub>2</sub> O	4,20	3,60	4,25	2,75	4,35	2,20
K <sub>2</sub> O	4,00	4,60	4,20	4,50	0,47	0,10
TiO <sub>2</sub>	0,05	0,15	0,12	0,75	0,95	0,95
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,04	0,66	0,02	0,35	0,12	0,27
H <sub>2</sub> O+	0,34	0,55	0	2,45	2,90	3,10
H <sub>2</sub> O-	0,02	0,07	0,15	0,10	0,50	0,13
CO <sub>2</sub>			0,65		0,30	0,25
	100,94	100,86	100,60	100,94	100,54	100,30
POURCENTAGES D'UNITES MONOMETALLIQUES						
Si	71,62	71,52	69,68	59,63	53,00	45,73
Al	13,95	13,60	14,03	20,76	18,72	22,17
Fe <sup>+++</sup>	0,80	1,52	1,87	4,34	1,86	3,87
Fe <sup>++</sup>	0,50	0,18	0,47	0,07	4,58	3,91
Mn	0,02	0,00	0,02	0,12	0,11	0,11
Mg	0,06	0,14	0,11	2,30	5,98	5,77
Ca	0,67	0,35	0,96	1,38	6,35	13,25
Na	7,56	6,55	7,72	5,09	8,05	4,15
K	4,75	5,52	5,04	5,49	0,57	0,12
Ti	0,03	0,11	0,08	0,54	0,68	0,69
P	0,03	0,52	0,02	0,28	0,10	0,22
H	2,11	3,45	0,00	15,62	18,48	20,13
C	0,00	0,00	0,83	0,00	0,39	0,33
NORME C.I.P.W.						
Q	35,80	37,43	33,11	27,74	7,56	4,33
Or	23,66	27,21	24,84	26,62	2,78	0,59
Ab	35,50	30,43	35,92	23,24	36,76	18,59
An	3,09	0,00	0,49	4,65	24,48	42,58
Cor	0,37	1,39	0,97	0,00	0,00	0,00
Di	0,00	0,00	0,00	0,00	3,01	13,83
Hy	0,32	0,25	0,20	4,00	16,02	6,40
We	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ma	1,67	0,31	1,68	0,00	3,77	7,69
Ilm.	0,10	0,29	0,23	0,51	1,81	1,81
Hém.	0,00	1,94	1,49	6,05	0,00	0,00
Ap	0,09	1,44	0,04	0,76	0,26	0,59
Ca	0,00	0,00	1,48	0,00	0,68	0,57
PARAMETRE DE LACROIX						
p	1	1	1	2	2	2
q	4	3	4	4	5	5
r	1	1	1	2	3	4
s	3	3	3	3	5	5
h	4	5	5	4	2	2
k	1	1	1	1	1	1
l	1	3	3	2	1	2
m	5	3	4	1	3	3



5 - ROCHES VOLCANIQUES DE LA SERIE DE SELIBABI

On trouvera dans le tableau ci-après :

- les pourcentages pondéraux d'oxydes
- les unités monométalliques ramenées à un total de 100
- la norme C.I.P.W.
- les paramètres de LACROIX
- les paramètres Q.L.M.
- les paramètres R et S de J. JUNG et R. BROUSSE (1958).

Tous les calculs pétrochimiques, excepté celui des paramètres Q.L.M. et R.S., ont encore été faits par le calculateur électronique.

Les paramètres Q.L.M. ont été déterminés à partir des paramètres de NIGGLI par la méthode simplifiée suivante.

$$\text{Si } a_l < a_{lc} \quad \begin{cases} Q = si - 100 + 1/2 (fm + c) \\ L = 6 a_l \\ M = 3 (a_{lc} - a_l) + 3/2 (fm + c) \end{cases}$$

$$\text{Si } a_{lc} < a_l < (a_{lc} + c) \quad \begin{cases} Q = si - 50 - 2a_{lc} + a_l \\ L = 3 (a_l + a_{lc}) \\ M = 3 (50 - a_l) \end{cases}$$

$$\text{Si } (a_{lc} + c) < a_l < (a_{lc} + 2c + fm) \quad \begin{cases} Q = Si - 50 - 2a_{lc} + a_l \\ L = 3 (2a_{lc} + c) \\ M = 3 (50 - a_{lc} - c) \end{cases}$$

Enfin, les coordonnées géographiques des échantillons ont été déjà données dans le paragraphe I.344.

tel-00788960, version 1 - 15 Feb 2013

		Analyse %										
		Cinérinite	Spillites							Serpentines		
		Ech. F 533	Ech. F 455	Ech. F 230	Ech. F 182	Ech. D 424	Ech. F 508	Ech. F 368	Ech. F 293	Ech. F 154 <sup>1</sup>	Ech. F 154 <sup>2</sup>	Ech. F 523
POURCENTAGES PONDERAUX D'OXYDES	SiO <sub>2</sub>	76,80	54,45	51,90	50,90	50,45	46,45	45,40	44,90	32,00	34,80	36,25
	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	12,05	15,05	12,50	15,95	15,05	13,00	14,55	16,75	15,75	10,50	14,30
	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,40	2,95	1,70	2,05	3,05	3,20	5,50	2,65	2,05	3,60	2,35
	FeO	0,57	5,63	5,65	6,12	6,17	9,32	8,87	7,35	2,15	0,60	7,65
	MnO	0,04	0,14	0,125	0,245	0,15	0,20	0,26	0,19	0,17	0,08	0,25
	MgO	0,25	4,07	10,30	6,05	4,32	9,70	5,08	6,57	33,70	36,40	24,50
	CaO	0,22	7,30	8,15	9,30	8,15	10,10	9,35	9,75	0,11	0,17	3,50
	Na <sub>2</sub> O	2,25	5,50	2,40	4,80	5,00	2,25	4,05	3,10	0,06	0,07	0,19
	K <sub>2</sub> O	5,70	0,30	1,60	0,32	0,28	0,10	0,35	1,08	0,02	0,02	0,06
	TiO <sub>2</sub>	0,18	1,90	1,00	1,30	3,50	1,20	2,60	2,30	0,75	0,10	0,90
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,02	0,18	0,08	0,19	0,54	0,15	0,53	0,33	0,01	0,01	0,08
	H <sub>2</sub> O+	1,00	2,07	3,10	2,50	2,50	3,40	2,35	0,65	12,75	13,15	9,65
	H <sub>2</sub> O-	0,15	0,25	0,35	0,17	0,38	0,22	0,20	0,20	0,37	0,60	0,45
	CO <sub>2</sub>	-	0,20	0,45	-	0,35	0,25	0,35	3,60	0,20	0,10	traces
	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>									0,018	0,205	0,011
Total dosé	100,63	99,99	99,20	99,89	99,89	99,54	99,44	99,42	100,18	100,405	100,141	
POURCENTAGES D'UNITES MONOMETALLIQUES	Si	73,19	51,51	49,72	47,85	48,49	45,11	44,26	43,78	30,37	33,00	35,16
	Al	13,51	16,75	14,09	17,64	17,02	14,85	16,69	19,21	17,58	11,71	16,32
	Fe <sup>+++</sup>	1,00	2,09	1,22	1,45	2,20	2,33	4,02	1,94	1,46	2,56	1,71
	Fe <sup>++</sup>	0,45	4,44	4,51	4,79	4,94	7,54	7,21	5,97	1,70	0,47	6,18
	Mn	0,03	0,11	0,10	0,19	0,12	0,16	0,21	0,16	0,14	0,06	0,20
	Mg	0,36	5,78	14,80	8,53	6,23	14,13	7,43	9,61	47,97	51,78	35,64
	Ca	0,22	7,40	8,37	9,37	8,39	10,51	9,77	10,19	0,11	0,17	3,64
	Na	4,15	10,07	4,45	8,73	9,30	4,23	7,64	5,85	0,11	0,13	0,36
	K	6,93	0,36	1,96	0,38	0,34	0,12	0,44	1,34	0,02	0,02	0,07
	Ti	0,13	1,35	0,72	0,92	2,52	0,87	1,90	1,68	0,53	0,07	0,65
	P	0,02	0,14	0,06	0,15	0,44	0,12	0,44	0,27	0,02	0,01	0,07
	C	0,00	0,26	0,59	0,00	0,46	0,33	0,47	4,79	0,26	0,13	0,00
	H	6,35	13,05	19,80	15,67	16,02	22,01	15,27	4,23	80,66	83,14	62,39
NORMES C. I. P. W.	Q	41,11	2,32	0,94	0,00	0,96	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Or	33,71	1,77	9,46	1,89	1,66	0,59	2,07	6,39	0,12	0,12	0,35
	Ab	19,02	46,48	20,28	37,59	42,26	19,02	32,97	26,20	0,51	0,59	1,61
	Am	0,97	15,47	18,58	21,00	17,77	25,05	20,46	23,72	0,00	0,15	16,91
	Cor	1,81	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,78	15,63	10,31	7,72
	Di	0,00	14,91	14,82	19,47	13,82	18,33	16,79	0,00	0,00	0,00	0,00
	Hy	0,63	7,97	26,21	0,00	7,50	17,00	0,00	21,03	20,08	23,17	23,30
	We	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Ol	0,00	0,00	0,00	9,80	0,00	8,13	9,05	2,34	45,91	47,48	34,85
	Ma	1,45	4,28	2,47	2,97	4,42	4,64	7,98	3,84	2,97	1,60	3,41
	Ilm	0,34	3,61	1,90	2,47	6,65	2,28	4,94	4,37	1,43	0,19	1,71
	Hém	0,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,50	0,00
	Ap	0,04	0,39	0,17	0,41	1,18	0,33	1,16	0,72	0,02	0,02	0,17
	Cr									0,03	0,29	0,01
Ca	0,00	0,45	1,02	0,00	0,80	0,57	0,80	8,18	0,45	0,23	0,00	
PARAMETRES DE LACROIX	p	1	2	3	2	2	3	3	3	5	5	4
	q	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	r	1	3	3	3	3	4	3	3	1	2	5
	s	2	5	4	5	5	5	5	4	4	4	4
	h	4	2	1	2	2	2	2	2	1	1	1
	k	1	1	1	2	1	2	2	1	4	4	3
	l	1	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1
	m	3	3	2	2	3	2	3	3	1	1	2
PARAMETRES DE NIGGLI	si	508,37	153,66	126,38	126,26	137,22	101,50	107,34	106,20	50,29	53,99	62,83
	al	46,92	24,98	17,91	23,27	24,08	16,71	20,24	23,31	14,57	9,71	14,59
	fm	13,02	37,38	52,69	39,98	38,52	54,75	46,28	43,26	85,13	89,89	78,53
	o	1,56	22,07	21,26	24,72	23,75	23,65	23,69	24,71	0,19	0,28	6,50
	alo	38,50	15,56	8,14	12,03	13,65	4,90	9,79	8,73	0,11	0,12	0,39
	k	0,63	0,03	0,30	0,04	0,04	0,03	0,05	0,19	0,18	0,16	0,17
	mg	0,19	0,46	0,71	0,56	0,46	0,58	0,39	0,4	0,93	0,94	0,81
	ti	0,89	4,02	1,83	2,42	7,14	1,97	4,61	4,8	0,88	0,12	1,17
	p	0,06	0,21	0,08	0,20	0,62	0,14	0,53	0,33	0,01	0,01	0,06
PARAM. Q. L. M.	Q	62	33	43	29	31	26	25	24	13	10	18
	L	34	42	36	41	41	29	38	42	1	1	14
	M	4	25	21	30	28	45	37	34	86	89	68
PARAM. R ET S DE J. JUNG ET R. BROUSSE	R	97,98	58,52	43,41	47,70	53,53	29,30	45,21	41,41	54,55	46,43	10,40
	S	62,60	2,04	30,35	4,49	3,59	2,95	5,37	18,70	16,67	15,38	16,67

## 6 - DOSAGE D'ELEMENTS EN TRACE DANS LES SERPENTINES ET CHROMITES

Les serpentines analysées proviennent d'un échantillonnage systématique fait dans l'ensemble de la Série de Sélibabi. Les chromites proviennent de deux petits indices, liés à ces mêmes serpentines. Les dosages ont été faits par voie chimique dans les laboratoires du B.R.G.M. (Dakar) dirigés par Mme B. MARTINET.

Les analyses de chromite correspondent à des échantillons bruts. Deux essais d'analyse complète de ces échantillons ont été tentés, mais se sont révélés infructueux, le total des éléments dosés ne dépassant 75 % du poids soumis à l'analyse. La valeur économique de ces indices de chromite paraissant être réelle en tout état de cause aucune analyse ou essai supplémentaire n'ont été tentés.

Nous reprendrons cette question et décrirons les indices dans le chapitre suivant (Annexe II).

ELEMENTS EN TRACES DANS LES SERPENTINES ET LES CHROMITES DE LA SERIE DE SELIBABI

" N° de l'éch.	Situation		Nature de l'échant.	Cr	Cr	Ni	Co	Pt	Fe	Cr/Fe	SiO <sub>2</sub>
	Long.	Lat.		g/t	%	g/t	g/t	g/t	%		%
" F 154	12°05'	15°52'	Serpentine	1800		1250	40	0	10,33		
" F 276 <sup>2</sup>	12°06'	15°34'	Serpentine		0,30	2100	40	0	4,75		
" F 283 <sup>1</sup>	12°04'30"	15°27'	Serpentine		0,40	2100	30	0	5,30		
" F 329 <sup>1</sup>	12°12'	15°11'20"	Serpentine	2500		3500	200	0	6,98		
" F 329 <sup>2</sup>	12°12'	15°11'20"	Serpentine	1750		1100	120	0	8,79		
" F 395	12°03'30"	15°18'20"	Serpentine		1,25	3000	60	0	6,14		
" F 445	12°04'	15°13'30"	Serpentine		0,65	2500	80	0	4,50		
" F 448	12°04'	15°13'30"	Chromite		28,0	1100	160	0	23,73	1,23	
" F 493	12°19'50"	14°51'40"	Serpentine	750		1800	80	0	19,96		
" F 504	12°06'30"	15°08'20"	Serpentine		0,45	1200	40	0	5,72		
" F 512 <sup>2</sup>	12°06'30"	15°08'20"	Serpentine		0,55	2250	60	0,5	5,72		
" F 525 <sup>1</sup>	12°04'	15°04'10"	Chromite		28,5	900	90	0,7	15,36	1,85	1,56
" F 525 <sup>2</sup>	12°04'	15°04'10"	Chromite		28,5	1600	120	1,6	15,63	1,82	3,83

ANNEXE II

ETUDE PETROCHIMIQUE DES ROCHES VOLCANIQUES  
DES SERIES DE M'BOUT ET DE SELIBABI

1 - INTRODUCTION

Une cinérite, sept spilites et trois serpentines de la Série de Sélibabi ont été analysées, ainsi que quatre porphyroïdes et deux schistes verts de la Série de M'Bout. Les résultats de ces analyses sont donnés dans l'annexe I. Je tenterai ici de les interpréter en situant les roches correspondantes par rapport aux associations volcaniques décrites par C. BURRI et P. NIGGLI (1945-1949), J. JUNG et R. BROUSSE (1958) et H. KUNO (1959).

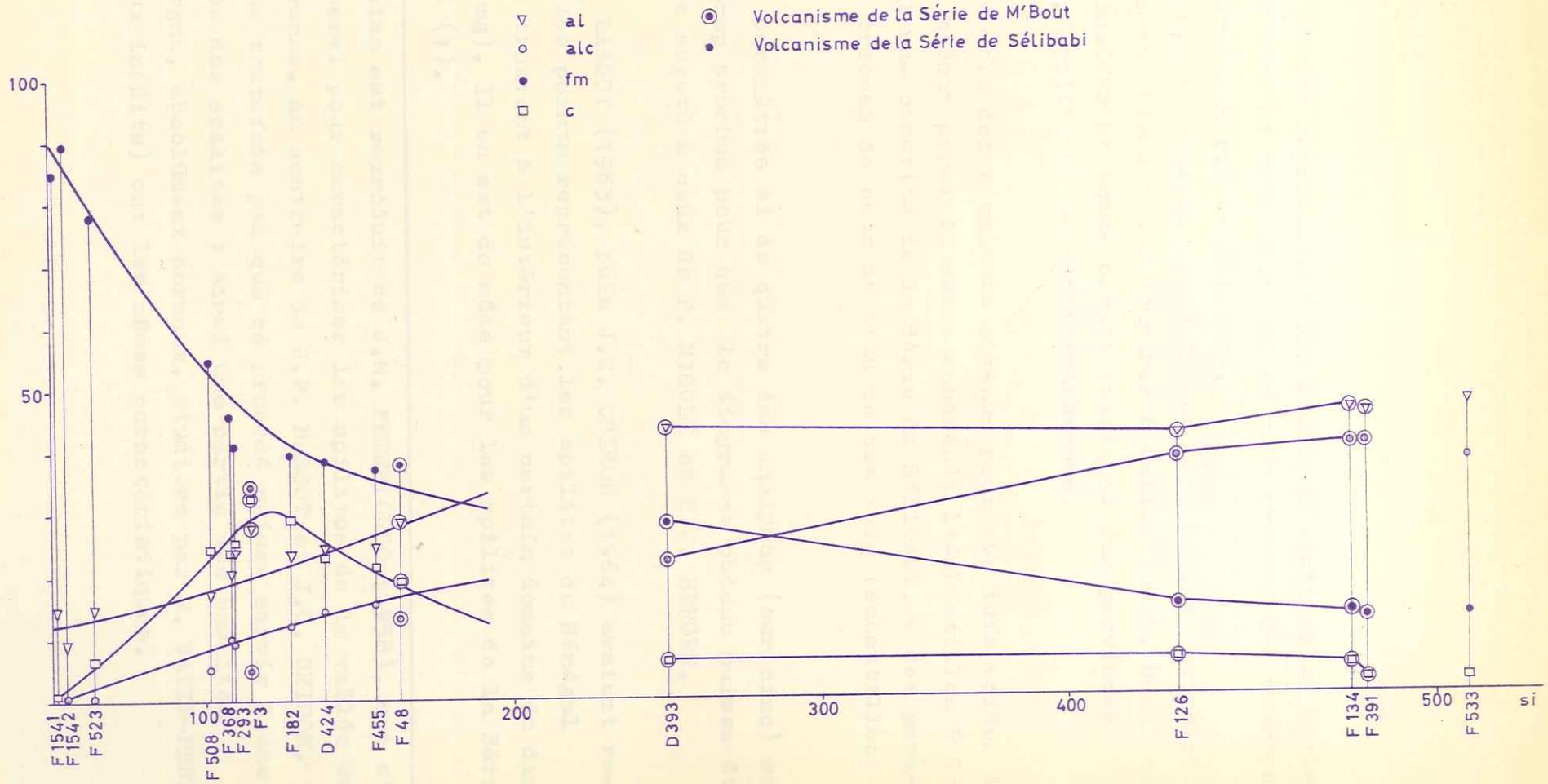
2 - UTILISATION DES PARAMETRES DE P. NIGGLI

Les diagrammes de variation de  $al$ ,  $fm$ ,  $c$  et  $alc$  en fonction de  $si$  ont été tracés (fig. 87), ainsi que le diagramme de  $k$  fonction de  $mg$ .

a)- Sur les diagrammes de variation en fonction de  $si$ , on peut tracer des courbes à proximité desquelles se situent la majeure partie des points représentant les roches volcaniques basiques de la Série de Sélibabi. Ces courbes peuvent fort bien être prolongées sans discontinuité jusqu'aux points représentant les roches ultrabasiques (serpentinites).

tel-00788960, version 1 - 15 Feb 2013

PARAMETRES DE NIGGLI



Les points représentant des schistes verts de la Série de M'Bout ne sont ni très éloignés ni très proches des courbes établies pour la Série de Sélibabi.

Enfin, ces courbes apparaissent trop approximatives pour qu'on puisse valablement les comparer à celles que C. BURRI et P. NIGGLI considèrent comme caractéristiques des provinces atlantiques, pacifiques ou méditerranéennes.

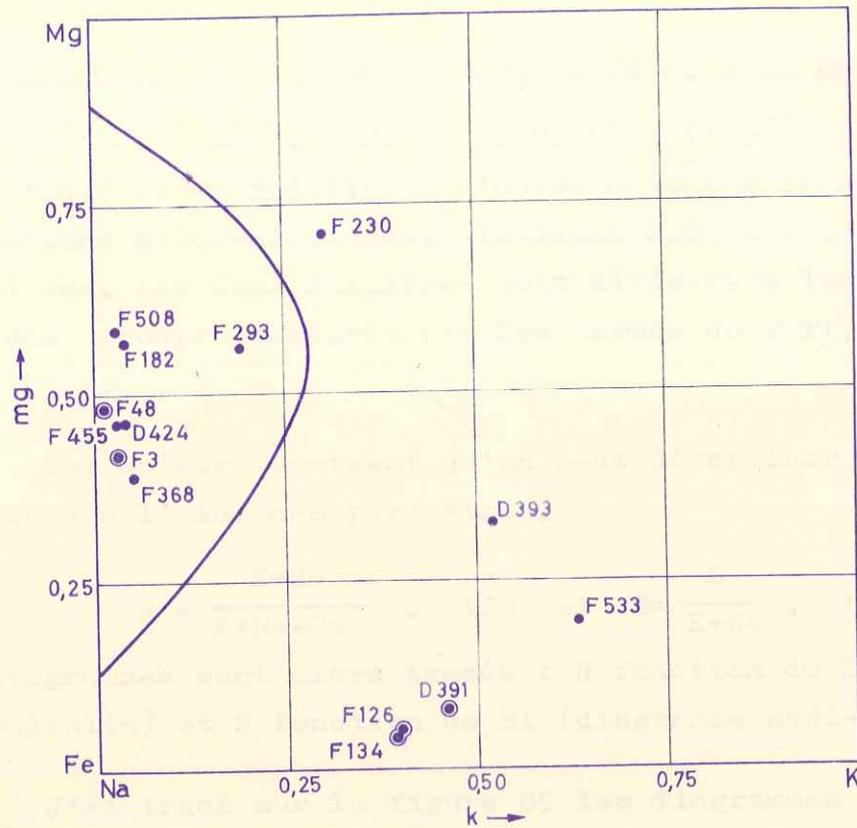
b)- L'ensemble des résultats obtenus pour les tufs acides de la Série de M'Bout apparaît assez cohérent; l'échantillon F 533, représentant une cinérite de la Série de Sélibabi, a des paramètres très proches de ceux de l'un de ces tufs (échantillon D 391).

Les paramètres si de quatre des analyses (sur cinq) sont toutefois trop proches pour que le diagramme obtenu puisse être comparé avec sûreté à ceux de P. NIGGLI et P.J. BERGER.

c)- J.P. BASSOT (1963), puis J.C. CHIRON (1964) avaient remarqué que les points représentant les spilites du Sénégal Oriental se trouvent à l'intérieur d'un certain domaine du diagramme (k, mg). Il en est de même pour les spilites de la Série de Sélibabi (1).

---

(1) Ce domaine est reproduit de J.M. PETERLONGO (1958), qui s'en était servi pour caractériser les spilites de la vallée de la Brèvenne. Au contraire de J.P. BASSOT et J.C. CHIRON, je ne pense toutefois pas que ce procédé puisse servir à une diagnose des spilites : ainsi une partie des basaltes d'Auvergne, absolument normaux, étudiées par N. VATIN-PERIGNON (travaux inédits) ont les mêmes caractéristiques.



PARAMETRES DE NIGGLI

- Volcanisme de la Série de Sélibabi
- ◎ Volcanisme de la Série de M' Bout

— Domaine des spilites de La Série de la Brévenne (Monts du Lyonnais), de la Série des Bassaris (Sénégal Oriental) et de la Série de la Falémé (Sénégal Oriental)

D'après J.M. PETERLONGO, J.P. BASSOT, J.C. CHIRON

FIG. 88

tel-00788960, version 1 - 15 Feb 2013

### 3 - UTILISATION DES PARAMETRES R ET S DE J. JUNG ET R. BROUSSE

On sait que J. JUNG et R. BROUSSE (1958) définissent également trois types principaux d'associations volcaniques : les associations calco-alcalines, alcalines sodiques et alcalines potassiques. Les deux dernières sont divisées à leur tour en trois sous groupes désignés par les termes de fort, faible ou composé.

Les auteurs montrent qu'on peut déterminer le type d'associations à l'aide des paramètres.

$$R = \frac{K+Na}{K+Na+Ca} \cdot 100 \quad \text{et} \quad S = \frac{K}{K+Na} \cdot 100.$$

Deux diagrammes sont alors tracés : R fonction de Si (diagramme calco-alcalin) et S fonction de Si (diagramme sodi-potassique).

J'ai tracé sur la figure 89 les diagrammes calco-alcalins et sodi-potassiques des roches volcaniques des Séries de M'Bout et de Sélibabi, en les comparant aux diagrammes correspondants de l'association calco-alcaline de J. JUNG et R. BROUSSE.

Ces diagrammes appellent les remarques suivantes.

a)- L'association calco-alcaline de J. JUNG et R. BROUSSE est caractérisée par de faibles valeurs du paramètre S. Pourtant les paramètres S des roches volcaniques de la Série de Sélibabi ou des tufs basiques de la Série de M'Bout sont encore plus faibles et ne correspondent à aucune des trois grandes associations.

Les points représentatifs des paramètres R des mêmes roches, par contre, sont dispersés à la fois dans les domaines de l'association calco-alcaline et des associations sodiques.

tel-00788960, version 1 - 15 Feb 2013

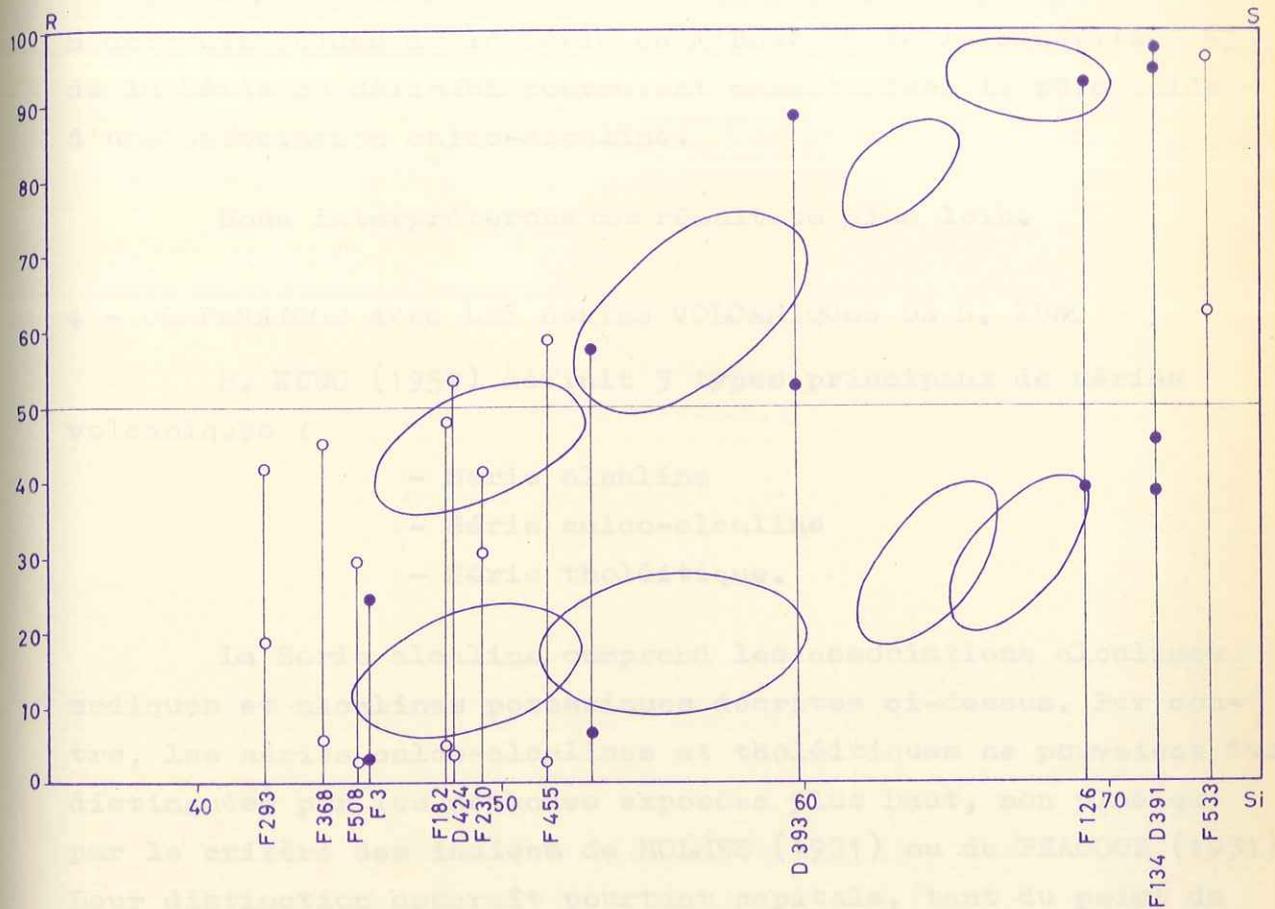


DIAGRAMME DE J. JUNG ET R. BROUSSE

- Volcanisme de la Série de Sélibabi
- Volcanisme de la Série de M'Bout

Les paramètres R sont toujours plus élevés que les paramètres S.

Les domaines dessinés correspondent, d'après J. JUNG et R. BROUSSE, à une association typiquement calco-alcaline. (Cascade range, U.S.A.)

b)- Si l'on excepte l'échantillon D 393, les paramètres R et S des tufs acides de la Série de M'Bout ou de la cinérite F 533 de la Série de Sélibabi pourraient caractériser le pôle acide d'une association calco-alcaline.

Nous interpréterons ces résultats plus loin.

#### 4 - COMPARAISON AVEC LES SERIES VOLCANIQUES DE H. KUNO

H. KUNO (1959) définit 3 types principaux de séries volcaniques :

- Série alcaline
- Série calco-alcaline
- Série tholéitique.

La Série alcaline comprend les associations alcalines sodiques et alcalines potassiques décrites ci-dessus. Par contre, les séries calco-alcalines et tholéitiques ne pouvaient être distinguées par les méthodes exposées plus haut, non plus que par le critère des indices de HOLMES (1921) ou de PEACOCK (1931). Leur distinction apparaît pourtant capitale, tant du point de vue de la recherche minière que de la volcanologie (M. FONTEILLES, travaux inédits).

Comme tous les auteurs, H. KUNO définit sa classification sur des bases pétrogénétiques : les minéraux ferromagnésiens de chacune des séries subissent en effet une évolution particulière au cours de la différenciation, et chaque série apparaît caractérisée par un ensemble spécifique d'associations minéralogiques. Toutefois l'auteur expose également plusieurs méthodes de détermination basées sur l'utilisation des analyses chimiques.

Archives de la terre  
BIUS  
JUSQU'  
CADIST

Les associations minéralogiques rencontrées dans les roches volcaniques basiques des Séries de M'Bout et de Sélibabi sont beaucoup trop complexes pour pouvoir être comparées à celles de H. KUNO : l'abondance des minéraux de basse température fausseraient complètement la méthode. Il était donc intéressant d'utiliser les critères purement chimiques, qui sont les suivants :

a)- En remplacement de l'indice chaux-alkalin de PEACOCK (1931), est créé un nouvel indice, baptisé également indice chaux-alkalin, et rendant beaucoup mieux compte des processus de différenciation, à l'intérieur d'une série.

Un indice appelé SI ("solidification index") est tout d'abord défini comme le rapport  $100 \times \text{MgO} / \text{MgO} + \text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ .

Les courbes CaO fonction de SI et  $(\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$  fonction de SI sont tracées sur un même diagramme. L'abscisse de leur point d'intersection est par définition l'indice chaux-alkalin.

Si l'on porte sur un diagramme l'indice chaux-alkalin en abscisse, la valeur correspondante de CaO ( $= \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ ) en ordonnée, les points représentatifs se groupent dans des domaines spécifiques de chaque association volcanique.

La figure 90<sup>1</sup> montre qu'il est difficile d'appliquer cette méthode à nos analyses :

Les points représentatifs des tufs acides ou basiques de la Série de M'Bout ne s'ordonnent absolument pas tandis que les points représentatifs des roches volcaniques basiques de la Série de Sélibabi s'ordonnent mal : les échantillons F 368 et F 455 d'une part, F 182 et F 293 d'autre part ont des S.I voisins mais des valeurs de CaO et  $(\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$  différentes. En rejetant les

tel-00788960, version 1 - 15 Feb 2013

DIAGRAMMES DE H.KUNO

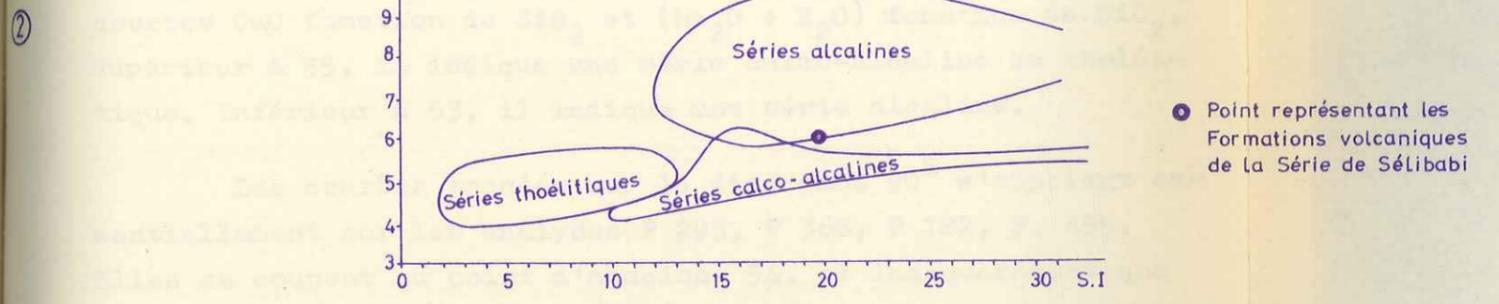
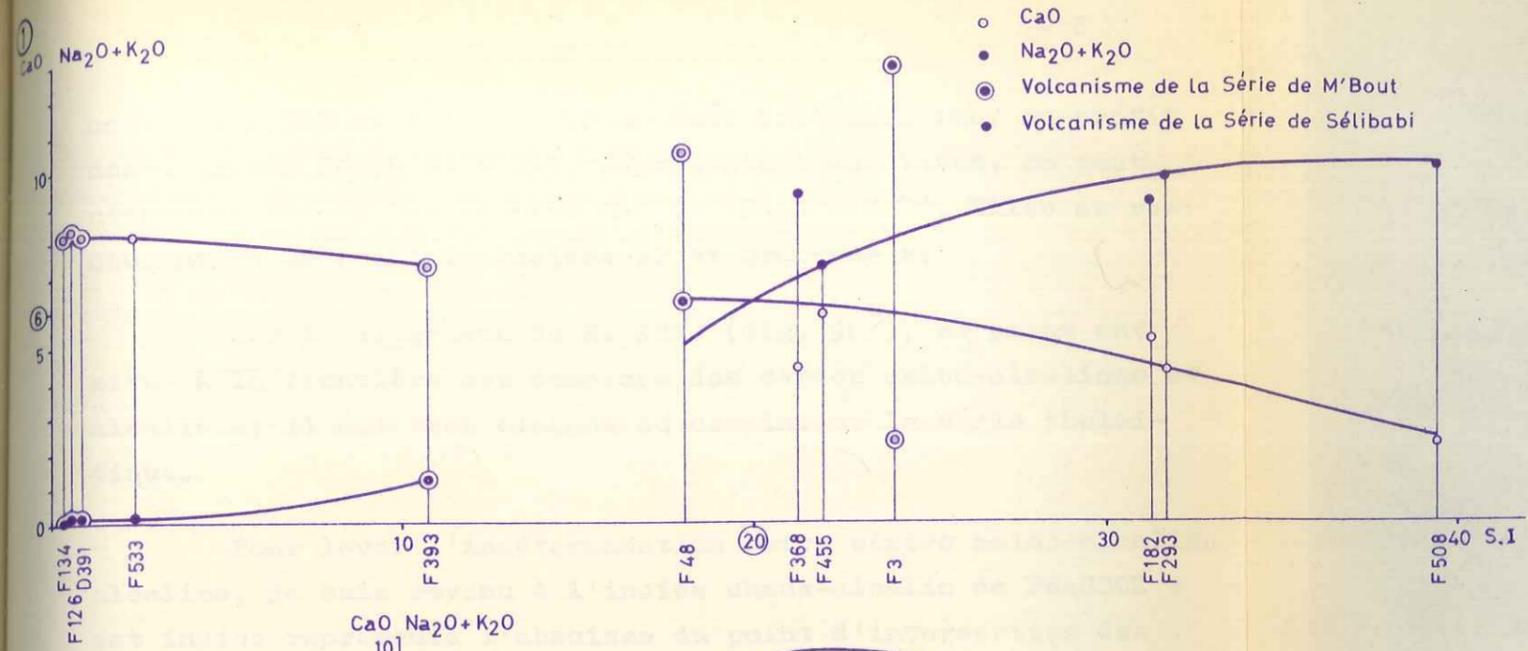
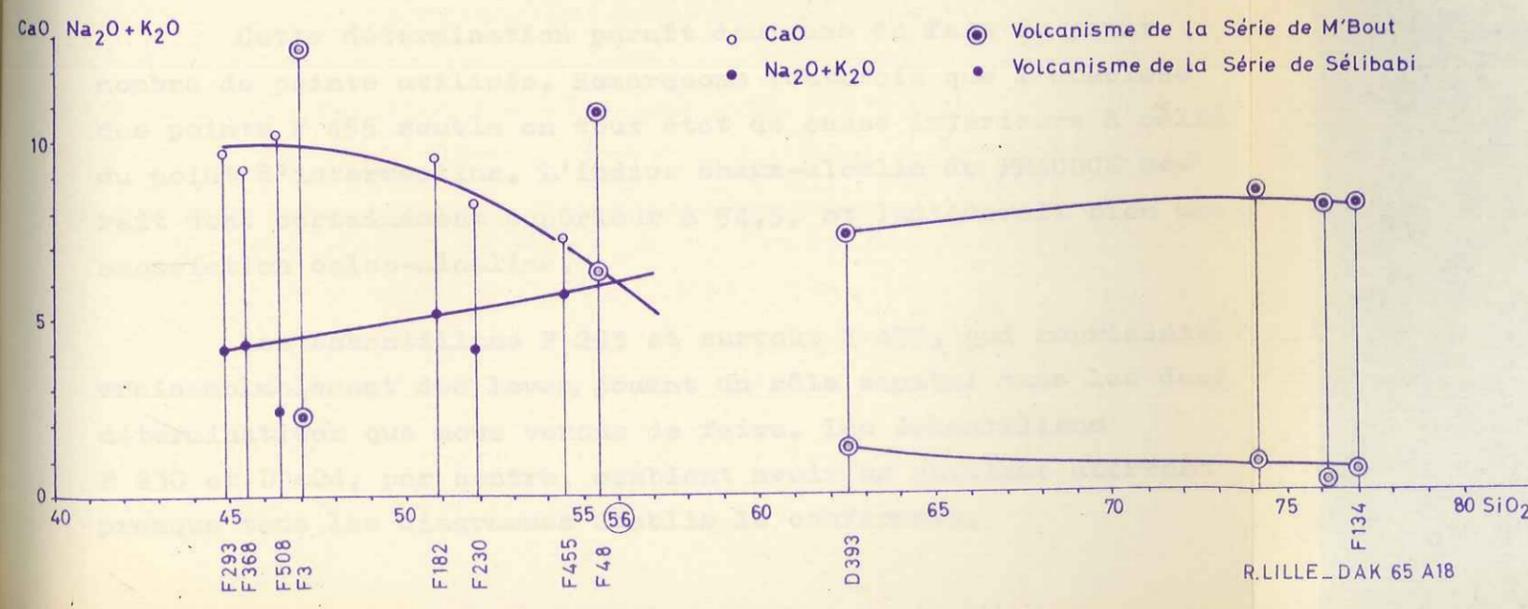


DIAGRAMME DE PEACOCK



tel-00788960, version 1 - 15 Feb 2013

analyses F 368 et F 182, représentant des dolérites, au profit des analyses F 455 et F 293, représentant des laves, on peut néanmoins tracer les courbes CaO et  $(Na_2O + K_2O)$ . Elles se recoupent en un point d'abscisse 20 et ordonnée 6.

Sur le diagramme de H. KUNO (fig. 90<sup>3</sup>), ce point est situé à la frontière des domaines des séries calco-alcalines et alcalines; il est très éloigné du domaine de la série tholéitique.

Pour lever l'indétermination entre séries calco-alcaline alcaline, je suis revenu à l'indice chaux-alcalin de PEACOCK : cet indice représente l'abscisse du point d'intersection des courbes CaO fonction de  $SiO_2$  et  $(Na_2O + K_2O)$  fonction de  $SiO_2$ . Supérieur à 55, il indique une série calco-alcaline ou tholéitique. Inférieur à 53, il indique une série alcaline.

Les courbes tracées sur le diagramme 90<sup>2</sup> s'appuient essentiellement sur les analyses F 293, F 368, F 182, F. 455. Elles se coupent au point d'abscisse 56, et indiqueraient que les formations volcaniques basiques de la Série de Sélibabi appartiennent à une association calco-alcaline.

Cette détermination paraît douteuse du fait du petit nombre de points utilisés. Remarquons toutefois que l'abscisse des points F 455 semble en tout état de cause inférieure à celle du point d'intersection. L'indice chaux-alcalin de PEACOCK serait donc certainement supérieur à 54,5, et indiquerait bien une association calco-alcaline.

Les échantillons F 293 et surtout F 455, qui représentent vraisemblablement des laves, jouent un rôle capital dans les deux déterminations que nous venons de faire. Les échantillons F 230 et D 424, par contre, semblent avoir un chimisme aberrant : presque tous les diagrammes établis le confirment.

b)- H. KUNO préconise encore, pour différencier les associations calco-alcalines et tholéitiques, la construction de diagrammes triangulaires ( $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO}$ ), ( $\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$ ),  $\text{MgO}$ . Une courbe limite sépare les domaines calco-alcalins et tholéitiques (fig. 91). Les séries alcalines, par contre, peuvent se trouver dans l'un ou l'autre de ces domaines (cf. également F.J. TURNER et J. VERHOOGEN, 1960).

Les points représentatifs des roches volcaniques analysées ici s'ordonnent très mal sur ce diagramme. Pourtant on remarque encore que les analyses F 455, F 293 et F 182 sont dans le domaine calco-alcalin. Les tufs acides de la Série de M'Bout, par contre, sont presque à la limite des deux domaines et peuvent appartenir à l'un comme à l'autre.

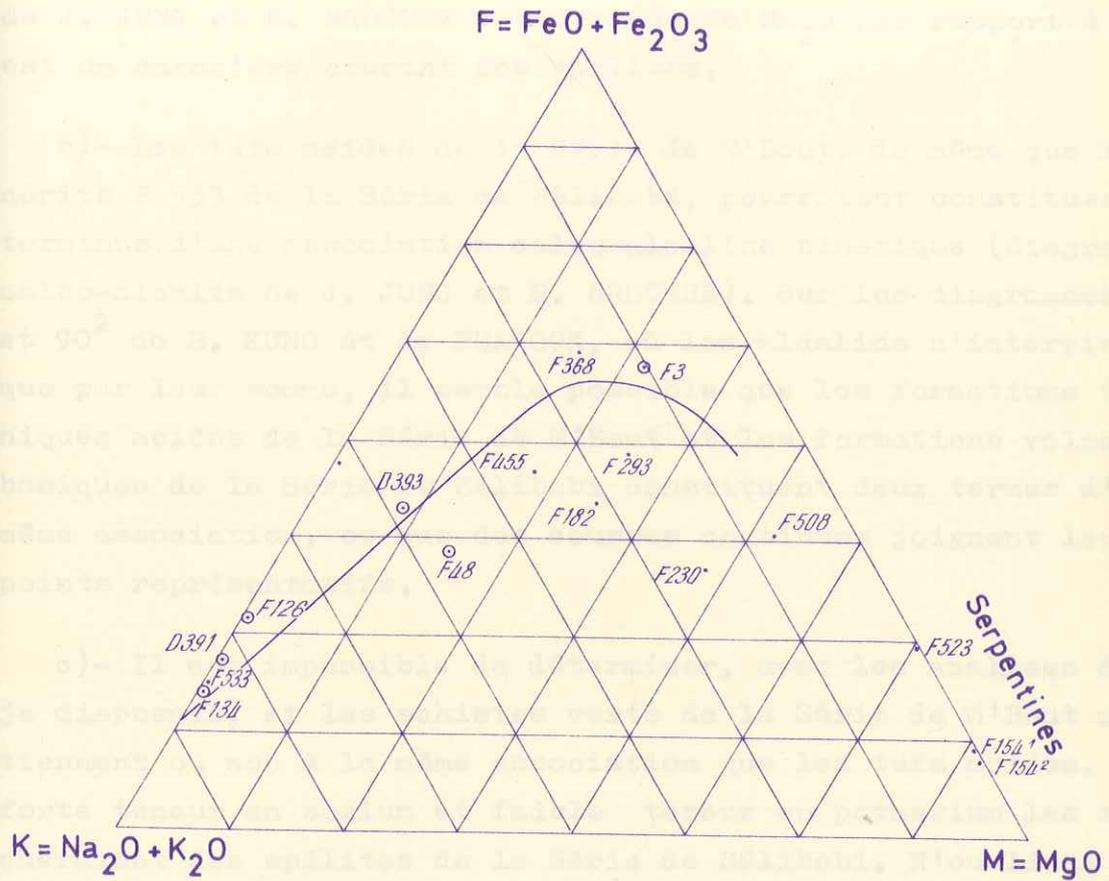
## 5 - CONCLUSION

Les différents diagrammes étudiés ci-dessus montrent tout d'abord qu'une partie des analyses chimiques dont je disposais sont difficilement utilisables (1). Il est donc impossible d'en déduire avec certitude les types d'association volcaniques rencontrés, et mes conclusions n'indiqueront que des probabilités, qui sont les suivantes :

---

(1) Soit que les roches volcaniques aient été contaminées, soit que la série soit peu différenciée.

DIAGRAMME F.K.M. DE H.KUNO  
(1954)



• Volcanisme de la Série de Sélibabi

○ Volcanisme de la Série de M'Bout

1) La courbe tracée sur le diagramme sépare en principe les Séries calcoalcalines (situées en dessous) des Séries tholéitiques (situées en dessus)

a)- Si l'on ne fait intervenir les alcalins que par leur somme, les roches volcaniques basiques de la Série de Sélibabi semblent appartenir à une association calco-alcaline.

Par contre, les pourcentages relatifs de  $K_2O$  et  $Na_2O$  sont différents de ceux des principales associations calco-alcalines connues, comme il apparaît sur le diagramme sodi-potassique de J. JUNG et R. BROUSSE : cet excès de  $Na_2O$  par rapport à  $K_2O$  est un caractère courant des spilites.

b)- Les tufs acides de la Série de M'Bout, de même que la cinérite F 533 de la Série de Sélibabi, pourraient constituer le terminus d'une association calco-alcaline classique (diagramme calco-alcalin de J. JUNG et R. BROUSSE). Sur les diagrammes  $90^1$  et  $90^2$  de H. KUNO et de PEACOCK, où les alcalins n'interviennent que par leur somme, il semble possible que les formations volcaniques acides de la Série de M'Bout et les formations volcaniques basiques de la Série de Sélibabi constituent deux termes d'une même association, et que des courbes continues joignent leurs points représentatifs.

c)- Il est impossible de déterminer, avec les analyses dont je disposais, si les schistes verts de la Série de M'Bout appartiennent ou non à la même association que les tufs acides. Leur forte teneur en sodium et faible teneur en potassium les rapprocheraient des spilites de la Série de Sélibabi. N'oublions pas toutefois que ces roches sont contaminées et que le métamorphisme subi peut avoir modifié leur chimisme originel.

d)- Enfin, on peut illustrer par un dernier diagramme les ressemblances qui existent entre les volcanismes analysés ici et d'une part les roches volcaniques du Sénégal Oriental, d'autre part certaines ophiolites du géosynclinal alpin.

C. BURRI et P. NIGGLI (1945) ont reporté sur un diagramme triangulaire Q.L.M. les points représentatifs des ophiolites des Dinarides. Q représente ici le quartz de leur norme, L l'ensemble des feldspaths et feldspathoïdes, M l'ensemble des ferromagnésiens.

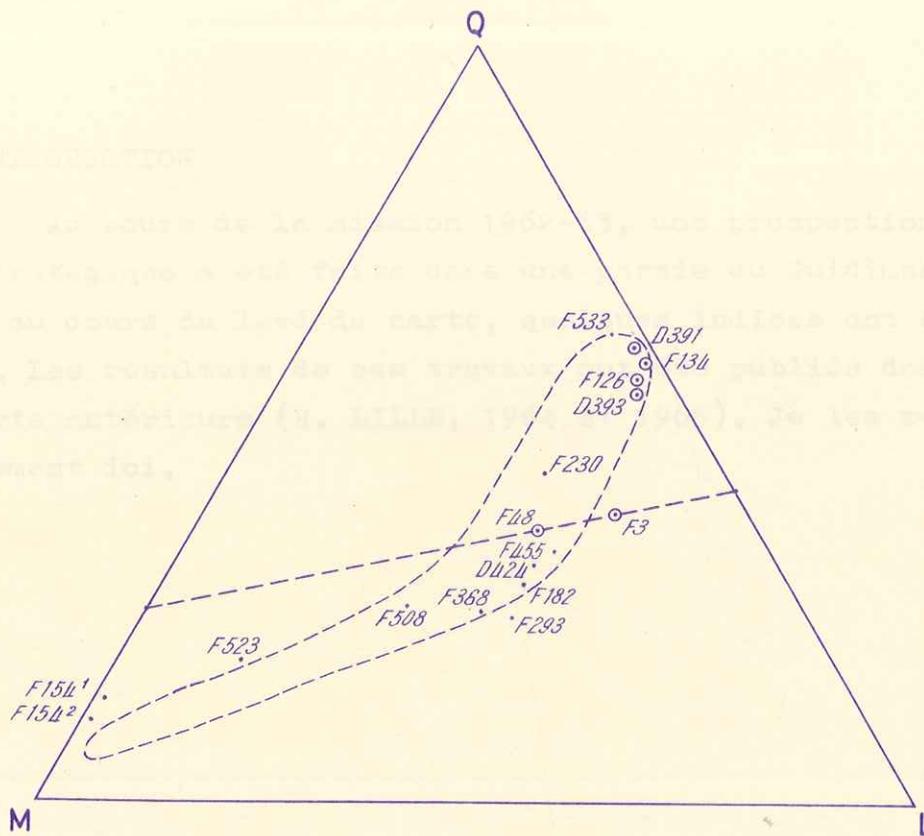
J.P. BASSOT (1963), puis J.C. CHIRON (1964), ont vérifié que les points représentatifs des spilites du Sénégal Oriental coïncident sur ce diagramme avec ceux des ophiolites des Dinarides.

J'ai reporté sur le diagramme de la figure 92 la courbe tracée par J.P. BASSOT d'après C. BURRI et P. NIGGLI. On voit que toutes les roches volcaniques analysées dans la région M'Bout - Guidimaka, depuis les serpentines jusqu'aux porphyroïdes en passant par les spilites, se trouvent dans ce domaine caractéristique des ophiolites des Dinarides.

Le fait n'est peut être pas significatif. Il valait toutefois d'être signalé.

tel-00788960, version 1 - 15 Feb 2013

DIAGRAMME DE C.BURRI ET P.NIGGLI



- Volcanisme de la Série de Sélibabi
- ⊙ Volcanisme de la Série de M'Bout

Le domaine en tireté a été dessiné par J.P. BASSOT d'après P.NIGGLI: il englobe l'ensemble des analyses des ophiolites des Dinarides

tel-00788960, version 1 - 15 Feb 2013

ANNEXE III

RECHERCHE MINIERE DANS LE GUIDIMAKA

1 - INTRODUCTION

Au cours de la mission 1962-63, une prospection géochimique stratégique a été faite dans une partie du Guidimaka. D'autre part, au cours du levé de carte, quelques indices ont été découverts. Les résultats de ces travaux ont été publiés dans des rapports antérieurs (R. LILLE, 1964 et 1965). Je les résumerai brièvement ici.

## 2 - PROSPECTION GEOCHIMIQUE

### A - Méthode

Cette campagne a porté principalement sur la Série de M'Bout, qui était alors considérée comme le prolongement de la Série d'Akjoujt, rendue célèbre par ses gisements cuprifères.

Les analyses ont été faites par V. MOROSOFF à Dakar (B.R.G.M.) suivant les méthodes de l'analyse spectrale semi quantitative, basée sur l'apparition des raies spectrales et l'évaluation de leur intensité.

Quarante trois éléments sont ainsi dosés : Li, Be, B, Mg, Al, Si, P, K, Ca, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Ga, Ge, As, Rb, Sr, Y, Zr, Nb, Mo, Ag, Cd, Zn, Sb, Cs, Ba, La, Ce, Ta, W, Au, Hg, Tl, Pb, Bi et Na.

Les dosages sont faits par comparaison avec des étalons standards. Les résultats sont répartis en classes, suivant une échelle approximativement logarithmique, dont les divisions sont les suivantes : 3, 10, 30, 100, 300, 1.000, 3.000, 10.000 et 30.000 g/t.

La marge d'erreur de chaque mesure est donc en principe estimée à  $\pm 50\%$  du résultat. Toutefois, l'évaluation de l'intensité des raies permet souvent d'éliminer l'une des marges d'erreur, supérieure ou inférieure : ainsi, la notation 3 g/t indique un résultat compris entre 1,5 et 4,5 g/t, tandis que la notation  $> 3$  g/t indique un résultat compris entre 3 et 4,5 g/t.

tel-00788960, version 1 - 15 Feb 2013

## B - Résultats

Comme je l'ai dit plus haut, les résultats de cette campagne ont été consignés dans un rapport du B.R.G.M. (R. LILLE, 1964). Disons tout de suite qu'ils sont négatifs, aucun élément utile ne paraissant avoir de teneurs anormales. On peut interpréter ce fait en disant que la région étudiée était stérile. Plus vraisemblablement, on peut estimer que la faible densité de prélèvements et la grande marge d'erreur des analyses permettaient difficilement de mettre en évidence des anomalies géochimiques.

Ces analyses ont toutefois eu l'intérêt de montrer les teneurs de fond en éléments en trace dans les sols recouvrant les diverses formations. J'ai reporté ainsi les caractéristiques des sols recouvrant les Séries de M'Bout et de Bakel d'une part, du socle granitisé (1) d'autre part, dans les tableaux ci-joints.

Ces tableaux indiquent, pour chaque élément :

- la teneur qui a été indiquée par le plus grand nombre d'analyses
- le nombre d'analyses qui donnent cette teneur
- la plus petite teneur mesurée
- la plus grande teneur mesurée.

---

(1) Le nombre de prélèvements faits dans des sols recouvrant soit la Série de Sélibabi, soit le complexe des micaschistes albitiques de Diala Bouanze est insuffisant pour caractériser des formations aussi hétérogènes. Ils n'ont donné, par ailleurs, aucune information particulièrement intéressante.

La dimension des classes et la faiblesse des écarts donnaient en effet peu d'intérêt aux méthodes statistiques d'analyse des résultats.

Les éléments restés systématiquement en dessous du seuil de détection n'ont pas été reportés, non plus que les teneurs en zirconium dont les variations reflètent seulement la présence épisodique de zircons.

Les différences apparaissant entre les sols recouvrant les diverses formations sont faibles, mais significatives :

- les sols recouvrant les Séries de M'Bout et de Bakel d'une part, le granite à deux micas d'autre part, sont à peu près identiques;
- les sols recouvrant la granodiorite contiennent légèrement plus de magnésium, aluminium, calcium, titane et fer et sodium que les précédents;
- les sols recouvrant les amphibolites contiennent un peu plus de chrome, nickel et cobalt d'une part, de magnésium et d'aluminium d'autre part, que ceux qui recouvrent la granodiorite.

La plupart de ces résultats s'interprètent facilement en fonction de la nature pétrographique des formations considérées.

Enfin des analyses séparées de quartz, feldspaths, micas, amphiboles provenant d'échantillons de granite à deux micas, de granodiorite et d'amphibolites ont été effectuées. Elles indiquent que :

tel-00788960, version 1 - 15 Feb 2013

- les biotites et amphiboles de la granodiorite renferment le vanadium (1.000 g/t), le titane (300 g/t) et le cobalt (100 g/t);
- les amphiboles des amphibolites contiennent le chrome (0 à 1.000 g/t), le cobalt (100 g/t), le nickel (100 g/t) ainsi que, parfois, du plomb (3.000 g/t);
- tous les autres éléments rencontrés dans les sols sont présents dans l'un ou l'autre des cinq constituants majeurs séparés ici.

#### C - Conclusion

La campagne géochimique qui a été faite dans le Guidimaka ne pouvait donner que des résultats indicatifs. Les principales informations analysables qu'elle a livrées n'ont pour l'instant qu'un intérêt pétrographique. Il sera toutefois intéressant lorsque les résultats des analyses géochimiques faites dans la région métallifère d'Akjoujt seront connus, de les comparer aux teneurs de fond déterminées dans le Guidimaka. Enfin, n'oublions pas que la Série de Sélibabi, dont on ignorait alors le caractère essentiellement volcanique, a été très peu touchée par cette prospection.

tel-00788960, version 1 - 15 Feb 2013

### 3 - INDICES MINERALISES

#### A - Introduction

Très peu d'indices minéralisés ont été découverts dans la région M'Bout - Guidimaka. J'ai ainsi rencontré :

- une petite lentille de chromite liée à des serpentines de la Série de Sélibabi;
- des échantillons de chromite en éluvion sur un autre affleurement de serpentines de la Série de Sélibabi;
- des enduits de malachite (1) sur un schiste vert ramassé en éluvions dans la Série de M'Bout.

Enfin, je citerai, pour mémoire, des filons N-S de quartz riches en oxydes de manganèse traversant la piste M'Bout-Soufa, à 6 km à l'Est de M'Bout. Ces affleurements avaient été signalés par G. ROCCI (1962). Ils se trouvent également dans un contexte de roches volcano-sédimentaires appartenant à la Série de M'Bout.

Seule la chromite découverte peut véritablement mériter le nom d'indice. Une description, que je résumerai brièvement ci-dessous, en a déjà été donnée dans un rapport antérieur.

#### B - Serpentines et chromites

Rappelons que les serpentines forment, dans la Série de Sélibabi, d'une part des masses sans formes géométriques définies, d'autre part des filons liés à des systèmes de failles. Des serpentines filoniennes ont également été rencontrées dans la formation voisine du complexe des micaschistes albitiques de

---

(1) Vérifiée en Géochimie.

Diala Bouanze où elles peuvent jalonner d'importants accidents (région allant de Hassi Chems au Gleib el Aïd).

Nous avons vu dans le chapitre précédent (Annexe I) les résultats de dosage d'éléments en trace faits sur un échantillonnage de ces serpentines. Seules les teneurs en chrome et nickel apparaissent notables, sans être exceptionnelles pour des roches ultrabasiques. Le platine est pratiquement absent, le cobalt faible.

Trois échantillons de chromite apparaissent dans ce même tableau de l'Annexe I : le premier, F 448, correspond à des éluvions ramassées à proximité de petits filons de serpentine affleurant au milieu de spilites de la Série de Sélibabi. Les deux suivants, F 525<sup>1</sup> et F 525<sup>2</sup>, correspondent à l'indice de M'Balou.

Les filons ultrabasiques de cette région de M'Balou ont été décrits dans les paragraphes I.3334 et I.345 : rappelons qu'ils sont formés de serpentine et talc et pourraient correspondre à des accidents N et NE qui auraient joué pendant la sédimentation de la Série de Sélibabi.

Des éluvions de chromite et de serpentines chromifères sont abondantes à proximité d'un de ces filons et se localisent dans deux bandes allongées respectivement N.NE et NE, couvrant au total 3.500 m<sup>2</sup>. Dans une des bandes ainsi définies, on trouve un affleurant couvrant 2 m<sup>2</sup> de chromite massive en place. Le minerai est noir, terne, sans éclat métallique. Les analyses faites sur le minerai brut indiquent des teneurs en Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> de 41,7 %, un ratio de l'ordre de 1,8, et des teneurs en SiO<sub>2</sub> allant de 1,5 à 3,8 % : c'est donc un minerai de faible qualité.

FIG. a

CARTE D'AFFLEUREMENTS

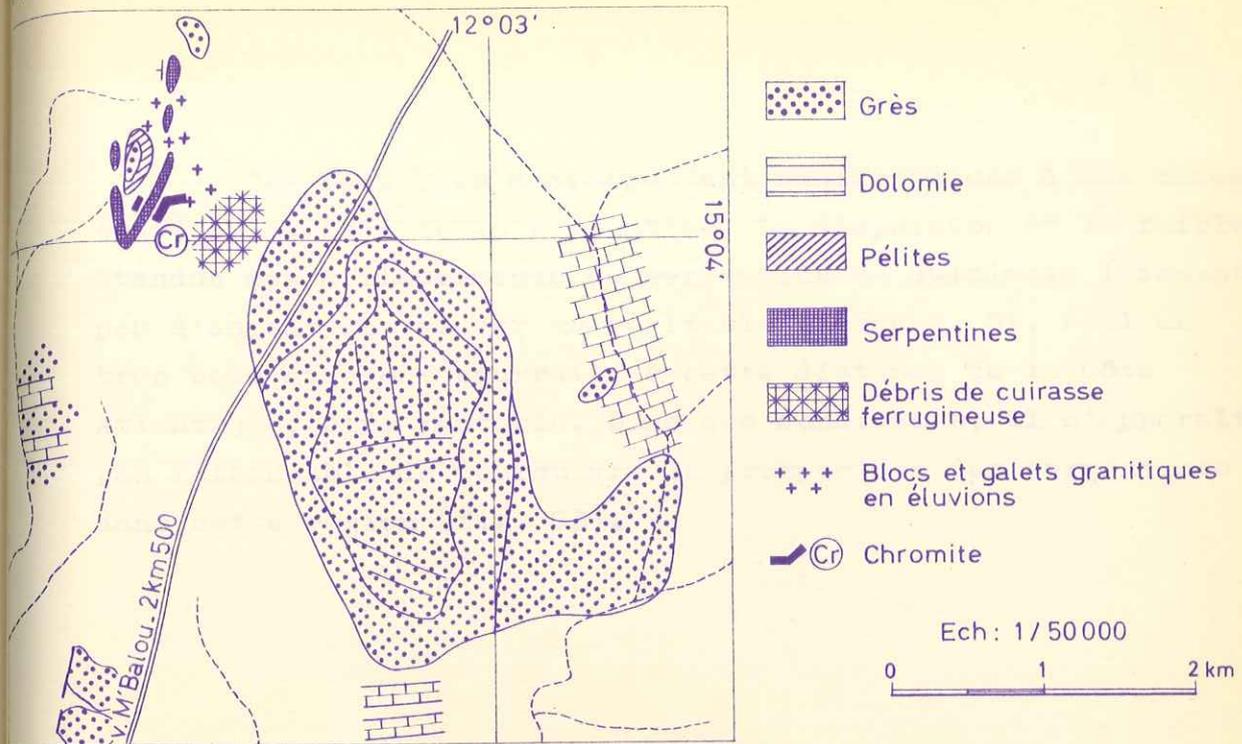
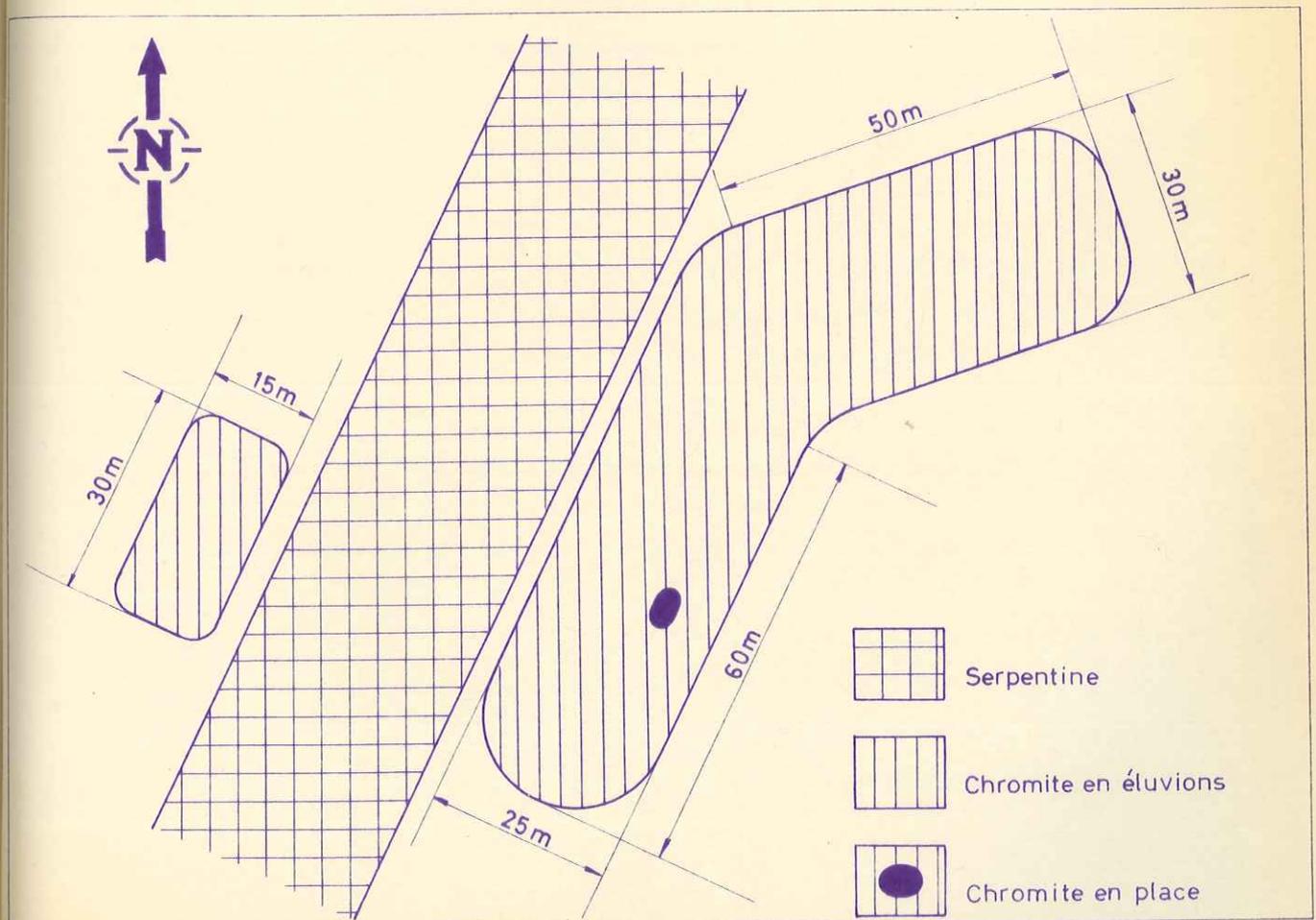


FIG. b

DETAIL DE LA FIGURE "a"



Ces lentilles correspondent manifestement à des concentrations au sein de la serpentine. La dispersion et la faible étendue des affleurements de serpentine du Guidimaka laissent peu d'espoir de trouver un véritable gisement. Or, seul un très beau gisement pourrait, à cette distance de la Côte Atlantique, être rentable. Dans ces conditions, il n'apparaît pas raisonnable de poursuivre la prospection des serpentines dans cette région (fig. 93).

#### 4 - CONCLUSION

La prospection qui a été faite dans le Guidimaka, parallèlement au levé de carte, n'a révélé aucune anomalie géochimique ni aucun indice intéressants.

L'intérêt de ce travail de cartographie, du point de vue de la recherche minière, réside néanmoins dans deux domaines.

Tout d'abord les granites du Guidimaka appartiennent bien, comme le pensait G. ROCCI (1962), à un socle précambrien qui a été vraisemblablement très érodé à diverses périodes géologiques. Ils ne sont donc pas, comme on le croyait auparavant, intrusifs dans les séries métamorphiques de M'Bout et de Bakel, et perdent beaucoup de leur intérêt. D'autre part, il n'a été rencontré de filons tardifs minéralisés ni dans les granites, ni dans les panneaux d'amphibolites qu'ils contiennent. Il n'apparaît donc pas raisonnable d'axer une prospection sur ce socle granitisé.

Ensuite, et surtout, l'importance prise par les phénomènes volcaniques a été mise en évidence tant pour la série de sédimentaire de Sélibabi que pour les diverses séries métamorphiques. L'échelle du 1/200.000 apparaît dès lors à la fois trop petite et trop grande pour arriver à une conclusion définitive sur les possibilités de cette région : trop petite, car dans des formations aussi hétérogènes et, de plus, affleurant mal, elle ne permet absolument pas de dire qu'on n'a rien trouvé parce qu'il n'y avait rien; seule une prospection systématique et minutieuse permettrait d'établir des probabilités sérieuses. Trop grande, car je pense que c'est seulement dans le cadre d'une nouvelle vue d'ensemble de l'arc Bakel Akjoujt et

services de la terre  
BIUS  
JURASSY  
CADIST

d'une comparaison des diverses régions qui le composent, c'est à dire dans le cadre d'une synthèse des différents travaux en cours, qu'on pourra déterminer les régions les plus favorables à la poursuite d'une prospection. Dans cet esprit, les campagnes géophysiques qui avaient été projetées seraient évidemment très utiles.

Reste enfin la question des corrélations entre les formations du Guidimaka et les formations minéralisées d'Akjoujt. Il semble que ni les Séries de M'Bout et de Bakel, ni la Série de Sélibabi ne puissent être parallélisées avec la Série d'Akjoujt. En revanche, les récentes découvertes de J.C. CHIRON (1966) donnent à penser que le complexe des micaschistes albitiques de Diala Bouanze pourrait être prolongé, loin au Nord du Guidimaka, par des formations volcano-sédimentaires métamorphiques contenant des quartzites ferrugineux, des serpentines (comme dans le Guidimaka) et des carbonates bruns. J.C. CHIRON souligne l'analogie qui existe entre certaines de ces formations et celles du groupe de l'Amsaga. Si l'on se souvient que J. BARRERE (1966) propose de paralléliser une grande partie de la Série d'Akjoujt au groupe de l'Amsaga, on voit qu'il n'est pas contradictoire de penser que ce complexe des micaschistes albitiques puisse appartenir au socle du Guidimaka et constituer néanmoins le prolongement d'une partie de la Série d'Akjoujt.

Il n'en reste pas moins que l'élément majeur (du point de vue de la recherche minière) de la Série d'Akjoujt, c'est à dire les carbonates cuprifères, sont inconnus dans le Guidimaka. Les mauvaises conditions d'affleurement en sont peut être la cause.

GRANODIORITE

Teneur des sols en g/t

Résultats sur 44 prélèvements

Elément	Nombre de résultats identiques	Teneur en g/t	Plus petite valeur observée	Plus grande valeur observée
Bore	36	30	10	>30
Magnésium	44	100		
Aluminium	9 32	300 >100	>100	>300
Silicium	44	>10.000		
Calcium	15 6	< 500 < 100	0	< 500
Titane	10 31	300 >100	>10	1.000
Vanadium	40	30	0	30
Chrome	41	0	0	<100
Manganèse	41	100	100	>100
Fer	44	>10.000		
Cobalt	34	30	0	30
Nickel	14 22	0 10	0	>10
Cuivre	29	10	0	>10
Gallium	37	10	0	30
Tungstène	37	0	0	< 50
Sodium	24 15	1.000 10.000	0	>10.000

tel-00788960, version 1 - 15 Feb 2013

GRANITE A DEUX MICAS

Teneur des sols en g/t  
Résultats sur 30 prélèvements

Eléments	Nombre de résultats identiques	Teneur en g/t	Plus petite teneur mesurée	Plus grande teneur mesurée
Bore	26	10 - 30	0	10 - 30
Magnésium	17	100	<100	100
Aluminium	23	100	<100	>100
Silicium	30	>10.000		
Calcium	30	0		
Titane	23	>100	<100	>100
Vanadium	15	30 10	10	>30
Chrome	15 13	0 <100	0	<100
Manganèse	28	100	0	100
Fer	30	>10.000		
Cobalt	16 7	30 >30	0	100
Nickel	18	10	0	>10
Cuivre	8 17	10 >10	0	>10
Gallium	17	30	10	30
Tungstène	21	0	0	50
Sodium	17	1.000	0	10.000

Services de la terre  
 GIUS  
 JUSSEU  
 ADIST

tel-00788960, version 1 - 15 Feb 2013

ANALYSE SEMI-QUANTITATIVE D'ORIENTATION		GRANITE A DEUX MICAS Ech. Δ 246			GRANODIORITE Ech. Δ 204				AMPHIBOLITES Ech. Δ 217					Ech. Δ 229	
Teneurs en	g/t ou en %	Quartz	Musc.	Feldsp.	Amph.	Biot.	Quartz	Feldsp.	Amph.	Quartz	Feldsp.	Amph.	Feldsp.		
5 - Bore	B	-	10	-	30	-	-	10	-	-	-	?	30		
12 - Magnésium	Mg	-	100	10	>1 %	>1 %	10	10	>1 %	10	10	>1 %	100		
13 - Aluminium	Al	300	>300	>300	300	>300	<300	>300	300	>300	>300	300	>300		
14 - Silicium	Si	>1	>1	>1	>1	>1	>1	>1	>1	>1	>1	>1	>1		
20 - Calcium	Ca	-	100	>100	100	100	-	>100	100	>100	>100	100	>100		
22 - Titane	Ti	10	300	-	>300	>300	10	10	>300	-	-	>300	10		
23 - Vanadium	V	-	30	-	>1000	>1000	-	10	>1000	-	10	1000	30		
24 - Chrome	Cr	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1000	-		
25 - Manganèse	Mn	<100	100	<100	>100	100	10	<100	100	10	10	100	>100		
26 - Fer	Fe	300	1 %	300	>1 %	<1 %	300	300	>1 %	300	300	>1 %	<1 %		
27 - Cobalt	Co	-	-	-	<100	>100	-	-	100	-	-	100	-		
28 - Nickel	Ni	-	?	?	10	10	10	?	100	-	-	100	10		
29 - Cuivre	Cu	10	<10	<10	10	10	10	>10	10	>10	>10	10	10		
30 - Zinc	Zn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	50	50		
31 - Gallium	Ga	-	30	10	30	30	10	30	30	30	30	30	30		
50 - Etain	Et	-	>10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
82 - Plomb	Pb	-	10	30	10	-	-	30	-	<10	<10	3000	30		
83 - Bismuth	Bi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
11 - Sodium	Na	0,1 %	0,1-1 %	>0,1-1 %	0,1-1 %	>0,1 %	0,1 %	>0,1-1 %	0,1-1 %	0,1-1 %	>0,1-1 %	0,1-1 %	>0,1-1 %		

SERIE DE M'BOUT

Teneur des sols en g/t  
Résultats sur 155 prélèvements

Elément	Nombre de résultats identiques	Teneur	Plus petite teneur mesurée	Plus grande teneur mesurée
Bore	126	30	10	30
Magnésium	134	100	<100	>100
Aluminium	95	100	<100	>300
Silicium	155	>10.000		
Calcium	154	0	0	<100
Titane	83 44	100 >100	<100	300
Vanadium	79 52	30 10	0	>30
Chrome	125	0	0	100
Manganèse	141	100	<100	<1.000
Fer	155	>10.000		
Cobalt	136	30	0	>30
Nickel	102	10	0	>10
Cuivre	115	10	0	>10
Gallium	95	10	0	30
Tungstène	116 37	0 50	0	50
Sodium	104	1.000	0	<10.000

AMPHIBOLITES

Teneur des sols en g/t  
Résultats sur 16 prélèvements

Eléments	Nombre de résultats identiques	Teneur	Plus petite teneur mesurée	Plus grande teneur mesurée
Bore	11	10 - 30	0	30
Magnésium	8 5	100 < 500	100	500
Aluminium	8 7	100 < 500	100	500
Silicium	16	> 10.000		
Phosphore	11 5	0 < 500	0	< 500
Calcium				
Titane	11	> 100	< 100	> 100
Vanadium	14	> 30	30	> 30
Chrome	9	100	< 100	1.000
Manganèse	7 7	100 > 100	100	> 1.000
Fer	16	> 10.000		
Cobalt	9 6	30 < 100	30	> 100
Nickel	11	< 100	10	> 100
Cuivre	14	> 10	10	< 1.000
Gallium	10	30	10	> 30
Tungstène	14 2	0 < 50		
Sodium	9 7	1.000 1000-10.000		
Etain	15 1	0 10	0	10

ANNEXE IV

COUPES COMPLEMENTAIRES

A - COUPE DE LA PISTE M'BOUT/SOUFA (cf. I.2132, fig. 18 et 20)

- 1 - (5 km) - Schistes métamorphiques à micas, quartz et feldspaths, identiques au niveau 1 de la coupe précédente, y compris la présence d'une fine biotite. La schistosité varie de 10 à 20°, pendage 5 à 20° Ouest. Des filons de quartz blanc laiteux, certains à imprégnations ferrugineuses et boxworks, sont apparemment concordants avec les schistes, eux-mêmes parfois parcourus de filonnets de quartz blanc.
- 2 - (1 km) - Passages tufacés à grains de feldspaths millimétriques anguleux dans des micaschistes identiques aux précédents. Au km 5,5 : filon de quartz blanc à lentilles d'oxyde de manganèse.
- 3 - (1 km) - Porphyroïdes à ciment cryptocristallin gris ou noir et grains feldspathiques automorphes allant jusqu'au centimètre, alternant avec des micaschistes tuffacés à biotite.

Schistification variable en intensité, dirigée 40 à 65°, pendage 25 à 28° Ouest. Linéation (microboudinage, allongement de minéraux) 120 à 125° plongeant 25 à 28° Ouest.

Services de la terre  
BIUS  
JUSSEU  
ADIST

tel-00788960, version 1 - 15 Feb 2013

- 4 - (1 km) - Micaschistes chloriteux. En un point une linéation axe de plissements, 90° plongement nul, reprend la linéation première (linéation minérale) en moyenne 125°, plongement 25° Ouest.
- 5 - - Porphyroïde micacé, identique à 4.
- 6 - (3 km) - Alternances de micaschistes chloriteux et d'arkoses à muscovite. Dans les micaschistes, un litage millimétrique par différences de coloration apparaît parfois, concordant avec la schistosité, et pourrait représenter une ancienne stratigraphie. Des grains de magnétite peuvent être visibles à l'oeil nu.
- 7 - - Porphyroïde à ciment verdâtre.
- 8 - (4 km) - Alternance de micaschistes et chloritoschistes plus ou moins feldspathiques. Des passages tuffacés montrent des phénocristaux feldspathiques automorphes allant jusqu'au centimètre. Schistification et cataclase sont d'intensité variable. Quelques passages d'épidotites.
- 9 - - Porphyroïde, identique à 4.
- 10 - (1 km) - Micaschistes à muscovite et chlorite, plus ou moins quartzeux ou feldspathiques.
- 11 - - Arkose à muscovite et tuf basique.

Oued Amryé

- 12 - - (Continuité visible en photogéologie avec le niveau 13 décrit ci-dessus).  
Arkose à muscovite à phénocristaux feldspathiques millimétriques automorphes. Schistosité 5°, pendage 18° Ouest.
- 13 - (1,5 km) - Schistes métamorphiques vert sombre, assez altérés, schistosité Nord, pendage 15° à 25° Ouest. La carte photogéologique de l'I.F.P. supposait en ce point, un massif granitique allongé Nord Sud et large de 1,5 km. L'étude microscopique nous a montré, dans un fond de quartz chlorite et épidote, des phénocristaux de plagioclases à tendance automorphe, plus ou moins altérés (séricitisation et saussuritisation) et des agrégats de pistacite et clinцоfoisite (anciens minéraux ferromagnésiens ?) autour desquels se moule la trame. Ni sur le terrain, ni en lames minces, nous n'avons trouvé trace d'ancienne structure grenue. Il semble plutôt s'agir de tufs basiques, dont l'altération peut donner en photogéologie les mêmes surfaces déprimées que le granite.
- 14 - (2 km) - Alternance d'arkoses métamorphiques à passées tufacées (phénocristaux feldspathiques millimétriques anguleux), et de séricitoschistes verts à passées conglomératiques, l'ensemble étant très laminé. Schistosité en moyenne Nord, pendage moyen 20° Ouest. Dans les séricitoschistes, un litage millimétrique entre lits plus ou moins micacés, de coloration différente, pourrait représenter une ancienne stratification,

légèrement oblique sur la schistosité et développant sur celle-ci une linéation 135 à 150° plongeant Ouest 15 à 8°. Les galets de conglomérat sont allongés dans des directions 115 à 140° plongeant Ouest 15 à 10° (les groupements obtenus étant par ailleurs assez voisins).

Le niveau 14 a été pris comme limite entre le secteur central et le massif de bordure de Tajalt M'Beïdia.

B - COUPES DE KADIEL (paragraphe I.2.1.4.3 et fig. 31)

- 1 - Séricitoschistes verts tendres, finement schisteux, schistosité 8°, pendage 12° Ouest.  
1,5 km sans affleurement
- 2 - Micaschistes quartzeux à muscovite à passées tuffacées riches en granules feldspathiques ou quartzeux millimétriques bien classés, Schistosité 40°, pendage 14° NW.
- 3 - Séricitoschistes verts ou bleus, à passées mylonitiques, parfois riches en grains métalliques, hématite et ilménite, microscopiques.
- 4 - Quartzschistes.
- 5 - Quartzites roses micacés, apparemment très laminés, affectés de larges rides reprenant la schistosité, et localement injectés de quartz laiteux. Schistosité en moyenne 20°, pendage 18° Ouest.
- 6 - Quartzites micacés blanchâtres mylonitiques. Un débit linéaire est dirigé 130°, plongeant 18° NW.
- 7 - Séricitoschistes verts à passées mylonitiques. Schistosité 25°, pendage 15° Ouest.

sciences de la terre  
BIUS  
JUGGIEU  
CADIST

- 8 - Dans une pâte quartzo-micacée schisteuse très fine et cohérente, grains feldspathiques automorphes millimétriques (tufs volcano-sédimentaires).
- 9 - Affleurant sporadiquement au milieu d'un rag d'épidotites, ont été rencontrés, un peu au Nord de la coupe :
- des chloritoschistes et calcchloritoschistes
  - une roche verte à phénocristaux feldspathiques millimétriques à macles de Carlsbad visibles à l'oeil nu
  - des épidotites en place, massives
  - des mylonites quartzzeuses à débit linéaire  $115^\circ$  plongeant  $16^\circ$  Ouest.
- 10 - Chloritoschistes de schistosité  $58^\circ$ , pendage  $15^\circ$  Ouest.
- 11 - Collines à couverture de galets de quartz blanc.
- 12 - Dans des oueds, affleurements de séricitoschistes verts, durs, siliceux.
- 13 - Sur 500 m affleurent du Nord au Sud :
- Quartzschistes bleus, hétérogènes, à points chloriteux. Gauffrage et étirement dans une direction  $115^\circ$ , plongement nul.
  - Séricitoschistes bleus à fins schistosité dirigée  $80^\circ$ , pendage  $20^\circ$  Ouest.
  - Séricitoschistes verts fins, tendres, à pastilles d'altération rouille. Schistosité  $50^\circ$ , pendage  $20^\circ$  N.
  - Quartzschiste identique au précédent, schistosité variant de  $45^\circ$  à  $100^\circ$ , pendage  $35^\circ$  NW à N.
  - Conglomérat à ciment sériciteux vert pâle, galets centimétriques étirés, feldspaths millimétriques, schistosité  $90^\circ$ , pendage  $30^\circ$  N, reposant sur :

tel-00788960, version 1 - 15 Feb 2013

14 - Granodiorite mylonitisée, feuilletée suivant des plans en moyenne  $100^{\circ}$ , pendage  $30^{\circ}$  N. Une linéation, étirement apparent, est  $115^{\circ}$ , plongement nul.

## ANNEXE V

## INDEX DES LIEUX CITES

"	Latitude	Longitude	"
" Agouemit	15°34'	12°20'	"
" Anriyé	15°56'	12°29'	"
" Aneïkat	15°43'	12°42'	"
" Anietir	15°57'40"	12°04'20"	"
" Arsane	15°29'	12°24'	"
" Artemou	15°31'	12°16'30"	"
" Bakel	14°54'30"	12°27'30"	"
" Beïlougoué-Litama	15°41'	12°44'30"	"
" Bidiské	15°36'	12°33'30"	"
" Bouanze	15°49'	12°14'30"	"
" Dafort	15°40'	12°06'	"
" Dangueremou	15°07'	12°24'	"
" Diala	15°15'	12°16'30"	"
" Djajibine	15°45'	12°29'	"
" El Messeïguen	16°08'	12°33'30"	"
" Foun Gleïta	16°10'	12°40'	"
" Gleïb el Aïd	16°14'	12°22'	"
" Harr	15°17'	12°33'	"
" Hassi Bagara	15°21'	12°22'	"
" Hassi Chaggar	15°22'	12°05'	"
" Hassi Chems	15°57'30"	12°16'30"	"
" Kadiel	15°48'30"	12°27'	"
" Kalwa	15°50'	12°28'	"
" Kankossa	15°56'	11°31'	"
" Keninkounou	15°18'30"	12°13'30"	"
" Kiffa	16°37'	11°24'	"
" Kinguidé	15°01'	12°12'	"

"	Latitude	Longitude	"
"			"
" Koumba N'Dao	! 15°	! 12°11'	"
" Korokoro	! 15°04'	! 12°25'	"
" Maghama	! 15°31'	! 12°51'	"
" Makadougou	! 14°54'	! 12°22'30"	"
" M'Balou	! 15°01'20"	! 12°04'30"	"
" M'Bedia Achar	! 15°32'	! 12°06'	"
" M'Bout	! 16°01'	! 12°35'	"
" Moudji Youroufa	! 15°03'	! 12°18'	"
" N'Dieo	! 15°52'	! 12°02'30"	"
" Niéléba	! 15°32'	! 12°12'	"
" Otiéré	! 15°41'30"	! 12°38'	"
" Oudelemguil	! 15°55'30"	! 12°14'	"
" Oulombomé -	! 15°40'	! 12°22'	"
" Oulombomé-Maure	! 15°42'	! 12°18'	"
" Seli Atach	! 15°42'	! 12°15'	"
" Sélibabi	! 15°09'30"	! 12°01'	"
" Seteïba	! 15°37'	! 12°17'	"
" Soufa	! 15°56'	! 12°01'	"
" Soufi	! 15°10'	! 12°00'40"	"
" Testaï	! 15°16'30"	! 12°26'30"	"
" Zénégué	! 15°07'	! 12°16'	"
"	!	!	"

TABLE DES FIGURES

	<u>Pages</u>
- Fig. 1 : Plan de situation.....:	1
- Fig. 2 : Grands ensembles géologiques de la région M'Bout - Guidimaka.....:	2
- Fig. 3 : Importance relative des populations et de leur bétail.....:	7
- Fig. 4 : Délimitation de l'arc Bakel - Akjoujt.....:	10
- Fig. 5 : Coupe schématique le long du parallèle 15°40'.....:	19
- Fig. 6 : Granites du Guidimaka (massif principal) Carte au 1/200.000.....:	26
- Fig. 7 : Granite du Guidimaka Diagramme KCN et QOP.....:	31
- Fig. 8 : Granites du Guidimaka Paramètres de NIGGLI.....:	31
- Tableau I : Granodiorites et diorites quartziqes Analyses brutes Normes C.I.P.W. - LACROIX.....:	31
- Tableau II : Granodiorites et diorites quartziqes Unités monométalliques Paramètres de NIGGLI.....:	31
- Tableau III : Granite à deux micas Analyses brutes Normes C.I.P.W. - LACROIX.....:	35
- Tableau IV : Granite à deux micas Unités monométalliques Paramètres de NIGGLI.....:	35
- Fig. 9 : Amphibolites du socle Paramètres de NIGGLI.....:	48

- Fig. 10	: Amphibolites du socle Paramètres de NIGGLI Discussion à propos d'une origine ortho ou para.....	: 48
- Tableau V	: Amphibolites du socle Unités monométalliques Paramètres C.I.P.W. - LACROIX Paramètres de NIGGLI.....	: 51
- Fig. 11	: Divers types de linéations.....	: 56
- Fig. 12	: Série de M'Bout : division en secteurs d'étude.....	: 59
- Fig. 13	: Série de M'Bout : Carte des monts Wa-Wa nord .....	: 59
- Fig. 14	: Coupe de l'oued Oulad Aaïd .....	: 59
- Fig. 15	: Coupe de l'oued Ahmed Taleb.....	: 59
- Fig. 16	: Coupe de Beilougué-Aneikat .....	: 59
- Fig. 17	: Série de M'Bout : Carte des monts Wa-Wa sud.....	: 59
- Tableau VI	: Quartzites à lits de minéraux noirs Détermination semi-quantitative de minéraux lourds .....	: 74
- Fig. 18	: Série de M'Bout : Division des massifs de la bordure est Emplacement des coupes du secteur central..:	: 91
- Fig. 19	: Coupe de El Messeguem .....	: 91
- Fig. 20	: Coupe le long de la piste M'Bout-Soufa.....	: 91
- Fig. 21	: Coupe le long de la piste M'Bout-Djajibine..:	: 91
- Fig. 22	: Coupe Otiéré - Bidiské.....	: 91
- Fig. 24	: Série de M'Bout : Carte du massif d'Artémou.....	: 114
- Fig. 25	: Coupes du massif d'Artémou.....	: 114

tel-00788960, version 1 - 15 Feb 2013

- Fig. 26	: Dessin de plis mésoscopiques sur des dia- clases de quartzite de la montagne d'Artémou..:	116
- Fig. 27	: Coupe d'Agouemit.....:	119
- Fig. 29	: Série de M'Bout Carte de la région de Djajibine-Kadiel.....:	134
- Fig. 30	: Coupe de Kadiel.....:	134
- Fig. 31	: Coupe le long de la piste Djajibine-M'Bout.....:	137
- Fig. 32	: Série de M'Bout Carte du massif de Tajalt - M'Beïdia.....:	137
- Fig. 33	: Coupe synthétique du massif de Tajalt-M'Beïdia:	146
- Tableau VII	: Volcanisme de la Série de M'Bout : analyses chimiques.....:	159
- Fig. 34 A	: Limites et environnement de la Série de Bakel mauritanienne.....:	161
- Fig. 34 B	: Emplacement des coupes faites dans la Série de Bakel.....:	161
- Fig. 35	: Structures de Bakel et Moudji-Youroufa.....:	163
- Fig. 36 A	: Limites et environnement du complexe des micaschistes albitiques de Diala-Bouanze.....:	177
- Fig. 36 B	: Carte d'affleurement des micaschistes albitiques dans la région d'Oulombomé.....:	182
- Tableau VIII	: Analyses chimiques de micaschistes et schistes verts albitiques.....:	202
- Fig. 37	: Limites et environnement de la Série de Sélibabi.....:	206
- Fig. 38	: Localisation des coupes au Nord du paral- lèle 15°30'.....:	213
- Fig. 39	: Coupe schématique de N'Diéo.....:	213
- Fig. 40	: Coupes de Dafort.....:	228
- Fig. 41	: Localisation des coupes au Sud du parallèle 15°30'.....:	234
- Fig. 42	: Coupes de Soufi.....:	234

	<u>Pages</u>
- Fig. 43 : Coupe de Sélibabi.....	239
- Fig. 45 : Coupes de Koumba N'Dao.....	243
- Fig. 45 b : Coupe schématique de la série de la Falémé d'après J.P. BASSOT, 1963.....	306
- Tableau IX : Corrélations stratigraphiques des Séries de la Falémé, de Sélibabi et de la bordure ouest du synclise de Taoudeni.....	313
- Fig. 48 )	
- Fig. 49 )	
- Fig. 50 )	
- Fig. 51 )	
: Axes de référence utilisés	
: en analyse structurale.....	
	330
- Fig. 52 : Structures de Toukobra Carte au 1/500.000.....	341
- Fig. 53 : Structures de Toukobra Diagramme de WULF.....	342
- Fig. 54 : Quartzites des monts Wa-Wa. Structure n°1 (carte au 1/200.000).....	349
- Fig. 55 )	
- Fig. 56 )	
- Fig. 57 )	
- Fig. 58 )	
: Quartzites des monts Wa-Wa, structure n°1	
: Diagrammes de WULF.....	
	350
- Fig. 59 : Quartzites des monts Wa-Wa - Structures n° II et III (carte au 1/200.000).....	356
- Fig. 60 )	
- Fig. 61 )	
- Fig. 62 )	
- Fig. 63 )	
: Quartzites des monts Wa-Wa	
: Structure n° II	
: Diagrammes de WULF.....	
	357
- Fig. 64 : Quartzites des monts Wa-Wa Structure n° III Diagramme global.....	361
- Fig. 65 : Quartzites d'Arsane - Diagramme de WULF.....	372

- Fig. 66	: Schistes du massif d'Artémou - Diagramme de WULF:	372
- Fig. 67	: Région de Djajibine - Kadiel - Diagramme de WULF.	375
- Fig. 68	: Schistes de Toukobra - Diagramme de WULF.....	375
- Fig. 69	: Massif de Tajalt M'Beïda - Diagramme de WULF.....	377
- Fig. 70	: Secteur central - Diagramme de WULF.....	379
- Fig. 71	: Structures du Sud de Testaï (carte).....	382
- Fig. 72	: Structures du Sud de Testaï - Diagramme de WULF.	383
- Fig. 73	: Série de Bakel - Diagramme de WULF.....	383
- Fig. 74 à 76:	Structures du Sud de Testaï - Plis mésoscopiques Coupe interprétée.....	384
- Fig. 77	: Carte structurale des Mauritanides (d'après J. SOUGY, 1962).....	393
- Fig. 78	: Extrait de la carte géologique de l'Afrique occidentale, feuille 4, au 1/2.000.000.....	393
- Fig. 79	: Emplacement des échantillons géochronologiques prélevés dans les granites du socle.....	415
- Tableau X	: Datations géochronologiques.....	416
- Fig. 80	: Ages absolus - Histogramme.....	417
- Fig. 81	: Ages absolus - Diagramme.....	417
- Fig. 82	: Ages absolus en Afrique de l'Ouest (Carte extraite de G. ROCCI, 1965).....	422
- Fig. 83	: Structure d'ensemble de l'Afrique (carte extraite de G. ROCCI, 1965).....	422
- Fig. 85	: Carte gravimétrique de l'arc Bakel-Akjoujt.....	438
- Fig. 86	: Schéma interprétatif de la région M'Bout Sélibabi, suivant une coupe lithologique E-W.....	440
- Fig. 87	: Volcanisme des Séries de M'Bout et de Sélibabi - Paramètres de NIGGLI - Annexe II.....	1
- Fig. 88	: Volcanisme des Séries de M'Bout et de Sélibabi - Paramètres de NIGGLI - Annexe II.....	2

	<u>Pages</u>
- Fig. 89 : Volcanisme des Séries de M'Bout et de Sélibabi Diagrammes de J. JUNG et R. BROUSSE - Annexe II.:	3
- Fig. 90 : Volcanisme des Séries de M'Bout et de Sélibabi Diagrammes de H. KUNO et C. PEACOCK - Annexe II:	5
- Fig. 91 : Volcanisme des Séries de M'Bout et de Sélibabi Diagrammes de FKM et de H. KUNO - Annexe II.....:	7
- Fig. 92 : Volcanisme des Séries de M'Bout et de Sélibabi Diagrammes QLM de C. BURRI et P. NIGGLI - Annexe II	9
- Fig. 93 : Indice de chromite de M'Balou - Annexe III.....	7

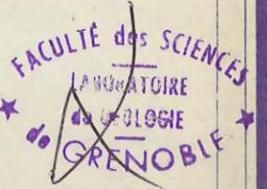
Hors texte

- Fig. 94 : Carte structurale de la région M'Bout-Sélibabi.



REPUBLIQUE ISLAMIQUE DE MAURITANIE

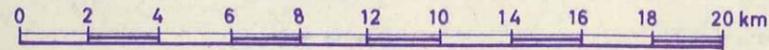
CARTE STRUCTURALE DE LA REGION M'BOUT SELIBABI



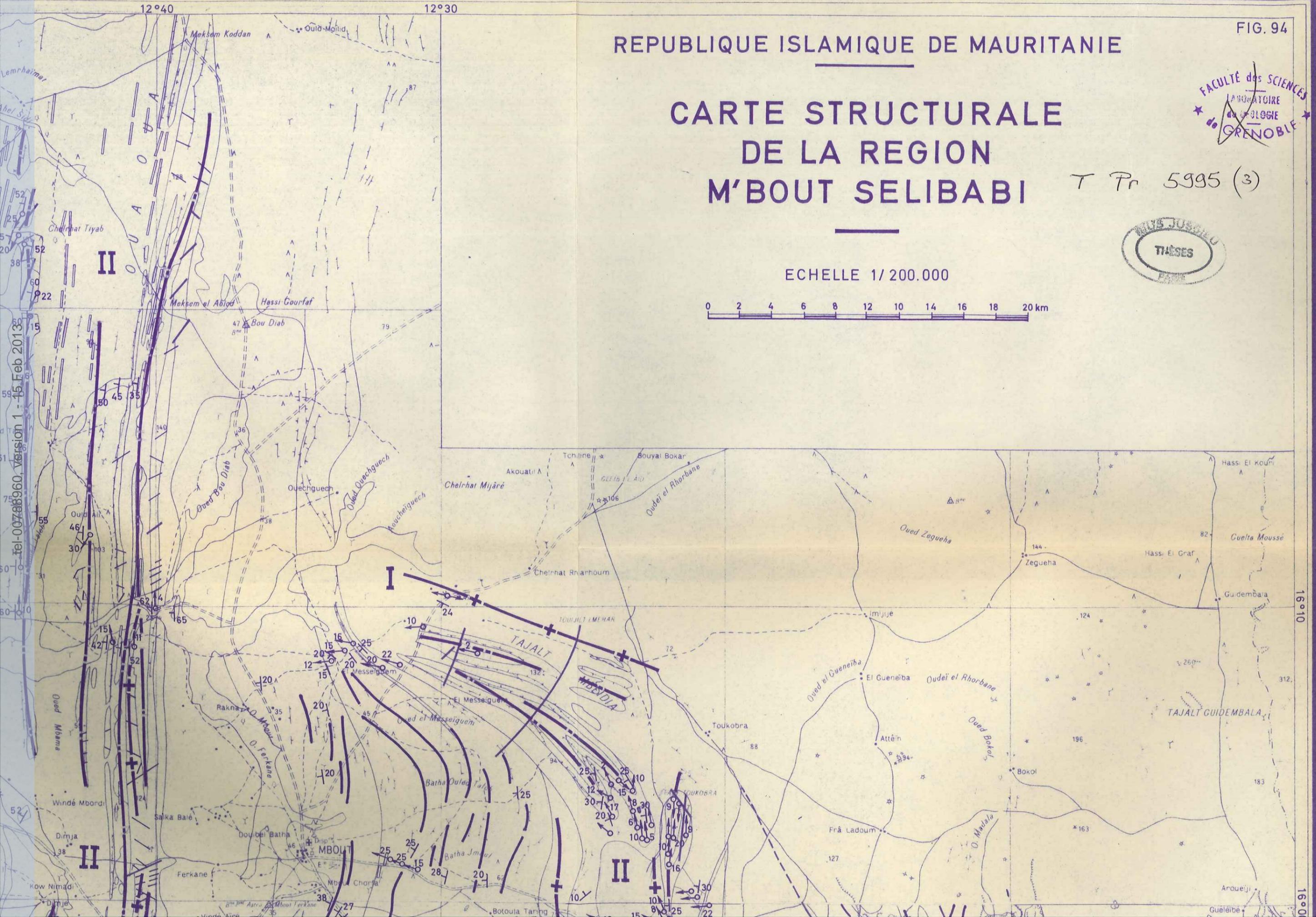
T Pr 5995 (3)



ECHELLE 1/200.000



tel-00788960, version 1 - 15 Feb 2013



16°10'

16°00'



tel:00788960, version 1 - 15 Feb 2013



16°00  
15°50  
15°40



tel-00788960, version 1 - 15 Feb 2013



tel-00788960, version 1 - 15 Feb 2013



15°30

15°20

15°10

FORÊT CLASSÉE  
DE NGOUYE

I

II

II

II

I

I

Vindétié

Ornoldé

Bapalel Koliabé

Ganguel-Soulé

Vindou Bosséabé

Valel

Aoure

Dialoubé

Maghama

Wali

Waoundé

Sémé

Diamounguel

Fadiara

Gouréle

Dénéal Samba Ombou

Leouguéré

Lobali

Adabère

Dembankané

Gourel Aï

Desili

Godiowel Demba

Gourel Tierna Amadou

Gourel Diaré

Sérouka

Gourel Samba Sidi

Doulei

Godiowel Gafouai

Gourel Sômana

Gourel Mamadou Penda

Gourel Agama

Elali-Ajar

Vindé Guibi

Gavin karé

Koussané

Gourel Mahamoud

Gourel Pé

Ajar Sarakolé

Bouguérha

Pestai

Ouirami

Mboorné Kawai

Samba Sako

Vénédou-Séno

Hasr

Guégué

Diou Ould Snéléoum

Ouirami Maures

Gourel Foulé

Agoumit

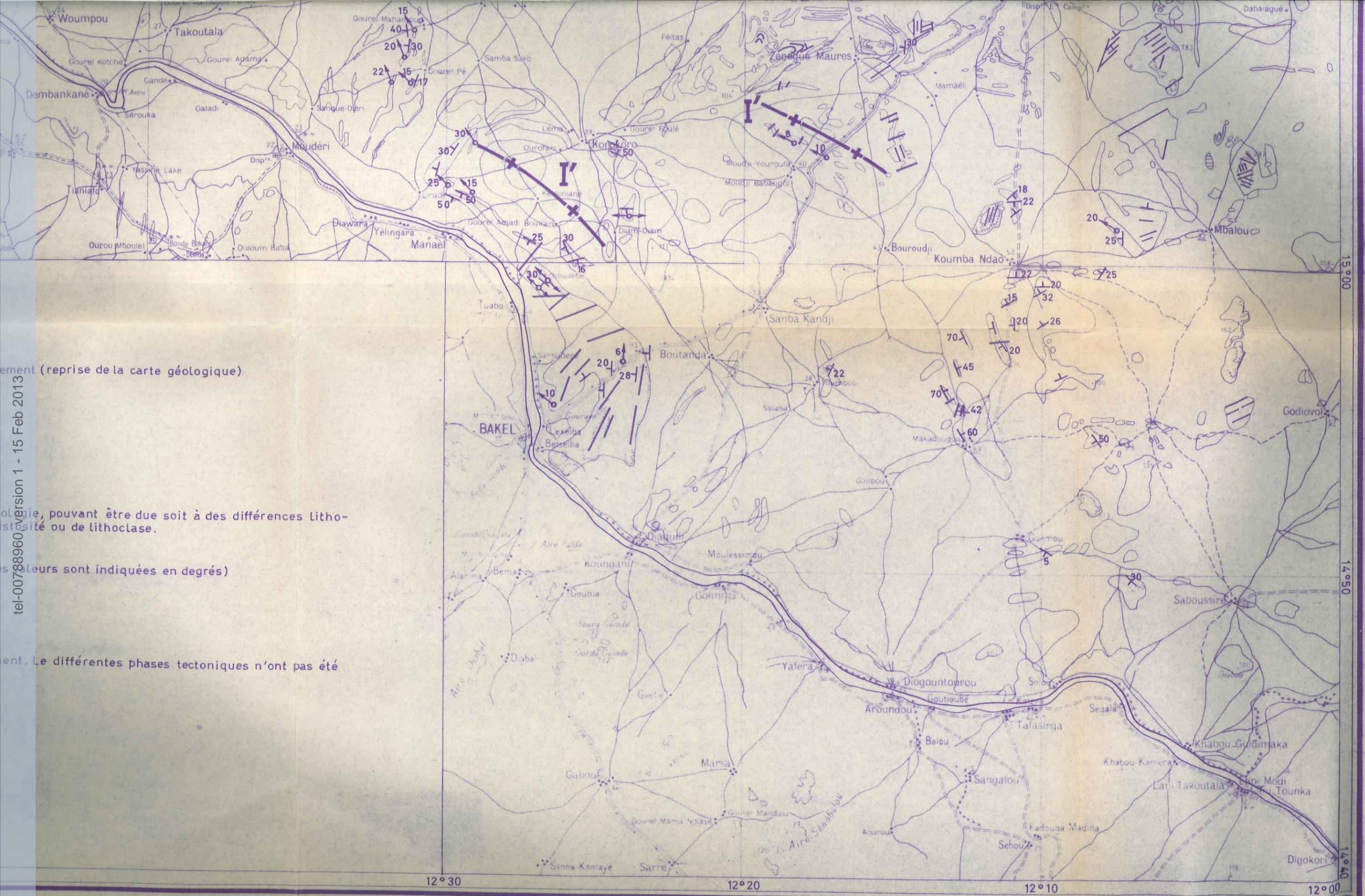
Assou

Sarat

Feitas

Sanégué

Konkoro



ement (reprise de la carte géologique)

ologie, pouvant être due soit à des différences Litho-  
stosité ou de lithoclase.

s (leurs sont indiquées en degrés)

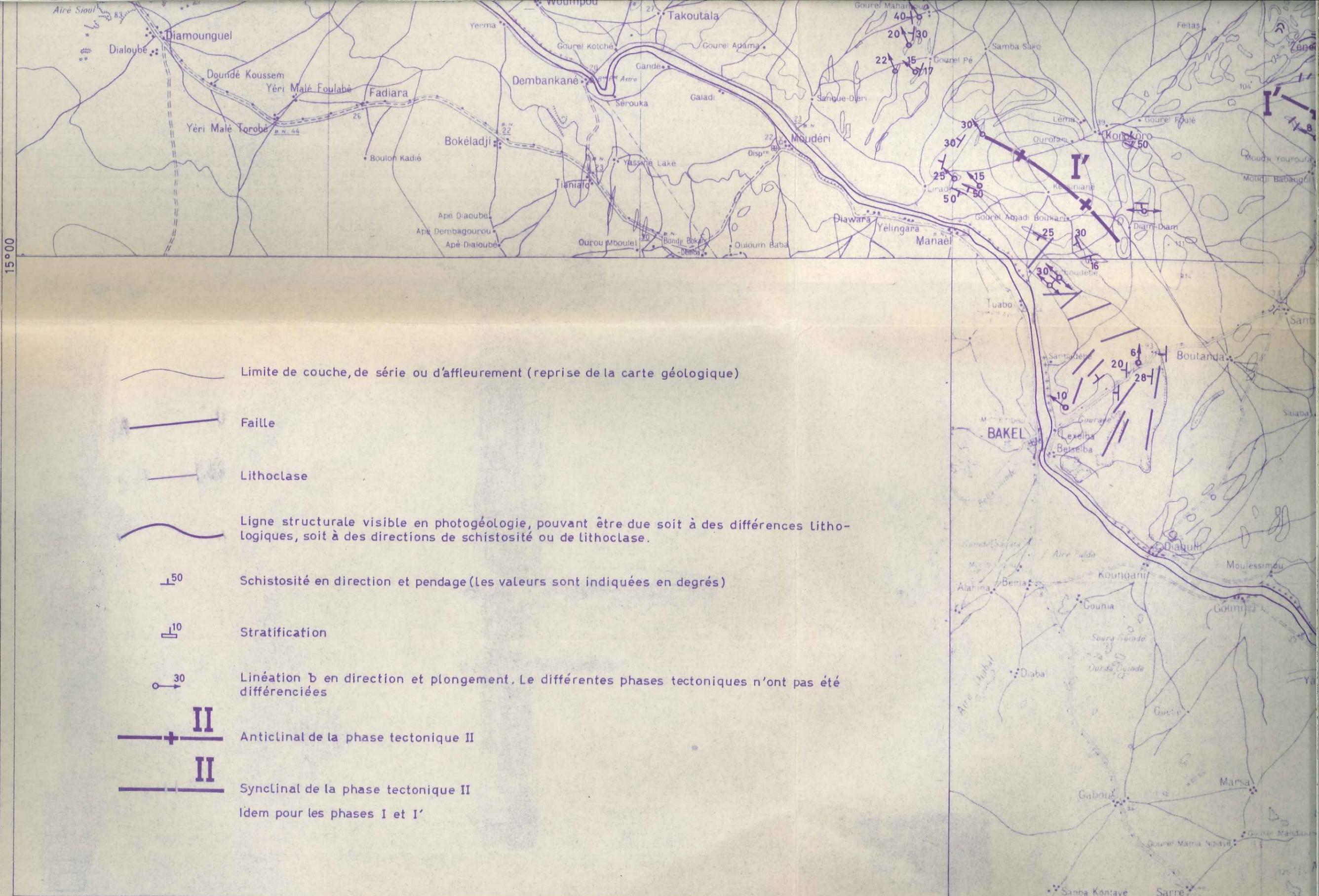
ent. Le différentes phases tectoniques n'ont pas été

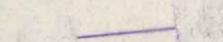
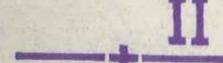
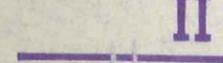
tel-00788960 version 1 - 15 Feb 2013

15°00

12°30

12°20



-  Limite de couche, de série ou d'affleurement (reprise de la carte géologique)
-  Faille
-  Lithoclase
-  Ligne structurale visible en photogéologie, pouvant être due soit à des différences Lithologiques, soit à des directions de schistosité ou de lithoclase.
-  Schistosité en direction et pendage (Les valeurs sont indiquées en degrés)
-  Stratification
-  Linéation  $\bar{b}$  en direction et plongement. Les différentes phases tectoniques n'ont pas été différenciées
-  Anticlinal de la phase tectonique II
-  Synclinal de la phase tectonique II  
Idem pour les phases I et I'

tel-00788960, version 1 - 15 Feb 2013