

MESURES GRAVIMÉTRIQUES ET MAGNÉTIQUES AU SÉNÉGAL ET EN MAURITANIE OCCIDENTALE

MISSION DE GÉOPHYSIQUE
DE L'ORSTOM

1959 — 1960 — 1961

Chefs de mission : Y. CRENN et J. RECHENMANN

Géophysicien stagiaire : G. OLORY-TOGBE

Techniciens } P. BOEFFARD, A. COLONGE, M. GOULIBALY, M. DARBON,
P. DUBOIS, G. GABORIAUD, F. JAMET et B. JEANSON.

TABLE DES MATIÈRES

	Pages
INTRODUCTION _____	7
GRAVIMÉTRIE _____	8
– Mode de travail et présentation des résultats	
MAGNÉTISME _____	10
COMPARAISON DES GRANDES LIGNES DES CARTES GÉOLOGIQUES ET GRAVIMÉTRIQUES _____	11
– Principales formations géologiques	
– Anomalies gravimétriques régionales	
RÉSULTATS STATISTIQUES _____	18
– Variations moyennes de la pesanteur	
– Variations de pesanteur locales	
– Comparaison des différences d'altitudes et des différences d'a- nomalies gravimétriques	
ANOMALIE AKJOUJT-GOUDIRY _____	27
– Schémas de principe	
– Extrémité Nord, région d'Akjoujt	
– Extrémité Sud de l'anomalie Akjoujt-Goudiry	
– Affleurements se superposant à l'anomalie Akjoujt-Goudiry	
– Autres anomalies se superposant à la masse lourde	
– Récapitulation des résultats relatifs à la bande lourde Akjoujt-Goudiry	
MAURITANIE ENTRE AKJOUJT ET LE RIO DE ORO _____	43
– Formations précambriennes	
– Région de Port-Etienne	
– Grés primaires à l'Est d'Atar	
BASSIN SÉDIMENTAIRE SÉNÉGAL-MAURITANIE _____	45
– Anomalies positives de forme allongée	
– Anomalies négatives de forme allongée	
– Anomalies positives sans direction privilégiées	
PRÉCAMBRIEN AU SUD-EST DANS LA RÉGION DE LA FALÉMÉ _____	48
– Roches vertes birrimiennes	
– Roches intrusives acides et basiques	
– Zones granitiques et schisteuses du Birrimien inférieur	
PLATE-FORME DE GRÉS _____	52
– Grés infra-cambriens	
– Plateaux doléritiques	
– Anomalies positives et négatives de direction Nord-Est	
COMPARAISON AVEC LES GRANDES ZONES D'ANOMALIE RÉGIONALE D'AFRIQUE OCCIDENTALE _____	55
– Masses produisant les anomalies du Sénégal et Mauritanie Ouest	
– Anomalies du même ordre de grandeur situées dans d'autres régions d'Afrique Occidentale	
– Formations du Togo-Dahomey	
– Formations de la Boucle du Niger	
– Conclusion	
BIBLIOGRAPHIE _____	58

Cette note expose les résultats des mesures gravimétriques et magnétiques faites par l'équipe de terrain de l'ORSTOM à la bordure atlantique de l'Afrique Occidentale.

Elle comprend :

- deux cartes de l'anomalie de Bouguer au 1/1.000.000,
 - . l'une, Sénégal - Falémé, couvrant le Sénégal et la bordure Ouest du Mali, établie en 1959 et 1960,
 - . l'autre, Mauritanie Occidentale, couvrant l'Ouest de la République Islamique de Mauritanie entre le méridien 12° W et l'océan, établie en 1961 et 1962 ;
- une carte d'ensemble de l'Afrique Occidentale au 1/5.000.000 représentant l'anomalie isostatique calculée dans l'hypothèse d'Airy pour une profondeur de compensation de 30 kilomètres ;
- une série de profils au 1/1.000.000 permettant la comparaison avec les coupes géologiques.

*
* . *

Les courbes portées sur les planches de profils représentent :

- . l'anomalie de Bouguer, B ;
- . l'opposé de la correction isostatique qui permet de lire la valeur de l'anomalie isostatique en chaque point, par différence avec la courbe B ;
- . l'anomalie magnétique relative à la composante verticale ;
- . le profil d'altitude d'après les cartes du Service Géographique ou les levés de l'ORSTOM ;
- . la coupe géologique d'après les cartes du Bureau de Recherches Géologiques et Minières.

GRAVIMÉTRIE

Les valeurs de la pesanteur sont basées sur les stations du réseau établi par l'ORSTOM en 1951 et 1952 (1) :

— Base principale M'BOUR perron du laboratoire	978 388, 25 milligals
— Bases secondaires DAKAR aérodrome	978 480, 23 "
ATAR aérodrome	978 619, 21 "

[Des mesures pendulaires effectuées à la base principale de M'Bour par Ned A. OSTENSO au moyen des pendules de l'Université de Wisconsin ont fourni, en 1959, pour M'Bour laboratoire la valeur de 978 384, 0 (8)].

Le coefficient d'étalonnage des gravimètres est établi à partir de plusieurs mesures faites aux bases de M'Bour et Dakar ; ce trajet aller et retour peut être effectué dans de bonnes conditions en trois heures.

Comme les années précédentes, les trois gravimètres utilisés sont les North American à grande zone n° 124 et 165, et le Worden géodésique n° 313.

Les cartes représentent l'anomalie de Bouguer, c'est-à-dire la différence entre la pesanteur observée et celle que l'on calculerait à la même altitude et la même latitude sur l'ellipsoïde de référence :

$$g_0 = 978\,049,0 (1 + 0,005\,2884 \sin^2 \varphi - 0,000\,0059 \sin^2 2\varphi)$$

Les corrections d'altitude de toutes les stations ont été calculées en prenant 2,67 comme valeur de la densité superficielle ; cette valeur est excessive dans le bassin du Sénégal, mais les altitudes rencontrées sont assez faibles pour que l'erreur produite reste inférieure à un milligal ; les corrections topographiques ont été partout négligées, ce qui introduit une erreur qui peut atteindre 0,5 milligal dans quelques cas exceptionnels.

A - MODE DE TRAVAIL ET PRÉSENTATION DES RÉSULTATS

Le mode de travail est analogue à celui décrit dans les notices accompagnant les précédentes cartes publiées par l'ORSTOM (2, 3, 4) ; les divers éléments nécessaires au calcul de l'anomalie de Bouguer - valeur de la pesanteur, altitude et position des stations - ont été obtenus avec la précision suivante :

1 - Pesanteur

Les valeurs mesurées sont corrigées de l'effet de la marée luni-solaire ; la précision est de l'ordre de 0,1 milligal sur la différence de pesanteur entre points voisins, alors que l'erreur faite sur l'écart à la base principale peut atteindre un milligal dans les régions les plus éloignées, comme celle de Port-Etienne.

2 - Altitude des stations

En dehors des itinéraires du Nivellement Général, les altitudes sont déterminées par nivellement barométrique à l'aide d'altimètres Wallace et Tiernan ; la correction de marée barométrique, qui est retranchée des mesures de terrain, est établie au camp de base, distant de moins de 150 kilomètres des points de mesure. L'erreur est de l'ordre de 2 ou 3 mètres entre points voisins et ne dépasse que rarement 10 mètres pour l'ensemble d'une région ; ceci correspond à une erreur de 0,5 milligal sur la différence de B entre 2 points voisins et 2 milligals sur sa valeur moyenne dans une zone éloignée des itinéraires de nivellement général.

3 - Position des stations et correction de latitude

Au Sud du parallèle 15°, la plupart des stations sont situées sur des pistes et leurs coordonnées sont déterminées d'après les cartes au 1/200 000 du Service Géographique ; la précision est alors de quelques centaines de mètres, et l'erreur qui en résulte sur l'anomalie de Bouguer reste inférieure à 0,2 milligal.

Au Nord du parallèle 15°, les repères cartographiques deviennent moins nombreux et les stations sont placées d'après les levés d'itinéraire qui sont établis à la boussole et basés sur les points astronomiques du Service Géographique. L'expérience montre qu'un itinéraire basé sur 2 points distants de 100 kilomètres permet de situer les stations intermédiaires avec une précision de 2 kilomètres, ce qui correspond à une erreur de un milligal sur l'anomalie de Bouguer.

4 - Précision globale des valeurs de l'anomalie de Bouguer

En résumé, la précision des résultats est de l'ordre de 0,5 milligal sur la différence entre points voisins, de 1, 2 ou 3 milligals selon les cas sur la valeur moyenne d'une région.

5 - Anomalies isostatiques

En Mauritanie, l'erreur régionale sur les corrections isostatiques est relativement forte parce que :

- les altitudes moyennes sont déterminées principalement à partir des altitudes des stations gravimétriques, et les données relatives aux zones extérieures à la carte gravimétrique au Nord et à l'Est sont très imprécises.
- l'imprécision des cartes marines introduit une erreur de plus de 5 milligals dans les zones côtières.

MAGNÉTISME

Une balance magnétique Ruska, deux balances Sharpe et une balance Askania ont été utilisées pour mesurer la composante verticale le long des itinéraires gravimétriques ; les lectures de ces appareils sont rapportées à celles de la B M Z faites aux stations de base du réseau ORSTOM (3) et à des stations auxiliaires. Les corrections de variation diurne ont été négligées ; elles seraient comprises entre celles des observatoires de M'Bour et de Tamanrasset, soit 30 gammas et 20 gammas.

Les anomalies magnétiques ont été définies comme la différence entre la valeur de Z observée, et la fonction linéaire des coordonnées des stations qui correspond le mieux à la zone étudiée ; celle-ci est au Sénégal de 12,5 γ par kilomètre dans la direction N, 9° W et en Mauritanie de 11,8 γ par kilomètre dans la même direction.

A - ANOMALIES LOCALES

L'écartement des stations, d'environ 4 kilomètres, ne permet pas une bonne représentation des anomalies profondes dans les régions où les couches superficielles introduisent de fortes perturbations locales. Sur le socle granito-gneissique de la Côte d'Ivoire (4) entre 5° et 12° Nord, 35% des stations seulement ont moins de 20 gammas d'anomalie locale, et 15% plus de 100 gammas ; ces proportions moyennes dépendent plus de la nature des roches de surface que de la latitude, c'est-à-dire du degré de latérisation. Au Sénégal et Ouest-Mauritanie les nombres moyens trouvés sont respectivement de 43% et 12% comme proportion de stations présentant des anomalies locales de moins de 20 γ et plus de 100 γ ; sur le bassin sédimentaire, recouvert de continental terminal les pourcentages sont de 48% et 6% alors que sur les grès primaires elles sont peu inférieures à celles du précambrien.

B - ANOMALIES RÉGIONALES

Une carte au 1/5.000.000 (figure 5) représente les anomalies régionales obtenues d'après les moyennes des mesures magnétiques par éléments de surface de 10' x 10', soit environ 400 kilomètres carrés, méthode qui n'est valable que si plusieurs itinéraires coupent chaque élément. Il est possible que certaines des larges anomalies que cette carte met en évidence soient dues à une mauvaise compensation régionale ; les résultats ne seront donc utilisés que sous toute réserve, s'ils diffèrent nettement de ceux de la gravimétrie.

COMPARAISON DES GRANDES LIGNES DES CARTES GÉOLOGIQUES ET GRAVIMÉTRIQUES

A - PRINCIPALES FORMATIONS GÉOLOGIQUES

Le schéma géologique de la figure 1, dessiné d'après les feuilles 7 et 4 de la carte géologique au 1/2.000.000 de l'A.O.F. et du Togo, montre que la région étudiée est formée par :

— à l'Ouest, un vaste bassin sédimentaire dont les terrains superficiels sont cartographiés éocène et continental terminal ; sa largeur est de 500 kilomètres à la latitude de Dakar alors qu'elle n'est plus que de 100 kilomètres à celle de Port-Etienne au Nord ;

— à l'Est, le bord occidental du vaste plateau de grès primaire qui s'étend sur près de 1 000 kilomètres vers l'Est et le Nord-Est ;

— entre ces deux formations, une série métamorphique plissée, la série d'Akjoujt, borde de façon presque continue le bassin sédimentaire ; elle est elle-même bordée à l'Est par une série métamorphique, le Falémien ; sur le schéma de la figure 1 cette série n'a pas été différenciée des grès primaires.

— au Nord et au Sud-Est, des formations granitiques et schisteuses, analogues aux terrains birrimiens qui couvrent toute la Côte d'Ivoire.

B - ANOMALIES GRAVIMÉTRIQUES RÉGIONALES

Les figures 2, 3 et 4 représentent, à la même échelle que la carte géologique, les moyennes par 1/4 de degré carré de l'anomalie de Bouguer, l'anomalie isostatique et l'anomalie à l'air libre. Entre les latitudes 14° et 20°, ces trois cartes font apparaître trois zones distinctes qui se superposent presque aux trois principales régions géologiques, mais leur importance respective n'est pas la même :

— sur les trois cartes gravimétriques, la structure de beaucoup la plus importante est la structure centrale ; c'est une bande d'anomalie gravimétrique de + 50 milligals qui longe à l'Ouest les affleurements de la série d'Akjoujt ;

— le maximum gravimétrique est bordé à l'Est par un minimum, très mince au Sud de 14° Nord et très étendu au Nord de 15° Nord ; ce minimum se situe dans l'ensemble sur les grès primaires, mais ceux-ci le dépassent largement ;

— entre le maximum gravimétrique et la mer, région uniformément couverte par le bassin sédimentaire, la carte gravimétrique permet de distinguer d'Est en Ouest une région à peu près en équilibre, puis dans les 100 kilomètres côtiers une bande négative Nord-Sud de 400 kilomètres de long et, en bordure de la mer, une très étroite bande positive.

Au Sud de 14° Nord, la bande positive principale subit une rotation de 60° ; à l'Est, les terrains précambriens ou primaires sont en moyenne en équilibre, alors qu'à l'Ouest le bassin sédimentaire de Casamance et de Gambie est une zone d'anomalie gravimétrique positive dont la structure est assez confuse.

Au Nord de la latitude 20° Nord, la bande positive est nettement arrêtée dans une région où la série géologique d'Akjoujt présente une structure assez complexe.

La série d'Akjoujt est donc la seule de la carte à être constamment associée à la bande d'anomalie gravimétrique Akjoujt-Goudiry, et leurs positions respectives sont presque constantes : à la latitude 14° Nord, le changement de direction de la série d'Akjoujt est beaucoup moins brutal que celui de l'anomalie gravimétrique, mais il se produit au même endroit. Au Nord, à la latitude 20° Nord, la limite des affleurements géologiques et de l'anomalie gravimétrique est la même. Cette masse lourde, dont l'influence s'étend sur au moins la moitié de la région étudiée, paraît donc l'indice d'un phénomène géologique profond, lié au dépôt, au plissement ou au métamorphisme de la série d'Akjoujt.

Les caractéristiques de cette série sont résumées de la façon suivante par L. RENAUD (6) :

— "Orientation générale géographique et tectonique approximativement Nord-Sud des-sinant cependant un grand arc de cercle concave vers l'Ouest (golfe tertiaire sénégalomauritanien).

— "Tectonique générale assez douce et régulière en ondulations déversées vers l'Est donnant des pendages isoclinaux moyens vers l'Ouest. Les pendages forts sont l'exception. Cependant la bordure orientale de la série est affectée, d'une façon presque continue, d'une tectonique plus complexe et d'un style différent...

"La stratigraphie la plus vraisemblable est une alternance de quartzites et de schistes correspondant aux variations de sédimentation... Les formations d'origine calcaire ou marneuse : calcaires, cipolins, schistes calcareux ou amphiboliques et paraamphibolites étant interstratifiés dans les quartzites ou les schistes, doivent naturellement être interprétées comme la traduction de variations locales ou temporaires de la nature du sédiment d'origine".

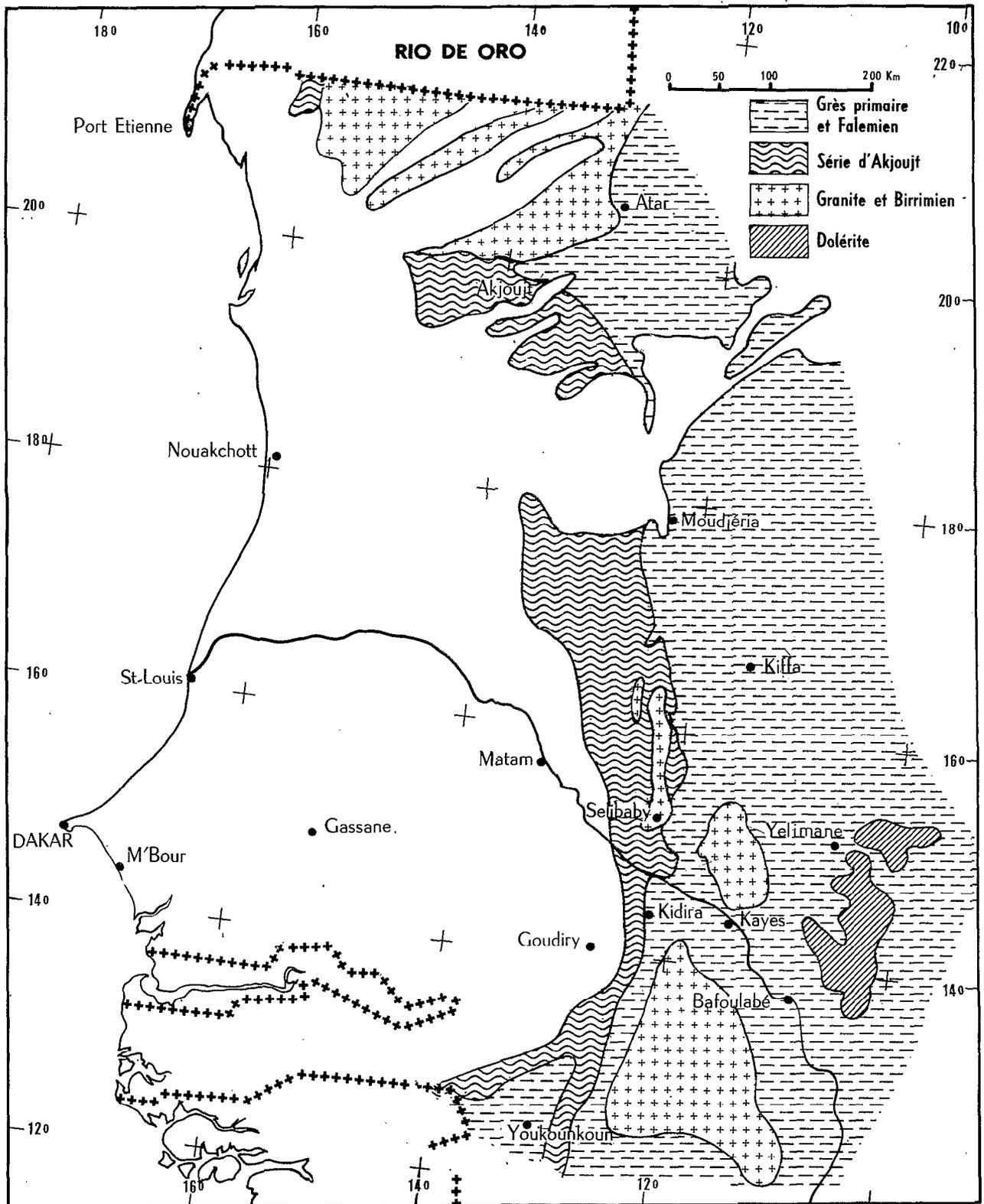


Figure 1 - Esquisse géologique d'après les feuilles N° 7 et 4 de la carte géologique de l'A.O.F.

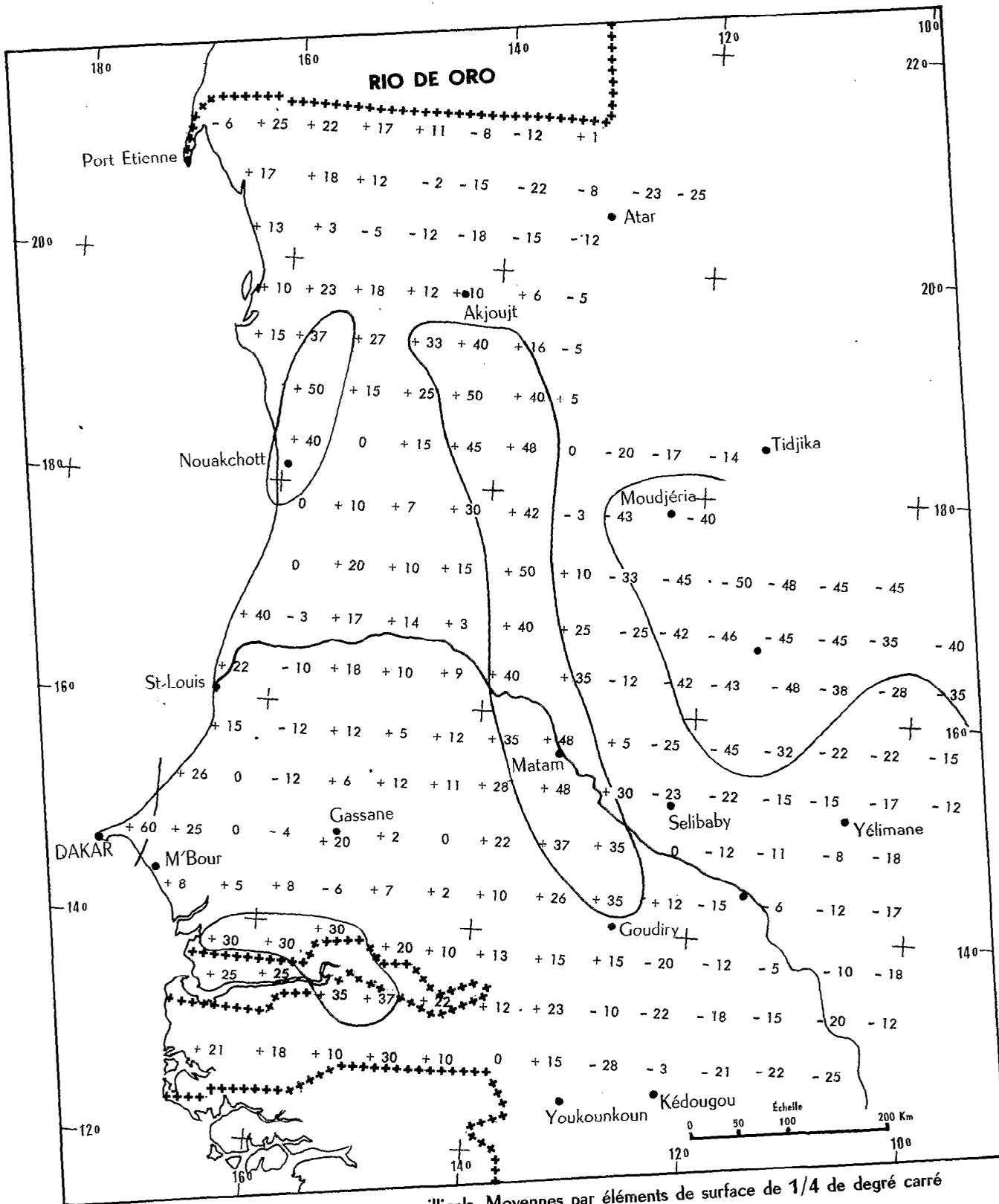


Figure 2 - Anomalie de Bouguer en milligals. Moyennes par éléments de surface de 1/4 de degré carré
 Courbes - 30 et + 30 milligals

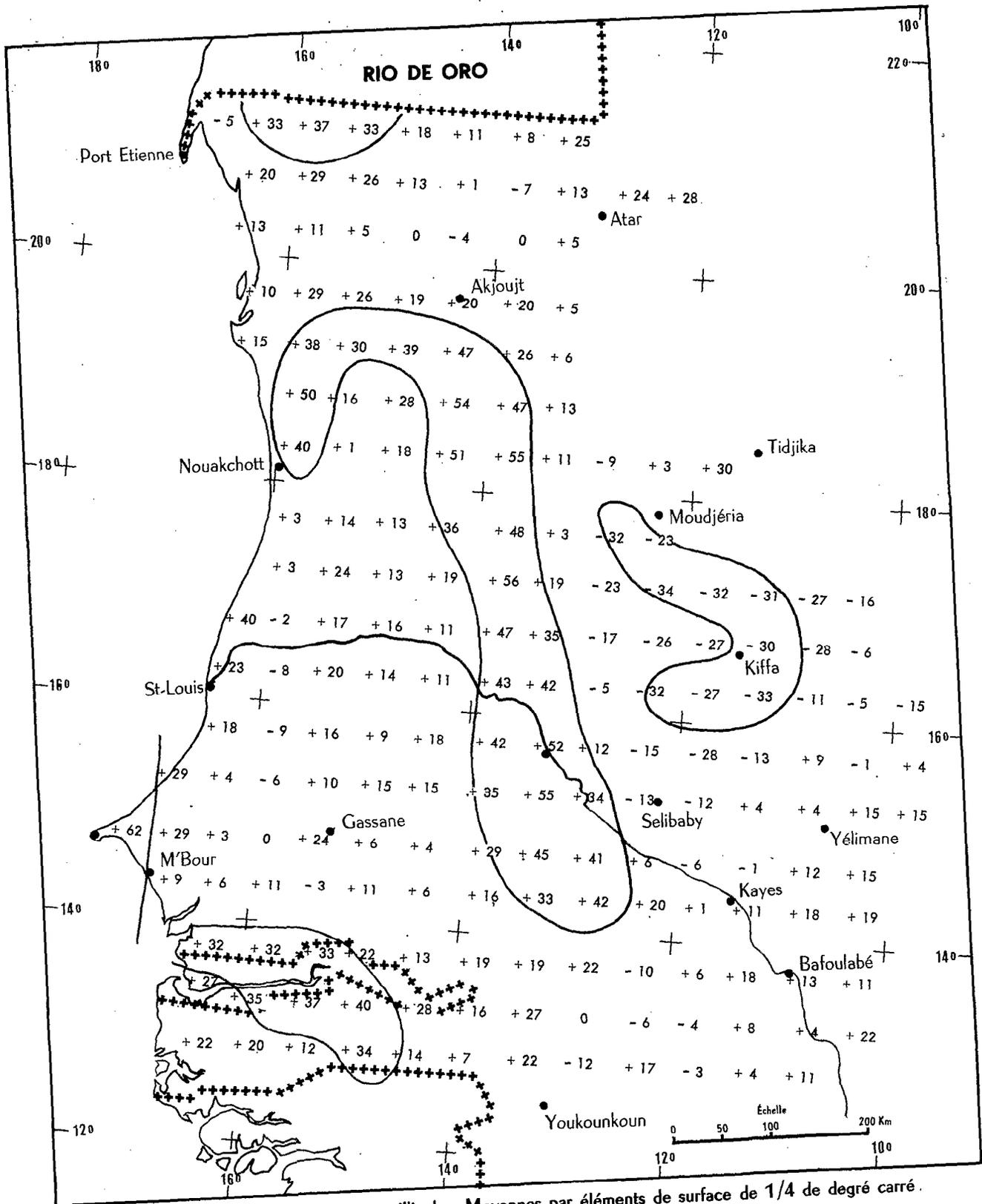


Figure 3 - Anomalie à l'air libre en milligals - Moyennes par éléments de surface de 1/4 de degré carré.
 Courbes - 30 et + 30 milligals

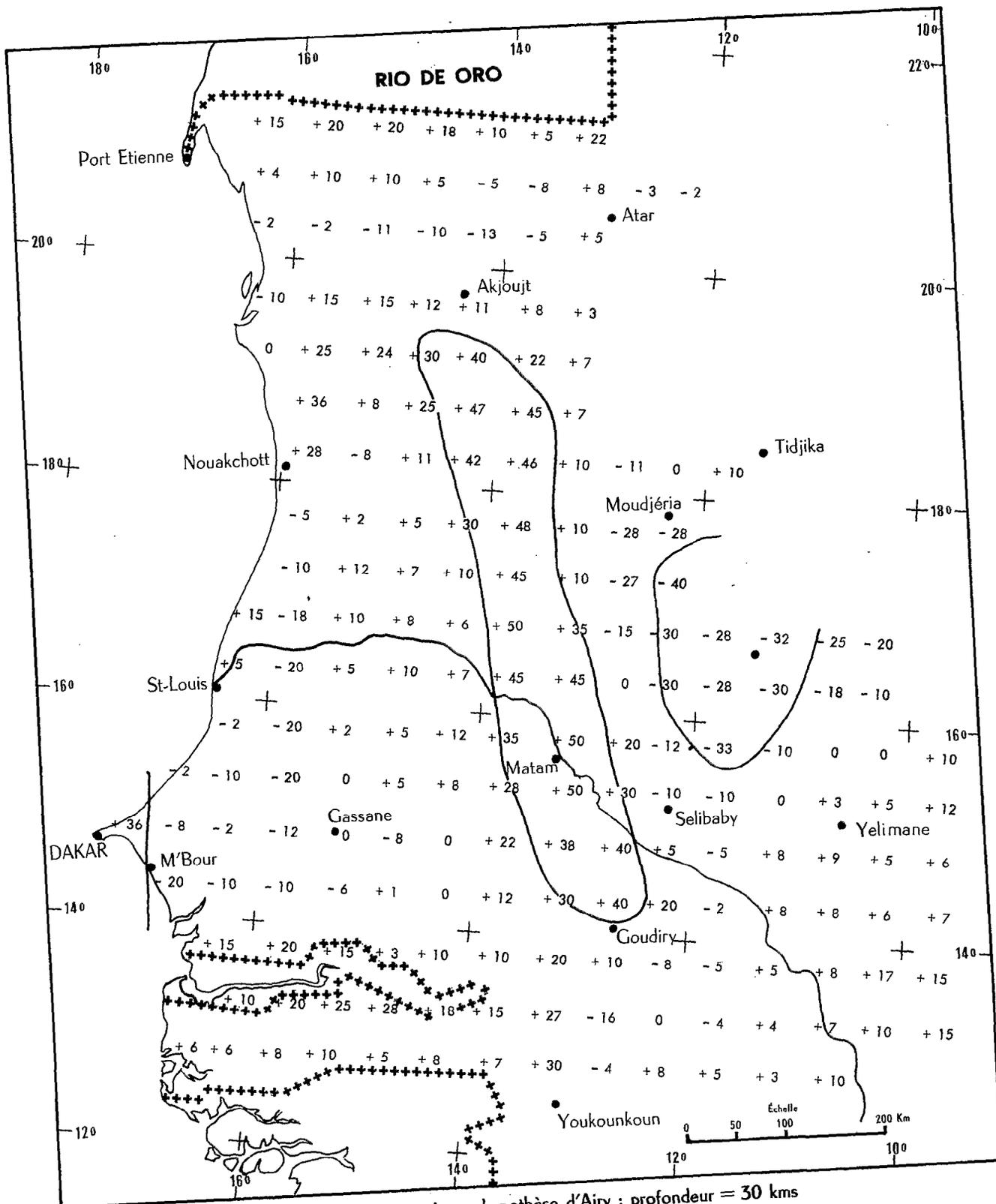


Figure 4 - Anomalie isostatique ; hypothèse d'Airy : profondeur = 30 kms
 Moyennes par éléments de surface de 1/4 de degré carré
 Courbes - 30 et + 30 milligals

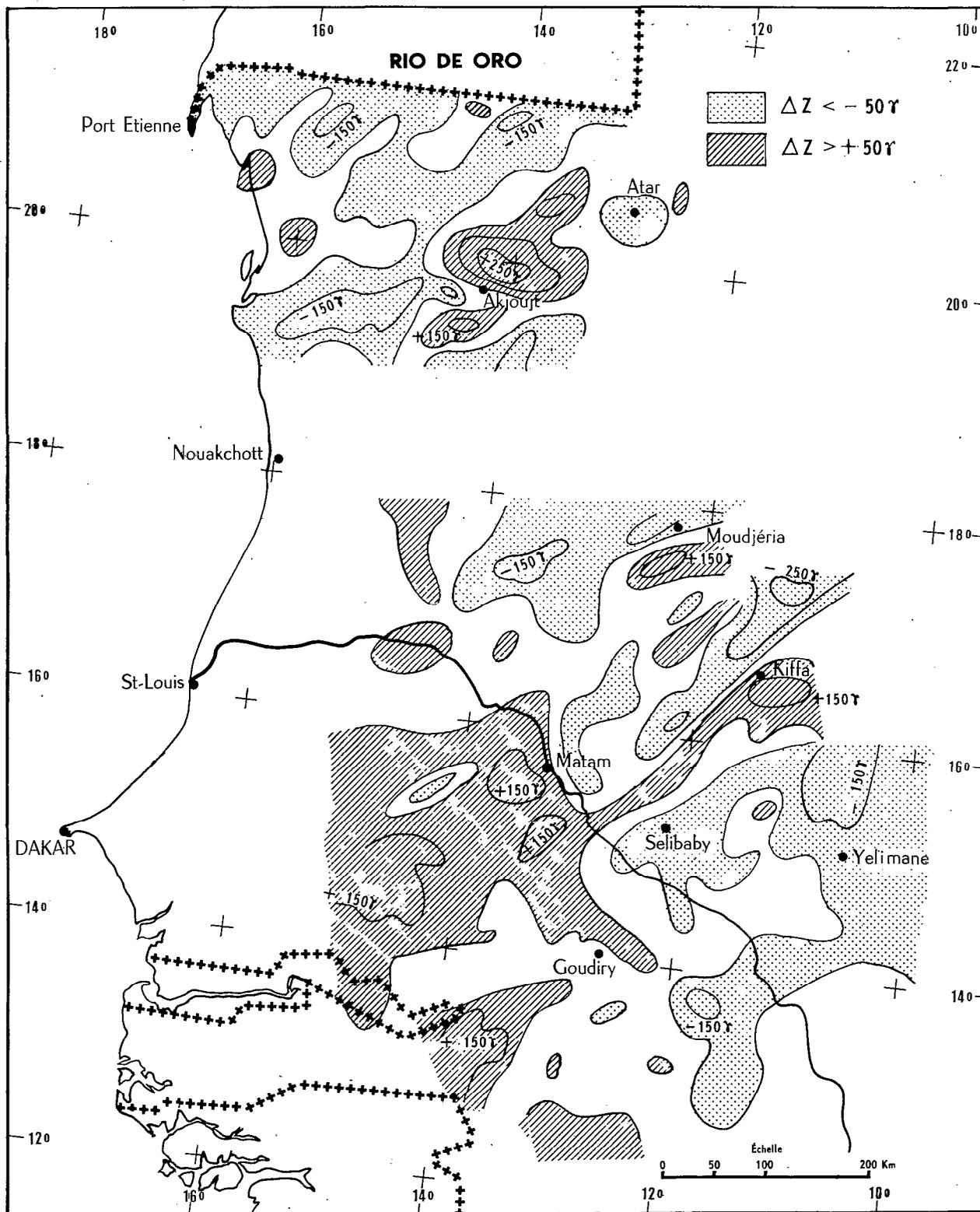


Figure 5 - Anomalies magnétiques de la composante verticale. Moyennes par éléments de surface de 10' en 10'

RÉSULTATS STATISTIQUES

Les caractéristiques moyennes des variations de pesanteur observées font apparaître des différences systématiques avec d'autres régions d'Afrique Occidentale ; on a pris ici la Côte d'Ivoire comme région de comparaison, parce qu'elle paraît la plus représentative du socle précambrien en équilibre.

Ces résultats statistiques se rapportent :

- soit aux valeurs moyennes de la pesanteur dans différentes régions,
- soit, au contraire, aux irrégularités locales,
- soit aux relations possibles entre les anomalies de la pesanteur et le relief.

A - VARIATIONS MOYENNES DE LA PESANTEUR

1 - Courbes de fréquence

La figure 6 représente, d'après les valeurs portées sur les figures 2, 3 et 4, le nombre d'éléments de surface de côté 30', soit 56 kilomètres, pour lesquels l'anomalie de Bouguer, l'anomalie à l'air libre ou l'anomalie isostatique, est comprise dans un intervalle de 5 milligals.

A titre de comparaison, les courbes analogues relatives à la Côte d'Ivoire sont portées sur le même graphique.

Les valeurs du Sénégal et de la Mauritanie sont plus dispersées que celles de la Côte d'Ivoire, et ceci quel que soit le type d'anomalie choisi ; cependant, les valeurs moyennes de l'anomalie à l'air libre et de l'anomalie isostatique pour l'ensemble de ces régions sont à peu près les mêmes ; à l'échelle d'éléments de surface de 1 000 kilomètres de côté, les sous-sols ont donc à peu près le même poids. Des courbes analogues à la figure 6, tracées pour des éléments de surface de plus en plus grands, montrent que la dispersion des valeurs ne décroît au Sénégal que pour des éléments de surface supérieure à 400 x 400 kilomètres ; leur nombre est trop faible pour permettre d'établir une courbe de fréquence.

2 - Influence de l'altitude et des fonds marins

Les figures 7 et 8 représentent les valeurs moyennes des diverses anomalies en fonction de l'altitude et de la distance à la mer ; la dispersion reste grande dans tous les cas, ce qui prouve que les différences mises en évidence par la figure 6 ne proviennent pas d'un effet de l'altitude ou des fonds marins ; elles prouvent une plus grande hétérogénéité du sous-sol au Sénégal qu'en Côte d'Ivoire.

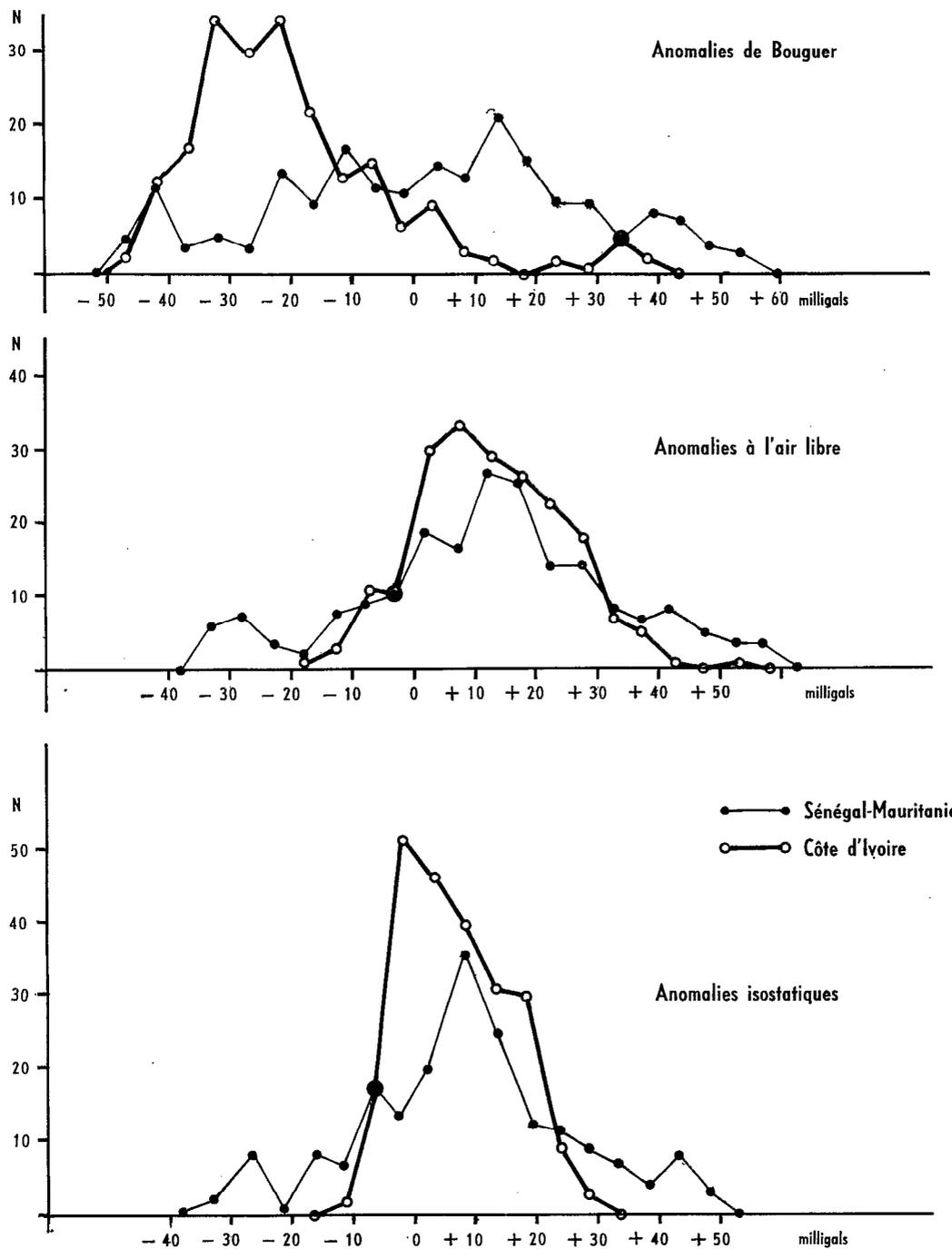


Figure 6 - Nombre N de 1/4 de degré carré dont l'anomalie moyenne est comprise dans un intervalle de 5 milligals

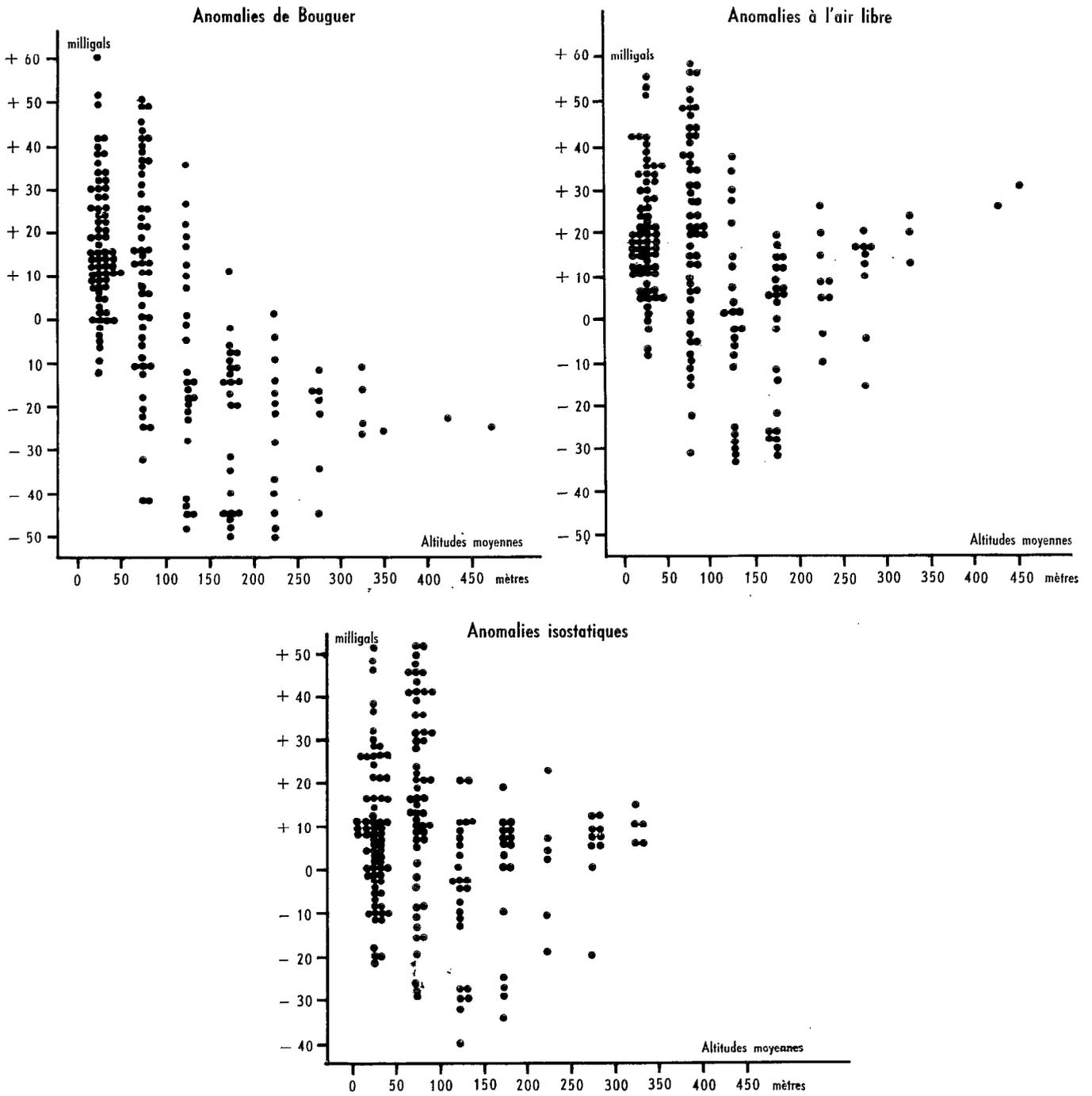


Figure 7 - Anomalies moyennes par 1/4 de degré carré, en fonction de l'altitude, par tranche d'altitude de 50 mètres

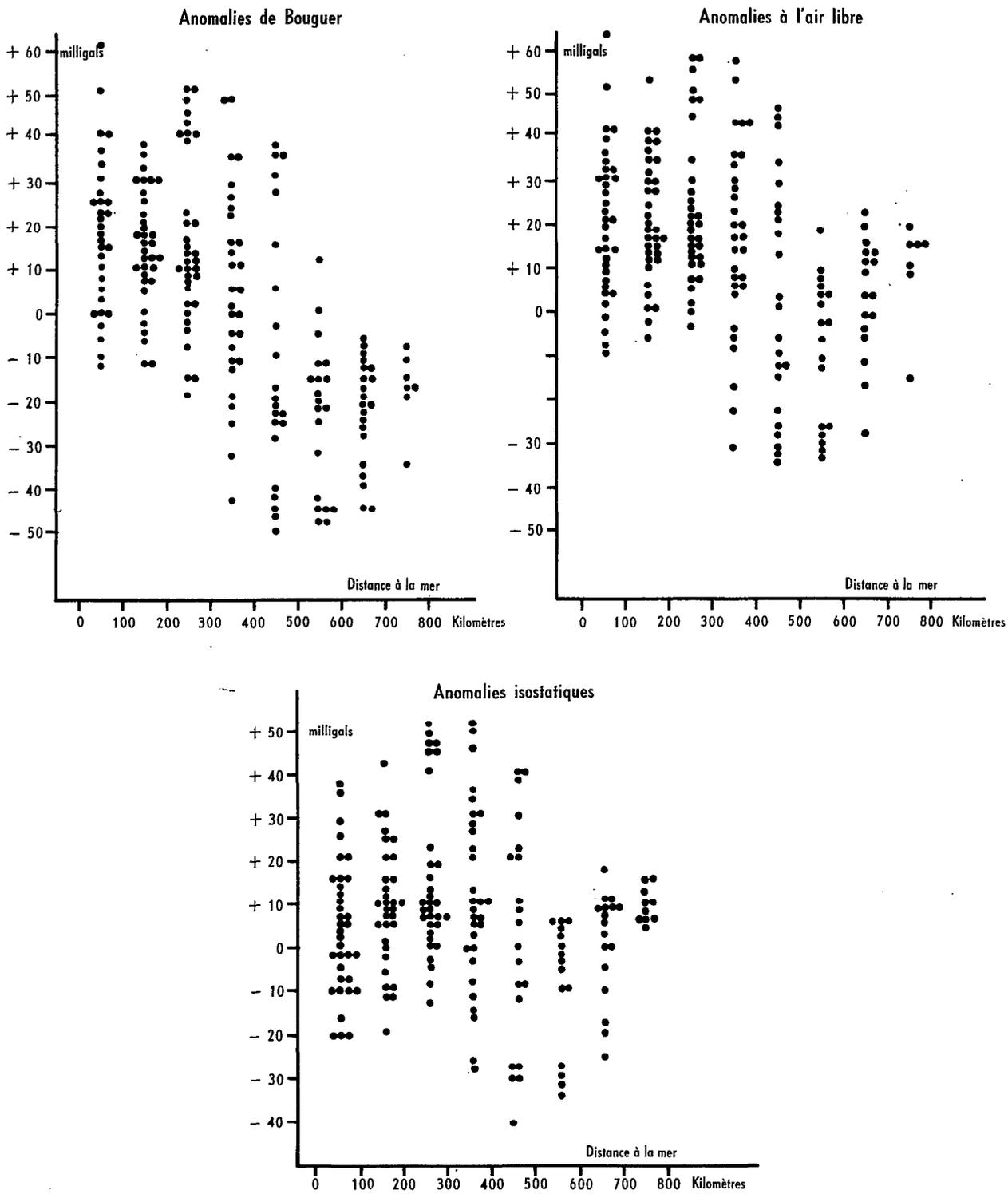


Figure 8 - Anomalies moyennes par 1/4 de degré carré, en fonction de la distance à la mer, par tranche de distance de 100 kilomètres

B - VARIATIONS DE PESANTEUR LOCALES

1 - Dimension des anomalies

Sur les profils gravimétriques de Côte d'Ivoire (4), les distances les plus fréquentes existant entre deux maxima successifs sont nettement comprises entre 20 et 40 kilomètres, ce qui conduit à constater que la dimension de 30 kilomètres est une dimension privilégiée pour la taille des anomalies. Dans le vaste bassin sédimentaire du Niger, les distances mesurées entre maxima sont comprises entre 20 et 70 kilomètres, avec un net maximum de fréquence ; la courbe de fréquence tracée de la même façon pour le Sénégal et l'Ouest de la Mauritanie donne des résultats tout à fait différents : les deux courbes sont superposées sur la figure 9 : la distance privilégiée de 30 kilomètres est à peine perceptible sur la courbe relative au Sénégal et à la Mauritanie, ce qui pourrait s'interpréter de deux façons :

— les masses perturbantes, dont la dimension est de l'ordre de 30 kilomètres, ont dû localement s'équilibrer par enfoncement ou surrection, ou sont assez profondes pour que leur effet en surface s'affaiblisse ;

— les fortes variations de pesanteur des anomalies de grande dimension masquent une grande partie des anomalies locales dont les effets ne se font plus sentir que sur les gradients et non sur le nombre des maxima.

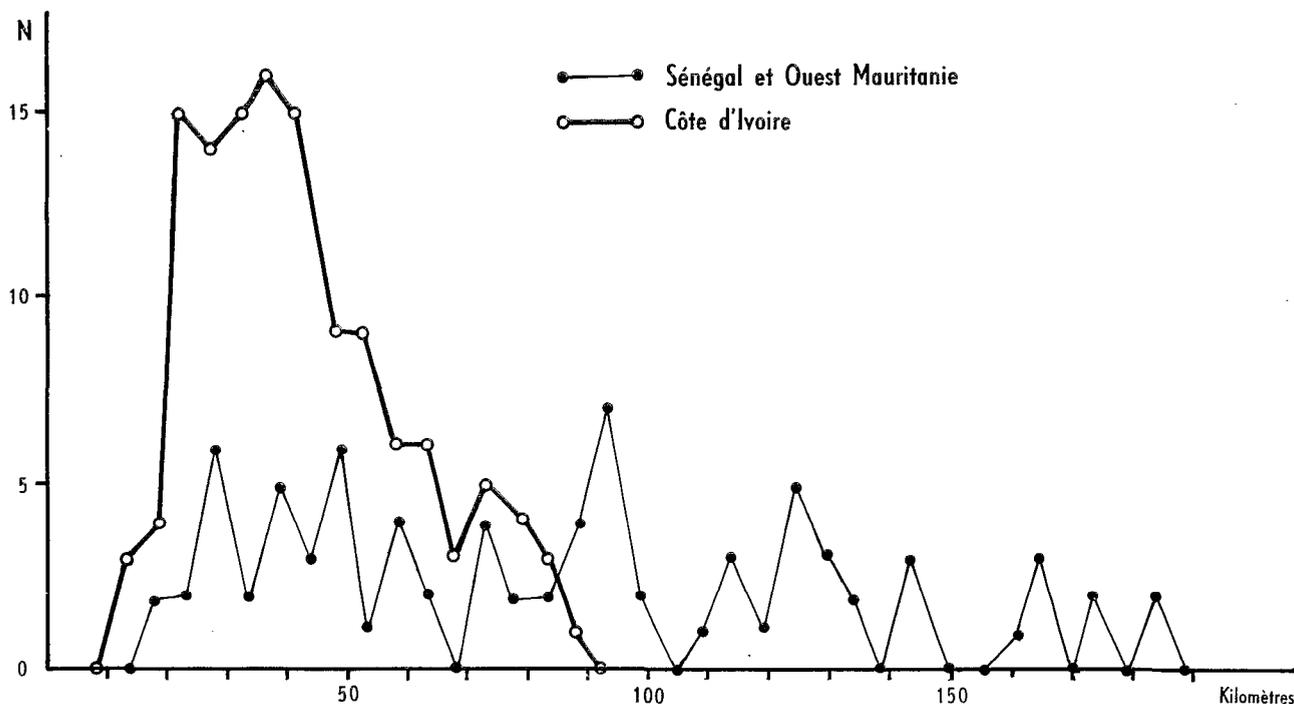


Figure 9 - Fréquence des anomalies de B en fonction de leur étendue.
Nombre N par tranche de distance de 5 kilomètres

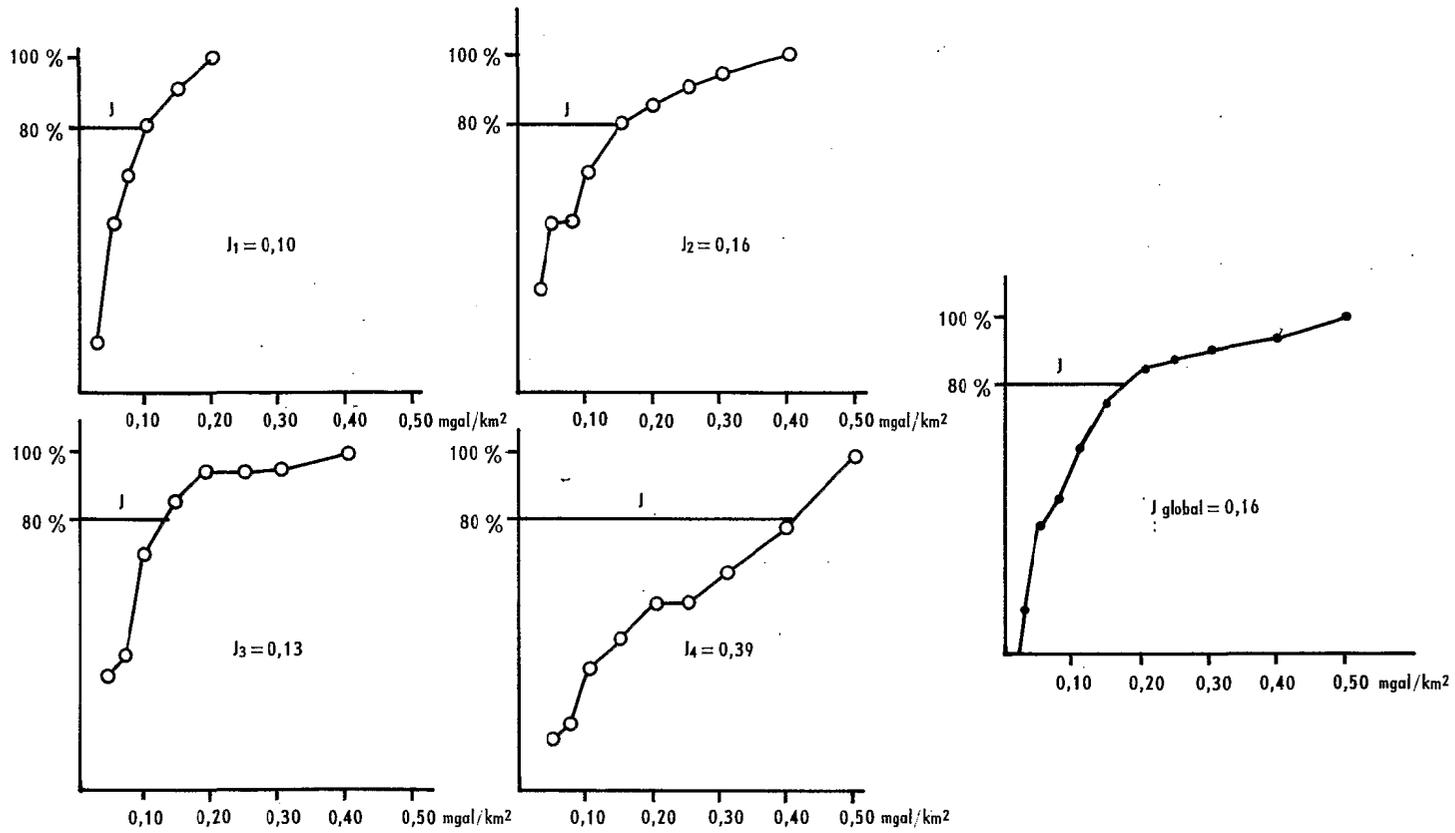


Figure 10 - Indice de continuité J , pour 4 tronçons de 90 kms du profil 7, et pour le profil entier.

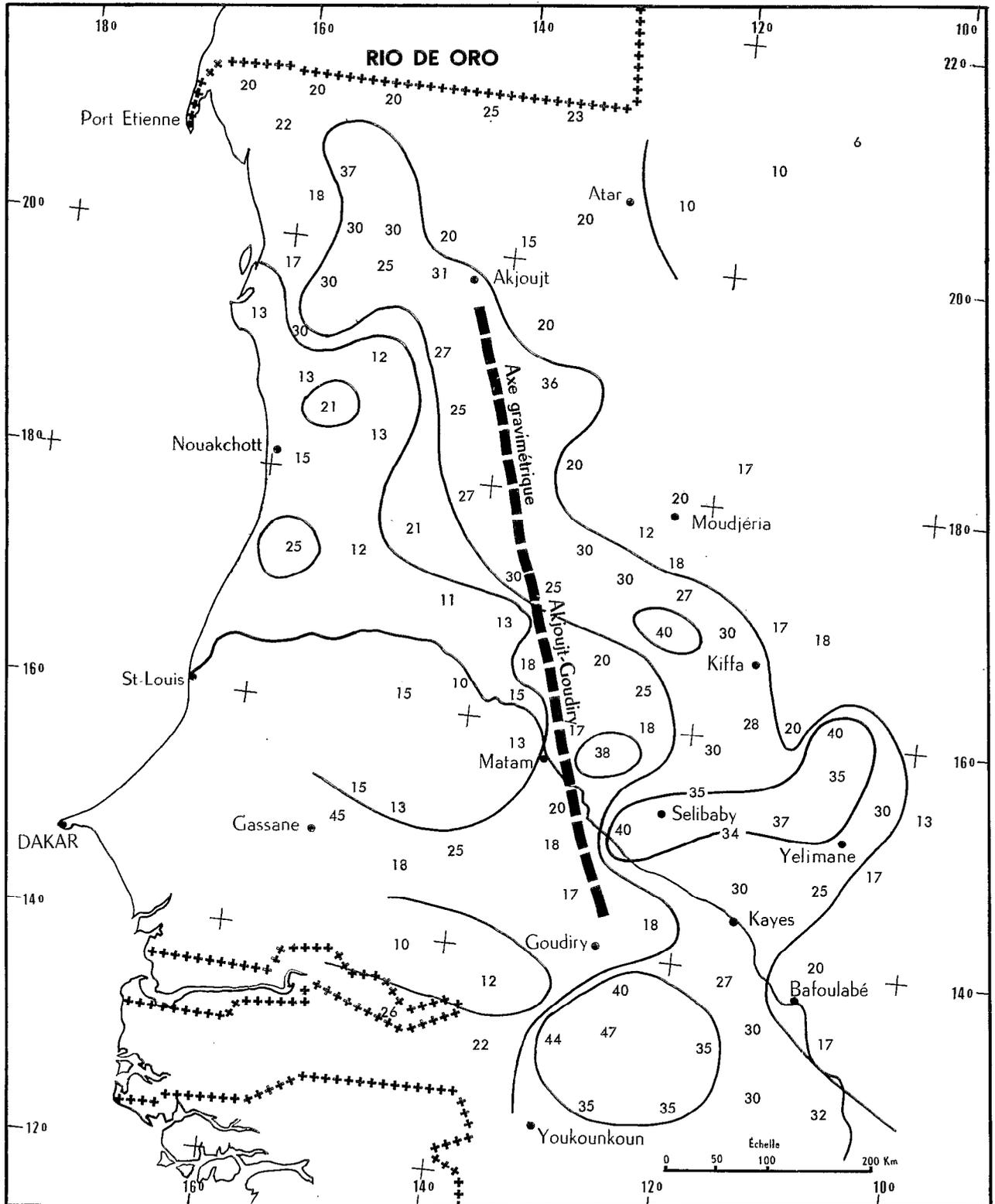


Figure 11 Indice de continuité J des profils, par tronçons de 90 Kilomètres
 Unité : centième de milligals par Kilomètre-carré
 Courbes 0,15, 0,25 et 0,35 mgal Km²

2 - Indice de continuité J

a - Calcul de l'indice

Un élément supplémentaire est donné par la mesure de la continuité des profils gravimétriques, d'après la valeur de l'indice J (7) défini de la façon suivante :

soient A, B et C trois stations voisines séparées par une distance d, g_A , g_B et g_C les valeurs de l'anomalie de Bouguer en ces trois stations, la différence de gradient par kilomètre entre B et A d'une part, C et B d'autre part, c'est-à-dire :

$$\frac{2g_B - (g_A + g_C)}{d^2}$$

est mesurée pour chaque groupe de trois stations ; J, pour une portion de profil donné est la valeur de cette différence de gradient, telle que 20% des valeurs seulement lui soient supérieures. Les nombres trouvés en Afrique Occidentale, en dehors de la zone étudiée, varient de 0,08 à 0,40 milligal par kilomètre carré.

Cet indice a été calculé pour tous les profils dessinés, par section de 90 kilomètres : ce qui ne fournit que 20 points et introduit une certaine imprécision dans la détermination de J, comme le montre la figure 10, relative au profil 7.

Chaque courbe représente le pourcentage de points de la section considérée pour laquelle la différence de gradient est supérieure au nombre porté en abscisse ; les quatre premières courbes se rapportent à chacune des sections de 90 kilomètres ; ces courbes sont assez anguleuses et on peut évaluer à 0,03 l'erreur que l'on fait sur la mesure de J par rapport à la valeur que l'on mesurerait sur le même terrain s'il y avait un plus grand nombre de groupes de stations ; cependant, les grandes variations de J ont conduit à cartographier uniquement ses valeurs par section de 90 kilomètres.

b - Carte de continuité

Les nombres J sont portés sur la figure 11 à l'échelle 1/5.000.000.

Les valeurs les plus fréquentes sur le socle précambrien de la Côte d'Ivoire sont de l'ordre de 0,25 ; en prenant cette valeur comme référence, on constate que :

— dans les zones où affleure le socle précambrien, celui-ci a un degré d'hétérogénéité normal vers 21° Nord alors qu'au Sud-Est de la carte, dans la région de Kayes, il est nettement plus hétérogène qu'en Côte d'Ivoire ;

— sur le maximum gravimétrique Akjoujt-Goudiry, l'indice J est de l'ordre de 0,25 au Nord, alors qu'au Sud les valeurs plus faibles indiqueraient quelques kilomètres de terrains homogènes ;

— la plate-forme de grès primaire ne recouvre une grande épaisseur de terrain homogène qu'à l'Est d'Atar où la profondeur peut atteindre 10 kilomètres.

Les valeurs de J mesurent l'influence des hétérogénéités locales du sous-sol sans que le résultat soit notablement modifié par la superposition d'une anomalie régionale. Ses faibles valeurs sur l'ensemble du bassin du Sénégal montrent que la rareté des anomalies ayant une taille de 30 kilomètres (figure 9) n'est pas un effet artificiel dû aux anomalies régionales ; les anomalies de quelques dizaines de kilomètres sont réellement beaucoup moins nombreuses qu'en Côte d'Ivoire, ce qui traduit une grande différence de nature du sous-sol, au moins sur 10 kilomètres d'épaisseur entre le Sénégal et la Côte d'Ivoire, soit que le socle y soit plus homogène, soit qu'il se trouve à plusieurs kilomètres de profondeur, même dans la zone en équilibre isostatique, immédiatement à l'Ouest du maximum Akjoujt-Goudiry.

C - COMPARAISON DES DIFFÉRENCES D'ALTITUDES ET DES DIFFÉRENCES D'ANOMALIES GRAVIMÉTRIQUES

1 - Variations de relief accompagnées d'une variation de pesanteur

La figure 7 montre qu'il n'y'a pas en moyenne dans la région étudiée de relation entre les altitudes et l'anomalie isostatique, tout au moins par élément de surface de 30' de côté ; cependant, les profils présentent plusieurs exemples nets de coïncidence entre variations de pesanteur et d'altitude, celles-ci pouvant s'effectuer dans un sens ou dans l'autre : par exemple, sur le profil 13 :

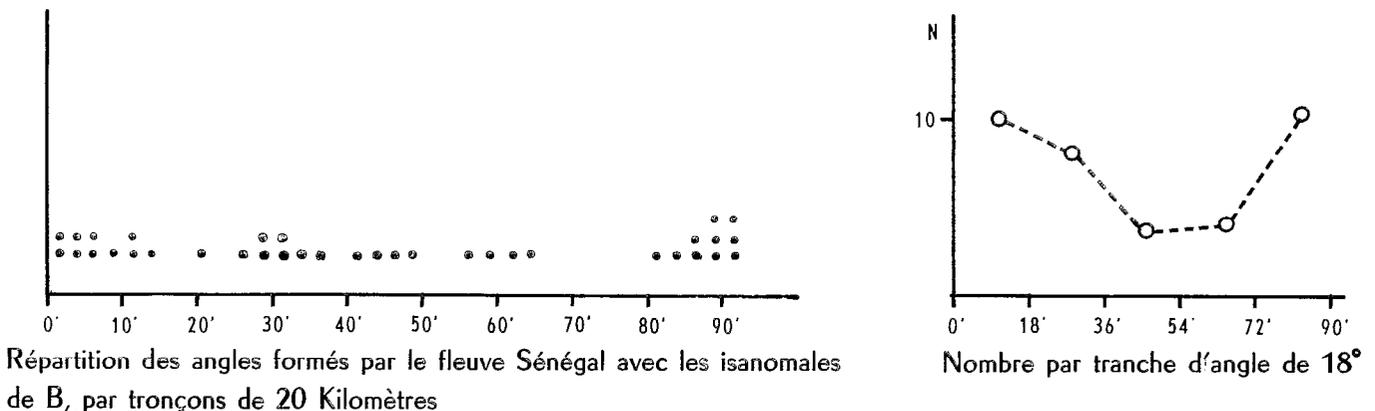
Kilomètre 30	affleurement de gabbro	h augmente	B diminue
Kilomètre 300	passage du Cambrien au Silurien	h augmente	B diminue
Kilomètre 430	passage du Silurien au Cambrien	h diminue	B diminue
Kilomètre 580	pas de changement de terrain	h diminue	B diminue

Les causes de ces relations peuvent être diverses :

- intrusion profonde qui, étant plus ou moins altérée que les terrains encaissants, constitue soit un creux, soit une bosse, et, étant plus ou moins lourde que les terrains encaissants, constitue une anomalie, soit positive, soit négative ;
- dépôt de sédiments qui présentent, par rapport aux terrains encaissants, des différences de densité et de résistance à l'altération ;
- peut-être, dans certains cas et pour des masses importantes, réajustement isostatique.

2 - Direction des fleuves et des isanomales de B

Le cours des fleuves semble quelquefois être grossièrement parallèle aux isanomales de la pesanteur. Ceci a été mesuré de la façon suivante : le cours d'eau est divisé en sections d'une longueur de 20 kilomètres en faisant abstraction des méandres, et on mesure l'angle de chacune de ces sections avec l'isanomale de B en ce lieu quand elle est nettement définie ; l'angle, compris entre 0° et 90°, est réparti en 5 classes de 18° avec la fréquence indiquée par la figure 12 pour le Sénégal ; il apparaît deux positions privilégiées du cours d'eau par rapport aux isanomales : parallélisme à 30° près, perpendicularité à 15° près. Ces positions se retrouvent également dans le cas du fleuve Niger. Ceci indique la mesure, faible mais certaine, dans laquelle le relief actuel ou d'un passé géologique récent est en relation avec les isanomales de la pesanteur ; cela indique aussi avec quelle probabilité les cartes gravimétriques peuvent guider la recherche des limites de nappes d'eau souterraines.



ANOMALIE AKJOUJT - GOUDIRY

Cette bande d'anomalie positive, associée aux formations de la série d'Akjoujt sur son flanc Est, constitue la structure dominante de la région étudiée et, avant d'examiner les phénomènes constatés à ses extrémités et les différentes anomalies qui lui sont superposées, on va indiquer quelques schémas qui permettent d'en rendre compte quantitativement.

A - SCHÉMAS DE PRINCIPE

1 - Profils

En laissant de côté l'extrémité Sud plus complexe, on peut distinguer deux régions :

- l'une entre 15° Nord et 18° 30' Nord où l'anomalie positive est bordée à l'Est par une anomalie négative de 30 milligals ;
- l'autre au Nord de 18° 30' Nord où l'anomalie négative n'existe pas.

La courbe "centre" de la figure 13 représente la moyenne des 7 coupes de la carte des B moyens, figure 2, entre 15° Nord et 18° 30' Nord. Les moyennes ont été déterminées en faisant coïncider l'emplacement du maximum de B. Dans cette zone, la carte magnétique n'indique pas d'anomalie régionale assez nette pour qu'il en soit tenu compte ; on constate seulement que les valeurs sont en moyenne positives à l'Ouest du maximum gravimétrique et négatives à l'Est.

La courbe "Nord" de la figure 13 est la moyenne des 4 profils situés entre 18° 30' et 19° 30' Nord.

2 - Effet des terrains affleurants

Les mesures de densité d'échantillons prélevés dans la région Sud indiquent 2,85 comme densité moyenne de la série d'Akjoujt, et 2,57 comme densité moyenne du Falémien ; la densité moyenne des grès des plateaux orientaux n'a pas été déterminée, mais elle ne semble pas pouvoir être inférieure à celle du Falémien.

Rien ne s'oppose à l'interprétation de la courbe "Nord" par l'hypothèse d'une grande épaisseur de la série d'Akjoujt, par contre il est impossible d'interpréter la courbe "centre" sans faire intervenir l'influence de couches géologiques qui n'affleurent pas : en effet, les ter-

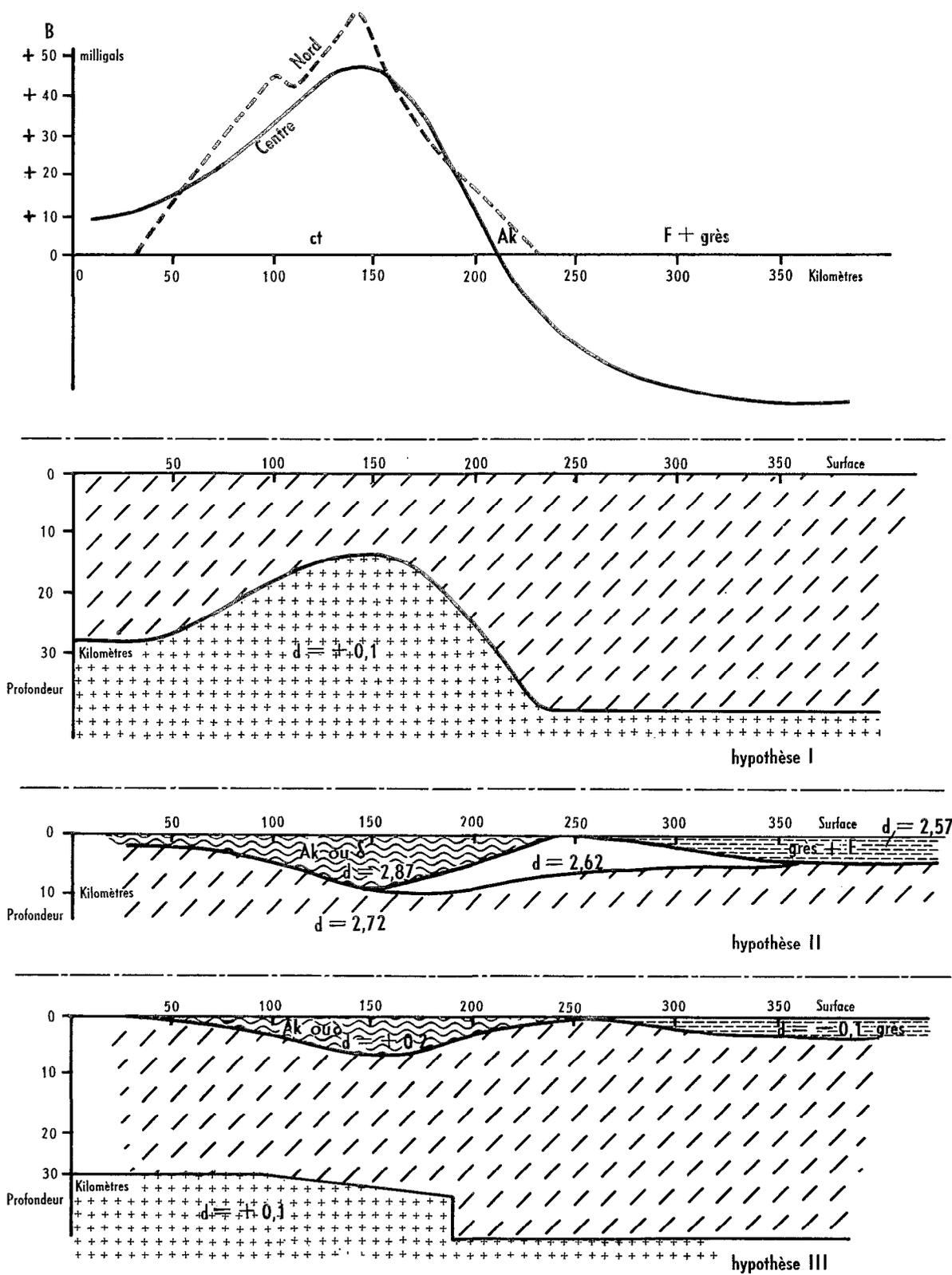


Figure 13 - Trois hypothèses rendant compte à 10 % près de la courbe gravimétrique moyenne "centre" observée entre 15° N et 18° 30' N

rains légers, Falémien et grès, sont plus récents que la série d'Akjoujt et ne pourraient se trouver en dessous qu'à la faveur d'un grand accident tectonique ; celui-ci créerait une discontinuité sur la courbe gravimétrique, ce qui n'est pas le cas. Il faut donc faire intervenir une autre hypothèse pour expliquer que la série d'Akjoujt, bien que lourde, affleure en moyenne sur 40 kilomètres dans la zone négative.

3 - Bombement de l'écorce

L'hypothèse I, figure 13, fait intervenir uniquement les couches de l'écorce au voisinage de 30 kilomètres de profondeur ; en supposant un contraste de densité de 0,1 à cette profondeur, la couche lourde remonte de près de 15 kilomètres sous le maximum gravimétrique et descend de 9 kilomètres dans la zone du minimum. Cette hypothèse, qui a été calculée pour représenter à 10% près la courbe "centre", peut aussi rendre compte de la courbe "nord" en supprimant l'épaississement de l'écorce à l'Est et en superposant quelques masses superficielles.

4 - Couches superficielles

L'hypothèse II, figure 13, ne fait intervenir que les couches voisines de la surface ; on suppose :

- que la masse lourde est due à la série d'Akjoujt ou à des roches basiques présentant un contraste de densité + 0,15 par rapport aux terrains encaissants ;
- que les grès et le Falémien ont un contraste de densité de - 0,15 ;
- que leur épaisseur n'atteint 5 kilomètres qu'à 100 kilomètres du contact, condition imposée par l'indice de continuité, figure 11 ;
- que le déficit de pesanteur indiqué par le profil gravimétrique est dû à une épaisse couche granitique dont la densité serait inférieure de 0,1 à celle des terrains encaissants.

Dans cette hypothèse, l'épaisseur maxima de la série lourde serait de 8 kilomètres, celle des grès de 5 kilomètres, celle des granites de plus de 6 kilomètres ; la masse granitique supposée a son maximum d'épaisseur à la limite orientale de la série d'Akjoujt, où affleurent effectivement des granites sur une longueur de 150 kilomètres.

5 - Hypothèse mixte

L'hypothèse III, figure 13, explique l'anomalie négative du contact Falémien série d'Akjoujt en superposant à l'effet de la masse lourde de la série d'Akjoujt et de la masse légère des grès, celui, analogue au schéma I, de variation de l'épaisseur de l'écorce. Il resterait à expliquer que cette variation d'épaisseur de l'écorce n'existe pas au Nord de 18° 30' Nord.

Ces trois schémas faisant intervenir les terrains entre la surface et 30 kilomètres de profondeur semblent représenter les positions extrêmes que l'on peut supposer aux masses lourdes et légères, donc permettre d'évaluer rapidement l'ordre de grandeur des masses qui interviendraient dans d'autres hypothèses.

B - EXTRÉMITÉ NORD, RÉGION D'AKJOUJT

Mis à part quelques lambeaux situés entre Boulanouar et Aroueyit à 21° Nord, la série d'Akjoujt se termine à 20° Nord, aux environs de la localité qui lui a donné son nom. La bande d'anomalie gravimétrique positive qui lui est associée se termine aussi dans la même région,

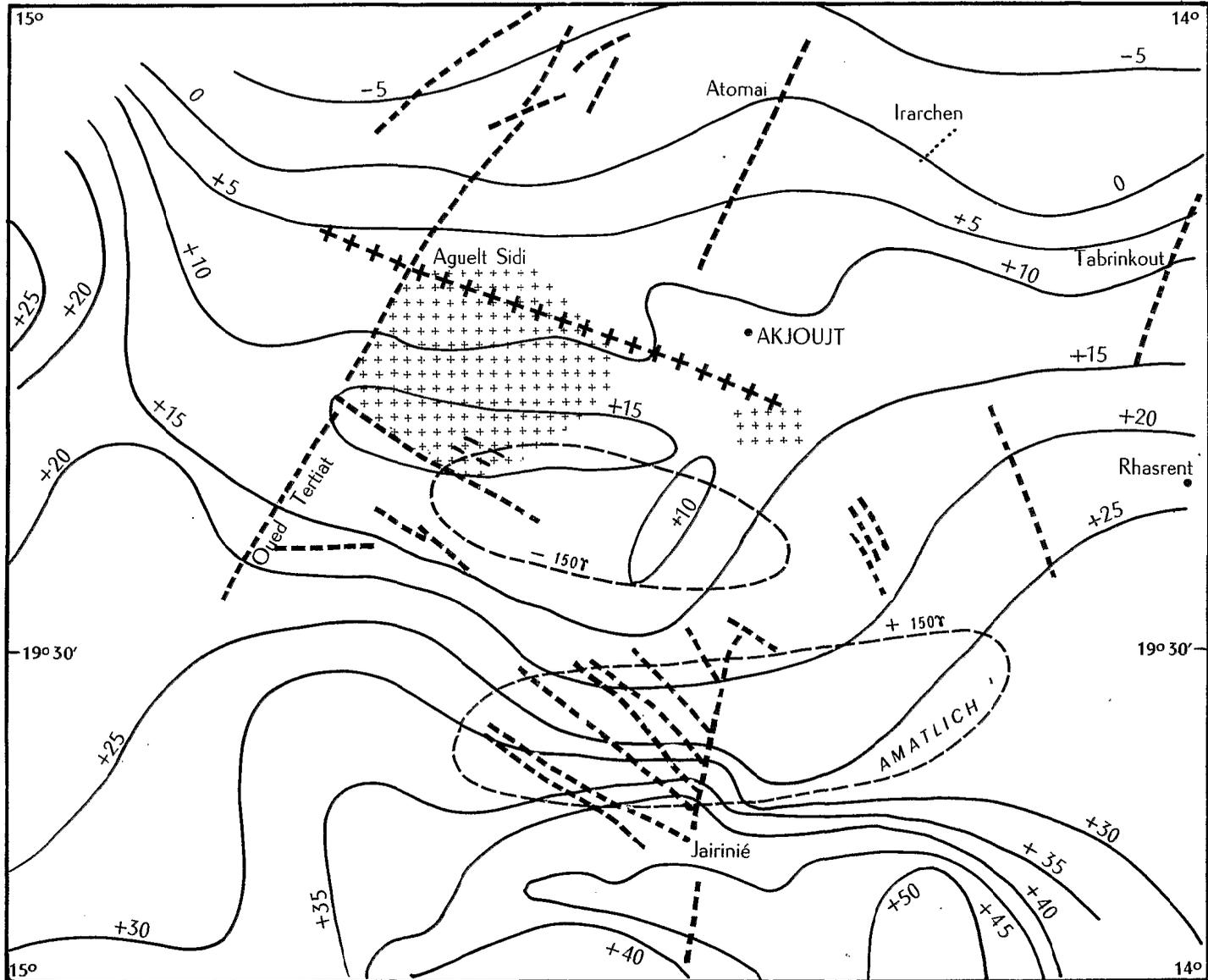
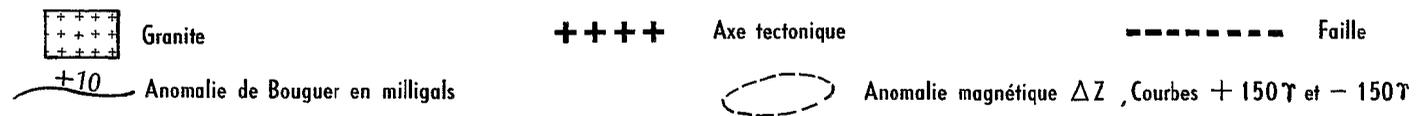


Figure 14 - Région d'Akjoujt - Géologie d'après J.P. Destombes et J.P. Spindler



où elle rencontre une série d'anomalies négatives de direction générale presque perpendiculaire, allant de Chami à Atar.

1 - Série d'anomalies négatives entre Chami et Atar

Les roches responsables de ces anomalies négatives n'affleurent nulle part et l'on ne dispose pas d'autres données que celles de la gravimétrie et du magnétisme pour choisir entre les deux interprétations possibles, séries d'intrusions légères ou bassin sédimentaire allongé.

On constate les faits suivants :

— à l'Ouest, les terrains où l'anomalie négative est la plus marquée sont recouverts de dépôts récents qui sont à une altitude d'une vingtaine de mètres supérieure aux régions avoisinantes ; le bord Sud de l'anomalie coïncide avec le recouvrement du continental terminal par ces dépôts ;

— les profils gravimétriques 25, 26 et 27, qui traversent l'anomalie entre Chami et Akjoujt, permettent de rendre compte du minimum de 20 milligals soit par un bassin allongé rempli, de deux kilomètres de sédiments, soit par une étroite bande granitique dont l'épaisseur serait au moins de quatre kilomètres.

— l'anomalie magnétique et gravimétrique locale du profil 25, au kilomètre 170, pourrait être un indice de volcanisme ou de fracture.

— entre Akjoujt et Atar, l'anomalie négative de l'Akchar se superpose à quelques affleurements : le pointement granitique d'Achlechil Ikmouch, 20° 19' N, 14° 30' W, coïncide avec un minimum de plus de 10 milligals et le granite d'El Bouirat 20° 31' N, 14° 30' W, également, ce qui empêche d'attribuer le minimum à un bassin sédimentaire ; cependant, la même zone de minimum contient des dolérites à 20 kilomètres d'El Bouirat, ce qui empêche d'affirmer que l'anomalie négative est due aux granites.

— les mesures magnétiques de la région de l'Akchar sont particulièrement dispersées : les écarts d'une station à l'autre sont de l'ordre de 100 gammas, comme sur les affleurements voisins de la série précambrienne de l'Amsaga.

La série d'anomalies négatives Chami-Atar est donc à l'Ouest, soit un bassin sédimentaire percé d'intrusions locales, soit une intrusion granitique assez homogène et, à l'Est, sans doute, une zone d'intrusions granitiques hétérogènes et de fractures.

2 - Région d'Akjoujt

La figure 14 superpose la carte gravimétrique, les anomalies magnétiques et les principaux traits de la carte géologique de Destombres et Spindler (8). Les faits signalés par ces auteurs sont indiqués ici, soit que les structures mentionnées ou supposées correspondent à une anomalie gravimétrique ou magnétique, soit que l'absence d'anomalie soit significative, soit que les hypothèses faites puissent être utilisées dans un essai d'interprétation de la masse lourde Akjoujt-Goudiry.

a - Granite d'Aguelt Sidi

Il ne se traduit par aucune anomalie locale en gravimétrie, ce qui s'accorde mieux avec l'hypothèse d'une fenêtre du socle qu'avec celle d'un granite intrusif ; quelques mesures magnétiques aberrantes en bordure peuvent être l'effet du métamorphisme de contact.

b - Limite des roches vertes

La zone de l'Amatlich indiquée comme la limite Nord des roches vertes se traduit sur la carte gravimétrique par un écartement local des isanomaies ; le profil 21 montre que ceci correspond à une nette diminution de pesanteur.

Les roches vertes de la série d'Akjoujt étant fortement magnétiques, leur limite Nord devrait produire une forte anomalie magnétique négative ; ce n'est pas ce que l'on constate : il y a une anomalie magnétique positive qui est maxima entre les courbes + 20 et + 30 milligals et les valeurs négatives de Z ne se rencontrent qu'une quinzaine de kilomètres au Nord ; ceci correspondrait plutôt à une intrusion basique Est-Ouest qui crée une anomalie locale se superposant à l'anomalie régionale ; son effet sur la carte gravimétrique est de resserrer les isanomaes vers 19° 25' N. Les roches vertes de cette zone pourraient être le produit d'un métamorphisme local provenant de cette intrusion et ceci ne conduit pas à interpréter ailleurs l'ensemble de la masse lourde par des roches vertes.

c - Axe principal Agueli Sidi, Akjoujt, Rhamsremt

Cet axe, indiqué comme axe tectonique principal de la région d'Akjoujt, coïncide à quelques kilomètres près avec la ligne de la carte gravimétrique qui sépare la zone où la concavité des courbes est tournée vers le Nord ou vers le Sud ; la position de cet axe tectonique est donc confirmée.

d - Accidents de direction ESE et SSE

Les failles de direction ESE situées, soit au Sud d'Agueli Sidi, soit aux environs de 19° 30' N, 14° 30' W, ne sont pas perceptibles sur la carte gravimétrique.

Les failles de direction SSE de la région d'El Khader ne paraissent pas non plus avoir une importance régionale ; comme elles ne sont traversées par aucun profil, l'effet local qu'elles peuvent produire n'a pas été mesuré.

e - Failles limitant le graben d'Akjoujt

Trois failles de direction NNE sont supposées limiter le graben d'Akjoujt, leur rejet ayant pu être considérable :

— à l'Ouest, faille de l'oued Tertiat ; la courbure des isanomaes à la traversée de la faille indique sans doute des intrusions locales, mais elles produisent des anomalies inférieures à 3 milligals.

— au Nord, la faille de l'Atomai a les mêmes caractéristiques que celle de l'oued Tertiat ; cependant, le léger maximum qui se trouve sur la faille semble trop continu pour être un phénomène local (il n'y a pas lieu de tenir compte de l'anomalie magnétique qui s'étend sur 50 kilomètres vers le Nord).

— au Sud, la faille de l'Irarchen-Jairinié est nette en un point, à Jairinié où elle donne une variation de pesanteur de 10 milligals, mais le profil qui la traverse 15 kilomètres au Sud ne signale rien de notable ; cet accident pourrait ne pas avoir partout le rejet de plusieurs kilomètres qui lui est supposé par DESTOMBES et SPINDLER.

f - Profondeur du graben d'Akjoujt

L'existence d'une grande profondeur de sédiments n'apparaît comme évidente ni d'après la gravimétrie ni d'après le magnétisme ; il reste cependant possible que le remplissage ait la densité des roches encaissantes et ne soit donc pas perceptible en gravimétrie.

D'autre part, A. BLANCHOT (9), qui avait étudié antérieurement cette région, considère le métamorphisme de la série d'Akjoujt comme antérieur à sa tectonique. Il écrit, d'autre part, ... "Cette régularité de plissement doit vraisemblablement s'expliquer, d'une part, par la douceur des mouvements tectoniques..."

D'après DESTOMBES et SPINDLER, la tectonique locale de la région d'Akjoujt serait due aux failles ayant permis l'affaissement de la région et le dépôt de couches épaisses, puis à la surrection de l'ensemble de la zone de l'axe principal. Quelle que soit l'importance des failles du graben d'Akjoujt, cette hypothèse semble incomplète car elle ne rend pas compte de l'arrêt des dépôts de la série d'Akjoujt vers le Nord ; il semble nécessaire d'admettre que cette région a été portée à une certaine altitude, non seulement après les dépôts, mais aussi avant ; les anomalies négatives Chami-Atar, ou tout au moins Akjoujt-Atar, sont peut-être les traces de ces anciens reliefs.

C - EXTRÉMITÉ SUD DE L'ANOMALIE AKJOUJT-GOUDIRY

La limite Sud de la bande positive peut être placée :

- soit, 30 kilomètres au Sud de la ligne Goudiry-Kidira, vers 14° Nord ;
- soit, vers 12° Nord, à la frontière de Guinée si l'on attribue à la masse lourde et étroite Youkounkoun-Gamon la même origine qu'à celle qui se trouve plus au Nord.

1 - Anomalie magnétique régionale

La carte magnétique régionale, figure 5, met en évidence, de 16° Nord à 14° Nord, une anomalie magnétique, positive au Sud-Ouest de l'axe gravimétrique et négative au Nord-Est. Quoique cette anomalie n'existe que sur les 200 kilomètres Sud de la masse lourde, elle semble d'après sa position lui être liée.

La moyenne de 5 profils qui la coupent dans ses 100 kilomètres Sud est représentée par la courbe "Z observé" de la figure 15 ; "Z calculé" dans l'hypothèse I est indiqué sur le même graphique pour une susceptibilité magnétique de 0,002 ; dans ce cas, les maxima et minima calculés sont trop écartés, donc la profondeur supposée est trop grande.

L'anomalie magnétique, qui serait produite par la masse lourde superficielle de l'hypothèse II, en lui supposant une susceptibilité de 0,003, est représentée par la courbe "Z calculé II" : l'anomalie calculée est 20 kilomètres à l'Ouest de l'anomalie observée et son gradient maximum est environ le double ; ceci prouve :

- que la masse lourde n'est pas uniformément magnétique et qu'elle l'est plus fortement à l'Est ;

- que les roches magnétiques sont à une profondeur intermédiaire entre celles supposées dans les hypothèses I et II ; ceci n'implique pas que l'ensemble de la masse soit à cette profondeur intermédiaire, la couche la plus magnétique pouvant être, soit à la base, soit au toit de la masse.

2 - Relations des structures géologiques superficielles avec les anomalies gravimétriques

a - Série d'Akjoujt dans la région de Bakel et de Kidira

La série d'Akjoujt, appelée dans cette région série de Bakel, affleure 15 kilomètres à l'Ouest de Kidira, cette localité se trouvant dans la série non métamorphique appelée Falémien ; d'après L. RENAUD (10), la série d'Akjoujt ne contient pas de roches vertes, mais seulement des quartzites, micaschistes à albite et chloritoschistes dont le degré de métamorphisme croît vers l'Ouest. Le pendage général de la série est de 30° à 45° vers le Nord-Ouest et il a tendance à diminuer vers l'Ouest ; d'après J. P. BASSOT (11), on relèverait des traces

de mouvements tangentiels. Rien de remarquable n'est signalé dans la région de Kidira et Koussané où le gradient gravimétrique est le plus élevé ; au contraire, la formation la moins métamorphique de la série, les schistes de Youpé Amadi, se trouve au Sud entre Goudiry et Kidira.

On peut donc en déduire qu'il est difficile d'attribuer dans cette zone l'anomalie positive à la série d'Akjoujt, parce que :

- les roches qui la composent ne sont pas particulièrement lourdes ;
- il n'est signalé ni plissements anormaux ni fractures dans la zone où la pesanteur varie rapidement.

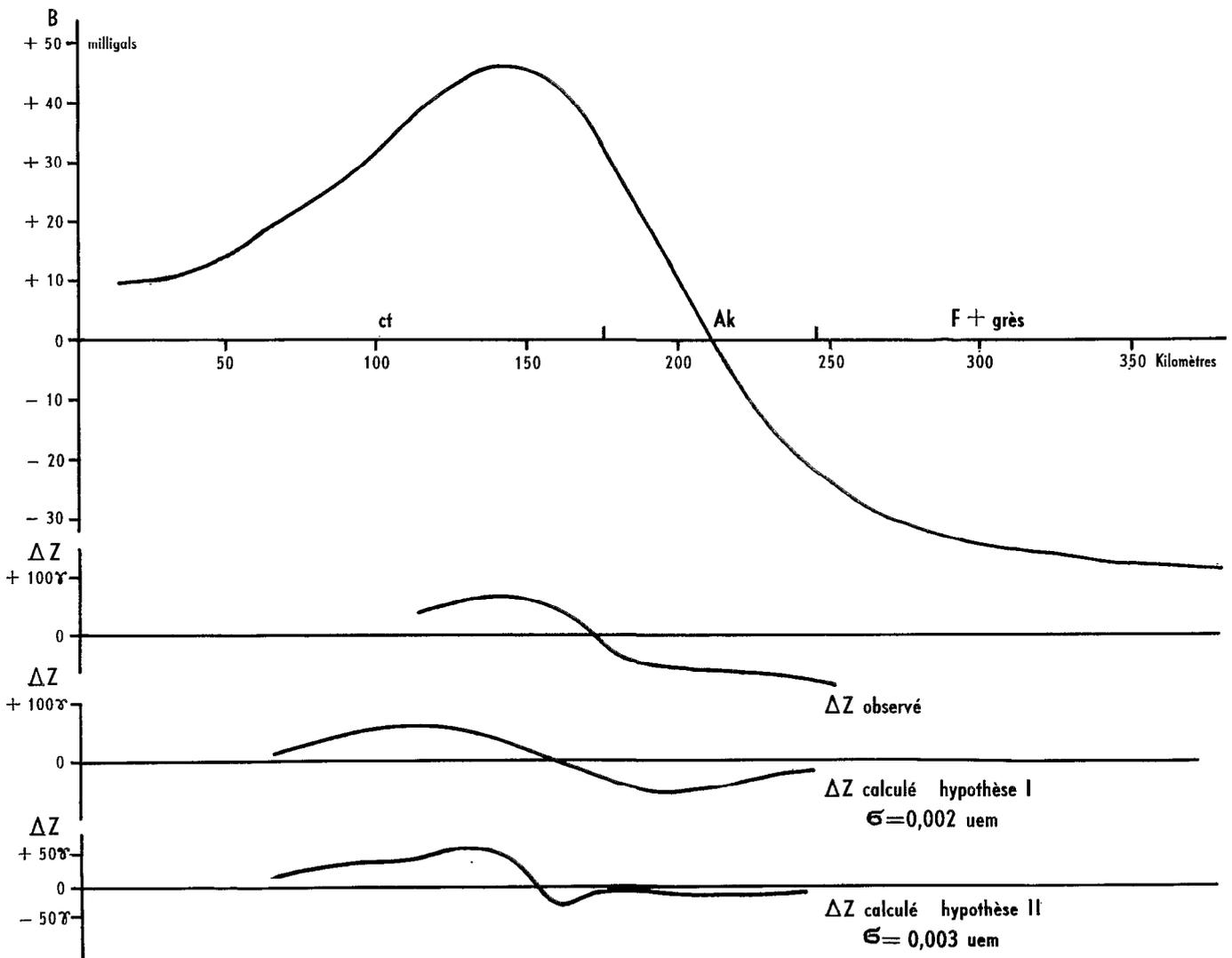


Figure 15 - Anomalie magnétique régionale entre Goudiry et Bakel

b - Falémien dans la région de Kidira

La tectonique du Falémien, par contre, indique que la région de Kidira a été violemment plissée. L. RENAUD écrit : "Au Sud du Sénégal, les pendages assez facilement visibles "dans les schistes et ceux que l'on peut relever dans les grès sont de très forts vers l'Ouest "à subverticaux, la direction générale paraît sensiblement Nord-Sud s'inclinant légèrement "vers le Nord - Nord-Est". D'après les résultats d'une campagne de magnétisme aéroportée, J.P. BASSOT indique 2 000 mètres comme épaisseur du fossé se trouvant à l'Ouest et au Nord de Kidira dans le Falémien.

Il est impossible d'attribuer au Falémien l'anomalie positive car cette série est moins lourde que le granite ; on constate simplement que la limite de la zone lourde coïncide avec de forts plissements en surface ; ceux-ci n'ayant pas affecté la série métamorphique 20 kilomètres à l'Ouest, il ne s'agirait que d'un phénomène local.

c - Affleurement de granite au Sud de Gamon

Aux environs de 13° N, 13° W, à l'emplacement exact du maximum gravimétrique de 40 milligals, affleure sur 35 kilomètres une bande granitique qui ne peut en être la cause, son âge serait de 650 millions d'années ; cette structure est coupée par le profil 1d qui, outre les anomalies régionales qui seront interprétées plus loin, indique une grande abondance d'anomalies de surface. Il y a donc superposition de l'effet d'une masse lourde vraisemblablement intrusive qui s'étend sur 100 kilomètres de Sambailo à Diana et de celui des phénomènes secondaires qui ont sans doute accompagné sa mise en place, métamorphisme, fractures ou simplement bombement du socle granitique au-dessus de l'intrusion. Dans ce cas également, les roches responsables de l'anomalie gravimétrique n'affleurent pas.

d - Affleurement d'amphibolites au Sud-Est de Kidira

Cet affleurement, à l'Est de Takoutala, 14° 10' N, 12° 14' W, se trouve dans la zone de fort gradient gravimétrique et à l'intérieur de l'anomalie magnétique régionale de + 100 gammas qui lui est liée dans cette région. La notice de la carte géologique du Sénégal (12) considère cet affleurement comme appartenant à une bande Nord-Sud "Ces roches ont subi un métamorphisme léger... exceptionnellement un métamorphisme plus fort peut faire apparaître de "véritables amphibolites. Ces anciennes roches volcaniques forment une bande remarquablement continue qui se suit depuis l'Ouest de Kédougou jusqu'à Soréto Saboussiré... elle "se poursuit en territoire malien".

Il semble cependant que l'anomalie magnétique positive relie sans discontinuité l'affleurement d'amphibolites à l'axe lourd et que son métamorphisme poussé et basique en provienne.

e - Affleurements primaires

L'Ordovicien affleure en deux points au Sud du Sénégal : l'un coupé par le profil 1b se trouve au minimum de la bande négative du méridien 12° 30' W au Sud de Dalafi, alors que l'autre, 30 kilomètres au Nord-Ouest de Youkounkoun, se situe exactement sur l'axe lourd. Il est donc impossible d'attribuer uniquement à un fossé sédimentaire l'anomalie négative allongée Dalafi-Youkounkoun.

On peut évaluer l'ordre de grandeur de l'anomalie négative due aux sédiments primaires d'après les différences de pesanteur observées sur les profils 1b, 1c, 1d et 2b entre les terrains cambriens à l'Ouest et précambriens à l'Est ; elle semble de l'ordre de 20 milligals, ce qui représente environ deux kilomètres d'épaisseur de sédiments. On obtient donc le même ordre de grandeur que celui indiqué par le magnétisme aéroporté qui est, d'après J.P. BASSOT (11), de 2 300 mètres à 13° N et partout ailleurs compris entre 1 000 et 2 000 mètres.

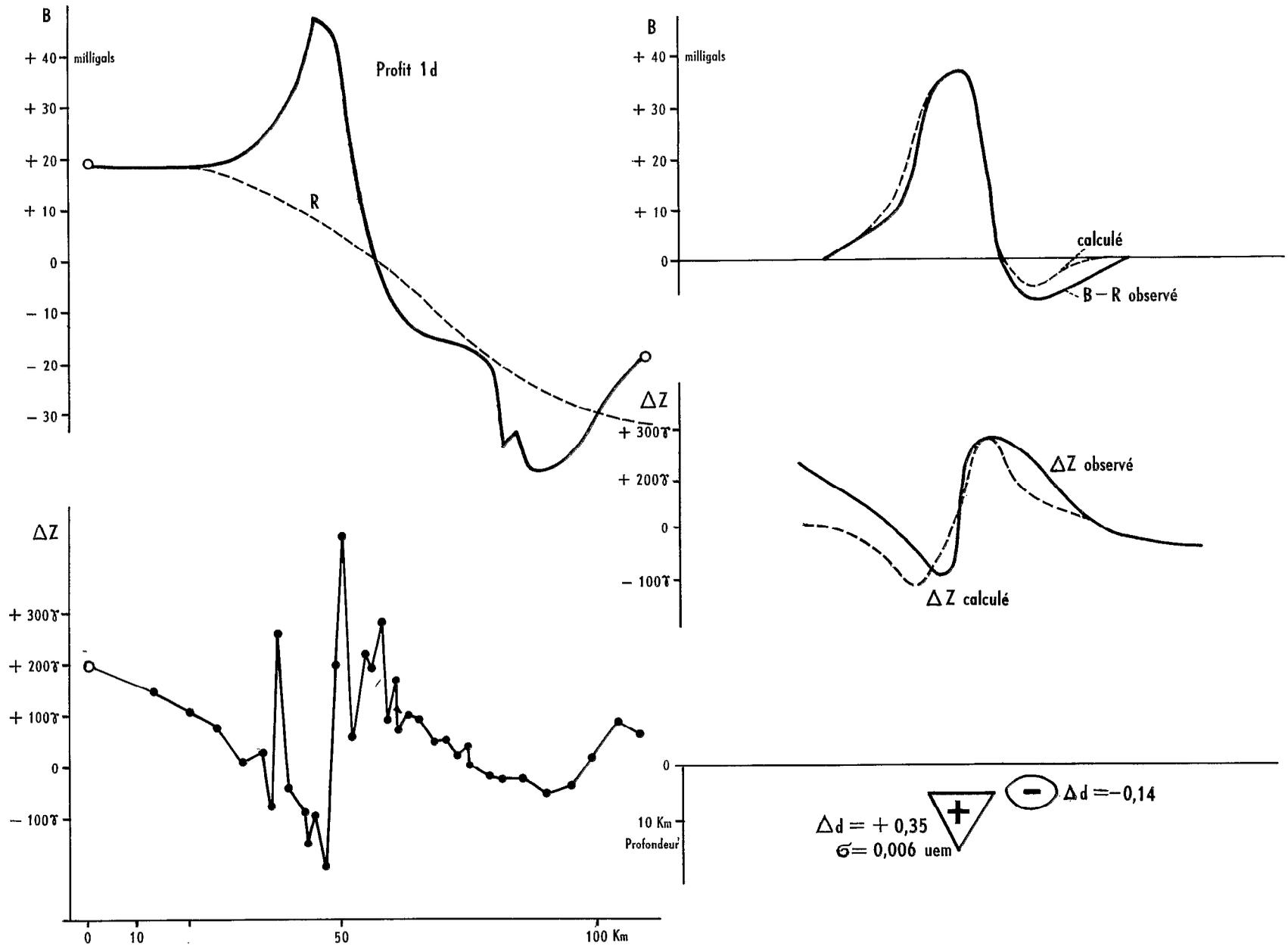


Figure 16 - Interprétation des profils de la région de Gamon

Plusieurs variations rapides de pesanteur pourraient correspondre à des failles profondes ; elles ne se superposent pas toujours exactement aux failles superficielles, ni aux contacts entre terrains cartographiés C2 et C3. Sur la carte de l'Est du Sénégal, les différences suivantes ont été observées :

Profil 1c — le minimum gravimétrique entre Bailli-Ouamedaka et Galo se trouve 10 kilomètres à l'Ouest des affleurements de C3 ; le socle précambrien étant très perturbé dans cette région, on peut supposer, soit une perturbation du socle, soit un fossé dans le C2 et non dans le C3 ; le C3 se serait alors déposé après le remplissage.

Profil 1d — la décroissance brusque de 15 milligals que l'on observe 5 kilomètres à l'Ouest de Niokolo-Koba a un gradient trop fort pour pouvoir être attribué à un granite intrusif ; il est probable qu'il s'agit de la faille qui affleure 5 kilomètres plus à l'Est : son rejet pourrait dépasser 1 000 mètres.

Les seules observations géologiques qui puissent être en relation avec la masse lourde Akjoujt-Goudiry semblent donc :

- l'existence de plissements intenses dans le Falémien ;
- la présence d'un fossé sédimentaire au Sud-Est de la masse lourde de Kidira à Youkounkouna ;
- l'affleurement d'amphibolites au Sud-Est de Kidira.

3 - Interprétation quantitative des profils

a - Profil gravimétrique au Sud de Goudiry

Le profil 15b traverse l'extrémité de la masse lourde au Sud de Goudiry mais aucune mesure n'a été faite dans la zone de plus fort gradient ; les stations les plus rapprochées de part et d'autre de cette zone présentent une différence de pesanteur de 43 milligals en 20 kilomètres, différence due en partie à la masse lourde principale, et en partie aux terrains sédimentaires de Dalafi. Le profil 2b montre que la diminution de pesanteur de 15 milligals entre le granite de Soufara et le cambrien de Dalafi peut être attribuée au Cambrien. En admettant ce chiffre, il resterait 28 milligals dus à la masse lourde.

Le schéma correspondant à l'hypothèse I arrêté selon une coupe verticale perpendiculaire à son axe produirait au maximum une différence de pesanteur de 16 milligals en 20 kilomètres ; l'écart à la valeur observée de 28 milligals est trop grand pour être dû à une erreur d'évaluation de l'influence du bassin sédimentaire. On peut donc en conclure que l'hypothèse I fait appel à des masses trop profondes et que l'anomalie principale n'est pas entièrement due à un bombement de l'écorce entre 15 et 30 kilomètres de profondeur.

Par contre, le schéma correspondant à l'hypothèse II donne un gradient trop fort si on admet, comme dans le cas précédent, une coupe verticale, mais une extrémité oblique peut évidemment rendre compte du gradient observé.

b - Profil gravimétrique de la région de Gamon

Les forts gradients rencontrés au Sud, profils 1b, 1c, 1d, 2b, restreignent les limites des hypothèses qui peuvent être faites. Le profil B - R de la figure 16 est déduit du profil gravimétrique 1d après élimination de l'effet régional R, alors que son profil magnétique réel, les anomalies superficielles étant éliminées, est remplacé par le profil ΔZ observé. Le schéma indiqué correspond à une des plus profondes des répartitions de masse possibles : masse lourde de densité 0,35 dont le toit serait à une profondeur de 5 kilomètres ; le profil z_c a été calculé en supposant une aimantation de la masse lourde de susceptibilité 0,0006 uem par centimètre cube, par le champ magnétique de 32 500 gammas, incliné de 12° et faisant un angle de 40° avec la direction de la masse.

Il faut supposer une masse légère, à l'Est de la masse lourde, pour expliquer le léger minimum de la courbe gravimétrique, ce que la présence d'affleurements granitiques dans cette région rend vraisemblable. Il est très probable que la roche dense supposée est une intrusion basique qui se trouve donc à quelques kilomètres au plus de la surface. L'anomalie magnétique qui lui est liée existe de façon presque continue entre 13° 30' et 12° 30' N, mais ne se retrouve pas plus au Nord.

La seule relation que l'on puisse trouver entre cette intrusion basique et la limite de l'anomalie gravimétrique régionale est le fait que l'intrusion se trouve à peu près dans la zone où l'effet régional varie le plus vite ; on peut aussi remarquer que le même phénomène, quoique très atténué, se produit dans la région d'Akjoujt, à la limite des roches vertes.

D - AFFLEUREMENTS SE SUPERPOSANT A L'ANOMALIE AKJOUJT-GOUDIRY

1 - Affleurements de granite

Les granites du Guidimaka affleurent en une bande à peu près méridienne de moins de 25 kilomètres de large entre 15° N et 16° 5' N. Ils sont dans l'anomalie négative au voisinage de la bordure de la série d'Akjoujt, et leur direction générale est parallèle à la bordure des grès primaires à l'Est, mais fait un angle d'une vingtaine de degrés avec l'axe lourd ; ils semblent indépendants des axes lourds ou légers de direction Nord-Est qui les traversent ; on ne note de phénomène de contact, ni en gravimétrie, ni en magnétisme, comme le montrent les trois profils 4c, 5b et 6b.

Dans cette région, l'indice de continuité de 0,25 est celui que l'on trouve sur le socle précambrien en équilibre.

L. RENAUD rattache à ces granites, qu'il considère comme concordants du type Baoulé, quelques affleurements isolés dont la position, par rapport à l'anomalie négative Sélibaby-Moudjéria, pourrait être significative ; les positions extrêmes signalées sont :

- au Nord, Tingarach, 17° 48' N, 12° 44' W, ou peut-être Guerarate, 18° 10' N, 13° 04' W, au bord de la pointe Nord-Ouest de la vaste anomalie négative ;
- au Sud, Sarré, 14° 41' N, 12° 23' W, à 30 kilomètres au Sud-Ouest de la pointe Sud de la même anomalie.

Sarré pourrait ne pas être le plus méridional de ces granites, car RENAUD signale avoir vu, mais non étudié, au Sud-Est de Kidira sur la Falémé, un granite qui semblait du même type ; ce granite n'est pas signalé sur la carte du Sénégal ; s'il existe cependant, les granites de Guidimaka ne peuvent pas être considérés de façon absolue comme associés à l'anomalie négative.

Les affleurements situés plus au Nord, aux environs de 19° N, 13° W, sont considérés par L. RENAUD comme des syénites qui sont intrusives concordantes dans la série d'Akjoujt. Le profil 11 montre qu'elles ne donnent pas d'anomalie locale, mais, contrairement aux granites de Guidimaka, se trouvent dans une zone en équilibre ; l'analyse minéralogique a conduit à l'hypothèse non retenue par l'auteur que "ces roches ont été originellement hyper-alcalines".

2 - Série d'Akjoujt

La série d'Akjoujt a, dans l'ensemble, une disposition monoclinale avec pendage Ouest ; les principaux massifs, dont la tectonique est différente, sont d'après L. RENAUD :

a - Le massif de Tingarach

Celui-ci se trouve à la limite Nord de la grande anomalie négative dans un angle aigu des courbes de pesanteur et sur une anomalie magnétique régionale, aux environs de $17^{\circ}8' N$, $12^{\circ}7' W$; il porte la trace de plissements plus violents que les massifs de Demoindi et Dionala, respectivement 30 et 80 kilomètres au Sud, ce qui pourrait indiquer une relation entre l'intensité des plissements et les accidents mis en évidence par la carte gravimétrique. L. RENAUD admet la possibilité d'une profondeur de 10 000 mètres pour la série d'Akjoujt, dans cette zone ; l'anomalie isostatique étant de - 10 ou - 20 milligals, si son estimation est exacte, il faut admettre que cette série n'est pas en moyenne plus dense que le granite et qu'elle n'est donc pas la cause de l'anomalie gravimétrique positive.

Au Sud du Tingarach, l'anomalie magnétique de 500 gammas, figure 5 et profil 19a, est dans un minimum gravimétrique, ce qui est assez rare ; l'aplomb de la masse magnétique se trouve dans des schistes aux environs de $17^{\circ}40' N$, $12^{\circ}30' W$, alors que des formations très magnétiques de quartzites à magnétite et à hématite sont signalées, mais 50 kilomètres au Nord-Ouest, à Ynk et Gouerarate dans la série d'Akjoujt.

b - Autres massifs

Les autres régions, dont les plissements sont signalés comme particulièrement violents, sont situés aux points de rencontre de la série d'Akjoujt et des bandes d'anomalie gravimétrique qui s'étendent vers le Nord-Est, sur les grès :

Toucobra $16^{\circ}08' N$, $12^{\circ}26' W$, Artemou $15^{\circ}34' N$, $12^{\circ}18' W$, région de Harr et Rami $15^{\circ},2' N$, $12^{\circ},5' W$. On peut supposer que ces structures, sans doute antécambriennes, ont rejoué depuis le dépôt de la série d'Akjoujt ou, plutôt, qu'au moment du dépôt ou du plissement de la série d'Akjoujt, ils ont constitué, par leur altitude ou leur rigidité, des obstacles au contact desquels les plissements ont augmenté d'intensité.

3 - Série de la Falémé

Cette série plissée non métamorphique a un pendage moyen de 35° à 40° vers l'Ouest ; les schistes et les grès y ont des importances relatives variables, les grès très largement prédominants à $16^{\circ} N$ sont, vers le Sud et vers le Nord, progressivement remplacés par des schistes. Ceci conduit à admettre qu'il y avait, au moment du dépôt des sédiments, un seuil aux environs de $16^{\circ} N$, c'est-à-dire dans la région des massifs de l'Artemou et du Toucobra, comme on l'avait déjà envisagé au paragraphe précédent.

Dans la région de Ledfotar, $17^{\circ}45' N$, $12^{\circ}29' W$, où le profil 19 coupe une anomalie magnétique de 500 gammas, les schistes sont plissés de façon irrégulière.

Au Nord à Tamassoumit $18^{\circ}31' N$, $12^{\circ}41' W$, les faciès devenus à nouveau plus gréseux font supposer qu'il a existé un second seuil de sédimentation ; il pourrait se trouver dans la zone à fort gradient gravimétrique de Moudjéria.

Les dépôts du Falémien sont donc à peu près parallèles à la ligne de l'anomalie gravimétrique principale Akjoujt-Goudiry, mais les régions où changent sa tectonique et son faciès sont des régions d'anomalies gravimétriques ou magnétiques superposées.

4 - Bordure des grès primaires

La bordure du plateau de grès est seule étudiée ici, les anomalies rencontrées dans l'intérieur seront signalées plus loin.

La falaise qui limite les plateaux de l'Assaba et du Tagant à l'Ouest s'étend aux environs du méridien 12° W, à partir de 15° 30' N ; si son extrémité Sud coïncide à peu près avec la limite Sud de l'anomalie négative, elle semble se poursuivre bien au-delà au Nord ; la seule relation topographique que l'on puisse noter vers 18° N est le changement de direction de la falaise Est du Tagant qui devient Est-Ouest comme les isanomales de la pesanteur. C. BENSE (13) signale que la tectonique d'ensemble a la même direction que celle du Falémien, plissements de direction Nord-Sud. Dans la région de Moudjéria, il indique :

"Il faut souligner enfin que les formations gothlando-dévonienues, bien datées par leurs fossiles, présentent dans la région de Moudjéria des structures identiques à celles de la série de Ledfotar ; on peut donc avancer que la tectonique, qui a imprimé son cachet à tout cet ensemble de formations, est postdévonienne". La tectonique dont il s'agit ici est celle liée à la limite Nord de l'anomalie négative Sélibaby-Moudjéria.

Considérant les grès et le Falémien comme faisant partie du même ensemble, C. BENSE écrit plus loin (page 188) : "On est donc conduit à admettre pour tout cet ensemble falémien, qui se comporte comme un synclinorium orienté Nord-Sud, un léger plongement de l'axe synclinal vers le Sud... J.P. BASSOT qui a étudié les mêmes formations falémien-nes plus au Sud note que l'axe du synclinal semble, au contraire, plonger légèrement vers le Nord, c'est-à-dire vers Kidira".

La région de Kidira, qui apparaît sur la carte gravimétrique comme la pointe d'un "coin", se serait donc abaissée depuis le dépôt des grès dans un vaste mouvement s'étendant sur plusieurs centaines de kilomètres. Si cette observation était liée à l'anomalie gravimétrique régionale, il est probable que toute la région de Kidira à Youkounkoun serait abaissée, et non la seule région de Kidira ; on n'essaiera donc pas d'interpréter ce plongement du Falémien vers Kidira.

Dans le détail, les lignes gravimétriques de direction Nord-Est affectent aussi les grès. Commentant les résultats d'une étude photo-géologique, L. RENAUD écrit : "Une grande faille rectiligne, se dirigeant vers le Sud-Ouest à partir de la région située à une dizaine de kilomètres au Sud de la passe de Diouk, affecte à la fois le Falémien et le Primaire".

Si l'emplacement indiqué 17°, 1 N, 12°, 2 W ne correspond pas à un gradient gravimétrique anormal, la direction est celle qui est visible sur la carte gravimétrique.

5 - Continental terminal à l'Ouest

Le contact des sables et latérites du continental terminal, sans doute équivalent au miopliocène, d'après la notice de la carte géologique du Sénégal, se situe, soit sur l'axe lourd, soit légèrement à l'Est, sans que l'on note de différence systématique d'altitude entre ces formations récentes et la série d'Akjoujt. Pour expliquer la position du contact, on pourrait supposer une légère tendance de la masse lourde à la subsidence ou, plutôt, une tendance à la surrection de la bordure Est de cette série dans la région des affleurements granitiques.

La figure 10 montre que sur le continental terminal à la bordure Ouest du maximum gravimétrique, les indices de continuités sont plus faibles au Sud de 17° qu'au Nord ; au Sud, des valeurs de 0, 15 à 0, 18 indiquent plus de 2 kilomètres de terrain homogène, alors qu'au Nord l'hétérogénéité du sous-sol proche est signalée par des indices de 0, 25 à 0, 30 milligals par kilomètre carré... La coupe magnétique du profil 11 dans la région du maximum montre du reste des anomalies qui font supposer des intrusions basiques assez proches, car la dispersion des mesures, 18% des stations ayant plus de 100 γ d'anomalie locale, est la même que sur le Précambrien.

E - AUTRES ANOMALIES SE SUPERPOSANT A LA MASSE LOURDE

Au Nord, les deux anomalies, l'une négative, l'autre positive, coupées par le profil 11, sont assez difficiles à relier à l'anomalie magnétique de 300 gammas qui se trouve à l'Ouest ; il faut admettre que celle-ci n'est produite ni par la masse lourde, ni par la masse légère, mais qu'une roche très magnétique se trouve à l'Est d'Aguilal-Faye ; son extension Sud-Nord pourrait être d'une vingtaine de kilomètres.

La région axiale de l'anomalie a une structure assez régulière au Sud de 18° N, mais au Nord la direction générale tourne légèrement vers l'Ouest et les anomalies locales deviennent plus nombreuses.

Dans ce cas, il serait impossible d'interpréter le profil gravimétrique par des masses situées entre 15 et 30 kilomètres, selon l'hypothèse I ; le maximum du profil 11 est dû à une masse dont la profondeur est de 5 kilomètres au plus si on lui suppose une densité de 0,3 ; les bords anguleux de l'Ouest de l'anomalie positive du profil 10 indiquent aussi la relative proximité des masses lourdes. Par contre, les profils 9 à 5 coupant l'axe lourd dans sa partie centrale entre 17° 30' et 15° 30' N, présentent une courbure très régulière, mais plus au Sud les discontinuités réapparaissent : à 15° 10' N, le profil 4b présente, à Diamounguel, un point anguleux qui indique la présence de masses à moins de 10 kilomètres si leur excédent de densité est de 0,2 et à moins de 5 kilomètres s'il n'est que de 0,1.

On constate donc que la structure de la bande lourde est plus régulière aux latitudes où existe l'anomalie négative des grès primaires à l'Est.

F - RÉCAPITULATION DES RÉSULTATS RELATIFS A LA BANDE LOURDE AKJOUJT-GOUDIRY

En partant de la coupe moyenne de l'anomalie, on avait été amené à envisager pour son interprétation deux hypothèses très différentes, l'une faisant appel à des structures superficielles, l'autre à un plissement profond ; les différents faits observés, en relation avec les affleurements géologiques, ne permettent pas de conclure et on se bornera à les classer selon qu'ils sont favorables ou opposés à l'hypothèse d'une origine superficielle. Ces constatations sont de trois sortes :

- les évaluations de profondeur obtenues par le calcul ;
- les relations avec la tectonique superficielle qui pourraient être d'autant plus nettes que la structure est moins profonde ;
- les densités moyennes des différents terrains en place, en accord ou non avec celles exigées par l'hypothèse superficielle.

1 - Résultats de calculs

- Dans la région centrale, les profils gravimétriques sont compatibles avec les deux hypothèses mais l'extrémité Sud à Goudiry (§ C 3a) ne peut être interprétée qu'en supposant des masses à moins de 20 kilomètres de profondeur, à moins que le contraste de densité ne soit très élevé.

- Au Sud également entre Bakel et Goudiry, le profil magnétique correspond à des terrains magnétiques situés à une profondeur de moins de 15 kilomètres (§ C1).

- Au Nord de 18° N, la région du maximum gravimétrique contient des intrusions qui sont à moins de 5 kilomètres de profondeur (§ D5).

2 - Relations avec la tectonique superficielle

— Dans la région d'Akjoujt, la bande d'anomalie gravimétrique positive Nord-Sud se limite à la rencontre d'une anomalie gravimétrique négative en direction Est-Ouest ; le fait que cette direction Est-Ouest soit nettement apparente dans la tectonique locale (§ B 2c) prouve l'origine superficielle de la limite de l'anomalie, donc est un argument en faveur de l'origine superficielle de l'anomalie elle-même.

— Les granites de Guidimaka affleurent (§ D 1) dans la région où l'hypothèse superficielle conduit à supposer une masse granitique, du reste beaucoup plus considérable ; malgré la différence d'ordre de grandeur entre le volume des affleurements de granite et celui que le calcul conduit à supposer, cette coïncidence est l'argument le plus fort en faveur d'une origine superficielle.

— Les zones où la tectonique est localement violente sont en relation avec les lignes gravimétriques de direction Nord-Est et non avec la direction générale de l'anomalie (§ C 2b et D 2). Par contre, le pendage de la série d'Akjoujt, dans l'ensemble dirigé vers l'Ouest, semble indiquer qu'il y a eu une force vers le haut dans la région orientale ou une force vers le bas dans la région occidentale ; le plissement profond supposé à l'Ouest par l'hypothèse I aurait produit une déformation en sens contraire, mais l'énorme intrusion dans la région des granites (hypothèse II) aurait pu provoquer un pendage Ouest. L'absence d'affleurement à la limite Nord de l'anomalie négative entre 18 et 19° N, et leur rareté à la limite Sud dans la région de Kidira, ne permettent pas d'en tirer une conclusion ;

— L'arrêt net de l'anomalie positive à Goudiry ne peut être expliqué par la tectonique de la série d'Akjoujt ; si cette série était responsable des fortes variations de pesanteur observées, elle présenterait une tectonique très violente, ce qui n'est pas le cas.

3 - Densité moyenne des différents terrains

L'hypothèse superficielle suppose qu'une grande épaisseur de la série d'Akjoujt est lourde et qu'une grande épaisseur de grès primaire est légère ; ces deux suppositions semblent douteuses, tout au moins dans certaines régions :

— pour la série d'Akjoujt, dans la région de Bakel (§ C 2a) et celle de Tingarach (§ D 2a).

— pour les grès, il paraît difficile d'admettre que dans la région de Kiffa ils produisent une anomalie négative importante alors qu'une épaisseur bien plus considérable, d'après la continuité des profils, se rencontre à Ouadane, profil 13, alors que l'anomalie isostatique n'est que de - 15 milligals.

4 - Conclusion

Le Nord de l'anomalie positive et l'Ouest de l'anomalie négative pourraient avoir une origine assez superficielle, mais il semble peu probable que l'ensemble de la masse lourde soit formé par la série d'Akjoujt, bien qu'elle semble à moins de 20 kilomètres de profondeur. La tectonique du Falémien et de la série d'Akjoujt paraissent dépendre davantage de la masse légère qui constitue la bordure de l'anomalie négative entre Sélibaby et Moudjéria que de la masse lourde.

MAURITANIE ENTRE AKJOUJT ET LE RIO DE ORO

Les 150 kilomètres, qui séparent du Rio de Oro l'extrémité Nord de la bande positive, sont recouverts au centre de formations précambriennes, à l'Ouest des grès du continental terminal et à l'Est de la plate-forme primaire de l'Adrar.

A - FORMATIONS PRÉCAMBRIENNES

A l'Est, entre la dépression ensablée de l'Akchar et la falaise primaire, le Précambrien est constitué par la série de l'Amsaga considérée comme la plus ancienne ; d'après P. BLANCHOT (9) .. "la série de l'Amsaga est un complexe très redressé de divers gneiss "associés à des quartzites et à quelques autres roches métamorphiques beaucoup plus rares" ; l'ensemble est recoupé par de nombreux filons de dolérite. Comme on l'observe souvent dans les régions qui ont été violemment plissées, les nombreux affleurements de granite et de dolérite ne produisent pas de variations de pesanteur locales ; même des anomalies étendues sur plus de 50 kilomètres comme celle d'Agui 21° 10' N, 13° 07' W ne semblent pas dépendre de la nature des roches de surface. Cette région contient au contact de la série d'Akjoujt une zone d'anomalie magnétique régionale de + 200 γ ; son intensité et son étendue ne sont que 5 fois plus faibles que celles de Fort-Gouraud situé 300 kilomètres au Nord-Est également dans la série de l'Amsaga.

A l'Ouest, des terrains sont cartographiés comme granite calco-alcalin postérieurs à la série précédente.

Sur le profil 28, seul le pointement de dolérite du kilomètre 280 correspond à une anomalie gravimétrique localisée. Les mesures magnétiques sont par contre particulièrement dispersées, 44% des stations présentent une anomalie locale de plus de 100 gammas, alors que l'indice de continuité, de 0,25 milligal par kilomètre carré, est normal sur le Précambrien.

B - RÉGION DE PORT-ÉTIENNE

Le profil 28 indique à l'Ouest du contact du continental terminal :

— une forte diminution de pesanteur, l'anomalie isostatique passant de -40 à -25 milligals ;

— l'amortissement des anomalies magnétiques, la proportion des stations pour laquelle l'anomalie locale est inférieure à 20 gammas, passant de 14% à 64%.

Il paraît difficile de relier à l'anomalie gravimétrique Akjoujt-Goudiry un affleurement de la série d'Akjoujt, traversé de nombreuses intrusions doléritiques, qui se superpose à un maximum de + 40 milligals : il n'y a continuité ni du point de vue de la pesanteur, ni de celui de la géologie de surface. Peut-être indiquerait-il une intrusion de bordure du synclinal de Leglat au Rio de Oro (14).

La diminution de pesanteur est donc produite à la fois par la bordure de la masse lourde qui semble se trouver sous le continental terminal, une quarantaine de kilomètres à l'Ouest du contact, et par le bassin sédimentaire côtier dont la profondeur croît régulièrement vers la mer d'après les sondages sismiques des recherches pétrolières.

C - GRÈS PRIMAIRES A L'EST D'ATAR

Contrairement à ce que l'on constate au Sud de Moudjéria, les grès de la région de Chinguetti et de Ouadane sont à peu près en équilibre. Le profil 13 qui s'enfonce de 300 kilomètres sur les grès indique au-delà de Ouadane l'indice de continuité le plus faible trouvé jusqu'ici en Afrique Occidentale, 0,06 milligal par kilomètre carré. La profondeur des terrains homogènes est donc considérable, sans doute plus de 5 kilomètres, sans que cela entraîne d'écart notable à l'équilibre.

La falaise de l'Adrar à l'Est d'Atar, profil 13, est soulignée par une anomalie magnétique de près de 1000 gammas, ce qui semblerait indiquer la présence en profondeur d'un filon de dolérite ; une anomalie analogue, le long de la falaise du Tégama au Niger (3), a du reste conduit à la même supposition. Dans le cas d'Atar, la profondeur de la base du filon pourrait dépasser 10 kilomètres alors que son sommet se situerait à moins d'un kilomètre dans la zone du maximum magnétique.

BASSIN SÉDIMENTAIRE SÉNÉGAL-MAURITANIE

Dans toute la région située entre 20° N et 13° N, la pointe basaltique de Dakar mise à part, le bassin sédimentaire est cartographié uniformément en Eocène et Continental terminal. Les différentes régions de ce vaste ensemble ne pouvant être différenciées par la géologie de surface, on se contentera de passer en revue les différentes anomalies gravimétriques rencontrées en laissant en principe de côté le Sénégal à l'Ouest du méridien 15° qui a été étudié en détail par les compagnies pétrolières (15). Dans cette zone, la carte gravimétrique ne fait du reste état que des courbes communiquées par ces compagnies.

Bien que rien ne prouve que des anomalies d'un même type soient produites par des structures analogues, on examinera successivement :

- les anomalies positives de forme allongée,
- les anomalies négatives de forme allongée,
- les anomalies positives sans direction privilégiée.

A - ANOMALIES POSITIVES DE FORME ALLONGÉE

1 - A l'Ouest, bordure côtière Nouakchott - Saint-Louis

Cette bande positive, coupée en son point de plus fort gradient par le profil 10, ne correspond pas à une surrection du socle d'après les profils séismiques effectués pour les recherches pétrolières ; il ne semble pas lui être associé non plus d'anomalie magnétique importante. Il s'agit donc d'une masse profonde qui pourrait cependant modifier les ondes séismiques qui la traversent.

2 - Au Centre, bande positive du Lac Rkiz

De Iguilit 17° 44' N, 15° 32' W, à M'Bidi 16° 08' N, 14° 56' W, s'étend une bande positive d'une trentaine de kilomètres de large, parallèle à l'axe Akjoujt-Goudiry. Le profil 10 qui la coupe au km 80 permet de lui attribuer une origine profonde ; elle se trouve, d'après les profils séismiques des sociétés pétrolières, dans une région où le "socle" de la prospection séismique est à moins d'un kilomètre de profondeur ; le parallélisme de cette bande avec les isobathes du socle à l'Ouest permet de supposer une influence de cet accident profond sur les diverses couches superficielles, donc peut-être sur les nappes d'eau.

3 - Sud du bassin du Sénégal

De l'estuaire de la Gambie à Vélingara 13°09' N, 14°06' W, s'étend une zone d'anomalie gravimétrique positive, en grande partie dans le bassin sédimentaire profond ; sa zone Est avait été étudiée dans une publication antérieure (3), dont les conclusions sont résumées ici :

La bande positive de direction Est-Ouest de la région de la Gambie apparaît comme une superposition d'importantes intrusions basiques, dont l'influence est sensible en magnétisme sur plusieurs dizaines de kilomètres (profil 1a). L'anomalie négative qui s'étend au Sud de Vélingara vers la Guinée Portugaise paraît en relation avec le dépôt des terrains carbonifères, car le contact entre le Cambrien et le Continental terminal est parallèle aux isanomales de la pesanteur ; comme le long de la bande positive Akjoujt-Goudiry, le Continental terminal, quoique plus léger, se trouve du côté de l'anomalie positive traduisant ainsi une tendance à l'inclinaison vers le Nord de l'ensemble de la région.

L'Ouest de la Gambie est dans la zone très profonde du bassin du Sénégal qui a été étudiée par les compagnies pétrolières et où l'ORSTOM a peu de données.

B - ANOMALIES NÉGATIVES DE FORME ALLONGÉE

Une anomalie négative de direction Nord-Sud, dont l'axe suit à peu près le méridien 15° 50' W, s'étend de 17° 30' N à 14° 30' N. Elle est coupée par le profil 10 dans la région de Tim Guem où un accident local provenant sans doute du socle apparaît sur les profils magnétiques et gravimétriques.

On peut envisager trois interprétations :

— augmentation locale de la profondeur des sédiments, profondeur qui serait maximum le long du méridien 15° 50' ; d'après la carte d'ensemble de l'Afrique Occidentale, ses dimensions seraient comparables à celles du fossé d'ensemble de Nara au Mali.

— indice d'un plissement profond ou d'une longue bande granitique dans le socle ; la carte d'ensemble de l'Afrique Occidentale montre que l'anomalie négative du Togo-Dahomey liée à l'Atacorien est assez analogue quoiqu'un peu plus étendue et plus intense.

— augmentation de la profondeur des sédiments vers l'Ouest à partir de 15° 30' W et modification du substratum à partir de 16° W, la diminution d'épaisseur de la couche granitique commençant, non au bord de l'océan, mais une cinquantaine de kilomètres en deçà ; ceci pourrait être décelé par les études des enregistrements sismiques en diverses stations du Sénégal.

C - ANOMALIES POSITIVES SANS DIRECTION PRIVILÉGIÉE

Elles sont très nombreuses dans cette région et certaines ont été particulièrement étudiées par les compagnies pétrolières. Deux d'entre elles sont en bordure de mer et sont dues à des intrusions basaltiques ; l'une affleure à Dakar produisant une anomalie gravimétrique de 50 milligals, l'autre forme un pointement plus localisé recouvert par quelques centaines de mètres de sédiments, 40 kilomètres au Sud de Saint-Louis ; elle produit une augmentation de pesanteur de 60 milligals.

Au Sud, la masse lourde de Medina crée sur le bord de la Gambie un maximum local de 30 milligals ; elle semble recouverte par une importante épaisseur de sédiments.

1 - Nord de Nouakchott

Cette anomalie locale positive de 50 milligals peut être, à priori, comparée, soit aux masses plus au Sud qui sont sans doute d'origine éruptive, soit à la masse lourde qui borde la série d'Akjoujt. Les sondages sismiques des compagnies pétrolières indiquent dans cette région une profondeur de près de 3 kilomètres de sédiments, mais des discontinuités entourent la zone du maximum ; elles sont particulièrement nombreuses à la limite Nord de l'anomalie positive, sur le bord de l'océan, dans la région où le gradient gravimétrique est le plus élevé. L'anomalie magnétique régionale qui lui est liée ne dépasse pas une cinquantaine de gammas.

2 - Masse lourde de Gassane

Cette masse est la seule qui soit à l'Est du bassin sédimentaire profond ; l'épaisseur des sédiments serait comprise entre 1 000 mètres et 1 500 mètres, d'après l'extrapolation des résultats de sondages électriques faits 50 kilomètres au Nord ; l'anomalie magnétique qui lui est liée est de l'ordre de 100 gammas.

En dehors de ces trois types de structure, le bassin sédimentaire comprend une large bande de terrain longeant l'anomalie positive Akjoujt-Goudiry ; les valeurs de la pesanteur correspondent à peu près à l'équilibre isostatique et l'épaisseur des sédiments conducteurs est inférieure à 1 000 mètres d'après les sondages électriques ; à Tambacounda, un forage a touché les sédiments primaires à 593 mètres. Cependant, l'indice de continuité compris entre 0,10 et 0,18 milligal par kilomètre carré indique une certaine homogénéité des terrains sous la discontinuité de conductibilité.

PRÉCAMBRIEN AU SUD-EST DANS LA RÉGION DE LA FALÉMÉ

Dans la région étudiée, le Précambrien affleure :

- au Nord du fleuve Sénégal, sur une centaine de kilomètres Sud-Nord entre Kayes et Nagara ;
- au Sud du fleuve Sénégal, de part et d'autre de la Falémé, de Djingié, au Nord, à la frontière de Guinée, au Sud.

Les valeurs moyennes de la pesanteur correspondent à l'équilibre isostatique, tout au moins au Sud du fleuve Sénégal, mais les anomalies locales sont nombreuses ; l'indice de continuité est presque partout supérieur à 0,30 mgal/km² indiquant un socle moins homogène que la normale. La dispersion des mesures magnétiques est comparable à celle de la Côte d'Ivoire : 15% des stations présentent des anomalies locales de plus de 100 gammas.

Les différents terrains affleurants sont les mêmes qu'en Côte d'Ivoire et en Haute-Volta ; en adoptant la nomenclature de la carte géologique au 1/2.000.000 de 1960, ce sont :

B₂ : Birrimien contenant des roches vertes,

B₁ : Birrimien à faciès schisteux.

A - ROCHES VERTES BIRRIMIENNES

1 - Affleurement de B₂ au Nord de Kayes

Cet affleurement, dont les dimensions ne sont que de 50 kilomètres dans la direction Nord-Est, sur 30 kilomètres de large, est centré à 15°,2 N, 11°,6 W, en bordure de la zone négative qui s'étend sous les grès primaires de Sélibaby à Moudjéria.

Les profils 16b et 4c montrent qu'au Nord-Ouest le contact du granite ou des grès avec l'affleurement de B₂ s'accompagne d'une augmentation de pesanteur de 30 milligals et d'une anomalie magnétique de plusieurs centaines de gammas ; si on néglige l'anomalie régionale, on peut en rendre compte en supposant une bande de terrain de 20 kilomètres de large, d'excédent de densité 0,4, dont l'épaisseur sera de 3 kilomètres et le pendage d'environ 30° vers le Sud-Est.

Sur le profil 4c, les phénomènes de contact analogues à ceux constatés sur le profil 16b, au contact Sud du B₂ et du granite, se trouvent sur le Cambrien, 25 kilomètres au-delà du contact géologique.

Le profil 16a, qui coupe la bordure de l'anomalie régionale négative de Taskaye à Daba, 25 kilomètres à l'Est de l'affleurement, indique des variations gravimétriques, magnétiques et même altimétriques, tout à fait analogues à celles du profil 16b, ce qui laisse supposer la présence des roches vertes sous le Cambrien. Il pourrait en être de même au Nord de Massaréné 15° 19' N, 10° 45' W où un maximum d'une dizaine de milligals est accompagné d'une anomalie magnétique de 100 gammas.

Il est donc possible que la limite Sud de l'anomalie négative des grès coïncide avec une zone de fractures ou d'intrusions.

2 - Affleurement de B₂ du Sud-Sénégal

Il s'étend de Mako au Sud, 12° 52' N, 12° 21' W à Saboussiré au Nord, 13° 33' N, 11° 52' W. La notice de la carte géologique du Sénégal indique qu'il s'agit d'un complexe volcano-sédimentaire remarquablement continu, métamorphisé dans la zone des micaschistes supérieurs. En profondeur, cette région paraît manquer de continuité et l'on n'y observe pas les anomalies caractérisant en Côte d'Ivoire les bandes de B₂. La seule anomalie positive nette se trouve dans la région de Mako où un noyau lourd et très fortement magnétique paraît être à relier aux pyroxénites cartographiées dans cette région.

B - ROCHES INTRUSIVES ACIDES ET BASIQUES

Au Sud du Sénégal, aucune anomalie notable ne se superpose à des roches intrusives qu'elles soient acides ou basiques, sauf, peut-être, le pointement granitique situé 5 kilomètres au Nord de Mako ; en particulier, les granites intrusifs de la région de Bransan 13° 16' N, 12° 06' W sont à 15 kilomètres au Sud-Est d'une anomalie négative de -20 milligals qui est située dans une région de granite syntectonique et non intrusif.

Les intrusions sont donc, soit peu importantes, soit séparées de leurs racines.

C - ZONES GRANITQUES ET SCHISTEUSES DU BIRRIEN INFÉRIEUR

La zone granitique située au Nord de Kayes est recouverte par le Cambrien sans anomalie de contact.

Au Sud du Sénégal, dans la région de Kédougou, les contacts schistes-granite correspondent aux différences de pesanteur qui sont classiques en Côte d'Ivoire entre ces terrains : le profil 17, par exemple, coupe au Sud de Saraya trois contacts entre le Birrimien inférieur et les granites ; la pesanteur est de 8 à 10 milligals plus forte sur les schistes birrimiens. La superposition de la bordure de l'anomalie régionale rend ces relations moins nettes dans la région de Goudiry.

1 - Exemple d'enclave granitique de dimension moyenne (massif de Satadougu)

A 12°,5 N, 11°,4 W, environ 10 kilomètres à l'Est de Satadougu, on rencontre parmi les latérites quelques affleurements granitiques.

On constate que ces affleurements sont dans une anomalie négative d'environ 10 milligals, orientée Nord-Sud, celle-ci est bordée à l'Ouest par une bande où le gradient est de

2 milligals au kilomètre et où les anomalies magnétiques sont particulièrement abondantes, comme on le voit sur le profil magnétique fait à partir de Fadougou, vers le Nord-Est (figure 17). Les phénomènes de contact s'étalent sur une largeur de 2 ou 3 kilomètres et l'augmentation du magnétisme dans cette zone indiquerait un métamorphisme de contact dont les bords sont nets des deux côtés.

D'éventuelles minéralisations seraient à rechercher plus particulièrement dans la bande à fort gradient à l'Ouest où un filon aurifère a, du reste, été exploité.

L'anomalie négative centrée sur Nafadji, 25 kilomètres à l'Ouest de Satadougo, pourrait correspondre à un phénomène analogue ; on y trouverait une intrusion granitique localisée et non le batholite de Saraya.

2 - Enclaves basiques

Elles sont très nombreuses mais en général moins étendues que les intrusions acides ; il est rare de constater sur un pointement basique une augmentation de 3 milligals comme celles rencontrées entre Koussili et Dialafara, profil 2b. Certaines intrusions semblent ne pas avoir affleuré : par exemple, dans la région de Kakadian 13° 50' N, 11° 52' W, alors qu'il y a des roches vertes à 4 kilomètres au Nord du village, la carte gravimétrique indique un maximum de + 15 milligals au Nord-Est en dehors de l'affleurement et un minimum de 6 milligals au Sud.

De nombreux filons de dolérite produisent des anomalies localisées de plusieurs centaines de gammas ; on trouve aussi des filons de kimberlite dont la susceptibilité magnétique est analogue à celle des dolérites, mais qui sont profondément altérés, d'où les différences entre les 2 profils de la figure 18 réalisés l'un sur un filon de dolérite, l'autre sur un filon de kimberlite.

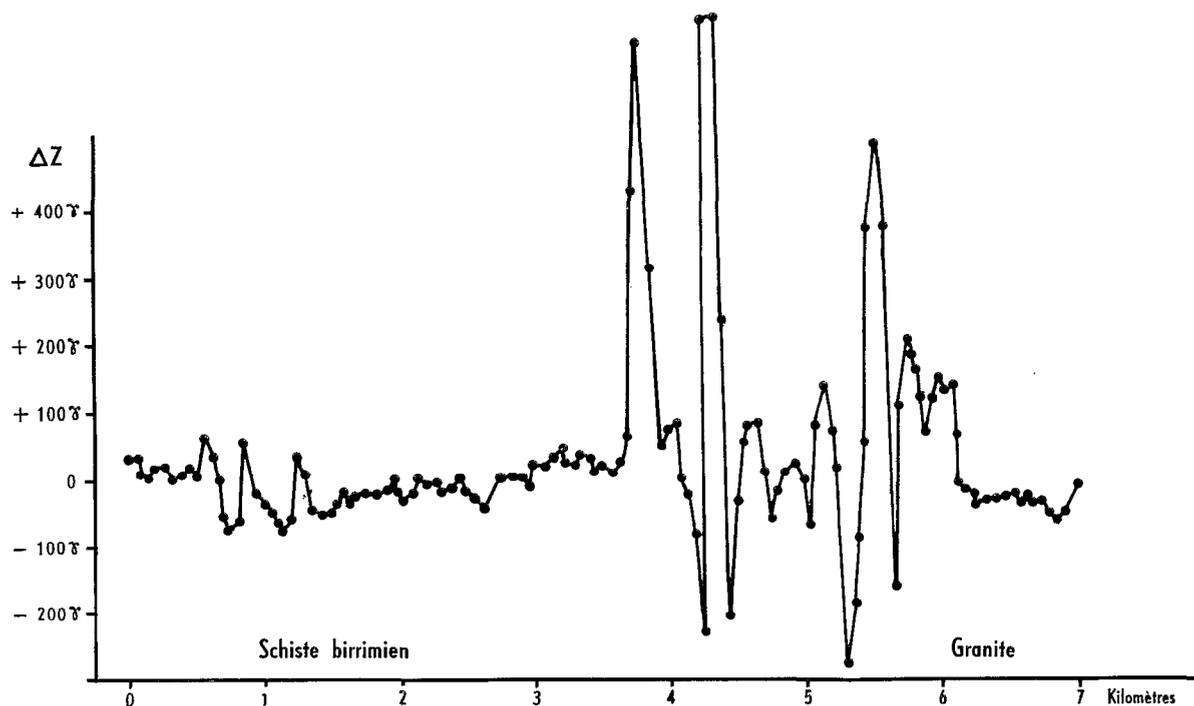


Figure 17 - Anomalie magnétique de contact entre granite et schiste birrimien

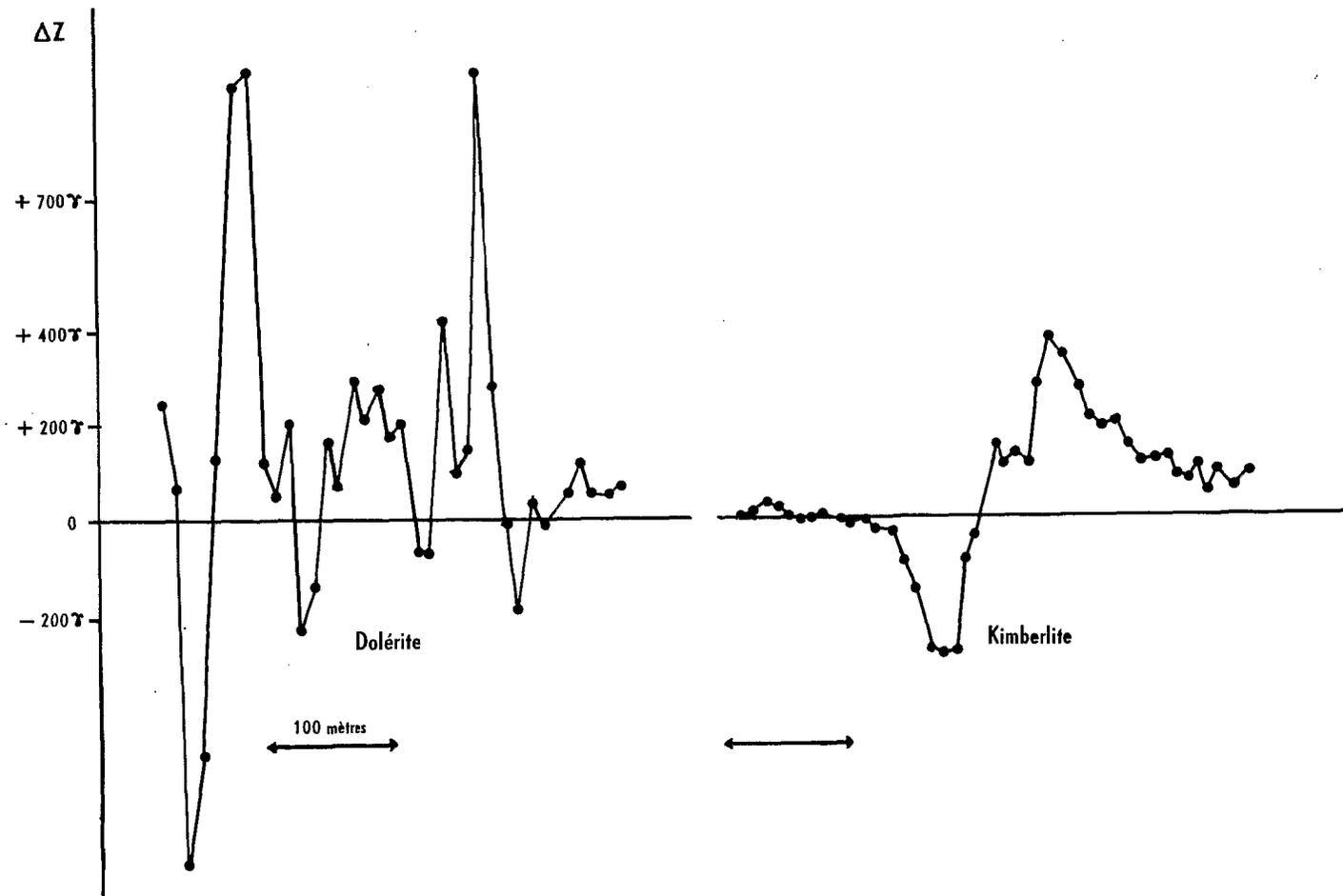


Figure 18 - Profils magnétiques d'un affleurement de dolérite et d'un affleurement de kimberlite dans la région de Kéniéba

PLATE-FORME DE GRÈS

Le plateau de grès infra-cambrien ou primaire couvre entièrement l'Est de la région cartographiée ; entre les parallèles 18° N et 15° N, les anomalies isostatiques sont fortement négatives, atteignant - 40 milligals, alors qu'au Nord et au Sud les valeurs de la pesanteur correspondent à peu près à l'équilibre.

A - GRÈS INFRA-CAMBRIENS

La carte géologique indique deux larges affleurements : l'un au Nord de Kayes constitue le plateau de l'Affolé, l'autre au Sud s'étend jusqu'en Guinée ; il est limité par la falaise de la Tambaoura. Leur origine est ainsi expliquée par C. BENSE :

"La mer envahit le continent par l'Est. C'est la période de formation des différents "grès de base"... sur lesquels s'accumulent, au fur et à mesure de la transgression infra-cambrienne, d'énormes masses de sédiments terrigènes, constitués principalement de grès, mais également de roches argileuses et de dolomies ; tout cet ensemble de formations constitue la formation de Tambaoura dont l'épaisseur décroît d'Est en Ouest... La sédimentation se poursuit par des formations également gréseuses de la série de l'Affolé, mais le régime marin tend à devenir continental".

1 - Plateau de l'Affolé

La dispersion des mesures magnétiques est du même ordre que sur le socle granitique. Les nombreuses anomalies rencontrées dans cette zone sont dues au socle profond ; l'indice de continuité de l'ordre de 0, 17 milligal par kilomètre carré au Nord atteint 0, 40 au Sud à la limite de l'anomalie régionale négative, région déjà étudiée à propos de l'affleurement de Birrimien supérieur du Nord de Kayes ; ceci prouve que les grès ont au plus 1 kilomètre d'épaisseur dans cette région.

Alors que les contacts de plateau de l'Affolé et du Cambrien ne produisent pas d'anomalies notables, on constate que la falaise bordant à l'Ouest la partie la plus élevée du massif de l'Affolé se trouve, sur les deux profils qui la transversent, soulignée par des anomalies gravimétriques et magnétiques sans qu'il y ait de changement de terrain :

— à la passe de Laghderat 16° 31' N, 10° 46' W, une dénivellation de 100 mètres coïncide avec une augmentation de pesanteur de 20 milligals, très régulière vers l'Est, et avec une anomalie magnétique de 150 gammas.

— entre Kankossa et Gana, profil 6b, les anomalies, quoique décalées d'une dizaine de kilomètres par rapport à la falaise, sont plus accentuées, 25 milligals et 400 gammas.

Ces accidents, sensibles aussi bien dans le relief qu'en gravimétrie et en magnétisme, jalonnent la bordure de l'anomalie régionale négative où se trouvent, au Sud-Ouest, des variations un peu analogues sur le Précambrien au contact du B₂.

2 - Plateau de grès Kayes, Bafoulabé, Bafing

Ce plateau est en contact au Sud-Ouest avec les schistes birrimiens, au Nord et au Nord-Est avec le Cambrien ou les dolérites. Il se trouve en dehors de la bande d'anomalie régionale bordant le bassin du Sénégal. La falaise de la Tambaoura, qui limite au Sud-Ouest de Djingié à Guénégoré le recouvrement de grès sur les schistes birrimiens, n'est nulle part en liaison avec des variations de pesanteur ou de magnétisme, profil 2b ; le contact Nord, profil 1b, s'effectue également sans anomalie.

L'indice de continuité, légèrement inférieur à 0,20 mgal/km², alors qu'il est de l'ordre de 0,30 sur le Précambrien voisin, peut faire supposer une épaisseur de grès de l'ordre de 2 kilomètres à l'intérieur du plateau. En dehors des dolérites, la dispersion des mesures magnétiques est légèrement inférieure à celle rencontrée sur la plate-forme granitique : 10% des stations présentent une anomalie locale de plus de 100 γ et 40% de moins de 20 γ .

B - PLATEAUX DOLÉRITIQUES

De Yélimané et Nioro, au Nord, à Bafoulabé au Sud, une superficie d'un degré carré environ est recouverte de dolérites ; cette région, en moyenne en équilibre isostatique, est remarquable par son absence de grandes variations de pesanteur, comme le montre le profil 19c ; on n'observe ni phénomène de contact important, ni anomalie régionale. La seule zone lourde relativement localisée, située au voisinage des dolérites, est coupée par le profil 2b à son extrémité Est. L'absence de toute anomalie magnétique régionale empêche de chercher une relation quelconque entre cette masse et les dolérites.

Les mesures magnétiques sont, par contre, très dispersées ; l'anomalie locale dépasse 100 γ à 40% des stations.

C - ANOMALIES POSITIVES ET NÉGATIVES DE DIRECTION NORD-EST

Ces structures allongées, dont on a vu l'incidence sur la tectonique de la série d'Akjoujt et du Falémien, sont coupées perpendiculairement dans la région de Kiffa par le profil 19 ; sur celui-ci, comme sur la carte magnétique, figure 5, cette structure se distingue par l'intensité et l'étendue de l'anomalie magnétique régionale, à défaut de tout élément permettant d'étayer une hypothèse quelconque ; la figure 19 représente un schéma qui rend compte quantitativement de cette anomalie.

Il suppose une roche d'excédent de densité 0,1 et de susceptibilité magnétique 0,010 uem/cm³ qui pourrait correspondre à un basalte.

Des anomalies magnétiques de cette importance sont assez rares en Afrique Occidentale, mais l'étude statistique d'Allredge (16), qui porte sur de très longs profils de magnétisme aéroporté, la classe du point de vue dimension dans une catégorie seulement 10 fois moins fréquente que celle de petite taille. Son intensité est celle qui est couramment rencontrée, tout au moins dans certaines régions océaniques (17) et qui est interprétée par la présence de longues bandes basaltiques. Dans le cas de l'anomalie de Kiffa et de celles que le profil 19a coupe plus au Nord entre Kiffa et Moudjéria, rien dans la géologie superficielle ne permet d'expliquer ces structures.

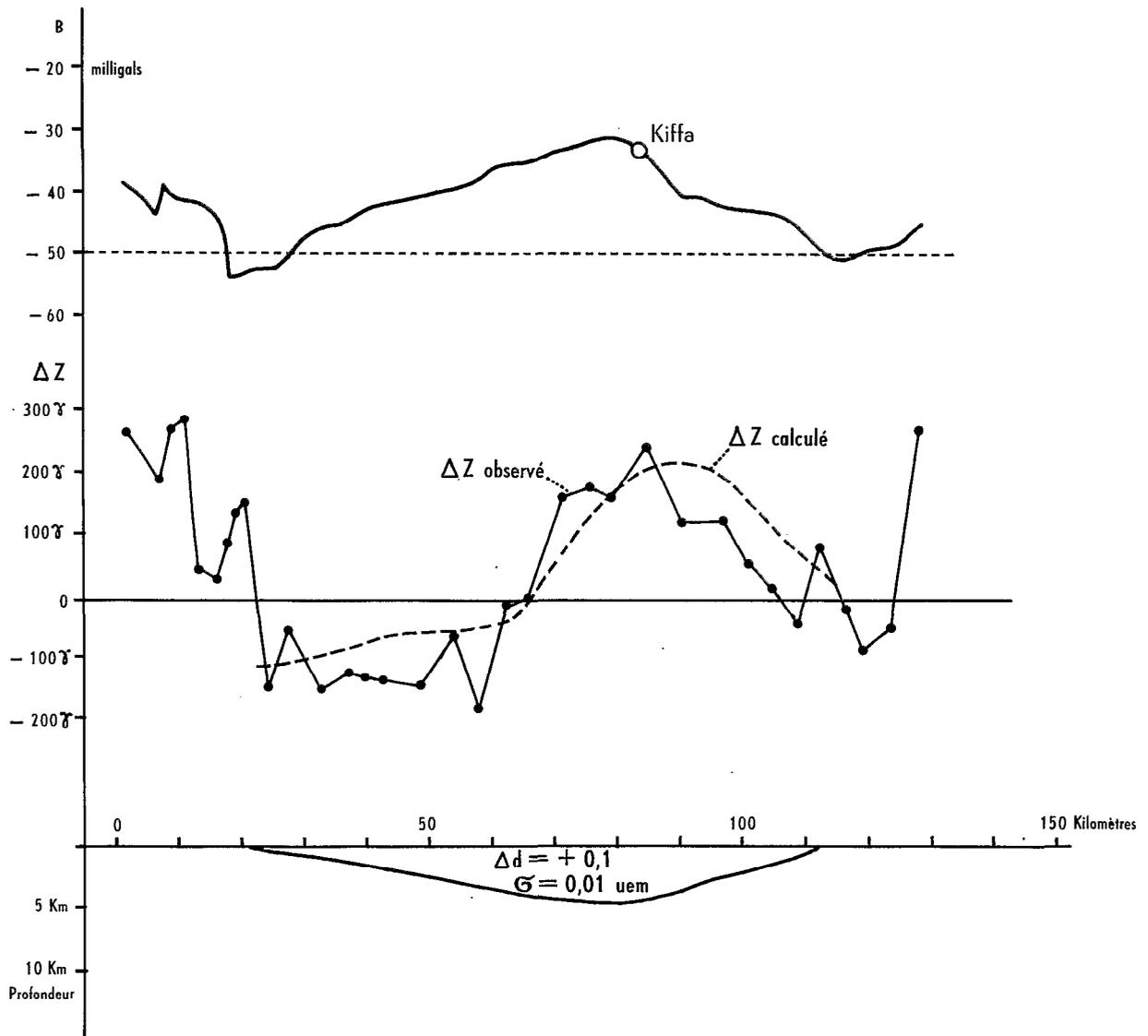


Figure 19 - Interprétation possible de la bande d'anomalie d'azimut Nord-Est passant par Kiffa

COMPARAISON AVEC LES GRANDES ZONES

D'ANOMALIE RÉGIONALE D'AFRIQUE OCCIDENTALE

A - MASSES PRODUISANT LES ANOMALIES DU SÉNÉGAL ET MAURITANIE-OUEST

D'après la carte isostatique, la masse lourde Akjoujt-Goudiry semble compenser les déficits de masse du plateau de grès à l'Est et du bassin du Sénégal à l'Ouest. Les masses correspondantes sont :

- pour l'anomalie positive limitée à Goudiry au Sud et au méridien 15° à l'Ouest, 85. 10¹² tonnes ;
- pour l'anomalie négative des grès, incomplètement cartographiée à l'Est, 36. 10¹² tonnes ;
- pour l'anomalie négative du bassin du Sénégal, 14. 10¹² tonnes.

Il y a de grandes profondeurs sédimentaires dans les deux zones négatives, mais dans la région positive cela paraît peu probable ; les terrains de surface ne sont fortement plissés que dans la zone de forte variation de pesanteur. L'anomalie positive se termine au Nord sans gradient gravimétrique important dans une région de tectonique assez douce ; au Sud, elle s'arrête dans une zone très plissée sur un bassin sédimentaire étroit.

D'après un petit nombre de datations radioactives (18), les âges du métamorphisme de la série d'Akjoujt seraient de l'ordre de 350 et 200 millions d'années.

B - ANOMALIES DU MÊME ORDRE DE GRANDEUR SITUÉES DANS D'AUTRES RÉGIONS D'AFRIQUE OCCIDENTALE

Du point de vue des masses mises en jeu, ces anomalies sont comparables à celles rencontrées dans d'autres régions d'Afrique Occidentale :

. Bassin sédimentaire de Taoudenni	63. 10 ¹² tonnes
. Anomalie négative du Nord Mauritanie sur le Précambrien	34. 10 ¹² tonnes
. Bassin sédimentaire du Niger	74. 10 ¹² tonnes
. Anomalie positive de la Boucle du Niger	33. 10 ¹² tonnes
. Anomalie négative au Sud, sur le Précambrien de la Haute-Volta ...	57. 10 ¹² tonnes
. Anomalie négative du Togo-Dahomey	39. 10 ¹² tonnes

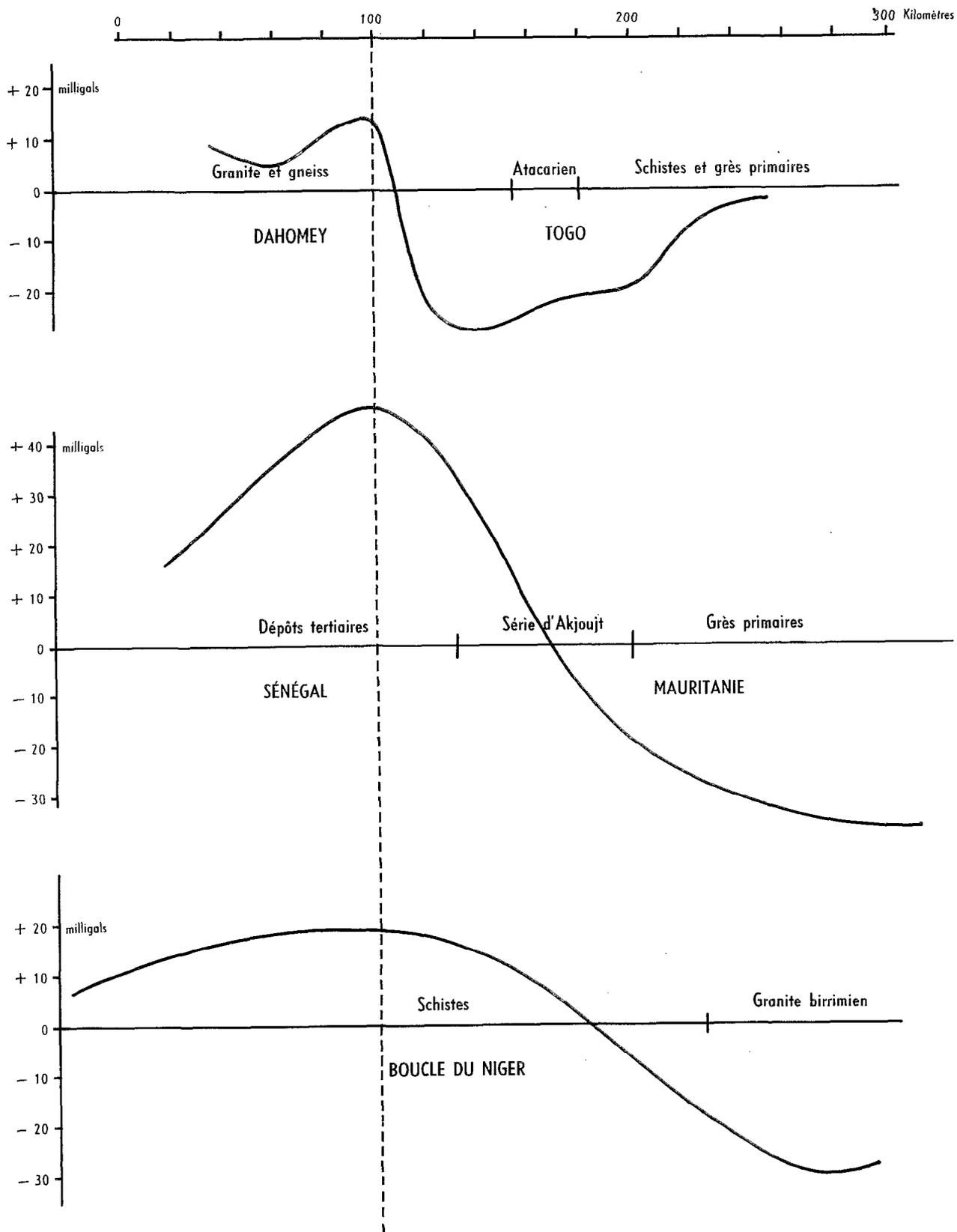


Figure 20 - Coupes gravimétriques des anomalies du Togo-Dahomey, du Sénégal et de la Boucle du Niger

En laissant de côté l'anomalie négative du Nord Mauritanie qui se trouve en bordure du synclinal de Tindouf, deux régions seulement, celles de la Boucle du Niger et du Togo-Dahomey, présentent avec le Sénégal les ressemblances suivantes : nette direction privilégiée qui constitue un axe gravimétrique, parallélisme de cet axe et des directions tectoniques. Il est par ailleurs possible que ces trois structures aient un âge comparable de l'ordre de quelques centaines de millions d'années (18).

C - FORMATIONS DU TOGO-DAHOMÉY

L'anomalie positive allongée, figure 20, qui indique un excédent de masse de $15 \cdot 10^{12}$ tonnes seulement, se trouve à l'Est des terrains sédimentaires sur les granites et gneiss dahoméens, dont l'âge serait de 500 millions d'années environ. L'anomalie négative est située sur les quartzites de l'Atacora auxquels une seule datation attribuerait un âge de 220 millions d'années. Les pendages sont comparables à ceux de la série d'Akjoujt, mais sont dirigés du côté opposé par rapport à la masse lourde (19).

Les formations sédimentaires du Buem, qui sont postérieures à l'Atacorien et le recouvrent à l'Est, sont peu plissées, comme dans le cas du plateau de grès primaire en Mauritanie.

L'extrémité Sud de l'Atacorien, qui se trouve au Ghana, n'est pas cartographiée ; l'extrémité Nord, où la bande positive déborde de plus de 100 kilomètres l'anomalie négative, ne présente pas d'accident remarquable.

L'interprétation proposée (2) fait appel à des masses situées à la base de l'écorce ; la profondeur pourrait être plus faible que celle qui a été envisagée, mais une origine purement superficielle paraît, comme au Sénégal, très improbable.

D - FORMATIONS DE LA BOUCLE DU NIGER

Les phénomènes sont, dans cette région (3), assez différents de ceux observés au Sénégal :

— l'anomalie positive, $33 \cdot 10^{12}$ tonnes que rien n'interdit d'attribuer à une épaisse couche de schistes, se trouve dans la zone sédimentaire, sans doute cambrienne (20) ;

— l'anomalie négative, $57 \cdot 10^{12}$ tonnes, est située sur les formations granitiques dont l'âge, de l'ordre de 1 900 millions d'années (18) est celui du Birrimien de la Côte d'Ivoire ; ceci pourrait indiquer que la masse légère est assez profonde pour que le métamorphisme qu'elle a sans doute provoqué n'ait pas atteint la surface ;

— les lignes tectoniques (20) sont à peu près parallèles aux lignes gravimétriques, mais les plissements ne sont violents qu'à l'Est à moins de 150 kilomètres du fossé de Gao ; ailleurs, les pendages dans la zone de plus fort gradient gravimétrique sont plus faibles que ceux constatés au Togo ou au Sénégal ; ceci pourrait se rapporter à l'hypothèse faite au paragraphe précédent d'une grande profondeur de la masse légère ;

— l'anomalie positive se termine au Sud-Ouest sans discontinuité, mais au Nord-Est elle s'arrête à la rencontre d'un groupe d'anomalies perpendiculaires à son axe principal, situées en bordure du fossé de Gao ; l'une des anomalies négatives est celle du fossé d'effondrement de Gao dont l'existence pourrait indiquer soit des efforts d'extension, soit des poussées dirigées vers le haut. On peut le comparer au bassin sédimentaire étroit

formé par le Falémien dans la région de Kidira (voir Anomalie Akjoujt-Goudiry, § C 2b); ce qui conduirait à supposer que les extrémités de ces structures linéaires profondes constituent des zones de moindre résistance de l'écorce. La ligne d'intrusions et de fractures, où se trouve le fossé de Gao, peut cependant expliquer son existence sans relation avec les formations de la Boucle du Niger.

E - CONCLUSION

Dans les trois cas mentionnés, Togo, Boucle du Niger et Sénégal, il y a donc une masse profonde due à un plissement ou à une intrusion située en dehors des zones sédimentaires et parallèle aux lignes tectoniques de surface ; le signe de l'anomalie gravimétrique qu'elle produit, positif ou négatif, n'est pas systématique ; il est opposé à celui de l'anomalie qui se trouve sous les sédiments. Dans ces trois cas pour lesquels les âges des formations sédimentaires sont voisins, les dimensions des anomalies et les masses correspondantes le sont aussi.

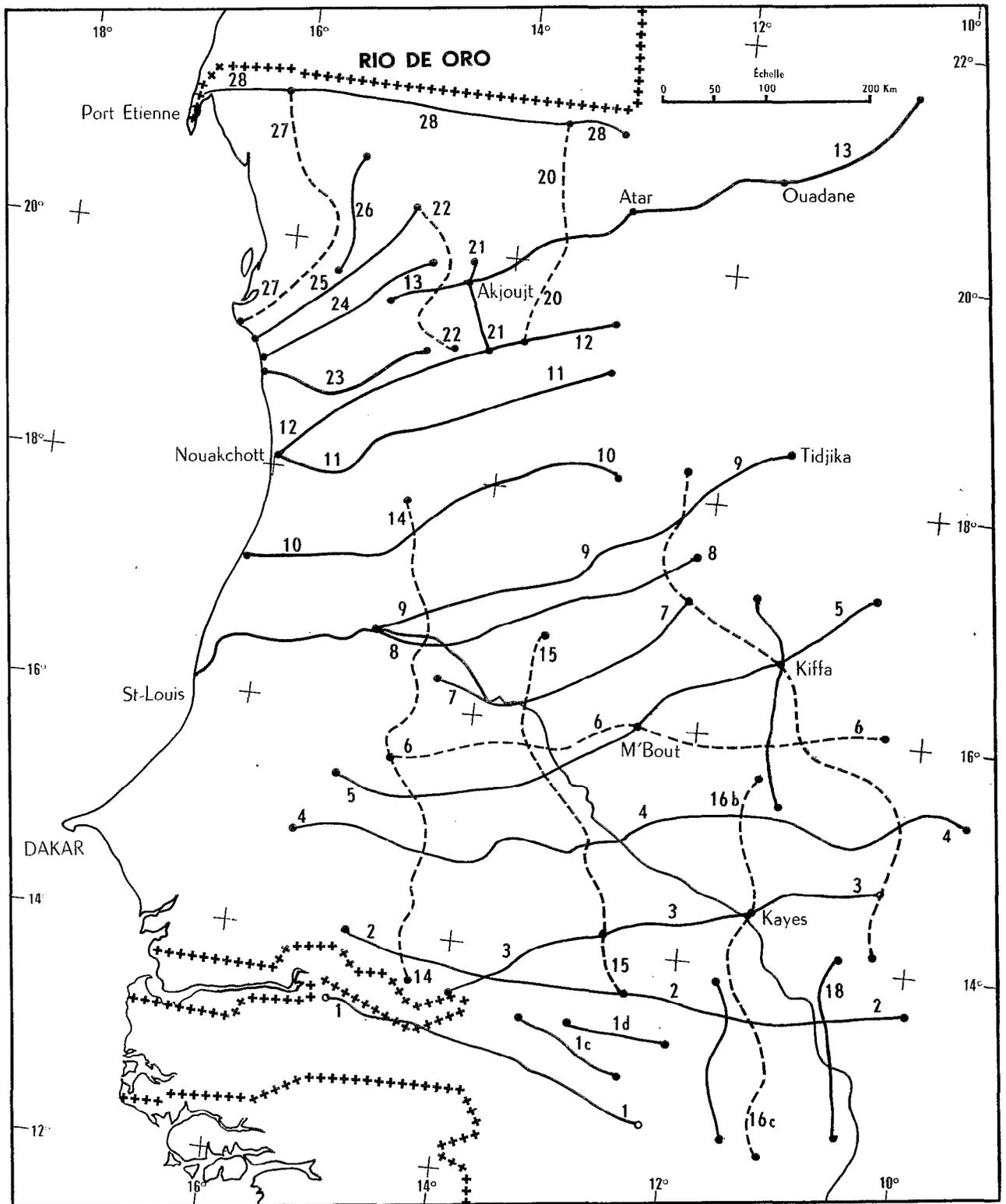
Au Sénégal, il est possible que la plus grande netteté de l'anomalie positive par rapport aux anomalies négatives soit seulement due au fait qu'il y a eu un bassin léger à l'Est et un autre plus récent, mais presque parallèle, à l'Ouest ; le plissement profond, qui s'était formé en même temps que le dépôt des grès primaires, a peut-être été renforcé par l'affaissement de l'écorce à l'Ouest au moment du dépôt du bassin secondaire.

BIBLIOGRAPHIE

1. F. DUCLAUX, J. MARTIN, C. BLOT, R. REMIOT — Etablissement d'un réseau général de stations gravimétriques en Afrique, à Madagascar et à l'Ile Maurice - ORSTOM, 1954.
2. Y. CRENN — Mesures gravimétriques et magnétiques dans la partie centrale de l'A.O.F. - ORSTOM, 1957.
3. CENTRE de GEOPHYSIQUE de M'BOUR — Mesures gravimétriques et magnétiques en Afrique Occidentale de 1956 à 1958 - ORSTOM, 1962.
4. J. RECHENMANN — Mission de Géophysique 1958-1959-1962, Mesures gravimétriques et magnétiques en Côte d'Ivoire, Haute-Volta et Mali Méridional.
5. J. RECHENMANN, R. REMIOT — Réseau magnétique de l'Afrique Occidentale - ORSTOM, 1959.
6. L. RENAUD — Le Précambrien du Sud-Ouest de la Mauritanie et du Sénégal Oriental - *Mém. Bur. Rech. Géol. Min.*, 1961, 5.
7. Y. CRENN — Définition d'un indice caractérisant l'irrégularité des profils gravimétriques - *Ann. Géophys. Fr.*, 1962, 18, 121-124.

8. J.P. DESTOMBES, J.P. SPINDLER — Sur la structure de la région d'Akjoujt - *Bull. Soc. Géol. Fr.* 1962, III, 186-200.
9. A. BLANCHOT — Le Précambrien de Mauritanie Occidentale - Thèse, *Bull. Dir. Féd. Min. Géol. A.O.F.*, 1957, 17.
10. L. RENAUD — Le Précambrien du Sud-Ouest de la Mauritanie et du Sénégal Oriental - *Mém. Bur. Rech. Géol. Min.*, 1961, 5.
11. J.P. BASSOT — Etude géologique du Sénégal Oriental et de ses confins Guinéo-maliens - Thèse, Clermont, 1963.
12. Service des Mines et de la Géologie du Sénégal - Carte Géologique au 1/500.000, 1962.
13. C. BENSE — Les formations sédimentaires de la Mauritanie Méridionale et du Mali Nord-Occidental - *Mém. Bur. Rech. Géol. Min.*, 1964.
14. A. ARRIBAS — Las formaciones metamórficas del Sahara español y sus relaciones con el Precámbrico de otras regiones africanas - *Estud. Geol. Esp.*, 1960, 16, 4, 199-204.
15. P. MAUGIS — Comptes-rendus des études de préreconnaissance pétrolière en Afrique Occidentale Française - *Bull. Dir. Féd. Min. Géol. A.O.F.*, 1955, 19.
16. ALLREDGE L.R., Van VOORHIS G.D. — Depth to sources of magnetic anomalies - *J. Geophys. Res. U.S.A.*, 1961, 66, 3793-800.
17. V. VACQUIER — Magnetic evidence for horizontal displacements in the floor of the Pacific ocean - *Continental Drift Academic Press NW*, 1962.
18. J.P. BASSOT, M. BONHOMME, M. ROQUES, M. VACHETTE — Mesures d'âges absolus sur les séries précambriennes et paléozoïques du Sénégal Oriental - *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 1964, 5, 401-405.
19. M. BONHOMME — Contribution à l'étude géochronologique de la plate-forme de l'Ouest africain - Thèse, Clermont, 1962.
20. Direction Fédérale des Mines et de la Géologie — Notice de la feuille n°2, Côte d'Ivoire, Togo, Dahomey.
21. DEFOSSEZ, PALAŪSI, RADIER — Données nouvelles sur les séries anciennes de la Boucle du Niger - *Bull. Dir. Féd. Min. Géol. A.O.F.*, 20, 1956.

SÉNÉGAL – FALÉMÉ
MAURITANIE OCCIDENTALE



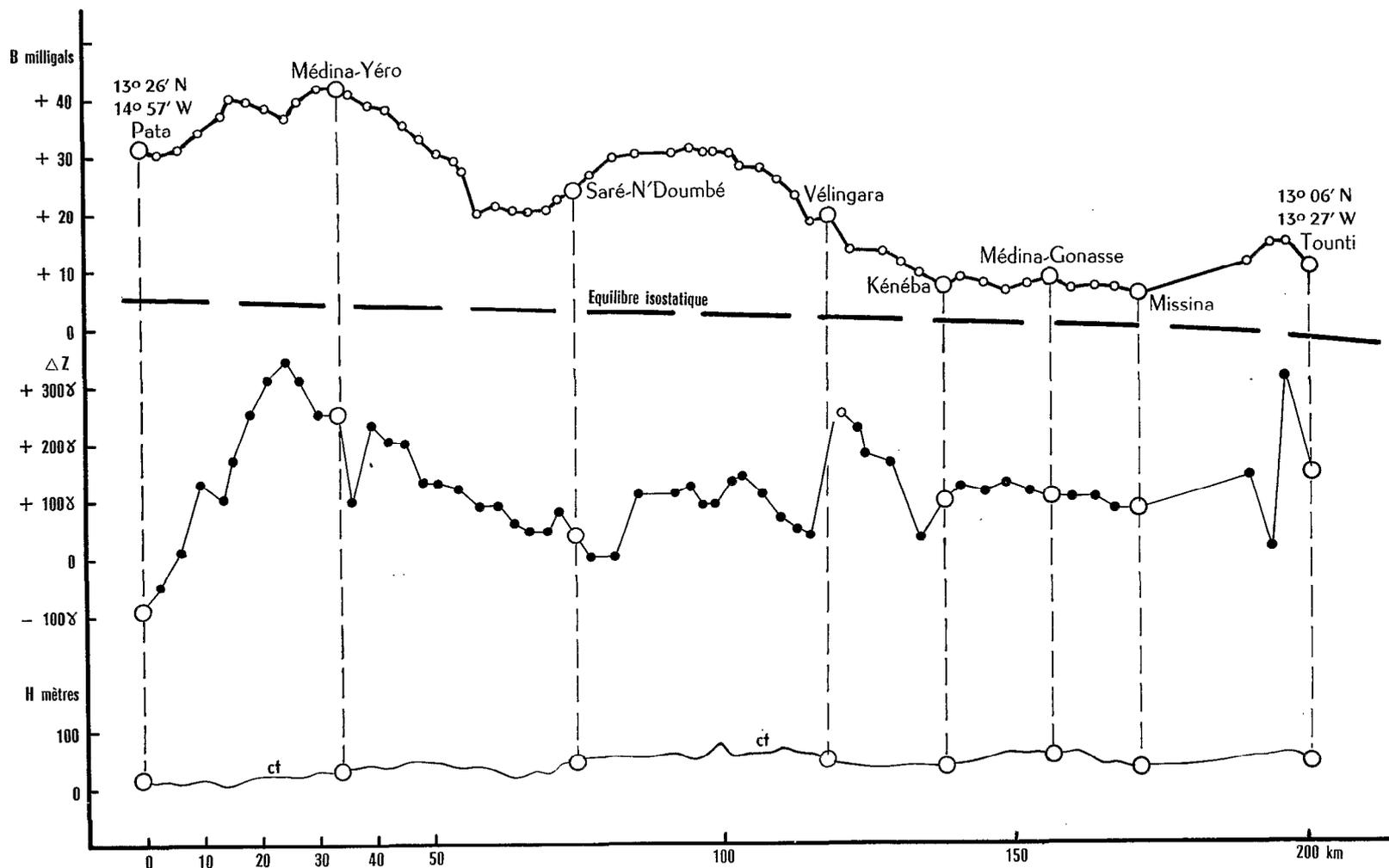
CARTE DES PROFILS

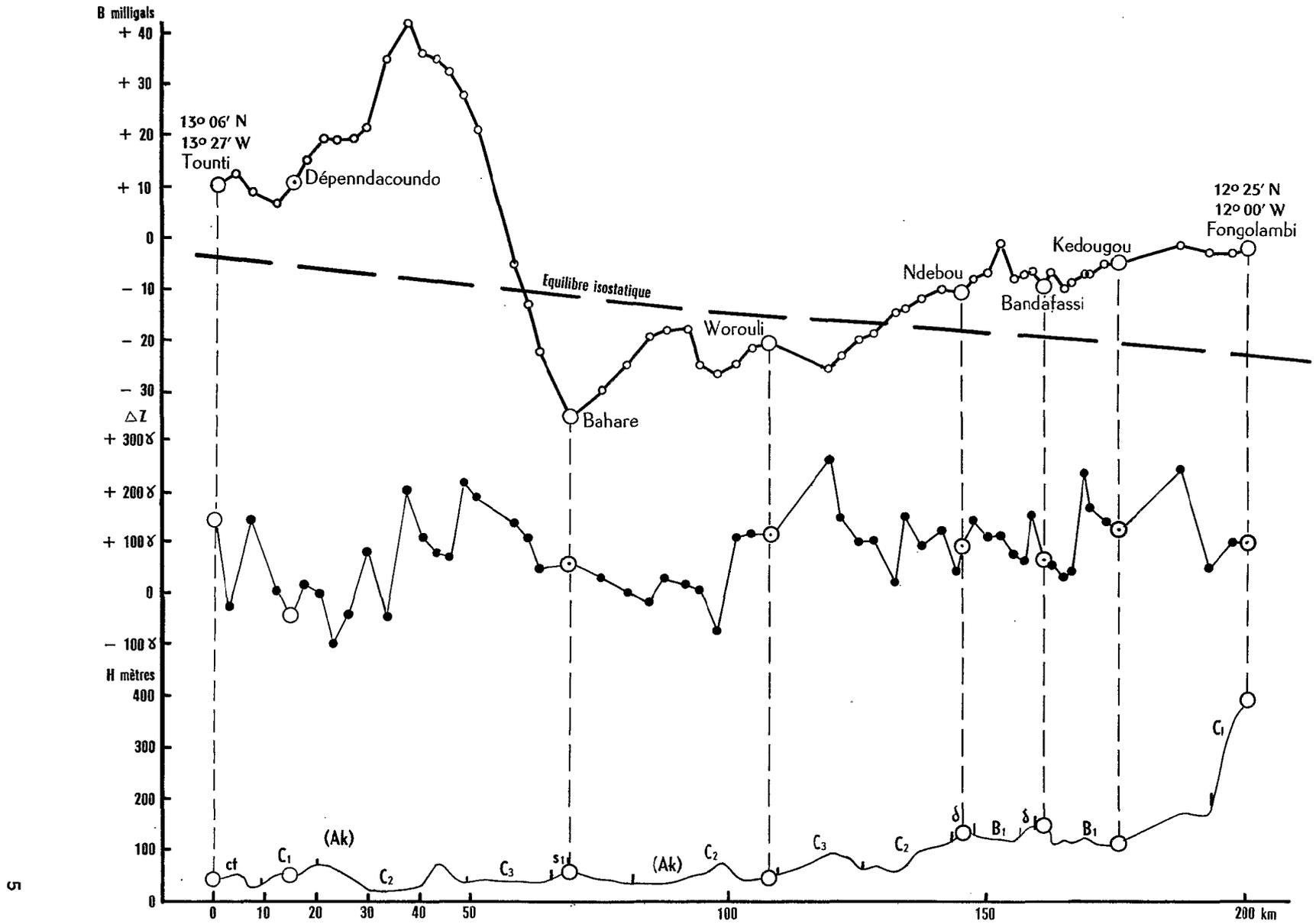
LÉGENDE GÉOLOGIQUE DES PROFILS

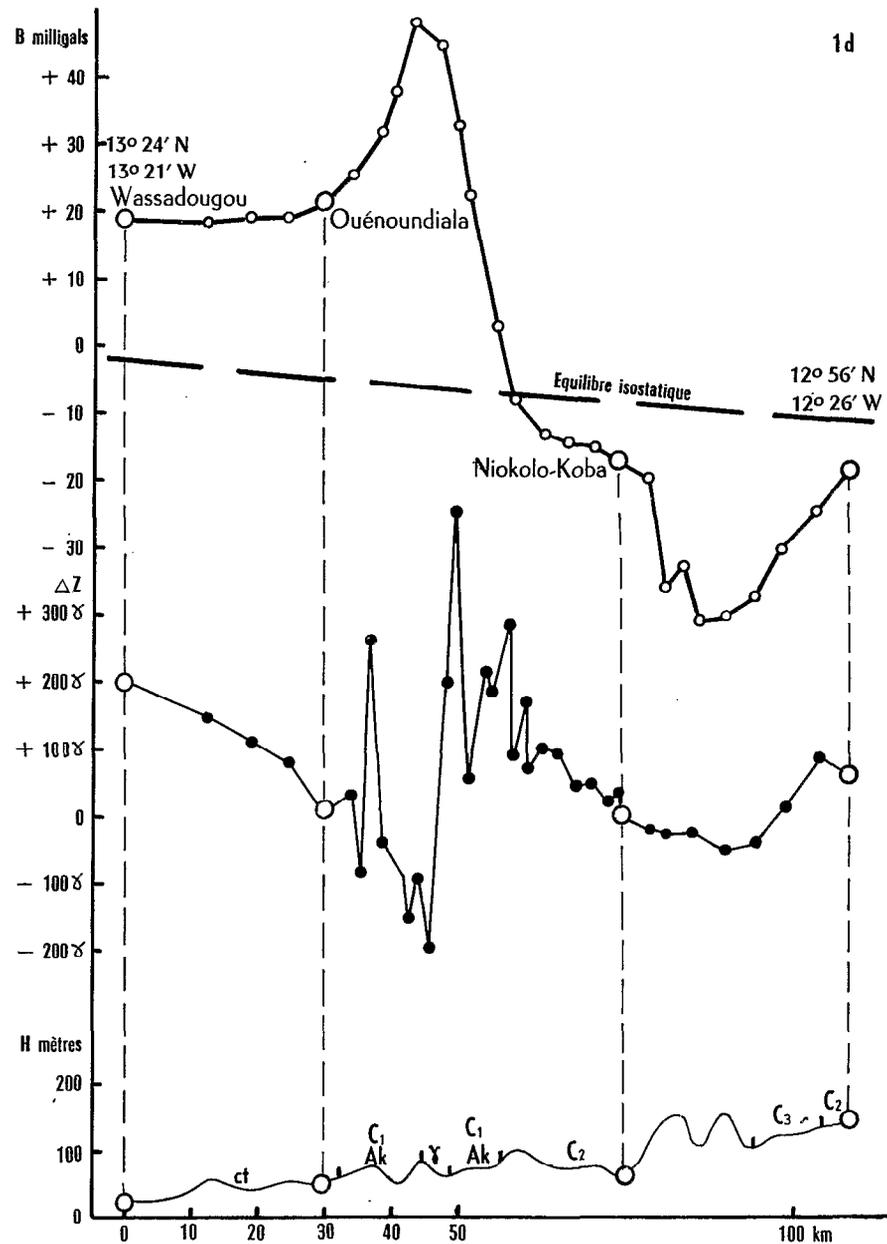
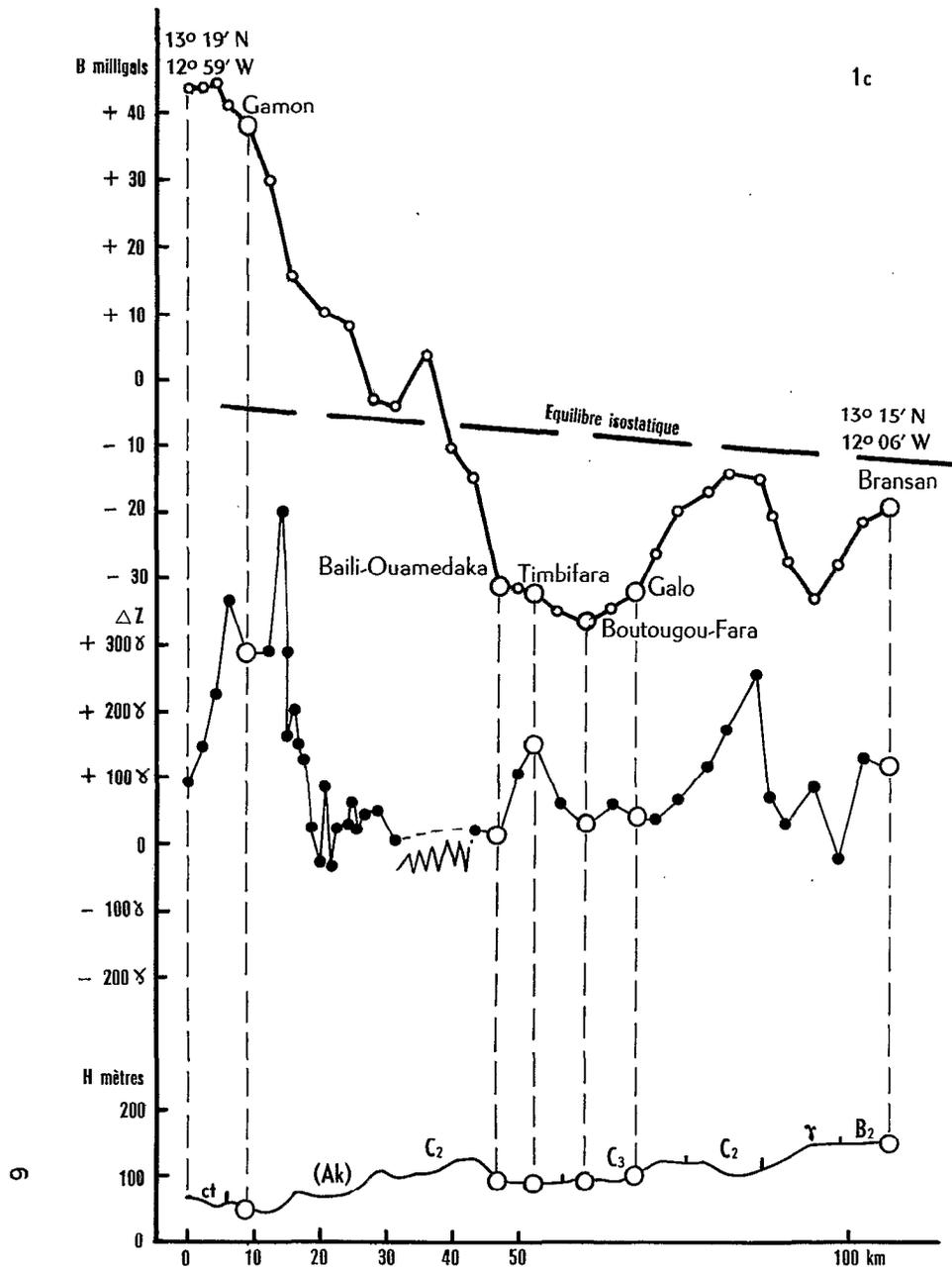
a	ACTUEL, RAG, ALLUVIONS
ad	ERG, DUNES ACTUELLES
q ₁	QUATERNAIRE ANCIEN MARIN
aq ₃	QUATERNAIRE SUPÉRIEUR MARIN
ct	CONTINENTAL TERMINAL
e, e ₁	EOCÈNE
d	DÉVONIEN
s, s ₁ , s ₂	SILURIEN
C, C ₁ , C ₂ , C ₃	CAMBRIEN
C _I , C _{II} , C _{III}	INFRA CAMBRIEN

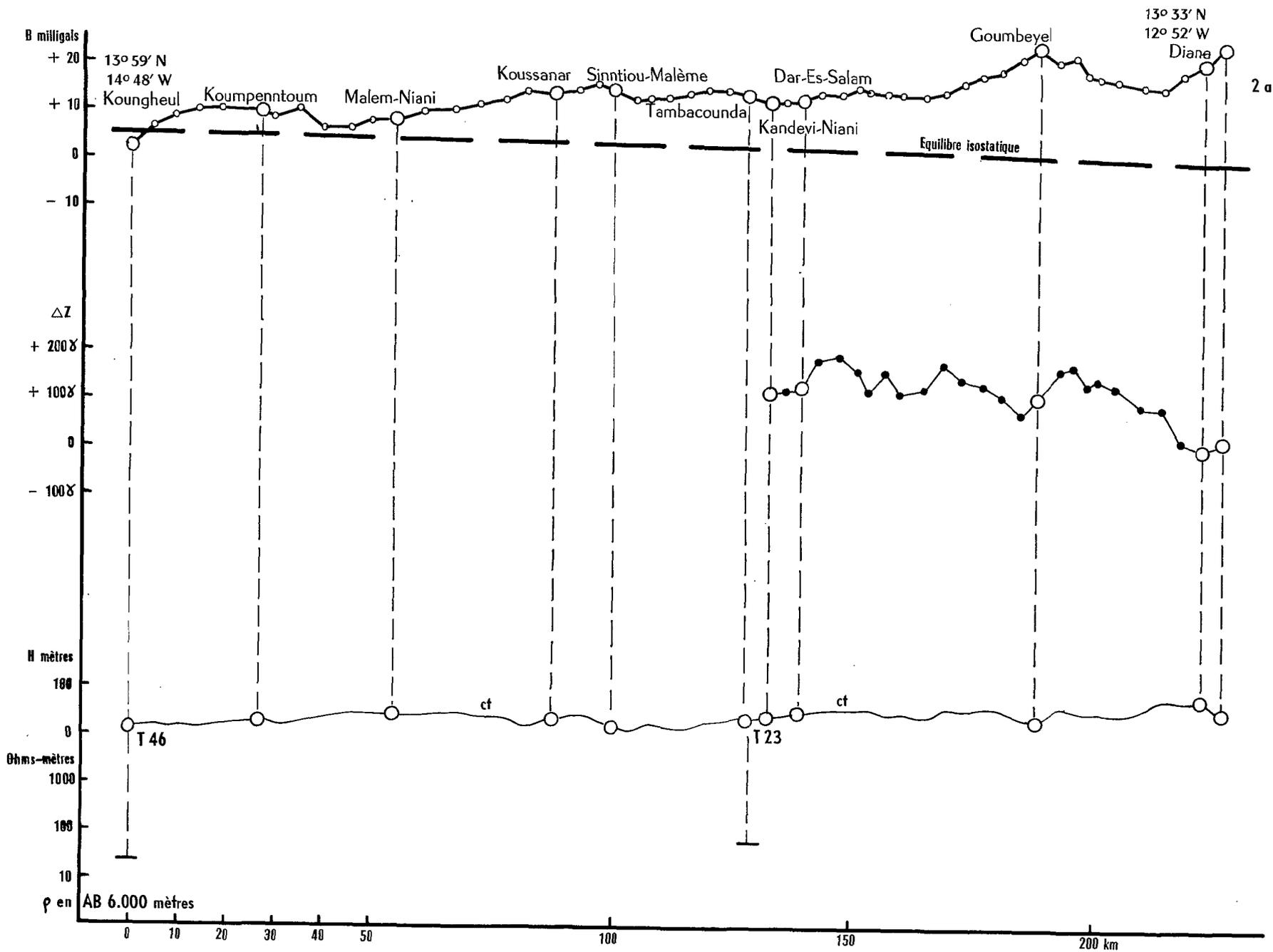
Ak	SÉRIE D'AKJOUJT
Am	SÉRIE DE L'AMSAGA
mB	MIGMATITES
B ₁	BIRRIEN INFÉRIEUR
B ₂	BIRRIEN SUPÉRIEUR

γ	GRANITE
γ c	GRANITES POSTECTONIQUES
γ cs	GRANITES SYNTECTONIQUES
δ	DOLÉRITES
θ	GABBROS
σ	SYÉNITES



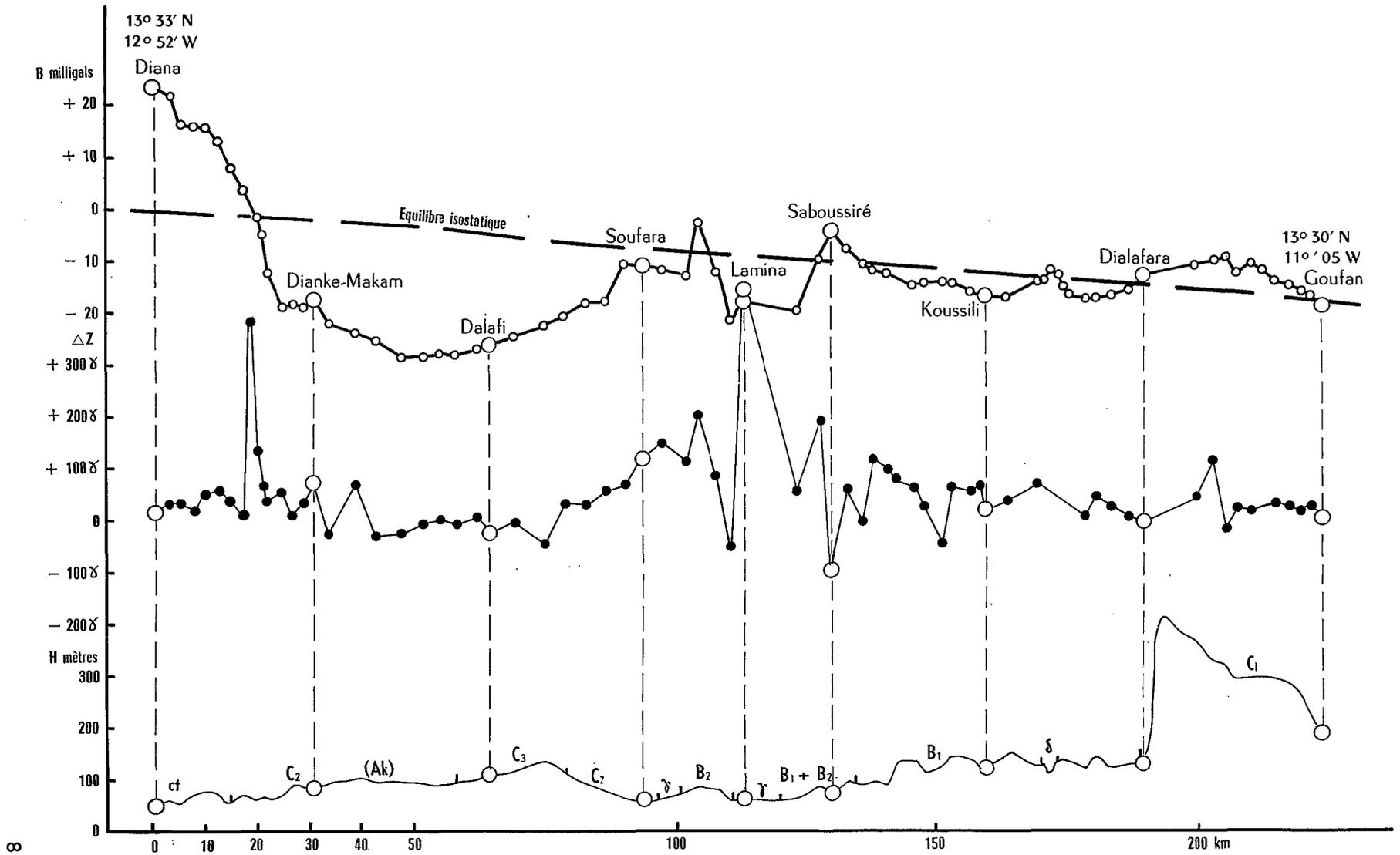


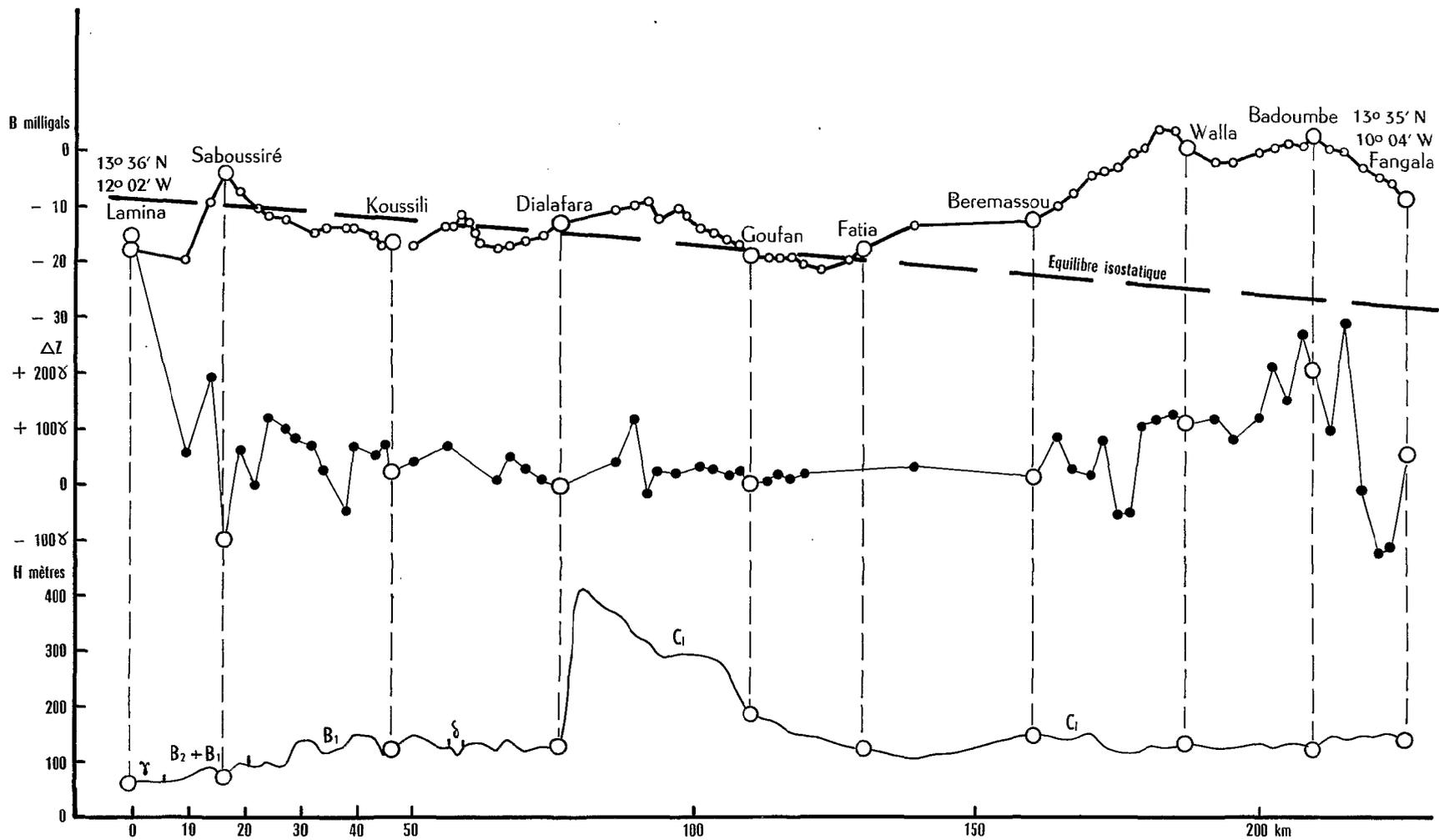


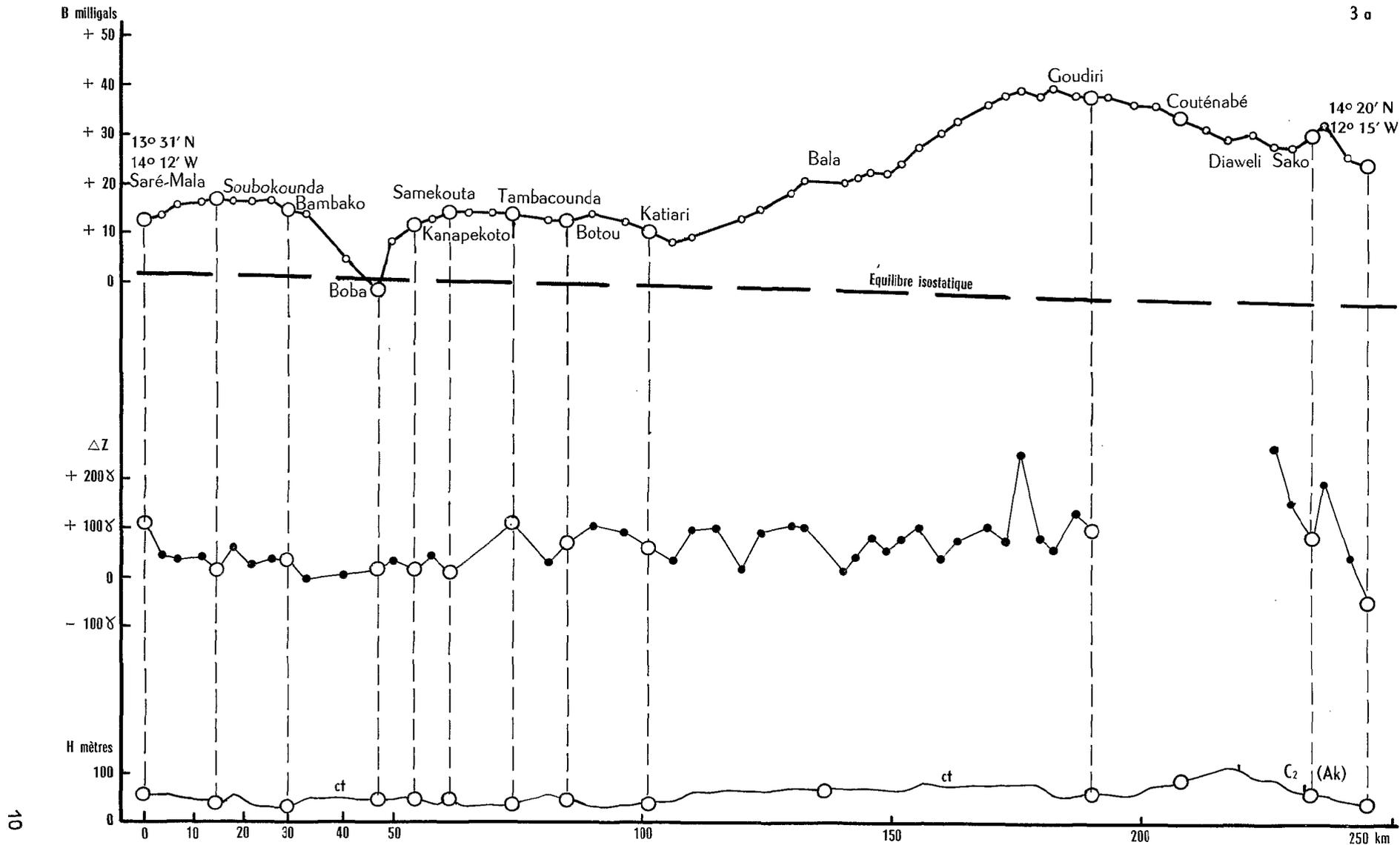


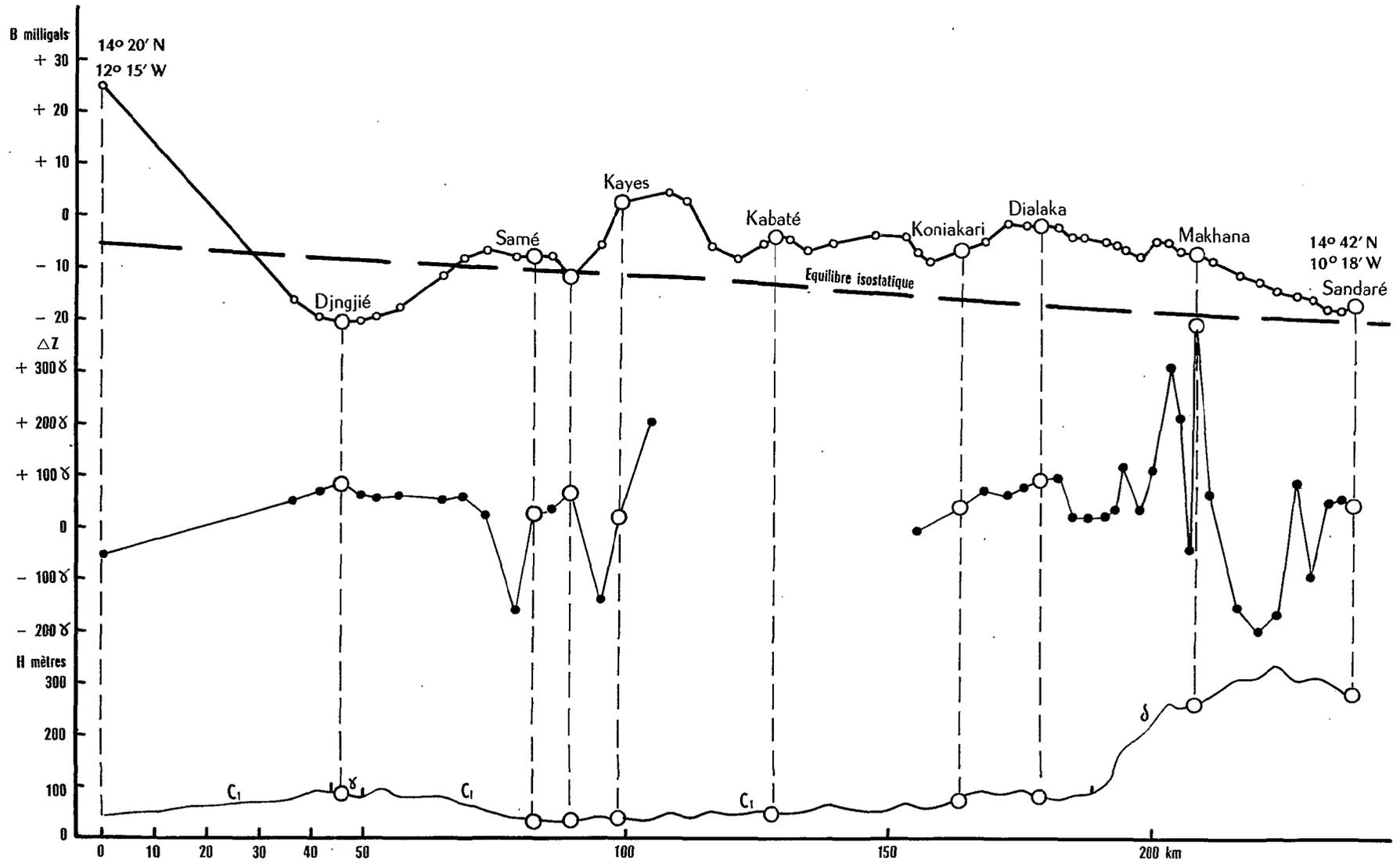
7

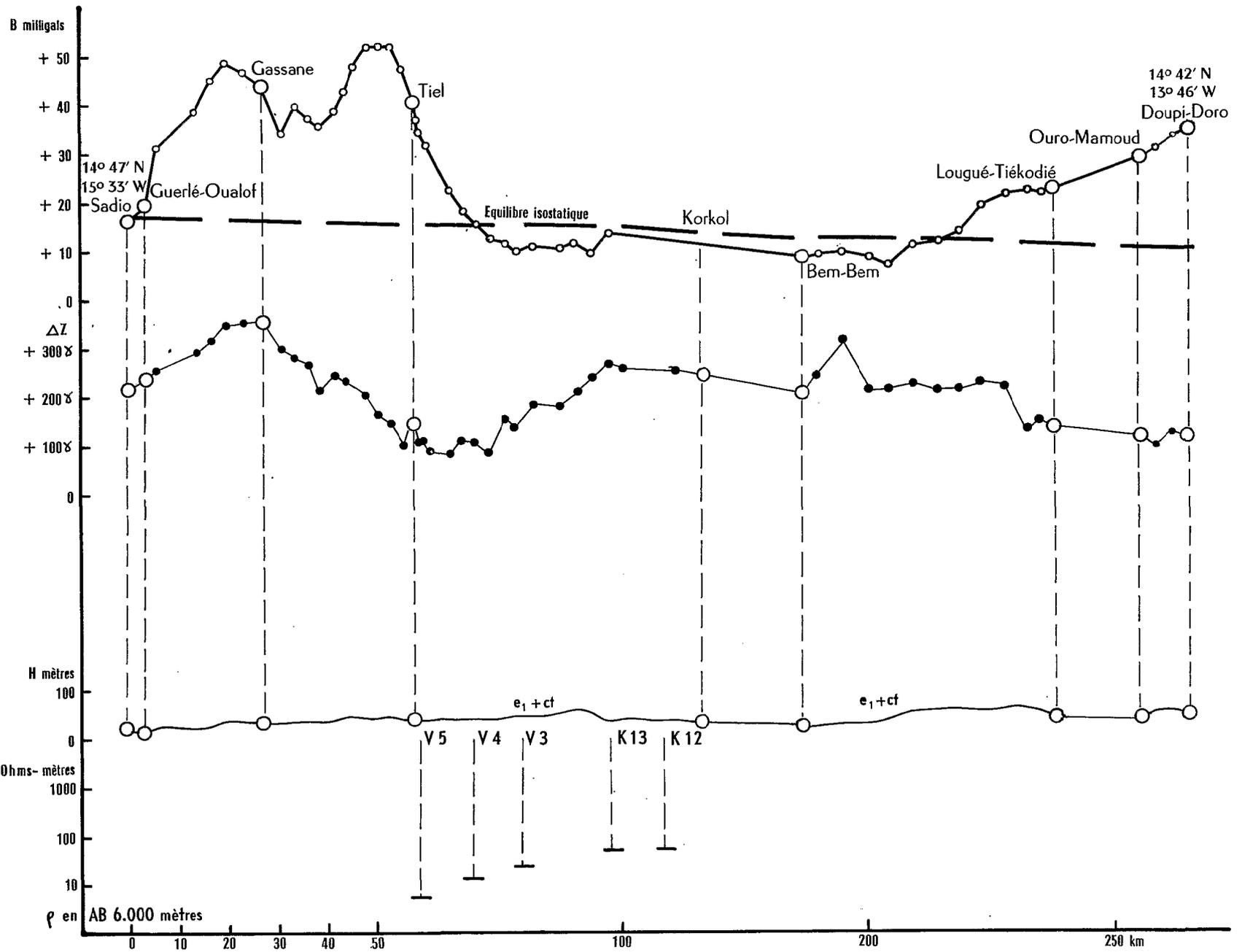
7











4 a

712

ρ en AB 6.000 mètres

