

REPUBLIQUE DU NIGER

---

**M E S U R E S**  
**GRAVIMETRIQUES**  
dans le  
**NIGER ORIENTAL**

Années 1963 - 1964 - 1965

---

FEVRIER 1966



---

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

---

ET TECHNIQUE OUTRE-MER

---

Mission Géophysique

**ORSTOM**

Direction des équipes et cartographie :

J. RECHENMANN

Etablissement du rapport :

P. LOUIS



La Section Géophysique de BANGUI de l'Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer (O.R.S.T.O.M.) a commencé pendant la saison sèche 1959-1960 l'étude gravimétrique du bassin du lac TCHAD. Cette étude, dont les travaux sur le terrain touchent à leur fin, avait pour but d'établir une carte de reconnaissance au 1/1.000.000 de ce vaste bassin sédimentaire.

A la demande de la République du Niger, l'O.R.S.T.O.M. a décidé dans le cadre d'un programme triennal de renforcer le personnel normalement affecté à cette étude. C'est ainsi que depuis Novembre 1962 et jusqu'à Juin 1965, durant 3 campagnes de saison sèche, une équipe placée sous la direction de M. RECHENMANN, Géophysicien, a entrepris le levé de la partie nigérienne et des confins nigéro-tchadiens du bassin du lac TCHAD. L'équipe avait sa base de départ à PARIS où elle effectuait les dépouillements, pendant la saison des pluies tropicales.

Ce rapport présente l'état des travaux effectués au terme du programme, sur le territoire de la République du Niger, fournit des cartes et donne quelques indications sur les structures qui apparaissent. Il reprend et complète les résultats exposés dans les rapports remis en 1964 et en 1965.

C H A P I T R E I

-----  
PRESENTATION DES TRAVAUX DE TERRAIN

Les notes que nous avons établies en 1964 (1) et en 1965 (2) présentaient l'état des travaux gravimétriques réalisés sur l'ensemble de l'unité géologique du bassin du lac TCHAD, respectivement durant les années 1963 et 1964. Nous reprenons ici les résultats concernant le territoire de la République du Niger, exposés dans ces rapports, que nous complétons par les travaux effectués durant la campagne 1965.

Le présent chapitre va donc faire le bilan du travail réalisé durant les trois campagnes de terrain qui ont vu des équipes gravimétriques de l'O.R.S.T.O.M. parcourir l'Est de la République du Niger.

I - FINANCEMENT -

La base du financement du programme d'études a été assurée par l'O.R.S.T.O.M. mais le Gouvernement de la République du Niger a apporté une aide importante. En effet, en 1963 le Gouvernement de la République du Niger manifestait le désir que toute la partie nigérienne du bassin du lac TCHAD soit couverte par le levé gravimétrique de reconnaissance entrepris par l'O.R.S.T.O.M. dans le reste du bassin, dans un délai de 3 ans. Il demandait à l'O.R.S.T.O.M. d'établir un devis et proposait de prendre à sa

charge un peu plus du 1/3 des frais représentés par ce travail. Les crédits nécessaires étaient demandés et accordés par le Fond d'Aide et de Coopération. C'est à la suite de cette intervention du Gouvernement du Niger, que la Direction de l'O.R.S.T.O.M. décidait de renforcer les moyens mis à la disposition du levé gravimétrique du bassin du lac TCHAD. Ce renfort était représenté par une équipe basée à PARIS qui fut affectée au levé de la partie nigérienne du bassin et dont le travail devait durer trois ans.

Cette entente Gouvernement du Niger - O.R.S.T.O.M. était concrétisée par la signature d'une Convention. Avec la remise du présent rapport, l'O.R.S.T.O.M. achève de remplir ses engagements. L'Office se réserve de publier ultérieurement, à ses frais, en dehors de cet engagement, une synthèse des études géophysiques réalisées dans le bassin du lac TCHAD.

## II - M O Y E N S -

Durant ces trois campagnes sur le territoire de la République du Niger les moyens mis en oeuvre ont été ceux de l'équipe gravimétrique anciennement installée à M'BOUR (près de DAKAR) et plus récemment basée à PARIS.

Cette équipe était spécialisée depuis de nombreuses années dans le levé magnétique et gravimétrique de reconnaissance. Elle a effectué le levé des territoires des Républiques du Sénégal, de Côte d'Ivoire, de Haute-Volta, du Dahomey et du Togo, d'une grande partie de la République de Mauritanie et d'une partie de la

République du Mali. Elle disposait de moyens importants :

- Personnel - Géophysicien, Chef de Mission M. RECHENMANN
- Prospecteurs MM. DARBON  
JAMET  
MISSEGUE  
VILLENEUVE
- Mécaniciens MM. COLONGE  
GABORIAUD

Durant la campagne 1963-1964, pendant laquelle les régions les plus difficiles furent parcourues, erg de BILMA, l'équipe fut encore renforcée par un prospecteur supplémentaire. Celui-ci, Monsieur CHAUVIN, avait été prélevé sur le personnel basé à BANGUI.

- Matériel scientifique -un gravimètre WORDEN géodésique n° 313
  - deux gravimètres NORTH-AMERICAN n°124 et 165
  - quatre microaltimètres WALLACE et TIERNAN
  - trois balances magnétiques (mesure de la composante verticale), une RUSKA, une ASKANIA, une SHARPE.
- Véhicules -deux camions 4T. et sept pick-up Land Rover.

### III - PROGRAMME REALISE -

L'équipe, sous la direction de M. RECHENMANN, a effectué sur le territoire de la République du Niger :

- Durant la saison sèche 1962-1963, 3.600 stations
- Durant la saison sèche 1963-1964, 4.500 stations
- Durant la saison sèche 1964-1965, 7.000 stations

La première campagne se situait dans une bande s'étendant en latitude de 13° à 16° Nord et en longitude du 8ième degré Ouest à la frontière nigéro-tchadienne.

La deuxième campagne se situait au Nord du 16° parallèle dans la région limitée :

- Au Nord, par la frontière lybienne.
- A l'Est, par la frontière nigéro-tchadienne.
- A l'Ouest, sensiblement par le méridien 11° Est.

La dernière campagne a vu se réaliser, outre la fin du travail contractuellement prévu pour le Niger Oriental, un ensemble de stations dans le Niger Occidental. Celles-ci ont eu pour but de compléter les cartes gravimétriques antérieurement établies (1958) et pour lesquelles le réseau de mesures était trop lâche. Les valeurs obtenues par ce travail, réalisé hors convention, sont fournies dans ce rapport sous forme d'une carte.

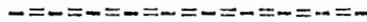
C'est, au total, 15.000 stations gravimétriques qui ont été occupées. C'est de cet important travail que notre présent

rapport rend compte.

L'examen des cartes pourra montrer que le levé a été effectué avec une densité très homogène de stations malgré les difficultés de parcours caractéristiques de ces zones. Cette densité dépasse 150 stations par degré carré.

Les mesures gravimétriques ont été doublées par des mesures de la composante verticale du champ magnétique terrestre. Ces mesures que nous utiliserons, dans certains cas, pour étayer nos interprétations, n'étaient pas prévues dans les obligations résultant de la convention.

C H A P I T R E II



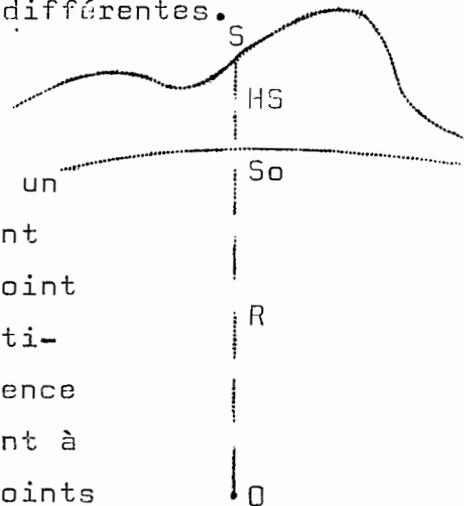
DEPOUILLEMENT - PRECISION DES RESULTATS-CARTOGRAPHIE

I. - GENERALITE SUR LES DEPOUILLEMENTS GRAVIMETRIQUES -

Les valeurs mesurées de la pesanteur pour pouvoir être utilisées à des fins géodésiques doivent subir certaines corrections que nous allons définir rapidement. Elles ont pour but de permettre la comparaison des mesures effectuées à des altitudes différentes, dans des régions au relief plus ou moins accusé et en des points de coordonnées géographiques différentes.

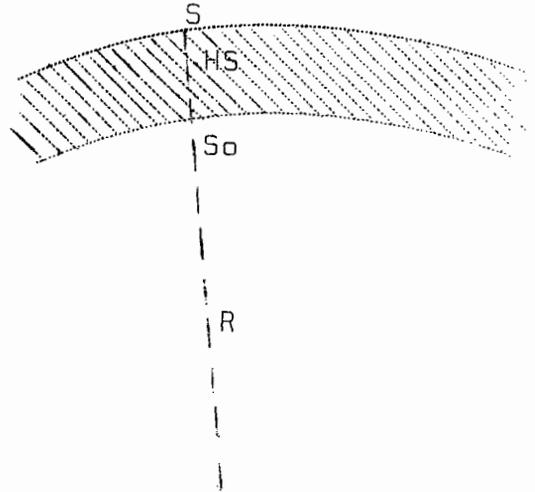
I - Correction d'air libre :

Ayant mesuré la valeur de  $g$  en un point  $S$ , d'altitude  $HS$ , on peut simplement déduire, de cette mesure, la valeur au point  $So$ , situé sur la même verticale à une altitude nulle, en considérant que la différence de pesanteur en  $S$  et  $So$  est due uniquement à la variation d'altitude entre ces deux points c'est-à-dire à la différence de leurs distances au centre de la terre (point où l'on peut considérer que la masse de la terre est concentrée pour l'application de la loi de l'attraction de NEWTON). Cette correction est dite "à l'air libre".



2 - Correction de plateau:

On peut également calculer ce que serait la gravité au point  $S_0$ , mais cette fois en tenant compte de l'attraction qu'exerce au point  $S$  la couche de terrain comprise entre les rayons  $R$  et  $R + HS$ , que l'on supprime (correction de plateau).



3 - Correction de relief :

Dans les réductions précédentes, on a considéré une couche sphérique régulière; en réalité, la surface extérieure de la terre comporte des dénivellations.

Pour en tenir compte et réduire la valeur de la pesanteur mesurée en  $S$  à la valeur qu'on obtiendrait en  $S_0$  si la terre était rasée au niveau du géoïde (surface équipotentielle correspondant au niveau des mers) on tiendra compte des masses supplémentaires (extérieures à la surface passant par  $S$ ) et des déficits de masse (en dessous de cette surface). Cette correction est dite "de relief".

L'ensemble de ces corrections constitue la correction de BOUGUER qui fait donc intervenir l'altitude de la station, la densité moyenne des terrains et la topographie régionale.

Les valeurs de la pesanteur ainsi réduites sur le géoïde sont comparées aux valeurs théoriques qui seraient celles des points de même latitude pris sur l'ellipsoïde international. La différence ainsi obtenue ( $g$  corrigé -  $g$  théorique) s'appelle l'anomalie de BOUGUER. Il existe une autre correction dite "isostatique" que nous n'utiliserons pas dans ce rapport. Elle est destinée à

supprimer l'influence des masses qui compenseraient à une profondeur choisie arbitrairement le poids des couches de terrain situées au-dessus du niveau de la mer. Cette correction suppose qu'en tout point de l'écorce à la profondeur choisie la pression est la même (c'est la théorie de l'isostasie). Son utilisation conduit à définir une anomalie isostatique.

#### PRECISION DES RESULTATS -

Nous allons envisager successivement la précision que nous pensons raisonnable d'admettre sur :

- I- les mesures de pesanteur
- 2- l'évaluation du terme correctif de BOUGUER
- 3- l'évaluation de la valeur théorique de la pesanteur.

Ceci nous permettra d'estimer l'erreur possible sur la valeur de l'anomalie de BOUGUER.

#### I - PRECISION DES MESURES DE PESANTEUR :

Les mesures ont été faites à l'aide de deux gravimètres "NORTH-AMERICAN" n° 124 et 165, et du gravimètre WORDEN géodésique n° 313. Elles sont rapportées au réseau de base établi par l'O.R.S.T.O.M. en 1951 et 1952 d'après lequel on a (3) :

FORT-LAMY	- aéroport -	978.184,26
ZINDER	- aéroport -	978.198,04
MOUSSORD	- aéroport -	978.234,48
FAYA LARGEAU	- aéroport -	978.448,66

Des stations secondaires ont pu être déterminées au cours des campagnes. La valeur de ces bases secondaires est plus ou moins précise selon le nombre de réoccupation. Ces stations sont choisies comme point de départ des itinéraires gravimétriques. Elles sont établies de proche en proche en partant des stations du réseau de bases, avec fermeture sur ce même réseau, en utilisant les recoupements des trois gravimètres dont disposait l'équipe. Il est difficile d'évaluer l'erreur qui peut entacher ces mesures.

L'expérience a montré que la valeur obtenue pour la base de FORT-LAMY du réseau O.R.S.T.O.M., à l'aide de nos gravimètres, en s'appuyant sur la base de ZINDER, ne différait que de 0,1 milligal de la valeur indiquée par MARTIN (le principal réalisateur du réseau de bases O.R.S.T.O.M.). Il est évident qu'il ne faut pas attacher trop d'importance à cet écart très faible. Écart si faible qu'il est inférieur à l'erreur que MARTIN admet pour les bases qu'il a établies (erreur qu'il suppose pouvoir, dans les cas les plus défavorables, atteindre 1 milligal). Il ne nous semble donc pas possible d'assurer, à la suite de cet heureux hasard, que nos bases secondaires sont définies au 1/10 de milligal. Par contre, nous pensons qu'elles sont définies par rapport aux bases du réseau à mieux qu'un 1/2 milligal. Cette valeur avait, en effet, été obtenue par Mademoiselle Y. CRENN dans l'étude du comportement du gravimètre NORTH-AMERICAN n° 124 comme limite de l'erreur possible pour une station quelconque ne résultant pas de recoupement. Son résultat provenait de l'étude de la courbe de dérive du gravimètre sur un an et demi (4).

Au Niger, l'utilisation rationnelle des 3 gravimètres a permis de définir véritablement des bases secondaires avec précision. Si bien qu'il semble raisonnable d'admettre pour ces bases

secondaires résultant toujours de plusieurs réoccupations par les 3 gravimètres, une erreur d'environ 2 dixièmes de milligals. La limite de l'erreur reste pour une station quelconque de notre levé 0,5 milligal, mais cette valeur est probablement rarement atteinte compte tenu des fermetures fréquentes sur les bases secondaires (au plus tous les trois ou quatre jours).

L'erreur faite sur la valeur moyenne de la pesanteur ne dépend que de l'erreur systématique du réseau de bases utilisées. Celui-ci a été établi à partir de la station fondamentale française Paris-Observatoire. Comme nous l'indiquions plus haut, MARTIN estime que l'erreur pouvant intervenir sur une base quelconque de son réseau ne dépasse pas un milligal; c'est donc cette valeur qui représentera l'erreur systématique possible de notre levé.

L'étude faite du gravimètre NORTH-AMERICAN n° 124 par Mademoiselle CRENN l'avait amenée à prendre pour limite de l'erreur accidentelle entre deux points voisins 0,5 milligal. Cette valeur de 0,5 milligal est exceptionnelle, en général l'erreur accidentelle entre deux points voisins ne dépasse pas 0,1 milligal. En définitive les erreurs à craindre sur nos mesures de la pesanteur sont :

- Erreur systématique sur l'ensemble du réseau, n'intervenant pas dans les interprétations géologiques, 1 milligal.
- Erreur continue sur un itinéraire, pouvant intervenir dans les interprétations d'anomalie régionale: en général inférieur à 0,5 milligal.
- Erreur accidentelle entre deux points voisins, intervenant dans les interprétations locales: en général de l'ordre de 0,1 milligal, pouvant tout à fait exceptionnellement atteindre 0,5 milligal.

## 2 - Précision du terme correctif de BOUGUER -

Nous avons vu que le calcul de ce terme nécessite la connaissance de l'altitude de la station de mesure, de la topographie régionale et de la densité des terrains.

Nous avons utilisé ici 2,67 comme densité moyenne pour les terrains, c'est la valeur couramment adoptée. La correction de relief n'a pas été effectuée. Pour deux raisons, la première provient du fait que dans ce pays de relief peu accusé elle est généralement faible. La deuxième raison c'est que l'altimétrie est insuffisante, sur les cartes géographiques au 1/200.000, pour permettre de calculer ces corrections avec la précision voulue. En effet, l'altimétrie des rares régions d'altitude marquée (AIR par exemple) est très mal connue. Un calcul rapide indique que ces corrections atteindraient au maximum 0,5 milligal dans les régions les plus accidentées. Cette erreur ne saurait modifier d'une façon appréciable la situation et l'importance des anomalies.

Il en est par contre tout à fait différemment pour l'erreur introduite par une mauvaise connaissance de l'altitude des points de mesure, erreur qui est très importante. En effet, une erreur de cinq mètres sur l'altitude introduit sur l'anomalie gravimétrique une erreur de l'ordre d'un milligal.

La précision sur l'altitude des stations est très variable, nous distinguerons deux cas :

### a) - Itinéraires du nivellement général -

Sur ces itinéraires, l'erreur systématique est celle du nivellement général; l'erreur accidentelle est différente pour deux catégories de stations :

- Les stations faites au voisinage d'un repère de nivellement pour laquelle elle est de quelques décimètres, en pratique ; elle pourrait d'ailleurs, si c'était utile, être absolument négligeable.
- Les stations interpolées à l'aide d'un microaltimètre entre deux bornes de nivellement (soit parce que celles-ci sont trop espacées, soit assez souvent parce que les bornes sont introuvables dans ces paysages monotones de dunes). Dans ce cas l'erreur est en général inférieure à 5 mètres.

b) - Itinéraires nivelés barométriquement -

En dehors des itinéraires nivelés par l'Institut Géographique National, les altitudes sont déterminées par nivellement barométrique. Bien que cette méthode de nivellement soit peu précise elle a été adoptée pour sa rapidité. D'une part les levés gravimétriques que nous réalisons sont des levés de reconnaissance (stations espacées en moyenne de quatre kilomètres), d'autre part cette méthode ne nécessite pas de personnel supplémentaire et par suite n'alourdit pas nos équipes de terrain. Ceci est très important dans les régions qui ont été cartographiées et qui sont de type saharien où il faut être "léger."

Les appareils utilisés ont été des microaltimètres WALLACE et TIERNAN.

Les erreurs instrumentales dues à une mauvaise détermination de la pression atmosphérique à l'instant de la mesure sont faibles. Ceci provient du fait que ces microaltimètres ont un coefficient de température très petit et que par suite la mauvaise homogénéisation de la température dans l'appareil se fait sentir faiblement, cette erreur instrumentale (sauf faute de lecture) est petite devant les suivantes.

Les erreurs importantes proviennent en effet du principe même du nivellement barométrique. Cette méthode serait correcte s'il n'existait pas de marée barométrique au cours de la journée et si l'atmosphère était en équilibre, car dans ce cas la pression ne serait fonction que de l'altitude.

Or il est bien évident que ces hypothèses ne peuvent être retenues, il sera donc nécessaire de faire des corrections.

- Correction de marée barométrique -

Pour effectuer cette correction nous avons utilisé les relevés effectués au camp de base à l'aide également d'un microaltimètre WALLACE et TIERNAN. Cet appareil installé à poste fixe est lu régulièrement.

Cette méthode de correction n'est évidemment pas excellente car dans certains cas les points nivelés sont à près de 150 kilomètres de la station fixe où la marée barométrique est établie.

Malgré tout, la comparaison de courbes de marées relevées en plusieurs stations pour une même journée montre que pendant la période où nous travaillons (saison sèche) les courbes sont assez semblables. Par suite on peut penser que l'hypothèse qui consiste à supposer la marée identique au poste fixe et aux diverses stations de mesure n'est pas absurde. Toutefois l'erreur introduite sera de plusieurs mètres.

- Correction de gradient isobarique -

Lorsque l'atmosphère est en équilibre, les surfaces isobares sont confondues avec les surfaces de niveau. Mais, en fait, les surfaces isobares s'inclinent par rapport à celles-ci et l'équilibre est rompu (ce qui donne naissance aux vents). Dans ce

cas une surface de niveau quelconque est coupée par les surfaces isobares selon des lignes d'égalité de pression (les isobares). Le gradient isobarique (quotient de la variation de pression entre deux points d'une même surface de niveau par leur distance) est très variable. Cette variation peut être forte et fausser considérablement nos mesures d'altitude si l'opérateur rencontre une dépression atmosphérique, elle peut être faible si l'isobare de départ suit le niveleur dans son déplacement.

En fait pendant les mois considérés les dépressions sont assez rares dans la zone de travail, toutefois l'erreur reste importante et ne peut être éliminée. La seule solution consisterait pour combattre ce gradient à disposer de plusieurs postes fixes d'enregistrement barométrique encadrant la zone de travail, or cela n'a pas été possible.

Monsieur REYT, Ingénieur Géographe, donne dans une note sur le nivellement barométrique, comme ordre de grandeur de l'erreur à craindre sur la moyenne des dénivelées calculées à partir de trois postes fixes situés à moins de 100 kilomètres du poste itinérant (avec un matériel identique à celui que nous utilisons)  $\pm 3$  mètres. Le fait que nous n'utilisions qu'un poste fixe diminue cette précision mais  $\pm 5$  mètres doit approcher de la réalité.

Les écarts aux fermetures ont été repartis, entre les stations, proportionnellement au temps.

De ces quelques remarques, nous pouvons admettre que les erreurs sont de l'ordre de grandeur suivant :

- Erreur sur la valeur moyenne des anomalies -

Si nous admettons comme nous l'avons dit  $\pm 5$  mètres pour l'erreur sur la moyenne des dénivelées, cela correspond à  $\pm 1$  milligal.

- Erreur continue sur un itinéraire -

Il semble normal d'admettre pour tous les points une erreur inférieure à 10 mètres c'est à dire 2 milligals. Ceci résulte du fait que lorsqu'un itinéraire nivelé barométriquement recoupe un itinéraire du nivellement général on constate des écarts qui sont toujours inférieurs à 10 mètres et généralement d'environ 5 mètres.

- Erreur entre stations voisines -

Nous admettrons 3 à 5 mètres donc moins d'un milligal dans ce cas.

3 - Précision sur le calcul de la valeur théorique de g :

Nous avons vu que la définition de l'anomalie de BOUGUER nécessitait le calcul de valeurs théoriques de la pesanteur (valeur sur l'ellipsoïde international), or ces valeurs dépendent de la latitude des stations considérées. Une source d'erreur proviendra donc de l'imprécision sur la détermination des latitudes.

Or dans la zone de travail, il n'existe que très peu de cartes, connaître sa position pose donc un sérieux problème. La méthode utilisée a été la suivante: cheminement à la boussole avec de très nombreuses visées, fermeture de ces cheminements sur des points astronomiques de l'I.G.N. ou sur des points expédiés

(4 étoiles) réalisés par nous en cas de nécessité.

Il est possible que l'erreur de position atteigne donc 2 minutes dans les régions où il n'existe pas de carte au 1/200.000 du Service Géographique et où nous avons dû réaliser nous même des points astronomiques. Cette erreur de 2 minutes représente aux latitudes auxquelles nous travaillons environ 2 milligals. Elle est continue sur l'itinéraire; entre deux stations voisines, elle est considérablement inférieure, nous pouvons admettre raisonnablement la demi-minute, c'est à dire 1/2 milligal, comme limite supérieure dans ce cas.

Au total nous admettrons donc comme résultat d'une mauvaise détermination de la latitude des stations :

- a/-Une erreur systématique du réseau : nulle.
- b/-Une erreur continue sur un itinéraire de l'ordre de 2 milligals.
- c/-Une erreur entre deux stations voisines : inférieure à 0,5 milligal.

4 - Erreur possible sur la valeur de l'anomalie de BOUGUER -

- a)-Erreur systématique - c'est l'erreur sur les bases du réseau O.R.S.T.O.M. soit un milligal.
- b)-Erreur sur un itinéraire.

-en zone dépourvue de cartes.

-Itinéraire nivelé I.G.N. : erreur de l'ordre de deux milligals.

-Itinéraire nivelé barométriquement : erreur pouvant atteindre 4 milligals.

-en zone régulièrement cartographiée (à l'échelle du 1/200.000) et disposant de points repérables sur le terrain :

-Itinéraire nivelé I.G.N. : erreur inférieure au milligal.

-Itinéraire nivelé barométriquement: l'erreur peut atteindre trois milligals.

c) -Erreur entre deux stations proches: variable suivant les conditions entre moins d'un milligal et un maximum de deux milligals.

Les limites des erreurs qui sont indiquées ici sont calculées comme la somme de toutes les erreurs dans les plus mauvaises conditions et il est très probable qu'elles dépassent largement les erreurs pratiquement existantes.

### III. -PRESENTATION DES RESULTATS -

Les résultats sont présentés sous la forme suivante :

I.-A l'Est du 8ème méridien.

- deux cartes au 1/1.000.000 fournissent les valeurs de l'anomalie de BOUGUER et le tracé des isanomales de 10 en 10 milligals pour la partie correspondant à la zone couverte par la convention, il s'agit de :

-la carte gravimétrique Niger Sud-Est.

-la carte gravimétrique Niger Nord-Est.

-une carte au 1/2.000.000, la carte gravimétrique du Niger Est, fournit également les isanomales de l'anomalie de BOUGUER de 10 en 10 milligals, elle porte également les emplacements des stations pour permettre un contrôle de la validité des tracés. Celui-ci a été obtenu par réduction du tracé effectué sur les feuilles au 1/1.000.000. Cette réduction rend la carte plus maniable. Elle est aussi plus immédiatement lisible que les feuilles au 1/1.000.000 surchargées des valeurs aux stations.

## 2.-A l'Ouest du 8ème méridien.

Pour cette région, nous avons repris les cartes précédemment établies, en 1958, et nous les avons complétées avec les mesures nouvelles, ceci nous a fourni :

-les deux cartes au 1/1.000.000 :

- Niger Nord-Ouest
- Niger Sud -Ouest.

## 3.-Une carte synthétique générale.

Cette carte au 1/2.000.000 fournit les isanomales de 10 en 10 milligals pour l'ensemble de la République du Niger. Dans le cartouche, situé en haut et à gauche de cette carte, on pourra retrouver la manière dont les levés ont été réalisés au cours du temps.

Tout le travail de dépouillement des mesures et de cartographie des résultats a été réalisé, durant les saisons des pluies, aux Services Scientifiques Centraux de l'O.R.S.T.O.M., à BONDY, sous la direction de Monsieur RECHENMANN.

C H A P I T R E     I I I

-----

APERÇU GEOLOGIQUE SUR LES REGIONS ETUDIEES

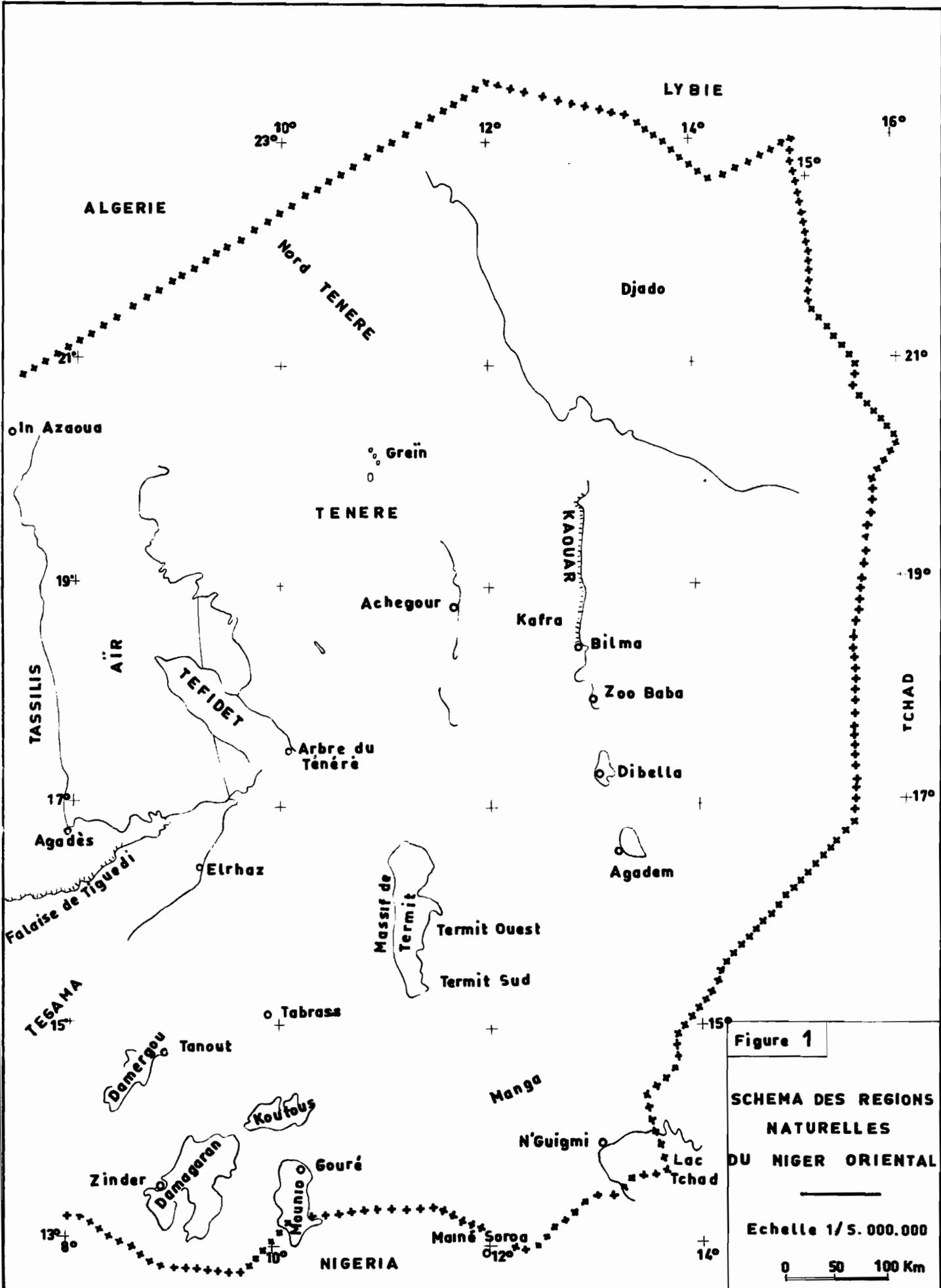
Nous allons indiquer les grandes lignes de la géologie de cette immense région de près de 600.000 km<sup>2</sup>, située à l'Est du 8ème méridien et délimitée par les frontières de la République du Niger.

Généralités :

Sa caractéristique essentielle est de constituer un énorme pays sédimentaire. Le socle affleure de façon importante uniquement dans deux secteurs, l'AÏR et le MOUNIO-DAMAGARAM (région de ZINDER et GOURE).

Malgré de nombreux travaux antérieurs fragmentaires, nous ne possédons de données d'ensemble sur toute cette région que depuis les travaux de terrain de M. FAURE réalisées de 1950 à 1960 et exposés dans sa publication de 1962 (5). C'est de cet ouvrage que nous allons tirer la plupart des renseignements qui nous orienteront dans nos interprétations gravimétriques. Seul le bassin du DJADO, au Nord-Est, a bénéficié par ailleurs d'études très complètes de tous ordres (géologique, géophysique, forages). Elles ont été réalisées par une Société Pétrolière (PETROPAR). Les renseignements géologiques généraux qu'elle a obtenus sont exposés dans une notice accompagnant la publication de cartes au 1/500.000 (6), que nous avons utilisée également.

Nous signalons les difficultés particulières qu'ont rencontré les géologues pour fixer dans leurs limites respectives le Précambrien, le Primaire et le Secondaire marin et continental.



**Figure 1**

**SCHEMA DES REGIONS NATURELLES DU NIGER ORIENTAL**

Echelle 1/5.000.000

0 50 100 Km

En effet, en dehors du socle aisément individualisé on était en présence d'affleurements isolés de formations généralement gréseuses, non fossilifères et à priori indistinguables entre elles. Pour les formations du Secondaire, seuls les niveaux marins, connus dans le DAMERGOU, venaient fixer un âge Cenomano-Turonien bien déterminé dans cet ensemble, mais il n'était pas aisé de placer les affleurements éloignés par rapport à ce repère. Les fossiles n'étant pas abondants, FAURE a été amené pour établir les corrélations stratigraphiques à comparer des successions lithologiques. Quelques gisements fossilifères ont permis de proposer un cadre chronologique approché pour l'ensemble.

A l'exception du DJADO où les pétroliers ont effectué certaines études très détaillées, l'immensité du secteur n'a pas permis de travaux géologiques de grand détail. Toutefois cette immensité a permis d'observer des niveaux parallèles à des distances considérables et d'en voir les variations en fonction de vastes domaines paléogéographiques dont FAURE a essayé de suivre l'évolution au cours des temps.

Nous allons indiquer maintenant les grandes régions géologiques, les localiser (fig. 1) puis donner leurs caractéristiques essentielles. Nous reprendrons ensuite, dans les chapitres suivants, la comparaison des cartes gravimétriques et géologiques zone par zone.

Régions géologiques :

- 1.- Le bassin du DJADO
- 2.- Le TENERE
- 3.- La partie orientale du massif de l'AÏR.
- 4.- Le bassin de BILMA
- 5.- Les formations quaternaires au Nord du lac TCHAD.
- 6.- La région au Sud et au Sud-Est de l'AÏR.
- 7.- La région GOURE-ZINDER.

Le Bassin du DJADO :

Le bassin primaire du DJADO constitue le prolongement méridional de celui de Mourzouk (situé en Lybie). Il forme une vaste zone synclinalo orientée NNO - SSE. Il est limité à l'Ouest par une ligne d'affleurements du socle, au Sud par les formations Secondaires du Niger, à l'Est par le massif du Tibesti. Il occupe toute la partie Nord-Est du secteur que nous étudions, sa superficie est de près de 200.000 km<sup>2</sup> dont plus de la moitié se trouve dans la République du Niger.

Cette région est particulièrement pauvre et ne compte pas 1.000 habitants.

Le TENERE :

Il s'agit du désert s'étendant entre l'AÏR et la ligne d'affleurements rocheux qui bordent le bassin du DJADO. Sa limite, au Nord, est constituée par la frontière du Niger, au Sud, par le grand Erg Tibesti-Aïr appelé également Erg du Ténéré. Ainsi défini,

il s'agit d'une région de 100.000 km<sup>2</sup> environ, hyperaride qui a été baptisé d' "archi-désertique" par CAPOT-REY (1952).

En dehors des limites périphérique, le soubassement du quaternaire ténérien n'est nulle part visible si l'on excepte l'ADRAR MADET (crétacé) et les buttes de Grein (dévonien). On est donc réduit à faire des hypothèses sur sa constitution géologique.

FAURE a formulé l'hypothèse que le soubassement est constitué de socle cristallin sous un faible recouvrement. Il la justifie par un certain nombre d'arguments qui peuvent se résumer comme suit :

- a/-Les affleurements visibles à la périphérie sont constitués de pointements isolés de socle précambrien, graduellement recouverts par le sable.
- b/-Vers le Sud-Ouest, une prospection géophysique a montré qu'au Nord-Est de l'Arbre du Ténére le socle est remonté par faille et se maintient entre 30 et 100 mètres sous la couverture.
- c/-Les affleurements dévoniens de Grein sont en position synclinale perchée.
- d/-Les faciès conglomératiques de la base des grés de l'ADRAR-MADET indiquent la proximité probable du socle.
- e/-Enfin, l'examen de la carte structurale suggère que le Ténére correspond à un antéclise englobant l'AIR.

Il estime que ces observations concourent à faire penser que le soubassement du Ténére doit être, en majeure partie, formé de socle précambrien sous une couverture alluviale et sableuse

relativement peu épaisse. Il n'écarte toutefois pas l'existence possible de lambeaux sédimentaires étendus sous la couverture récente. Il lui semble peu probable que de tels lambeaux puissent exister comme témoins de l'ancienne couverture car, il estime que, dans ce cas, leur présence serait marquée par une morphologie en buttes que le sable et les alluvions ne suffiraient pas à masquer. Par contre, l'existence d'éventuels témoins, effondrés dans des fossés, lui semble plus vraisemblable.

#### La partie orientale du massif de l'Aïr -

L'Aïr oriental comprend les parties les plus élevées du massif qui s'abaisse graduellement vers l'Ouest. Vers l'Est, la limite des régions montagneuses et de la vaste plaine du Ténéré est moins progressive.

Le massif cristallin est divisé en deux parties assimilées au Sugarien et au Pharusien limitées par un contact sensiblement Nord-Sud vers le méridien 9° 30'.

L'Est de l'Aïr présente une particularité remarquable : c'est la présence d'un important témoin sédimentaire surtout gréseux conservé grâce à un effondrement tectonique. Ce témoin appelé "fossé du Téfidet" pénètre de plus de 120 km. à l'intérieur du massif sur une largeur d'environ 40 km. Ce fossé constitue une région structurellement bien individualisée dans le Niger où les grands ensembles sédimentaires visibles sont généralement de structure calme, avec des pendages d'une fraction de degré et où les longues failles ont des rejets faibles.

La morphologie de la région du Téfidet et de l'Aïr en

général a amené FAURE à penser que, postérieurement aux effondrements, le massif a subi un lent mouvement de surrection qui se poursuit au quaternaire. Ceci serait indiqué par la composante générale des pendages moyens dirigés du massif vers le Ténéré. L'altitude moyenne des niveaux de même âge est bien supérieure dans la partie montagneuse à ce qu'elle est dans la plaine.

Ce bombement aurait permis à l'érosion de déblayer, sans doute au cours du Tertiaire et du Quaternaire, une part importante des grés précédemment déposés à l'emplacement de l'Aïr. Ce mouvement se poursuivrait peut-être encore au cours des temps actuels. Paléogéographiquement il est possible de supposer au crétacé inférieur, moyen et supérieur, l'existence d'une aire de sédimentation au-dessus de l'Aïr oriental. Les failles qui limitent la région sédimentaire du Téfidet sont, en effet, postérieures au Turonien. L'émergence du massif serait donc un phénomène assez récent.

#### Le Bassin de BILMA :

Le bassin de BILMA se situe à l'Est du Ténéré, c'est une région limitée par la ligne de faibles reliefs d'Achegour-Fachi à l'Ouest et de Dibella au Sud.

A l'opposé du Ténéré, il existe quelques affleurements soit en falaises : Achegour, Fachi, Kafra, Cheffadène, Kaouar; soit en regs. Mais la majorité du pays est recouvert de sable plat et de dunes vers le Sud. Une haute falaise tournée vers l'Ouest s'étend de Séguédine à Bilma.

Le soubassement consiste en un vaste bassin synclinal de terrains crétacés appuyés sur le socle affleurant à la

périphérie. La géologie de ce bassin est assez bien connue, la puissance du remplissage sédimentaire peut être évaluée approximativement. Nous reprendrons ces points en examinant la carte gravimétrique.

-Les formations quaternaires du Nord et de l'Ouest du lac TCHAD :

Le bassin nigérien du lac TCHAD occupe plus de 100.000km<sup>2</sup> de terrains entièrement recouverts de formations récentes masquant totalement les formations sous-jacentes.

Cette disposition cache un vaste bassin de sédimentation en voie de comblement et affecté d'une faible subsidence depuis le Tertiaire et peut-être depuis le Crétacé. Les méthodes classiques d'investigation géologique se sont heurtées à l'absence d'affleurements et n'ont fourni aucune donnée. Les seuls éléments que nous possédions sur ce secteur sont indirects, ils proviennent de quelques études géophysiques, de l'extrapolation des données géologiques fournies par les affleurements des régions périphériques et par quelques sondages effectués en Nigéria. Nous développerons ces divers points en reprenant l'étude région par région, nous n'indiquons ici que les caractéristiques principales de chaque secteur.

Région du Sud et du Sud-Est de l'AIR -

Cette région prolonge vers le Nord-Ouest les formations quaternaires entourant le lac TCHAD. Elle comprend les vastes plaines nigériennes s'étendant entre le massif de l'AIR et celui du plateau central de Nigéria dont les reliefs du MOUNIO-DAMAGARA sont une avancée septentrionale.

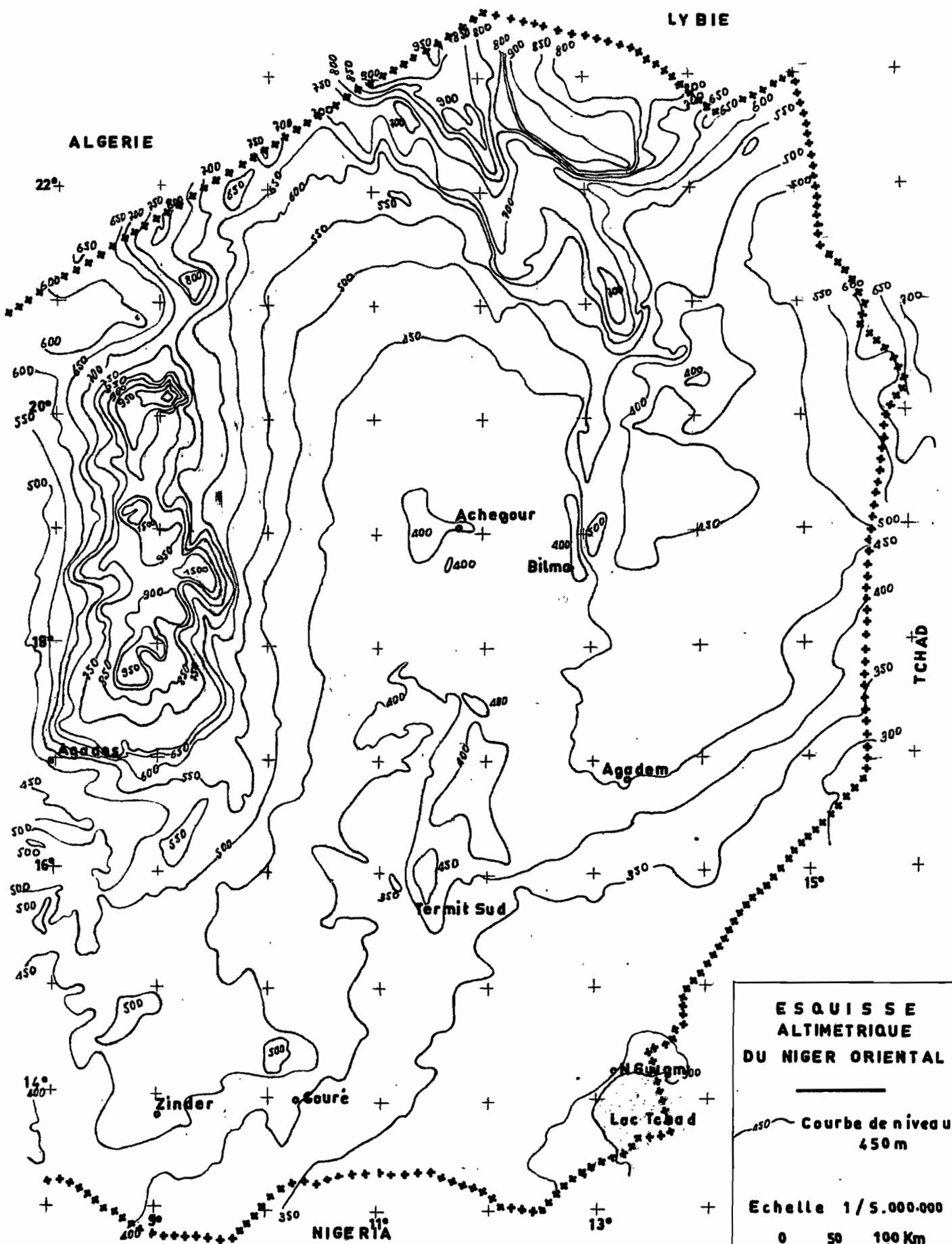
Le pays s'abaisse vers l'Ouest et vers l'Est en direction du fleuve Niger et du lac TCHAD. On peut donc définir cette région comme l'ensellement formant la zone de partage entre les bassins du Niger et du Tchad.

Outre les reliefs liés à la falaise de Tiguédi (bordure Sud de l'ATR), trois massifs sédimentaires forment des reliefs dominant la plaine en partie ensablée : ce sont ceux du DAMERGOU, de TERMIT et du KOUTOUS.

L'étude des affleurements de ce secteur a permis de définir une échelle stratigraphique. Le bassin sédimentaire s'enfonce, en effet, progressivement vers le Sud-Est à partir du massif de l'ATR. Des termes de plus en plus récents apparaissent donc à l'affleurement dans cette direction. On trouve, directement sur le socle, les formations du continental intercalaire qui affleurent largement au Sud de l'ATR puis les formations marines du crétacé moyen. Dans le massif de Termit et dans le Koutous, on trouve également du continental terminal.

Au Sud, par contre, le môle du MOUNIO-DAMAGARAN est ennoyé sous des termes assez élevées de la série stratigraphique.

Quelques données géophysiques que nous examinerons plus loin amènent à supposer l'existence d'une fosse sédimentaire dans la région de TERMIT.



**ESQUISSE  
ALTIMETRIQUE  
DU NIGER ORIENTAL**

— 450 —  
Courbe de niveau  
450 m

Echelle 1/5.000.000

0 50 100 Km

### Le MOUNIO-DAMAGARAM (GOURE-ZINDER)

Ces régions sont constituées de socle cristallin supposé d'âge précambrien. Il est constitué de roches variées essentiellement granitiques. Les quelques sondages électriques effectués par la Compagnie Générale de Géophysique font penser que ce socle s'ennoie régulièrement sous les formations sédimentaires au moins dans la première centaine de kilomètres. Il semble qu'avant le crétacé, le rôle du MOUNIO-DAMAGARAM jouait un rôle passif de haut fond vers lequel les séries s'uniformisaient et se recouvraient. Ceci l'oppose au massif de l'AIR où un soulèvement récent livre à l'érosion des termes stratigraphiques déjà anciens.

Nous venons de définir les grands secteurs géologiques de la zone d'étude gravimétrique. Nous allons maintenant, au cours des chapitres suivants, les reprendre un à un en analysant les cartes gravimétriques obtenues puis chercher à les interpréter en nous aidant de la géologie.

Comme nous l'avons indiqué précédemment nous n'avons pas calculé les anomalies isostatiques. Toutefois afin de pouvoir apprécier la signification des valeurs des anomalies de BOUGUER dans les divers secteurs étudiés, nous fournissons sur la carte ci-contre un tracé simplifié des courbes de niveau de 50 en 50 mètres telles qu'elles résultent de notre nivellement et des quelques points côtés des cartes. Nous rappellerons que le principe de l'isostasie indique que l'anomalie de BOUGUER varie, sensiblement en fonction de l'altitude moyenne de la région qui entoure la station de mesure, d'environ 1,1 milligal pour 10 mètres de dénivellation.

Nous indiquons également que dans les chapitres suivants, lorsque nous parlerons d'anomalies de BOUGUER plus grandes ou plus petites, il s'agira toujours de la valeur absolue des anomalies et non de la valeur algébrique.

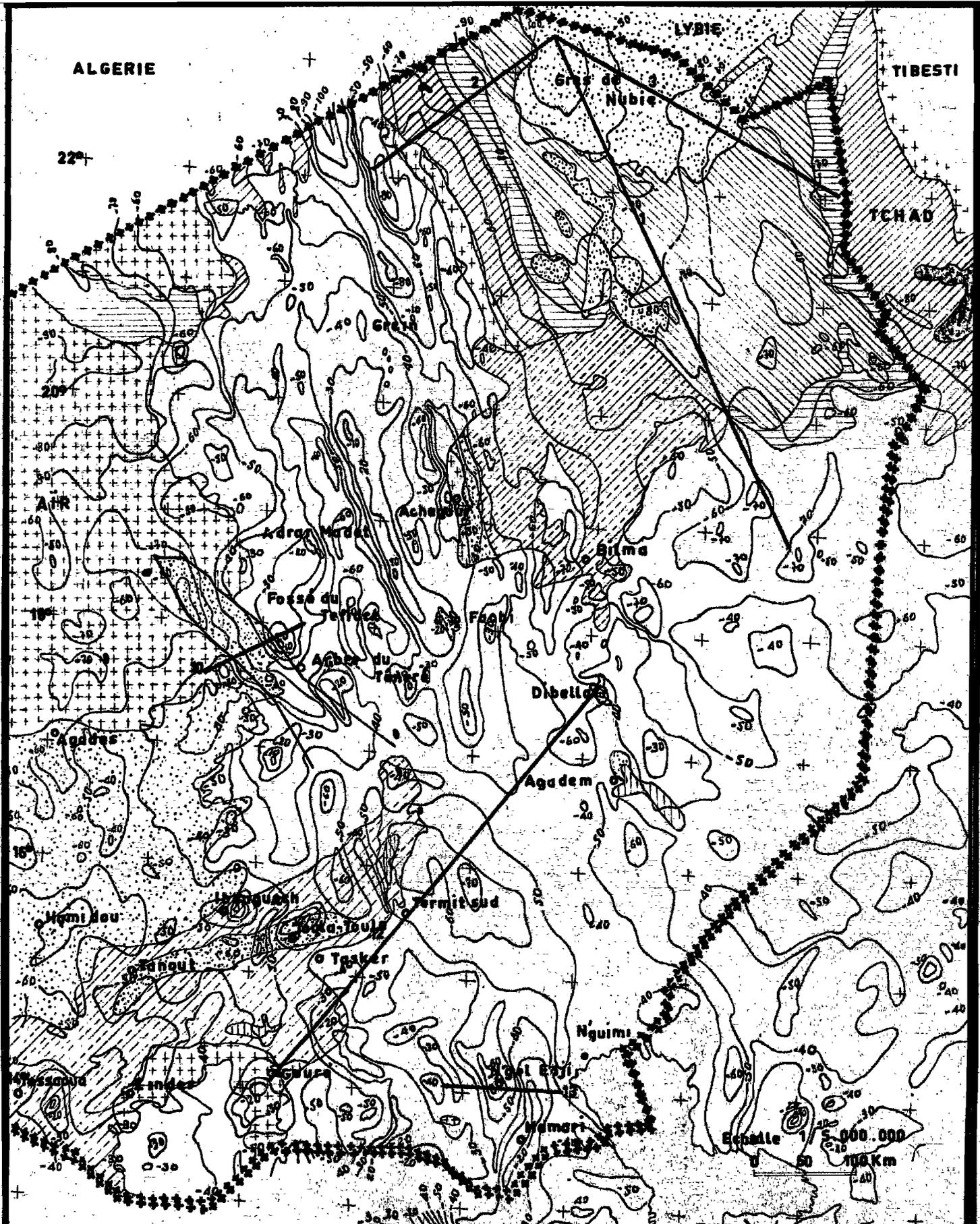
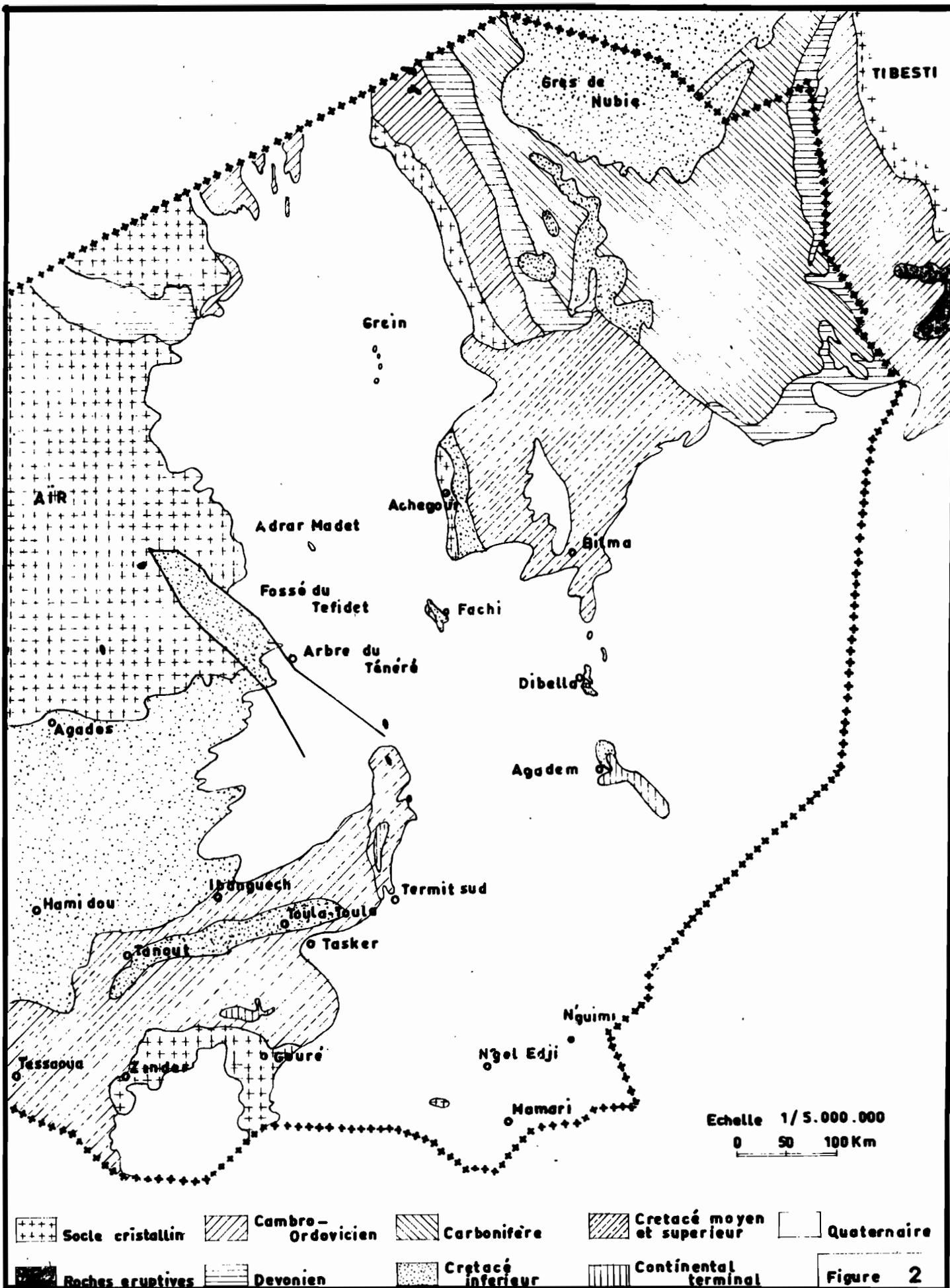
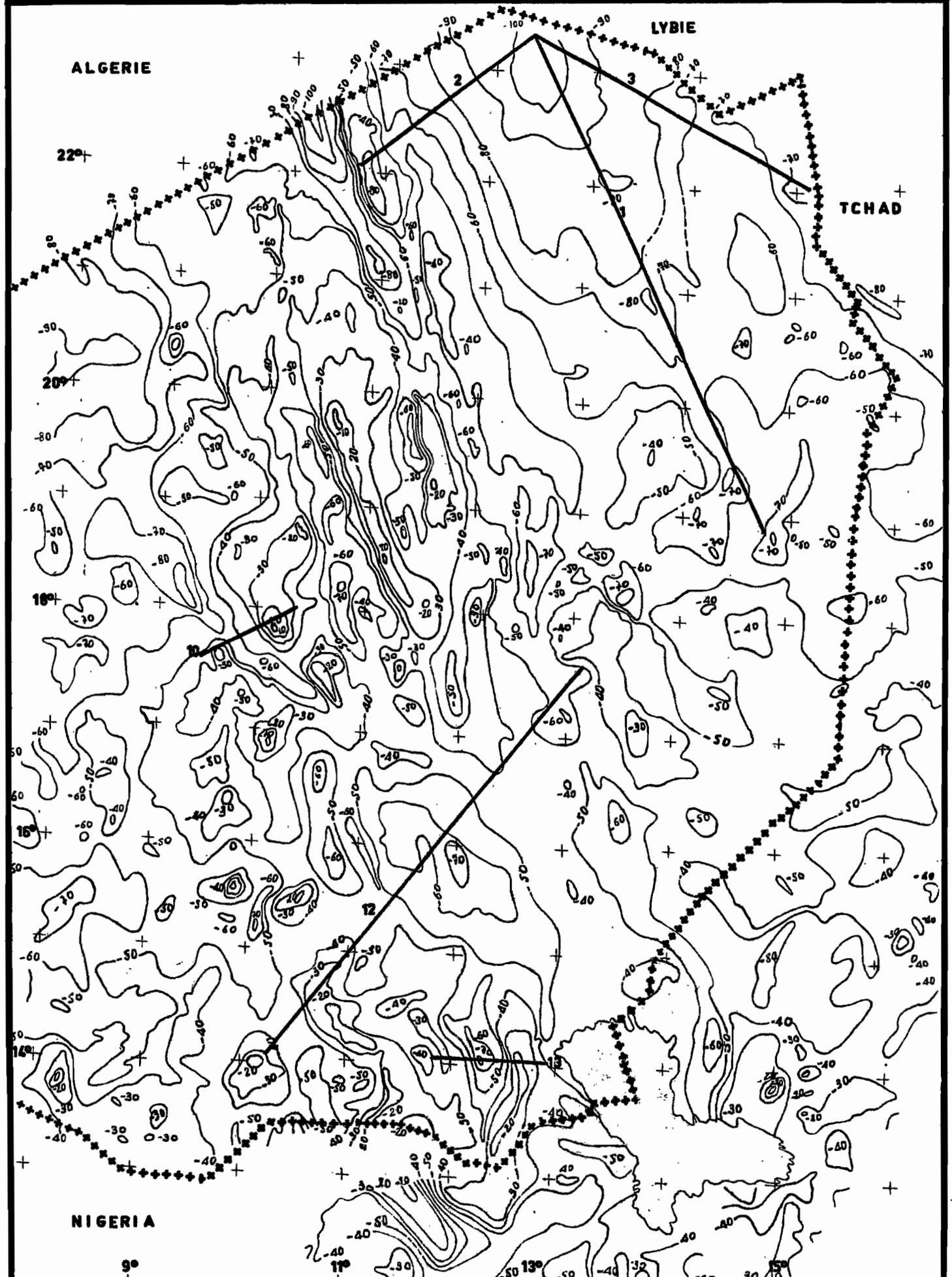


Figure 2





C H A P I T R E    I V

BASSIN DU DJADO - BASSIN DE BILMA

Nous précisons tout d'abord que pour la compréhension du texte correspondant à l'étude régionale qui commence dans ce chapitre et se poursuit dans les suivants nous conseillons de se reporter aux illustrations indiquées ici :

- les cartes gravimétriques fournies hors texte.
- la fig.2, ci-contre, qui donne les grands traits de la géologie de tout le secteur d'étude et permet de situer par rapport à elle les grands accidents gravimétriques.

Nous commencerons à examiner tout d'abord les structures géologiques du Nord-Est du NIGER : bassin du DJADO et bassin de BILMA.

I.- BASSIN DU DJADO -

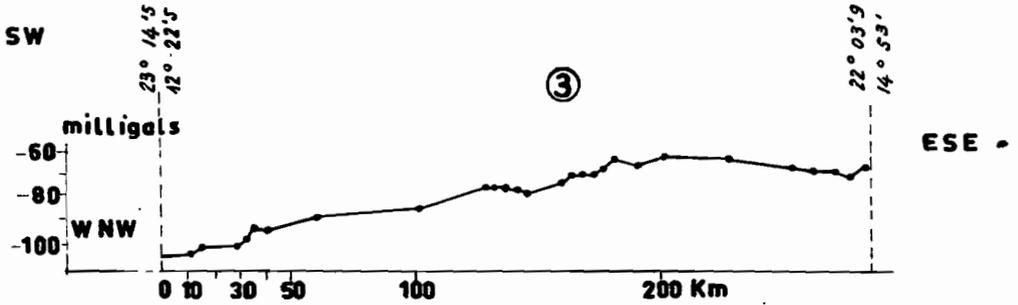
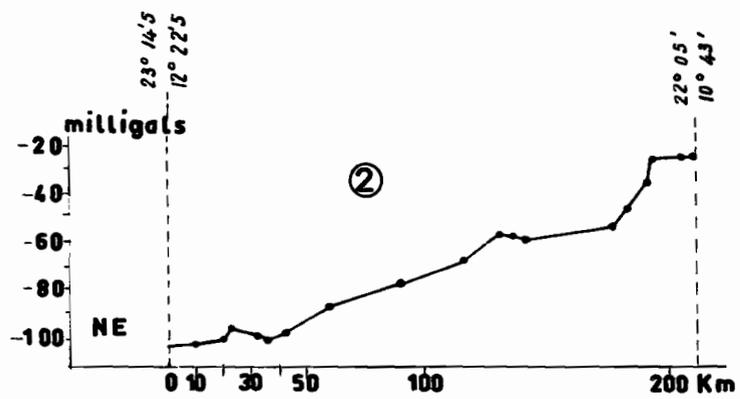
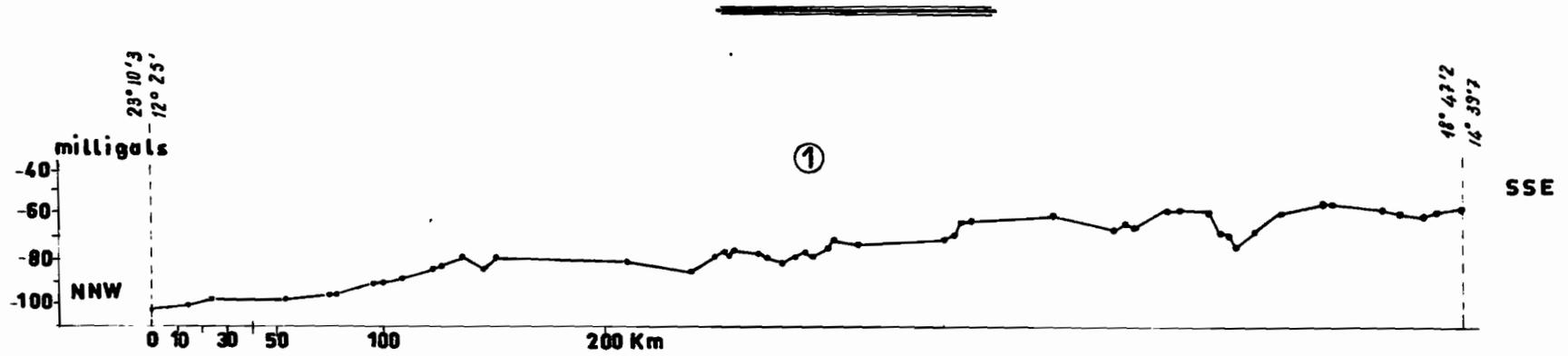
Généralités sur la carte gravimétrique -

L'examen de la carte gravimétrique montre immédiatement une anomalie négative très marquée à l'emplacement du bassin du DJADO. Le tracé des isanomales est en certains endroits sensiblement parallèle aux limites géologiques des diverses séries, en particulier sur la bordure Ouest du bassin (région de CHIRFA). Cette anomalie n'est pas entièrement cartographiée car elle n'est que partiellement comprise dans les limites de la République du Niger. Elle s'étend vraisemblablement largement en territoire lybien mais, à ma connaissance aucune mesure n'a été réalisée dans cet extrême Sud lybien.

L'anomalie, telle qu'elle apparaît sur le territoire nigérien, présente des gradients assez faibles. Son extension est

Figure 3

# PROFILS GRAVIMETRIQUES-BASSIN DU DJADO



ECHELLE 1 / 3.000.000

importante, elle couvre toute la surface comprise :

- en longitude, entre les affleurements du socle qui forment la bordure orientale du TENERE et les contreforts du TIBESTI, soit environ 500 kilomètres.

- en latitude, entre le 20ème parallèle et les frontières nigéro-lybiennes et nigéro-algériennes. Une avancée, sur le 14ème méridien, atteint la latitude de BILMA.

Le tracé des isanomales n'est pas trop perturbé et l'on peut penser que l'hétérogénéité du socle est faible. La carte gravimétrique pourrait alors être essentiellement sous la dépendance de la variation d'épaisseur du remplissage sédimentaire. Elle indiquerait, dans cette optique, l'existence d'un bassin dont la partie la plus profonde se situerait à la latitude 23° (à l'intérieur de l'isanomale - 100 milligals). Ce bassin se relèverait en pente assez douce vers le Sud, l'Est et l'Ouest (voir les profils de la fig.3).

Le bassin du DJADO comme celui des ERDIS, en République du Tchad, a été l'objet, à certaines époques du Primaire, d'invasions marines qui lui ont conféré un intérêt pétrolier. C'est ce qui explique les importantes études (gravimétrie de détail, sismique forages) qui ont été réalisées pour ce type de recherches. Etudes qui ne sont pas encore dans le domaine public et dont nous ne disposons pas actuellement pour éclairer l'interprétation de notre carte gravimétrique. Les données géologiques que nous allons utiliser résultent également des travaux réalisés par les Sociétés Pétrolières, mais ces données, elles, ont été publiées dans la notice explicative sur la carte géologique du bassin du DJADO (6).

#### Présentation géologique du Bassin -

Sommairement la structure géologique du DJADO est la

suivante :

- à la base, un socle cristallin et cristallophyllien d'âge précambrien affleure de part et d'autre du Bassin sur la bordure du TENERE et du TIBESTI;
- des séries paléozoïques essentiellement détritiques s'échelonnant du Cambrien au Dévonien supérieur recouvrent le socle à l'Est et à l'Ouest. Les terrains anté-dévonien sont localement le siège de manifestations éruptives. Au Sud, les affleurements sont masqués sur plus de 250 km. par les séries du Crétacé du Niger, ce qui rend difficiles les corrélations entre les deux flancs;
- des séries carbonifères argilo-calcaires et fossilifères affleurent dans la partie centrale du Bassin;
- à partir du Mésozoïque, deux provinces s'individualisent :
  - l'une au Nord où Trias, Jurassique et Crétacé inférieur sont représentés par des niveaux continentaux essentiellement gréseux, formant les Plateaux du DJADO;
  - l'autre au Sud se rattachant à la Province du Niger et dont les séries recouvrent les terrains anté-carbonifères; des niveaux marins et fossilifères datés du Cénomaniens et du Sénonien, permettent de séparer un Crétacé inférieur et un Crétacé supérieur Tertiaire continentaux essentielle-détritiques;
- de puissantes coulées Volcaniques s'échelonnent de l'Eocène à l'actuel dans le TIBESTI. Quelques appareils volcaniques récents sont également connus sur la bordure occidentale du DJADO;
- enfin, au Quaternaire des dépôts fluviaux et éoliens remplissent les dépressions, tandis que s'édifient les dunes et les ergs.

Paléogéographiquement, le bassin du DJADO est le vestige d'une profonde avancée vers le Sud des dépôts paléozoïques sur un

socle précambrien plissé, arasé et pénéplainé. Depuis, il n'a plus connu que des conditions continentales. Sa forme actuelle a été modelée par une orogénie récente ne conservant que l'une des directions sédimentaires anciennes, celle du carbonifère du flanc Ouest.

Au Cambro-Ordovicien, apparaît un axe subsident NW-SE, avec un maximum de subsidence vers le Sud. Le régime est surtout continental et les apports sont grossiers. Des gauchissements, des venues fissurales et une érosion active précèdent la transgression gothlandienne au cours de laquelle l'axe subsident s'ouvre davantage vers l'Ouest.

Des réajustements suivent le Gothlandien; et le Dévonien est caractérisé par un matériel grossier d'origine continentale.

La transgression carbonifère est tardive et semble n'intervenir qu'au sommet du Viséen. Les dépôts localisés à l'Est et au Sud sont argileux, mais réduits.

Par la suite, en dehors de brefs épisodes détritiques, le DJADO acquiert des caractères marins qui se poursuivent jusqu'au Westphalien où se manifeste cependant une tendance à la régression. Les sédiments sont fins, les niveaux carbonatés fréquents, les faunes abondantes. L'épaississement de l'ensemble se fait du NE vers le SW.

Le cycle paléozoïque se termine à la fin du Westphalien par un épisode franchement continental, témoin des premiers mouvements varisques.

Par la suite, dans le Nord, de faibles réajustements suivis d'érosion, précèdent le Post-Trias qui, quoique franchement continental, est caractérisé par des grés fins. De nouveaux mouvements plus importants précèdent les Grés de Nubie qui sont le dernier terme de cette région. Ils semblent représenter un Jurassique et un Crétacé inférieur franchement continentaux.

Dans le Sud, par contre, au-dessus d'un Crétacé inférieur continental, on rencontre les dernières manifestations marines de la grande transgression qui a envahi le Niger au Cénomano-Turonien. Ce cycle sédimentaire se termine par des grés dont une partie sans doute appartient déjà au Tertiaire.

A la fin du crétacé ou au début du Tertiaire, une phase de distensions provoque les premières venues fissurales dans le TIBESTI, tandis que se forment dans le DJADO oriental de grandes cassures et de nombreuses structures.

On peut d'ailleurs se demander si les fossés d'effondrements que nous serons amenés à supposer sous le TENERE ne pourraient pas trouver leur origine dans ces mouvements.

Les éruptions volcaniques du TIBESTI se poursuivront jusqu'à l'actuel, alternant avec des phases d'érosion qui ont donné progressivement à la région son modelé actuel.

En conclusion, on pourrait tenter une définition du DJADO en disant que c'est un bassin tectonique ayant pris naissance dès les premières phases varisques, comme en témoignent les directions sédimentaires carbonifères grossièrement conservées après une histoire orogénique qui a persisté depuis la fin du Crétacé jusqu'au Quaternaire. Il ne correspond pas à un bassin de sédimentation paléozoïque, en ce sens que les massifs du Hoggar et du Tibesti ont été très largement recouverts par les mers primaires, mais il reste suffisamment d'arguments pour penser qu'à certaines époques, il a fonctionné comme un sillon subsident.

L'étude stratigraphique des diverses séries amène à estimer la puissance de la séquence sédimentaire du Paléozoïque à environ 2.000 mètres dont la moitié appartiendrait au Carbonifère. En ce qui concerne les formations crétacées, dans le Sud où elles sont les plus épaisses, leur puissance maximale pourrait être de

près de 1.000 mètres.

Les Géologues n'ont évidemment pas de renseignements sur la nature du socle sous le bassin du DJADO. Les seules données dont il dispose concerne les affleurements à l'Est, du Tibesti, et à l'Ouest, du Hoggar.

A l'Est, dans le Tibesti, le socle précambrien a pu être divisé en deux ensembles séparés par une discordance majeure soulignée par un conglomérat :

- le Tibestien inférieur, composé de schistes cristallins souvent migmatisés et traversés de roches éruptives.
- le Tibestien supérieur. Il s'agit de grés alternant avec des schistes gréseux et argileux. Quelques fins niveaux de cipolins s'observent également. Le métamorphisme est toujours faible. On trouve associées des rhyolites, soit en coulées, soit en petits massifs intrusifs.

Les intrusions de granite sont fréquentes et à contours francs. Elles sont entourées d'auréoles de cornéennes. Il s'agit de granites calco-alcalins post tectoniques et de granites alcalins. ces derniers formant des massifs de faible surface.

Les schistes sont plissés en anticlinaux et synclinaux très serrés, orientés N.NE - S.SW avec quelques virgations autour des massifs de granite.

A l'Ouest, dans le Hoggar, on connaît également à la base deux ensembles séparés par une discordance majeure :

- le Suggarien composé de schistes cristallins, gneiss, amphibolites, et de vieux granites.
- le Pharusien. Il est représenté par des phyllades, micaschistes, quartzites, et est riche en formations volcaniques, le tout est localement injecté de granites et migmatisé.

Il s'y ajoute, au-dessus et en discordance, les "séries intermédiaires" peu ou pas métamorphiques. Leur épaisseur est de 1.500 à 2.000 mètres. Elle se présente avec des pendages tantôt fortement accusés de direction méridienne.

Ces considérations montrent que le socle ancien peut être assez varié géologiquement et que par conséquent la carte gravimétrique du DJADO montrera probablement des anomalies liées à sa composition.

A priori, il résulte donc des considérations géologiques précédentes que la carte gravimétrique doit être la résultante à la fois de la nature du socle et de sa topographie, celle-ci étant variée, puisqu'il existe un bassin sédimentaire important.

#### Interprétation de la carte gravimétrique -

L'examen de la fig.2 montre bien l'existence d'une correspondance générale entre l'anomalie négative et la forme du bassin. Par ailleurs la carte gravimétrique au 1/1.000.000 montre également que le tracé des isanomales n'est pas très perturbé ce qui peut permettre de penser que le socle est profond. Il faut toutefois, en ce qui concerne ce dernier point, remarquer que la gravimétrie réalisée sur les importants affleurements du socle du massif de l'AIR fournit également des profils assez réguliers. Afin d'essayer de comparer avec plus de précision la régularité des profils gravimétriques dans le bassin du DJADO et dans le massif de l'AIR, nous avons calculé dans les deux cas l'indice de continuité défini par Y. CRENN (7). Mademoiselle CRENN a effectivement constaté sur ses mesures effectuées en Afrique Occidentale que les profils traversant les bassins sédimentaires sont beaucoup plus réguliers que ceux situés sur les terrains métamorphiques. Elle a essayé de définir un indice mesurant cette notion de régularité et de calculer l'influence des différents facteurs dont il dépend.

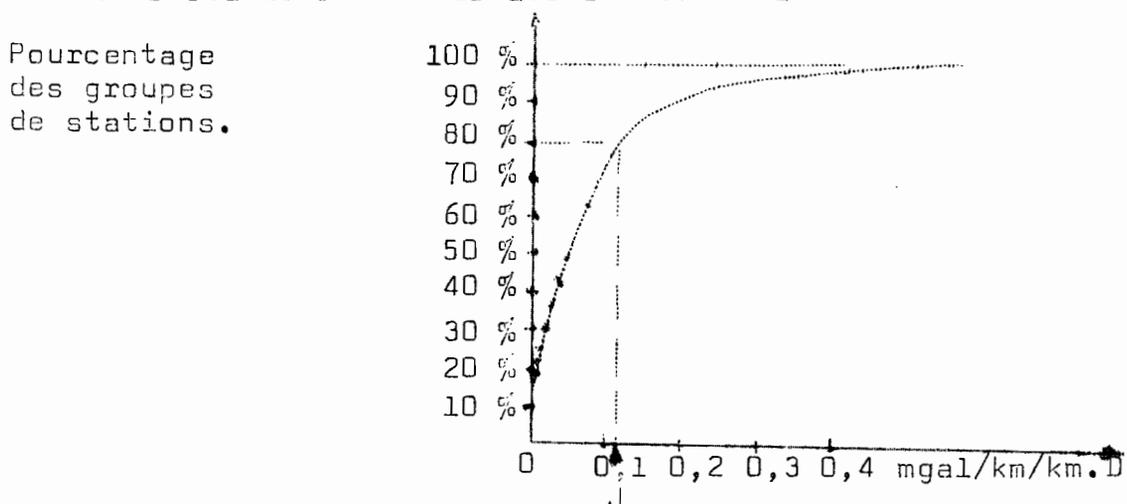
L'indice se définit de la manière suivante. Soient trois stations A, B, C, alignées, séparées par la distance d;  $g_A$ ,  $g_B$ ,  $g_C$  les anomalies de BOUGUER correspondantes. Nous calculons la différence seconde de l'anomalie :

$$D = \frac{(g_C - g_B) / d - (g_B - g_A) / d}{d}$$

D doit être évalué dans une région sur un minimum de 50 groupes de stations, il est mesuré en milligal/kilomètre/kilomètre. Un graphique est alors tracé, on porte en abscisse la valeur absolue de D et en ordonnée le pourcentage des groupes de stations pour lesquels la valeur absolue de D est plus petite que l'abscisse. L'indice de régularité J est la valeur de D telle que 80% des valeurs lui soient inférieures.

Cet indice dépend de l'hétérogénéité du socle et de l'épaisseur du recouvrement sédimentaire. Deux facteurs interviennent également dont il faut pouvoir éliminer l'influence, les variations de distance entre les stations et les erreurs accidentelles de mesures. Les erreurs accidentelles de mesure ont pour résultat de majorer l'indice de continuité. Nos stations sont régulièrement disposées et l'écart entre elles est peu variable.

Nous avons évalué D dans le bassin du DJADO sur 250 groupes de trois stations et nous avons obtenu la courbe suivante:



Ce qui nous donne pour la valeur de l'indice 0,12.

Le même travail pour le massif de l'AIR nous a donné:0,14.

Ces valeurs sont très faibles nous pouvons les comparer à quelques valeurs trouvées par Mademoiselle CRENN :

- 0,11 à l'Est du bassin du Sénégal.
- 0,15 dans le bassin de TAGU DENNI.
- 0,13 dans le bassin occidental de la République du Niger.
- 0,25 en moyenne sur le socle en dehors des lignes de fracture.

Il apparaît que si la valeur trouvée pour le bassin du DJADO est bien du type de celle que nous pouvons attendre sur un bassin sédimentaire, il n'en est pas de même pour la valeur trouvée dans le massif de l'AIR.

En effet nous sommes loin des indices de l'ordre de 0,25 que l'on trouve généralement sur les affleurements du socle. L'AIR se manifesterait comme un ensemble homogène à l'échelle des quelques kilomètres qui séparent nos stations.

De toute manière, il apparaît donc que les indices de continuité sont très comparables sur l'AIR et le bassin du DJADO, par suite il n'est pas possible d'en déduire des renseignements sur la puissance du remplissage sédimentaire de ce bassin.

Il est difficile de savoir si la vaste anomalie négative qui se superpose à la structure géologique du bassin du DJADO est due uniquement au remplissage sédimentaire.

On serait tenté de le supposer car les affleurements du socle de la bordure du TENERE et notamment ceux d'Achegour qui sont pourtant granitiques se manifestent comme des zones gravimétriquement lourdes. L'écart entre les valeurs de l'anomalie de BOUGUER

sur les affleurements du socle et les valeurs les plus faibles obtenues sur le bassin (près de la frontière lybienne) est de l'ordre de 50 milligals. Comme il n'apparaît pas possible d'avoir sous le bassin un socle plus léger que le granite d'ACHEGOUR, il est tentant d'interpréter l'écart de 50 milligals par la présence des sédiments paléozoïques. Leur puissance étant, d'après les considérations géologiques exposées plus haut, d'environ 2.000 mètres, ceci reviendrait à supposer une diminution de l'anomalie de BOUGUER de 10 milligals par 400 mètres de sédiments. Un tel résultat entraînerait la supposition d'un contraste de densité très élevé : plus de 0,6. Ceci en supposant évidemment qu'aucune compensation isostatique n'est réalisée sinon nous obtiendrions des contrastes encore plus élevés. De tels contrastes de densité pour des sédiments primaires paraissent invraisemblables et il nous faut donc supposer qu'une partie de l'anomalie gravimétrique négative peut s'expliquer par des causes plus profondes que les sédiments du bassin.

Vu les dimensions de l'anomalie et les gradients assez faibles (voir fig.2) il est effectivement possible de supposer des causes profondes. Par exemple un épaissement de l'écorce granitique sous le bassin par rapport aux bordures serait une explication. Ceci n'est nullement impossible. On constate dans l'AIR une anomalie qui nécessite une interprétation de ce type. En effet, en plein massif granitique, on remarque une vaste anomalie négative (8° Est en longitude et 20° Nord en latitude) de faible gradient également, d'amplitude moindre que celle du DJADO (une vingtaine de milligals au lieu de 50) qui ne s'explique pas par la géologie de surface. Il faut donc bien lui supposer une cause plus profonde et une des plus simples consiste bien à admettre un épaissement de la couche granitique en profondeur. Il n'est pas du tout impossible qu'un phénomène analogue n'existe sous le bassin du DJADO et ne se superpose donc à l'effet de la présence des sédiments. Ce qui

aurait pour but de réduire leur rôle dans l'interprétation de l'anomalie et par suite réduirait également le contraste de densité nécessaire pour une même puissance sédimentaire admise.

Nous pouvons remarquer, par ailleurs, que les intrusions basaltiques de la frontière algérienne, volcanisme de ROUX-BAYARD notamment (longitude 11° 15', visible sur la fig.2), ne se manifestent pas en gravimétrie, elles ne doivent donc pas correspondre à des venues importantes en profondeur.

## II.- LE BASSIN DE BILMA

### Eléments apportés par la géologie -

La stratigraphie de ce bassin crétacé est bien connue après les travaux de FAURE. Nous la résumerons ici :

Le socle précambrien, composé de granite et de granodiorite, affleure sporadiquement (Achegour, Fazeï, Fachi).

Au-dessus, se situent les grés d'Achegour; il s'agit d'un ensemble de grés d'environ 200 mètres daté de la partie supérieure du crétacé inférieur, c'est à dire du sommet du "Continental Intercalaire". Cette formation s'enfonce vers l'Est-Nord-Est, sous la formation suivante, avec des pendages de 1 à 3°.

On trouve ensuite successivement :

- des argiles et des calcaires du Cénomano-Turonien
- des grés fins du Sénonien
- des grés du Crétacé Terminal et peut-être de la base du Tertiaire (Formation de BILMA).

Toutes ces couches dessinent de grossières auréoles d'une demi cuvette synclinale dont l'axe passerait par le Kaouar. Ce synclinal est limité au Sud par le socle de DIBELLA et au Nord par le socle et le Paléozoïque du DJADO. Il mesure ainsi 350 km. du

Nord au Sud et sa demi largeur est d'environ 150 km. Les termes les plus élevés (formation de BILMA) débordent les autres niveaux vers l'Est où ils s'étendent en direction de la République du TCHAD, mais sont cachés sous l'erg Tibesti-Ténéré.

De longues failles de direction Nord-Nord-Ouest Sud-Sud-Est légèrement sinueuses recourent la partie occidentale du bassin. Certaines failles se suivent sur 80 kilomètres.

Il reste certaines incertitudes que la géologie de surface ne peut pas lever. Nous ne savons pas, notamment, si les terrains paléozoïques du DJADO ne se prolongeraient pas sous le bassin crétacé.

H. FAURE pense qu'un forage à BILMA traverserait environ 1.000 mètres de formations crétacées.

- Examen de la carte gravimétrique -

Pour le bassin du DJADO nous avons une allure commune entre les contacts géologiques et le tracé des isanomales. Les valeurs les plus faibles de l'anomalie de BOUGUER se situaient bien au-dessus des parties du bassin où la série était la plus complète. Nous avons immédiatement l'impression que la carte gravimétrique était sous la dépendance de la géologie de surface même si à la réflexion nous étions amenés à supposer l'intervention de causes plus profondes. Par contre, dans le cas du bassin de BILMA, il en est tout différemment. Aucune anomalie gravimétrique d'ensemble n'épouse l'allure générale du bassin. Au contraire les traits principaux de la carte gravimétrique ne semblent pas en liaison avec la géologie de surface.

En effet si nous examinons la fig.4, nous constatons les faits suivants :

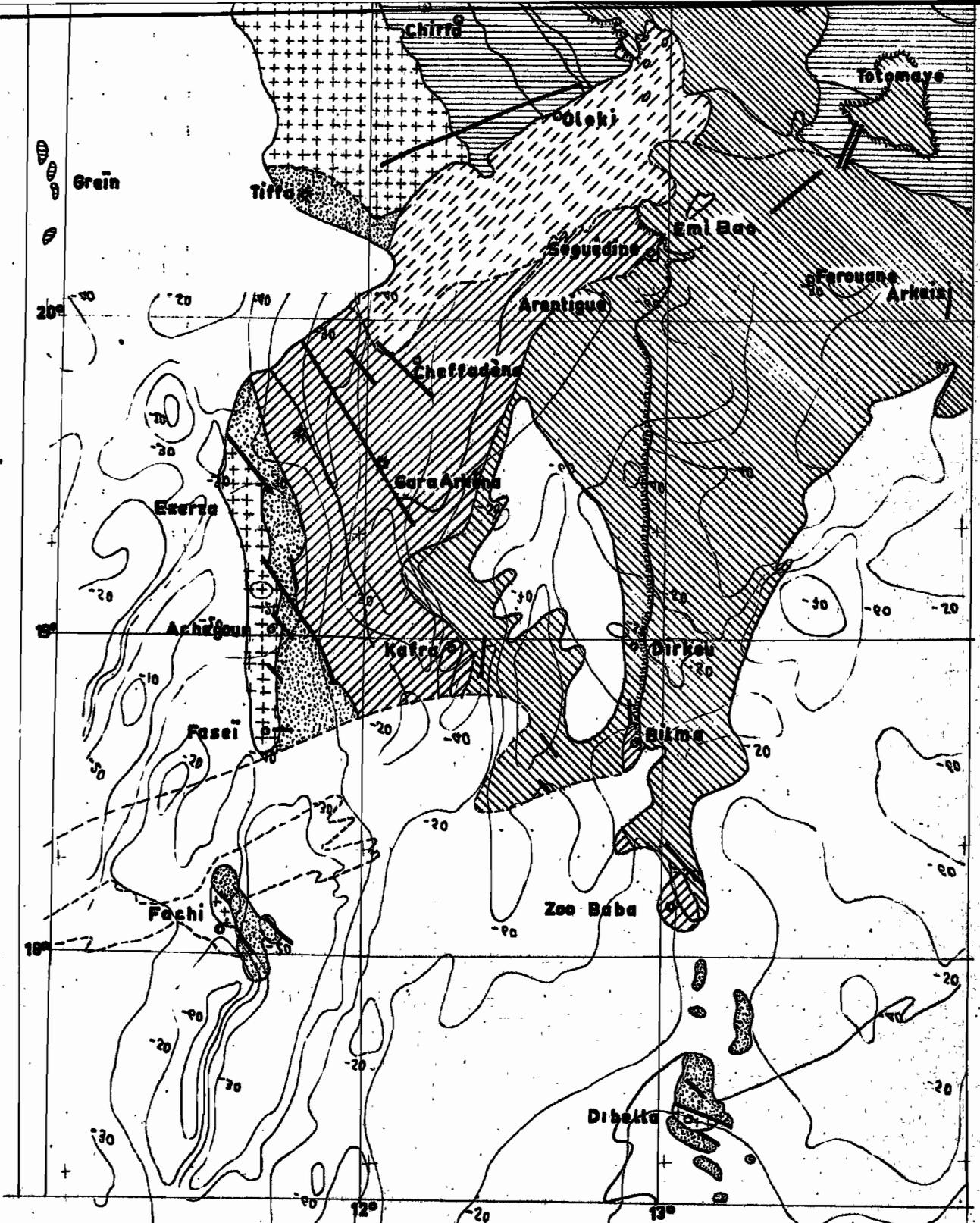
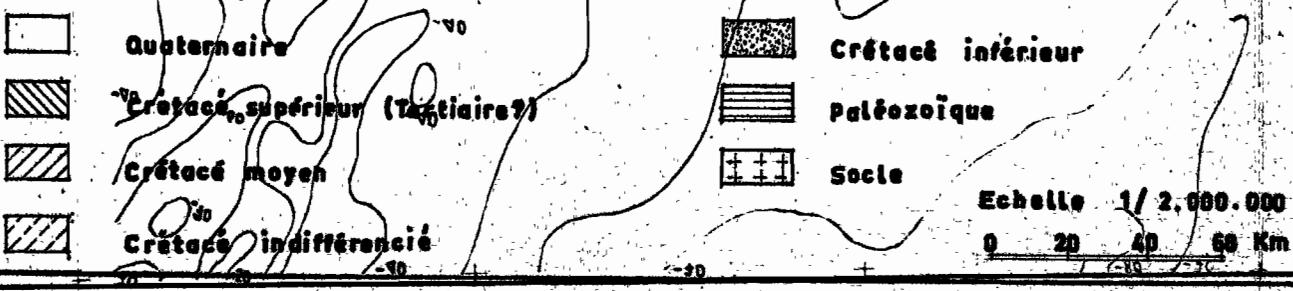
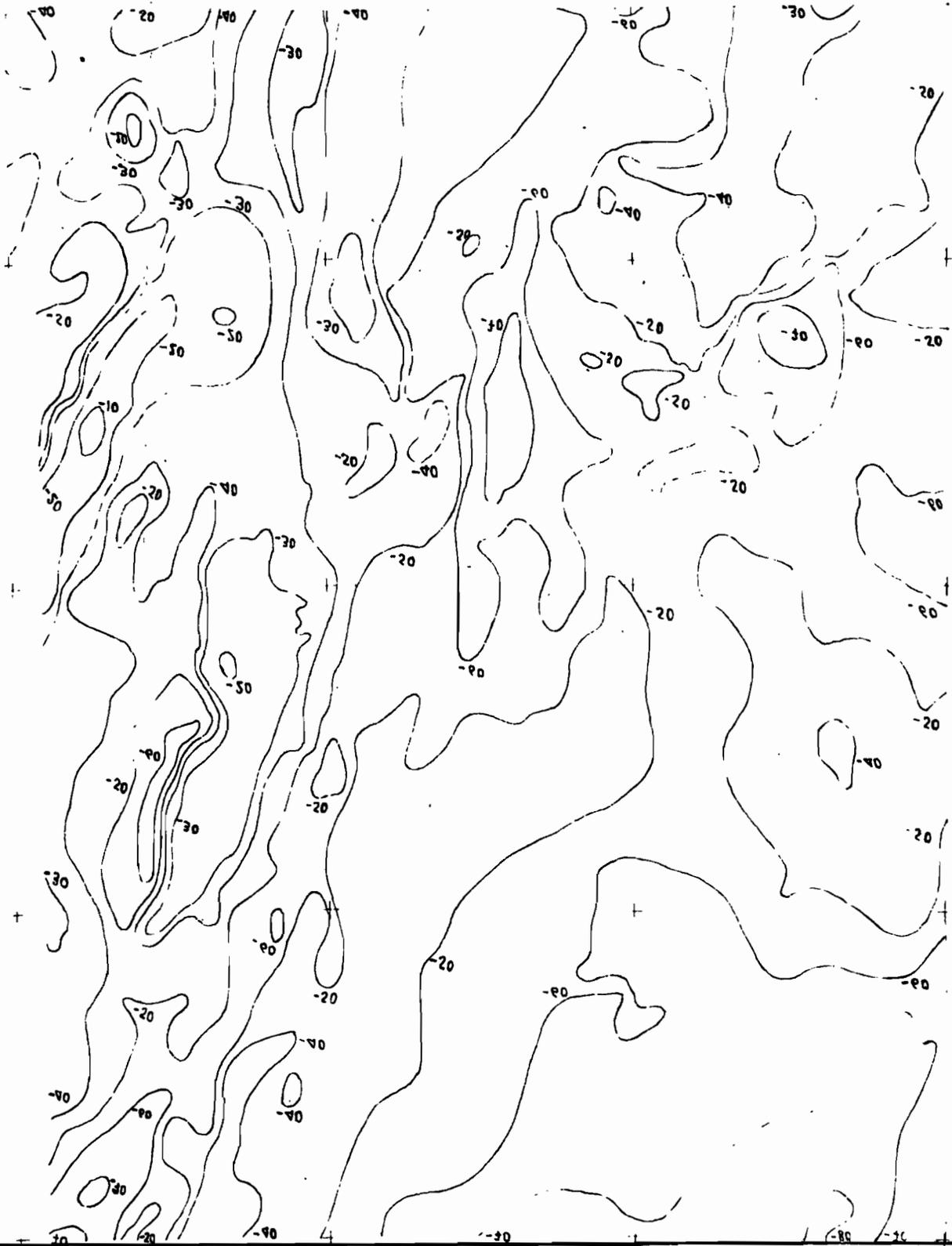


Fig. 4 Esquisse géologique du bassin de Bilma





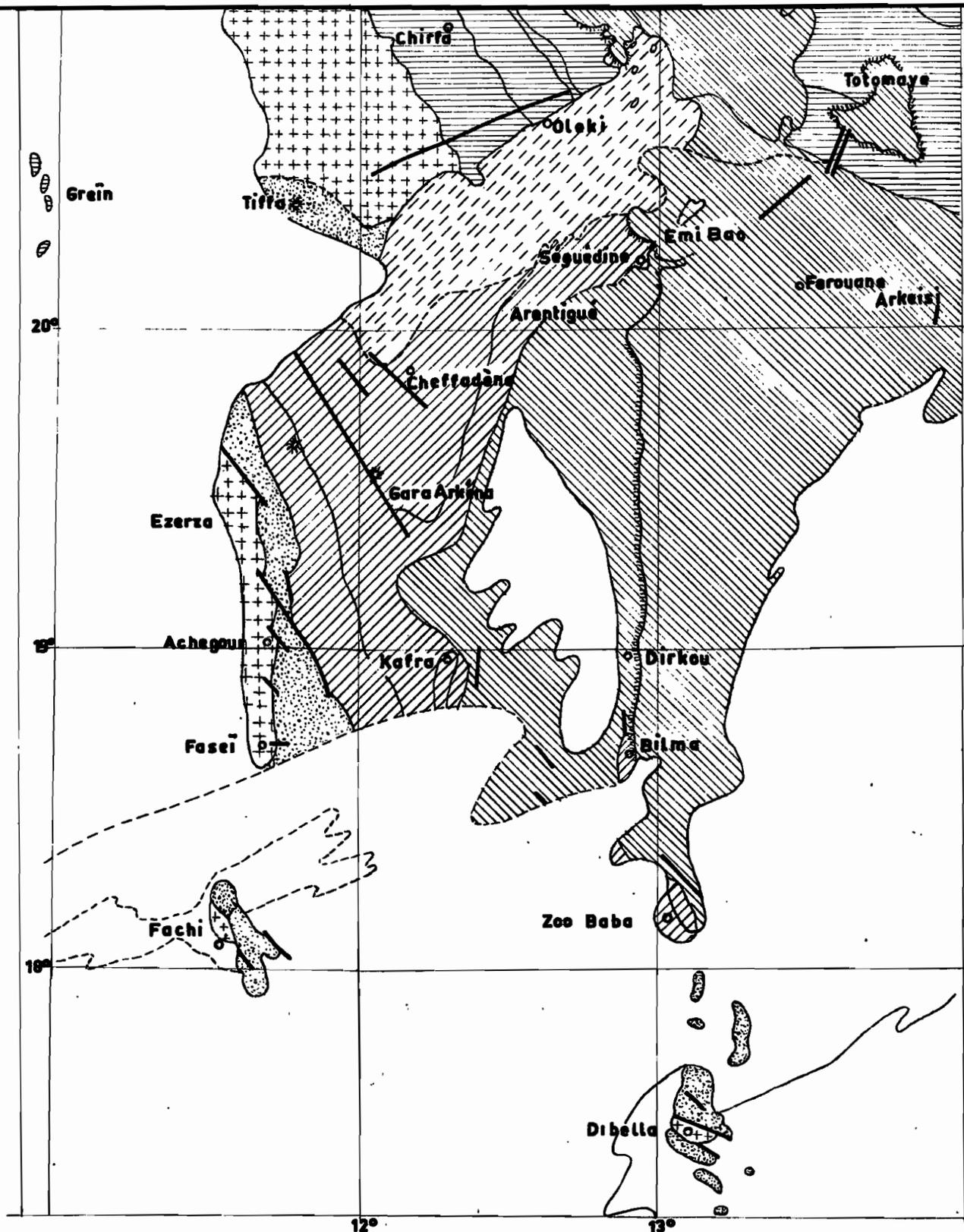
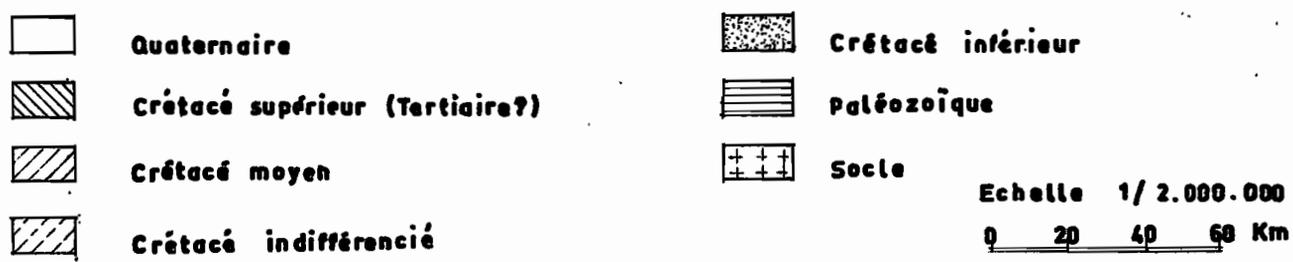


Fig. 4 Esquisse géologique du bassin de Bilma



- 1.- l'isanomale - 50 milligals, dont le tracé correspond sensiblement aux affleurements précambriens entre le DJADO et le TENERE se prolonge largement sous les formations crétacées jusqu'au 19ème parallèle, une quarantaine de kilomètres au Nord de BILMA.
- 2.- la rencontre des séries crétacées par les isanomales qui épousaient la forme du bassin du DJADO ne semblent pas perturber leur crétacé.
- 3.- une grande partie des affleurements crétacés correspond, en fait à des valeurs fortes de l'anomalie de BOUGUER. C'est le cas des zones situées à l'Est et au Nord-Est de BILMA.
- 4.- à l'Ouest et au Sud-Ouest de BILMA, sous l'erg, une anomalie négative se marque. Elle est orientée Nord-Sud. Elle correspond à une baisse de 20 milligals par rapport aux valeurs obtenues dans le reste du bassin de BILMA. Cette anomalie fait partie du vaste accident gravimétrique qui partant du lac TCHAD rejoint la frontière algérienne au niveau du 10ème méridien après avoir traversé toute la République du Niger (voir fig.4).

Au total, il s'avère donc que la carte gravimétrique ne s'explique pas à l'aide de la géologie de surface. En effet, elle ne reflète pas ce que nous savons sur la variation de puissance des sédiments. En fait, elle doit être essentiellement sous la dépendance de la composition du socle. La seule remarque que nous puissions faire c'est que les travaux de FAURE qui amènent à supposer une puissance inférieure à 1.000 mètres pour le bassin sont en accord avec la gravimétrie. En effet, un effondrement important d'une zone de dimensions assez limitées donc pour laquelle la compensation isostatique ne pourrait être importante, devrait donner lieu à une forte anomalie négative. Un tel approfondissement ne pourrait peut-être exister, qu'à l'Est de BILMA, sur le tracé du grand accident qui recoupe le bassin et qui correspond peut-être à un très

long graben là où se situe l'anomalie négative dont la coupe est fournie sur la fig.6 (extrémité du profil 11). Nous ne pouvons faire que des hypothèses à ce sujet qui demandent à être confirmées par d'autres méthodes. Dans le cadre d'une campagne de prospection électrique structurale réalisée actuellement dans le Niger Oriental par l'O.R.S.T.O.M. ces accidents gravimétriques seront étudiés.

C H A P I T R E V

-----

Les formations cristallines:  
AIR et MOUNIO - DAMAGARAM

-----

L'AIR et le MOUNIO-DAMAGARAM sont les seules régions qui permettent une étude sur une certaine étendue du socle cristallin dans notre secteur pourtant vaste. Grâce à elles nous pouvons avoir des indications sur les anomalies qui peuvent être attendues sur un socle affleurant. Ces renseignements sont importants à posséder pour orienter nos interprétations gravimétriques en pays sédimentaires.

I.- LA PARTIE ORIENTALE DU MASSIF DE L'AIR

La partie du massif de l'AIR qui nous intéresse ici comprend toute la partie située à l'Est du méridien d'AGADES (8° Est) C'est, en effet, ce méridien qui limite vers l'Ouest le secteur de travail prévu par la Convention signée entre l'O.R.S.T.O.M. et le Gouvernement de la République du Niger.

L'examen de la carte géologique montre un fond granitique constitué de granites anciens calcoalcalins. Des migmatites et des schistes cristallins sont cartographiés par plages importantes ainsi que des pointements basaltiques nombreux, ces derniers essentiellement entre les 17ème et 19ème parallèles.

Un contact sensiblement Nord-Sud délimite vers le méridien 9° 30', à l'Est un socle attribué au pharusien et à l'Ouest au sug-garien.

En dehors de ces terrains cristallins existent dans la partie orientale de l'AIR, des formations sédimentaires; au Nord, d'âge paléozoïque (dévonien), au Sud, d'âge crétacé. Au Sud, les sédiments se présentent d'une manière très particulière. Ils pénètrent profondément dans le massif suivant une bande large d'une quarantaine de kilomètres, longue de plus de 120 km. dans le sens NW - SE, il s'agit de la bande sédimentaire du TEFIDET. Cette région montagneuse du TEFIDET montre des sédiments crétacés sous une allure très différente, morphologiquement et tectoniquement, des formations lithologiquement, très proches que l'on rencontre au Sud de l'AIR. En effet, la région du TEFIDET se présente sous la forme de hautes falaises encaissant les oueds, bordant des plateaux très découpés dont les sommets dépassent 1.200 m. d'altitude. Les pentes de plusieurs degrés sont fréquents avec, le long des failles bordières, des grès relevés à la verticale. Enfin, des manifestations volcaniques donnent de nombreux pitons de basalts qui traversent les grès. L'étude de cette bande sédimentaire du TEFIDET est faite dans le chapitre suivant concernant le TENERE car, la gravimétrie indique, dans cette région, la présence probable de structures analogues et nous avons préféré les examiner ensemble.

Nous nous contenterons donc ici d'examiner la carte gravimétrique de l'Est de l'AIR sans nous intéresser à la région du TEFIDET.

Il faut bien reconnaître que la gravimétrie de ce secteur ne semble pas très liée à ce que nous connaissons de la géologie.

En effet :

I.-les contacts géologiques connus (limites du socle, limite pharusien-sugarrien, contact granites-schistes, intrusions basaltiques) n'apparaissent pas sur la carte gravimétrique.

- 2.-la carte gravimétrique (fossé du TEFIDET mis à part) n'indique pas d'anomalies importantes, à l'exception d'une anomalie négative ample sensiblement centrée sur le point de coordonnées 8° Ouest et 20° Nord. Cette anomalie ne correspond à rien de particulier géologiquement. Elle se situe en plein paysage granitique qui ne semble pas différent de celui du reste du massif. On pourrait donc admettre qu'il y a un épaissement, dans cette région, de la couche granitique. Celle-ci occuperait là, en profondeur, des zones qui ailleurs sont occupées par des roches plus denses. A l'Est de cette anomalie, un pointement lourd se marque qui correspondrait, lui, très probablement à une intrusion basaltique non parvenue jusqu'à la surface. Cette intrusion doit être assez importante (on pourrait d'ailleurs si on le désirait calculer l'excès de masse à laquelle elle correspond) car les pointements basaltiques cartographiés géologiquement, dont certains sont assez étendus, ne marquent pas en gravimétrie. On peut en déduire que les parties affleurantes ne sont pas des indices de massifs importants en profondeur, ce sont des venues limitées.
- 3.-L'indice de continuité, tel que nous l'avons défini, qui, sur le précambrien atteint, en général, des valeurs assez élevées (par exemple 0,25 sur le socle de la Côte d'Ivoire) reste ici à une valeur extrêmement basse: 0,07. Il semble donc que le socle de l'AIR malgré une certaine diversification pétrographique superficielle soit finalement assez homogène globalement, du moins en ce qui concerne les densités. Cette remarque est extrêmement importante pour l'interprétation des levés gravimétriques obtenus sur les bassins sédimentaires environnants. Car, dans ces conditions, on pourra, peut-être, espérer que les cartes gravimétriques seront davantage sous la dépendance de la topographie du socle et à un moindre degré sous celle de sa composition. Ce qui serait contraire à la règle générale suivant laquelle une carte

gravimétrique reflète essentiellement la composition du socle, mais ce qui évidemment nous serait très favorable en permettant à partir de nos cartes, de répondre à une des principales questions que l'on se pose sur ces immenses zones sédimentaires : comment se répartissent les bassins et quelles sont leurs importances relatives. L'homogénéité gravimétrique du socle de l'AIR, tout comme celle du QUADDAÏ que nous avons constaté au Tchad où l'indice de continuité a été trouvé de 0,12, nous est très favorable mais il ne faudrait pas toutefois en conclure trop rapidement, comme certains l'ont fait à partir de nos premiers levés, que nos isanomales représentent, en fait, à un facteur près, les courbes de niveau du socle. En effet, il ne faut pas oublier que sur le socle affleurant nous avons tout de même des anomalies très nettes et qu'ensuite il n'est pas impossible qu'ailleurs, sous les bassins, existent des anomalies plus importantes encore. Ceci est mis en évidence par le calcul de l'indice de continuité que nous avons effectué sur d'autres régions cristallines avoisinantes, le TIBESTI et le MOUNIO-DAMAGARAM. Pour le TIBESTI où nos mesures n'étaient pourtant pas situées dans les parties les plus tourmentées du massif, l'indice atteint 0,20. Pour le MOUNIO-DAMAGARAM, il atteint 0,30.

Il apparaît donc à l'examen des valeurs trouvées pour cet indice dans les limites du bassin du TCHAD (au sens très large) que nous ne pouvons guère tirer de renseignements de son étude. En effet, le socle affleurant donne des valeurs variant de 0,12 à 0,30. Il n'est donc pas possible dans ce bassin comme l'a fait Y. CRENN en Afrique Occidentale de déduire de la valeur de l'indice un argument sur l'importance de la puissance du remplissage sédimentaire.

Donc dans notre secteur de travail, suivant la règle qui est générale d'ailleurs, la carte gravimétrique pourra être essentiellement sous la dépendance de la composition du socle. Il faudra

donc être très méfiant dans son utilisation pour la détermination des bassins profonds. En pratique, il faudra toujours contrôler nos suggestions fournies à partir de la gravimétrie, par une ou plusieurs autres méthodes indépendantes. C'est ce que nous nous efforçons de réaliser depuis quelques années au TCHAD et cette année dans le Niger Oriental en utilisant la technique des grands sondages électriques.

## II.- LE MOUNIO-DAMAGARAM

Nous signalons que DAMAGARAM peut également s'orthographier DAMAGARAN.

Ces reliefs situés au Sud de notre carte limitent les grandes plaines nigériennes, ils représentent les avancées vers le Nord de la masse de terrains cristallins du plateau central de NIGERIA.

Le MOUNIO est constitué par un massif de microgranites classé par FAURE dans la "série jeune" (7). Le DAMAGARAM par contre est cartographié en granites anciens indifférenciés comprenant des formations importantes de quartzites.

Gravimétriquement, on constate que le contact entre le socle et les formations crétacées n'apparaît pas, ce qui fait penser qu'il doit s'enfoncer progressivement sous la couverture sédimentaire. Ceci est bien d'ailleurs en concordance avec les résultats de la prospection électrique réalisée par la Compagnie Générale de Géophysique entre ZINDER et AGADES. Celle-ci indique, en effet, une pente du socle assez faible; celui-ci serait à 600 m. de profondeur à 100 kilomètres des affleurements. De la même manière le profil GOURE-TERMIT indique un enfoncement très lent, de l'ordre de 400 mètres, pour les cent premiers kilomètres. Par contre, la carte gravimétrique montre deux anomalies nettes, toutes

deux positives. L'une englobe le massif du MOUNIO, l'autre se situe sur les formations crétacées, en bordure du DAMAGARAM (près de TESSAQUA). En outre tout le secteur situé au Sud d'un axe GOURE-ZINDER se marque globalement comme une zone lourde.

L'anomalie du MOUNIO s'explique très facilement car elle correspond à des affleurements d'un ensemble de roches éruptives (les microgranites indiqués plus haut) percé lui-même de roches intrusives (basaltes). Il n'est pas étonnant qu'un tel ensemble se marque en lourd par rapport au remplissage crétacé environnant. L'anomalie de TESSAQUA, par contre, ne correspond géologiquement à rien de particulier. Elle se situe sur le crétacé. On peut penser que la venue de roches lourdes qui lui correspond est liée soit à la compensation régionale du bassin sédimentaire situé au Nord (bassin centré sur HAMIDOU dont il sera question plus loin), soit à l'existence du massif granitique de ZINDER. En effet, la synthèse expérimentale des granites à partir de roches sédimentaires, laisse un reste lourd. Il nous semble que ce fait pourrait servir de guide dans l'explication des anomalies lourdes que la gravimétrie met généralement en évidence en bordure des massifs constitués de granites d'anatexie (cas du QUADDAI au TCHAD, de l'ADRAR, des IFORAS, du DAMAGARAM dont il est question ici). Dans le même ordre d'idées, en République Centrafricaine, nous constatons dans la région de BOSSANGOA que des granites d'anatexie sont également bordés par des roches métamorphiques lourdes (migmatites).

Le fait que toute la zone située au Sud de GOURE et de ZINDER se marque comme plus lourde que l'environnement ne peut être uniquement dû à la faible puissance des sédiments dans ce secteur. Il est incontestable que la nature du socle intervient. Il est probablement différent de celui de l'ATR et globalement plus dense.

Figure 5

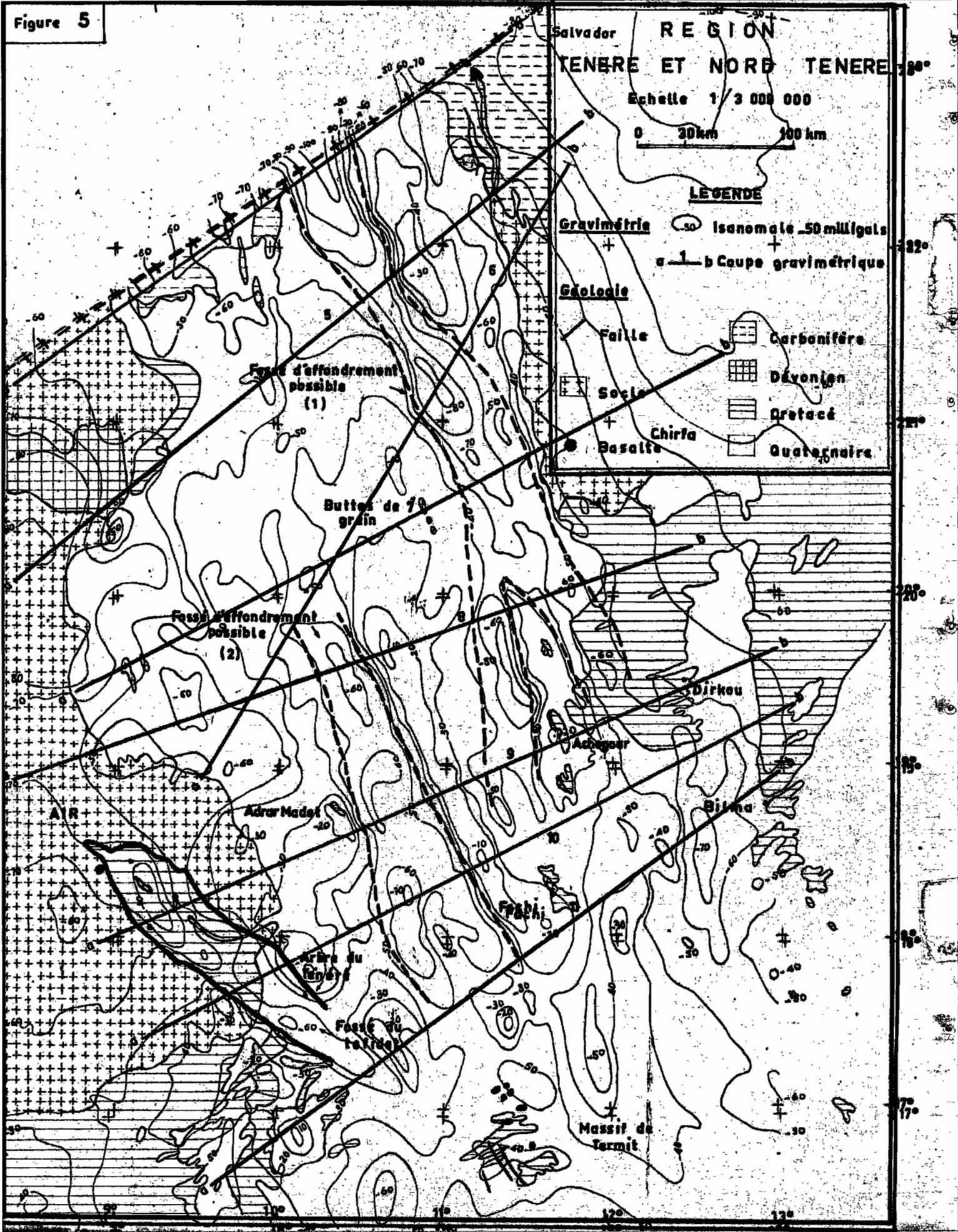


Figure 5

# REGION TENERE ET NORD TENERE

Echelle 1/3 000 000

0 30km 100 km

## LEGENDE

**Gravimétrie**  Isonome 50 milligals

a—b Coupe gravimétrique

## Géologie

 Faille

 Carbonifère

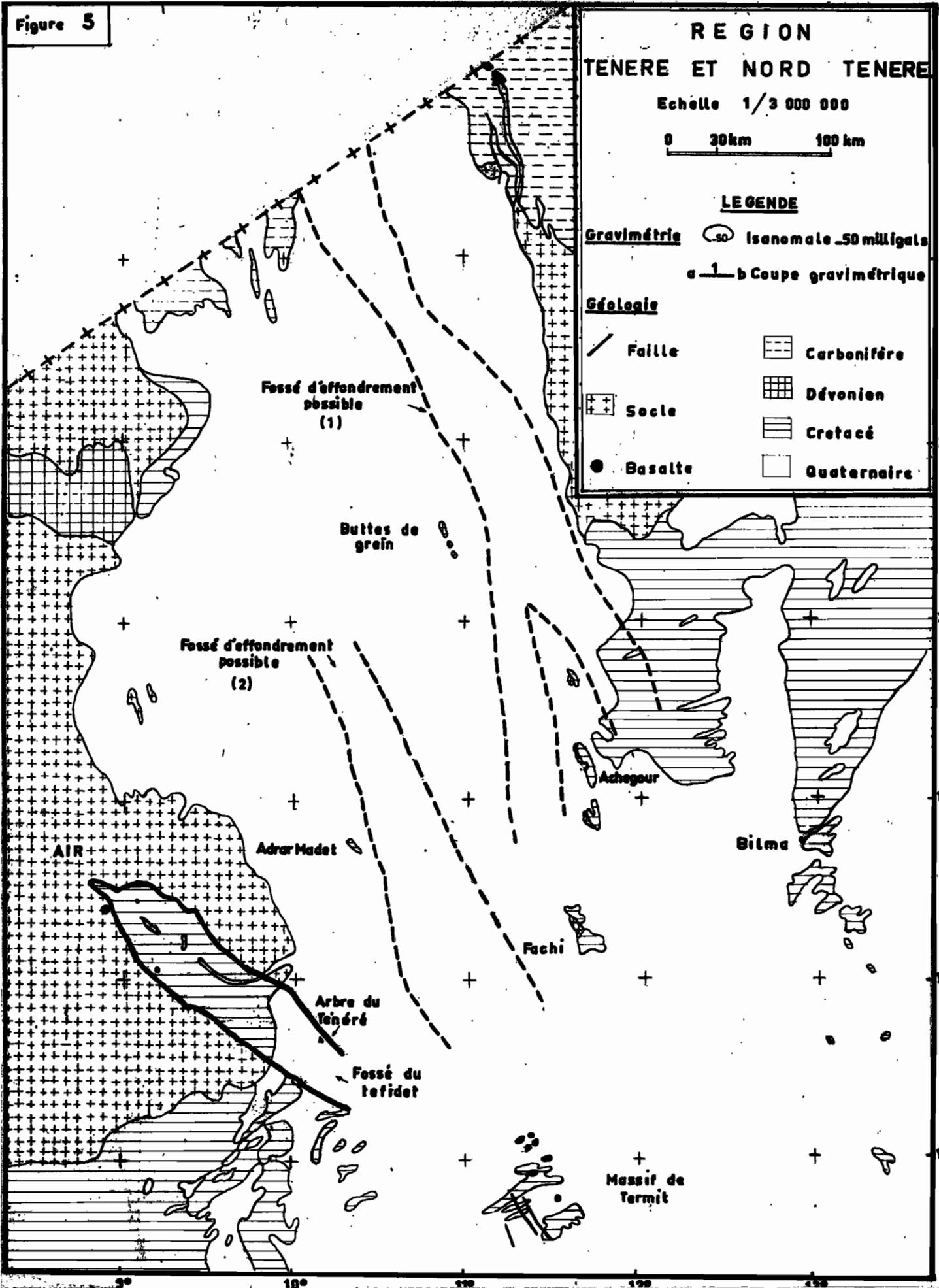
 Socle

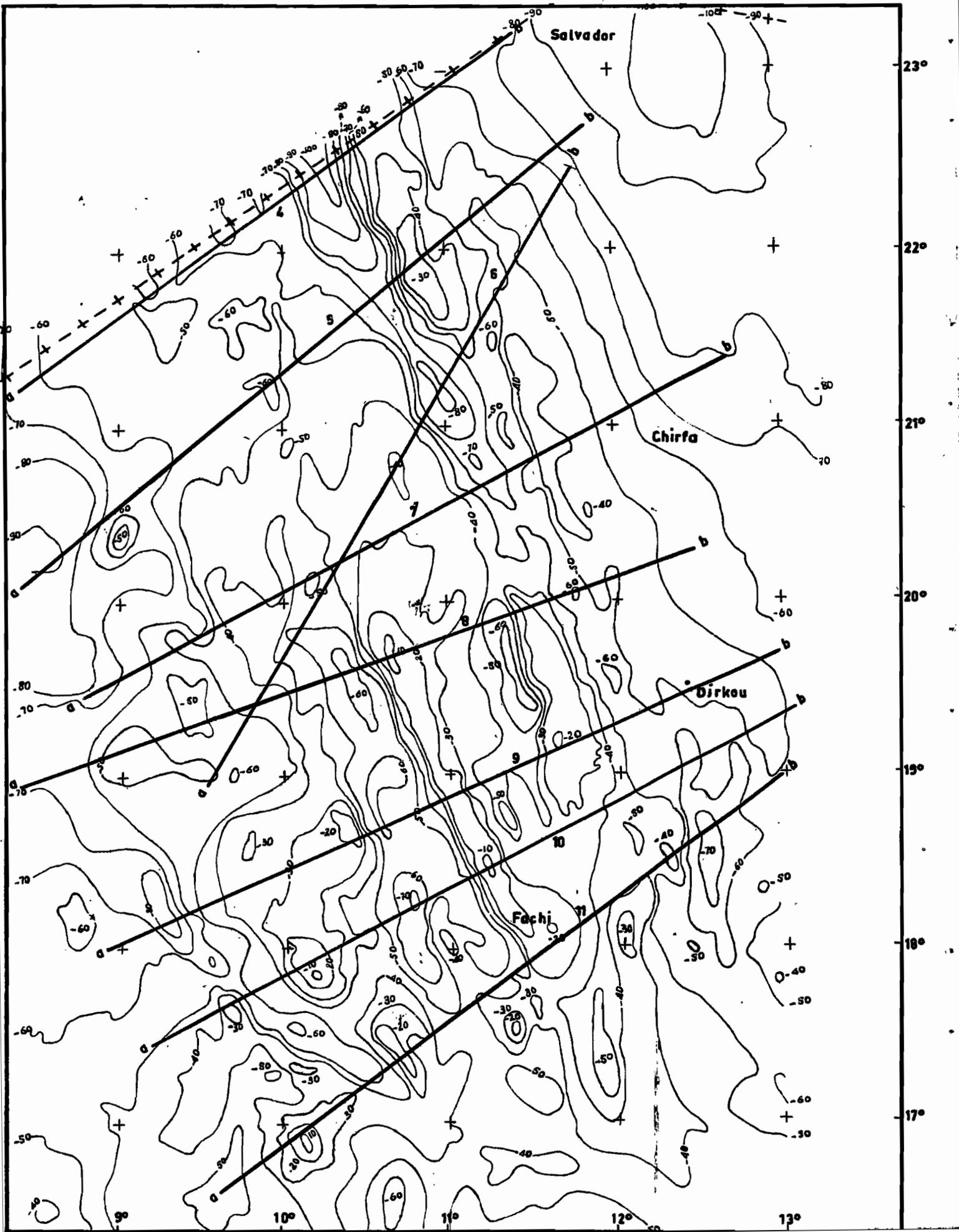
 Dévonien

 Basalte

 Crétacé

 Quaternaire





C H A P I T R E VI

-----

LE TENERE ET LE NORD-TENERE

L'examen de la carte gravimétrique de ce vaste secteur, situé à l'Est de l'ATR, fait apparaître, au premier coup d'oeil, trois bandes d'anomalies négatives très allongées (voir fig.5 ci-contre) sensiblement parallèles. Ceci dans un paysage géographique et géologiquement très monotone. Nous allons les étudier en détail dans ce chapitre, car elles constituent le trait marquant du TENERE et une des structures les plus caractéristiques de la carte gravimétrique du NIGER Oriental.

La première bande d'anomalies, de loin la plus importante tant par son extension que par son amplitude, borde le bassin du DJADO, elle s'étend rectilignement en territoire nigérien sur plus de 400 kilomètres. La carte gravimétrique n'ayant pas été établie du côté algérien, il ne nous est pas possible de savoir sur quelle distance elle se prolongerait dans cette direction. Son orientation est Nord, Nord-Ouest. Elle se ramifie au niveau du 20ème parallèle pour se terminer vers le Sud de part et d'autre du massif granitique d'ACHEGOUR, la branche occidentale étant la plus marquée. Sa largeur est légèrement variable entre 40 et 60 kilomètres. Son amplitude maximale est d'un peu plus de 60 milligals, elle conserve une valeur importante depuis la frontière algérienne jusqu'au 20ème parallèle environ; les deux branches qui la prolongent vers le Sud ont une amplitude moindre, de l'ordre de 20 à 30 milligals, elles disparaissent vers le 19ème parallèle.

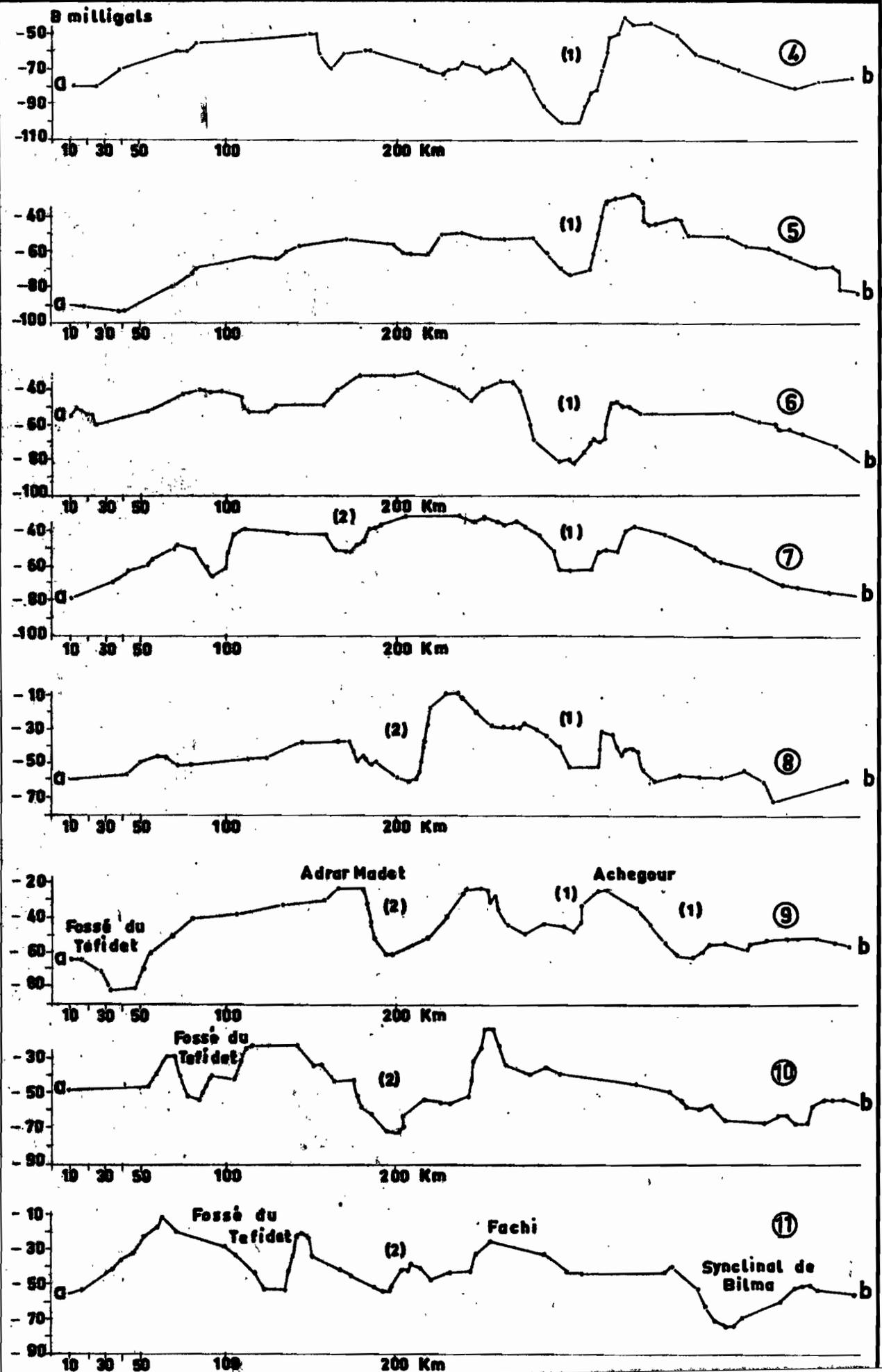
La seconde, de même direction que la présente, s'étend sur 250 kilomètres, sa largeur est également d'une cinquantaine de kilomètres. Vers le Sud, elle se ramifie également, de la même

Figure 6

REGION TENERE ET NORD TENERE — PROFILS GRAVIMETRIQUES

— ANOMALIES DE BOUGUER —

ECHELLE 1/3000 000<sup>e</sup>



manière que la bande précédente, la ramification occidentale étant encore la plus marquée. L'amplitude la plus grande de cette anomalie est d'une cinquantaine de milligals.

La troisième, située au Sud-Ouest de l'arbre du TENERE, ne dépasse pas 200 kilomètres. Elle est un peu plus étroite que les précédentes, sa largeur varie entre 30 et 40 kilomètres, son amplitude maximale n'atteint pas 40 milligals. Géologiquement elle correspond à une zone très particulière, le fossé du TEFIDET. Son orientation diffère un peu de celle des autres bandes, en effet elle est Nord-Ouest, Sud-Est et non Nord, Nord-Ouest, Sud, Sud-Ouest.

Des coupes gravimétriques ont été établies, elles sont localisées sur la fig.5. Elles empruntent dans la mesure du possible des itinéraires effectivement réalisés sur le terrain, c'est la raison pour laquelle le profil 6 a une orientation sensiblement différente des autres.

L'examen de la fig.6 (coupes 4 à 11) montre l'ampleur des gradients aux limites des anomalies et fait penser à la possibilité de fossés d'effondrement pour l'interprétation de telles structures. D'autant plus que l'une d'entre elles, la troisième, se superpose à un accident géologique connu, de ce type, que nous allons examiner maintenant : le fossé du TEFIDET.

#### Le fossé du TEFIDET -

Cette unité géologique bien définie a été étudiée par H. FAURE, c'est le résumé de ses travaux que nous présentons ici en essayant de dégager ce qui pourra nous être utile pour l'interprétation de nos anomalies.

### Stratigraphie -

A l'Est du massif cristallin de l'ATR, les terrains sédimentaires forment une bande orientée Nord-Ouest, Sud-Est, large d'environ 40 km. et longue de près de 200 km., jusqu'à sa disparition sous les dunes de l'erg du TENERE.

Les formations sédimentaires présentes dans cette région sont les suivantes, de bas en haut :

1.-le groupe du TEFIDET - Il est constitué par un ensemble de grés, la puissance du groupe dépasserait 500 mètres. Il s'agit d'un faciès typiquement continental, assez monotone, comprenant quelques passées plus argileuses avec de rares niveaux de grés calcaires. FAURE subdivise cet ensemble en trois formations. Le groupe du TEFIDET appartient à la partie supérieure du crétacé inférieur. Sa faune de vertébrés et sa flore le rendent contemporain des grés du "Tégama" du Sud de l'ATR.

2.-la formation d'Alanlara et le Cénomano turonien. Ces formations n'affleurent qu'au Sud du fossé. La formation d'Alanlara d'une puissance totale d'environ 200 mètres comprend des argiles et des grés calcaires, elle est cénomanienne. Elle est surmontée d'une soixantaine de mètres environ d'argiles vertes.

Une remarque concernant ces formations marines est intéressante. Les niveaux argileux sont exempts de minéraux détritiques. On peut donc noter qu'on ne se trouve pas près d'un ancien rivage de la mer, malgré la proximité du socle cristallin de l'ATR. La mer s'étendait donc largement de part et d'autre de la zone effondrée du TEFIDET.

### Tectonique :

Le contact de la bande sédimentaire avec le socle que ce soit à l'Ouest, au Nord ou à l'Est se fait toujours par failles. A

l'extérieur de la bande, la base des rares témoins de gré repose sur le socle surplombant nettement les grés du fossé. En certains points, le rejet peut être estimé à plus de 300 mètres.

Les failles bordières sont formées d'une succession de fractures. A l'intérieur du fossé, des failles compartimentent les grés et font même réapparaître le socle à la faveur de horsts fortement relevés. Les pendages, à l'intérieur, sont faibles sauf le long des failles. Dans le Sud du fossé, le cénomano-turonien marin est abaissé au niveau du socle, le rejet est donc important mais ne peut être chiffré. Une indication sur l'importance du rejet est fournie par quelques sondages électriques effectuées par la Compagnie Générale de Géophysique. En effet, ils ont mis en évidence sous le recouvrement quaternaire, à moins de 3 kilomètres à l'Est de l'Arbre du TENERE, une importante discontinuité correspondant à la bordure Nord-Est du fossé. A l'Ouest de cet accident, la série sédimentaire aurait près de 1.000 mètres d'épaisseur alors qu'à l'Est le socle serait à quelques dizaines de mètres de profondeur.

Nous voyons que l'ensemble de la bande sédimentaire correspond bien à une zone effondrée par rapport aux régions environnantes : c'est à cette bande que FAURE a donné le nom de fossé du TEFIDET.

Les zones extérieures au fossé ont presque entièrement été décapées de leurs sédiments, ne laissant que quelques témoins qui, d'une part indiquent l'ampleur du rejet, et d'autre part interdisent de limiter l'extension des sédiments au seul fossé.

#### Les structures :

Dans le compartiment effondré et surtout au voisinage des failles, les formations sédimentaires dessinent des synclinaux et des anticlinaux allongés Nord-Ouest, Sud-Est. Ces structures

semblent être dues, pour la plupart, à une légère compression des sédiments lors de leur enfoncement entre des failles bordières inclinées vers le centre du fossé.

#### Age du fossé :

Quelques remarques permettent de préciser l'âge du fossé.

-Les grés du groupe du TEFIDET sont localement redressés à la verticale dans les failles bordières. Le fossé est donc postérieur au crétacé inférieur.

-Le cénomano-turonien marin est plissé et coupé par la faille limitant le fossé au Sud-Ouest. Le fossé est donc post-turonien.

-En dehors du fossé, dans le massif de TERMIT qui semble prolonger le fossé du TEFIDET la formation de TERMIT (fin éocène) est discordante sur les formations sous jacentes.

Il est donc permis de situer l'âge du fossé entre le crétacé terminal et la base du tertiaire.

#### Volcanisme :

Des phénomènes volcaniques ont affecté les terrains crétacés. Il s'agit de coulées, de pitons et de filons peu épais de roches basaltiques. En résumé, on peut dire que ce volcanisme témoigne de l'importance et de l'origine profonde de la tectonique qui affecte ce secteur.

La comparaison de la carte géologique et de la carte gravimétrique montre qu'il y a une exacte correspondance entre le tracé des failles bordières du fossé et les forts gradients gravimétriques délimitant l'anomalie négative. Indiscutablement, cette anomalie est liée à la présence du fossé d'effondrement rempli de sédiments. Il est donc tentant d'imaginer, pour les deux autres

bandes d'anomalies négatives, des interprétations analogues. Géologiquement, rien de comparable au fossé du TEFIDET n'est connu qui puisse expliquer ces anomalies. Mais ceci ne prouve rien car tout ce secteur du TENERE est recouvert de formations quaternaires qui masquent tout. Au contraire, les rares affleurements qui permettent de se faire une idée du soubassement du quaternaire ténééréen ne s'opposeraient pas à cette hypothèse, il s'agit de l'ADRAR MADET et des buttes de Grein que nous allons examiner maintenant.

#### L'Adrar Madet :

L'Adrar Madet semble être un témoin faillé d'une ancienne couverture sédimentaire du socle précambrien du TENERE. C'est une butte de 18 km. de long dans le sens Nord-Ouest, Sud-Est, de 240 m. de hauteur. Elle est constituée de grés que l'on rattache au crétacé inférieur (partie supérieure du continental intercalaire). Ces grés sont localement très quartzifiés aux abords des failles qui coupent le massif parallèlement à son allongement.

Les géologues pensent (H.FAURE) que l'Adrar Madet est un ancien compartiment faillé, peut être effondré, conservé dans le socle soit après inversion de relief, soit peut-être après un rejeu des failles en sens inverse. Un filon de quartz du socle soulignant une importante faille sensiblement dans le prolongement de celles de l'Adrar Madet a été signalé dans le sable, 65 km. au Nord-Est.

Il résulte de ces remarques qu'il n'est pas absurde de penser que ces failles sont les jalons d'une importante ligne de fractures comparable à celle qui borde le fossé du TEFIDET. L'Adrar Madet se trouvant précisément en bordure de la bande d'anomalie négative n°2, ceci renforcerait notre hypothèse qui consiste à supposer l'existence d'un fossé d'effondrement sous cette anomalie.

Les Buttes de Grein :

Au Nord-Est de l'Adrar Madet, à environ 200km, s'alignent quelques buttes s'étendant du Nord au Sud sur une trentaine de kilomètres. Elles sont gréseuses et leur faune, bien qu'en très mauvais état, les ferait rattacher au dévonien. Ce serait des témoins d'une couverture paléozoïque. Ces buttes pourraient donc correspondre à la pointe Sud-Est du grand synclinal paléozoïque du TAFASSASSET situé plus au Nord, en Algérie.

De toute manière, ces affleurements qui ne se situent pas dans les zones d'anomalies que nous examinons actuellement indiquent que le bassin primaire a pu descendre assez loin vers le Sud, sous le TENERE. Ce sera à prendre en considération lorsque nous examinerons quelle peut être la nature du remplissage de nos hypothétiques fossés.

Au total, l'examen des quelques données géologiques connues ne va pas à l'encontre de l'existence de ces fossés sous le TENERE.

Nous allons maintenant examiner d'un peu plus près les anomalies gravimétriques et nous verrons que nous arriverons à quelques conclusions intéressantes.

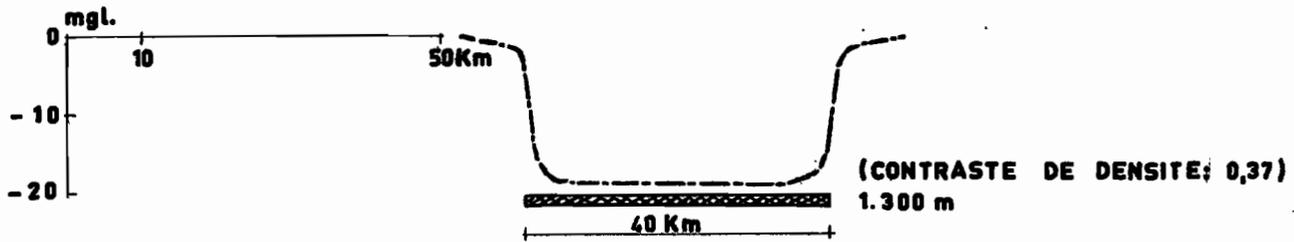
I.-Anomalies gravimétriques correspondant au fossé du TEFIDET.

L'examen des profils 9, 10, 11, (fig.6) nous montre que cette anomalie dépasse fréquemment 20 milligals. A partir de cette indication, nous allons chercher à chiffrer l'importance qu'il nous faut admettre pour l'effondrement du fossé, compte tenu des éléments géologiques que nous possédons sur la nature du remplissage. Nous avons vu que nous étions en présence d'un graben de grés du crétacé inférieur. Les études pétrographiques et les mesures de porosité (effectuées à l'air libre) indiquent que ces épaissées formations

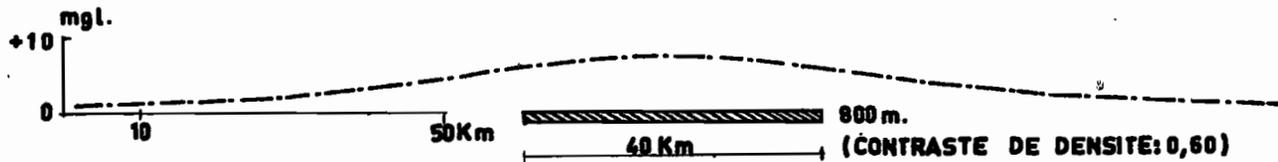
Figure 7

# EFFET GRAVIMETRIQUE D'UN REMPLISSAGE SEDIMENTAIRE

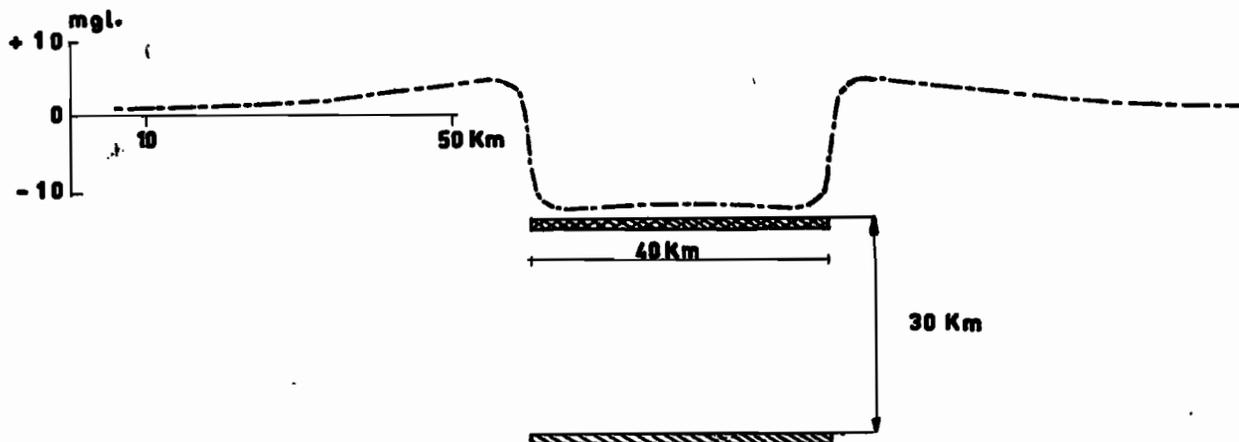
## 1) EFFET D'UN REMPLISSAGE NON COMPENSE



## 2) EFFET DE LA MASSE DE COMPENSATION SUPPOSEE A 30Km DE PROFONDEUR



## 3) COMBINAISON DES COURBES 1 et 2 REPRESENTANT L'EFFET D'UN REMPLISSAGE SEDIMENTAIRE COMPENSE A 30Km DE PROFONDEUR



ont une porosité moyenne dépassant 25%. Dans ces conditions il semble que l'on puisse raisonnablement admettre une densité de l'ordre de 2,3. Une anomalie de 20 milligals, avec un déficit de densité de 0,37 (densité du socle de 2,67 moins densité des grès de 2,3) nécessite pour son interprétation une puissance de 1.300 m. de sédiments. Ceci évidemment, en supposant que le déficit de masse n'est pas compensé localement, bien qu'une telle compensation, compte tenu de l'étroitesse du fossé, ne modifie pas de façon importante ce résultat.

Nous avons reproduit sur la fig.7 l'effet d'un remplissage sédimentaire de 1.300 mètres de densité 2,3 d'abord sans compensation, puis avec une compensation totale localement réalisée à 30 km. de profondeur. Dans cette dernière hypothèse, pour retrouver les 20 milligals de l'anomalie expérimentale, il faudrait que la puissance du remplissage soit de 1.500 mètres. L'ordre de grandeur reste bien le même. On constate que la valeur obtenue, pour être un peu plus importante, est de l'ordre de grandeur de celle que la prospection électrique donnait au voisinage de l'Arbre du TENERE. En effet, la Compagnie Générale de Géophysique proposait dans son interprétation une dénivelée de plus de 1.000 mètres en cet endroit.

Ce calcul simple n'interprète que globalement l'anomalie, ceci est bien visible en comparant les profils gravimétriques et l'anomalie théorique de la fig.7. Le graben est loin d'avoir la régularité et la symétrie de la structure simple que nous avons calculée. Il n'empêche que cette évaluation indique qu'en ne tenant pas compte des irrégularités qui compliquent la structure majeure du fossé effondré, il est possible d'expliquer l'essentiel de la gravimétrie par cet accident; ceci, en restant en accord avec les ordres de grandeur prévus par les géologues et les géophysiciens qui ont réalisé la prospection électrique.

## 2.-Anomalies gravimétriques du TENERE -

Nous sommes en présence de deux bandes d'anomalies négatives atteignant 40 milligals couramment et les dépassant fréquemment. Les gradients aux limites des anomalies sont très forts. C'est à eux que nous allons nous intéresser maintenant et particulièrement aux gradients les plus forts.

Nous avons cherché à les interpréter par des failles affleurantes. Nous appelons faille affleurante, une faille pour laquelle le terrain lourd affleure.

Il est assez facile de calculer théoriquement le profil gravimétrique que donne une telle structure en fonction de trois paramètres : le contraste de densité des terrains de part et d'autre de la faille, le rejet et l'angle de la faille. La formule que l'on obtient est assez compliquée, comprend des termes en Arc tg, donne lieu à des calculs numériques assez longs, mais ne présente pas de difficultés particulières.

Or il est possible en partant d'anomalies expérimentales, de leur gradient notamment, de voir si elles sont compatibles avec une interprétation du modèle faille affleurante. Nous avons procédé à cet examen sur quelques profils et il s'est avéré que le profil 5 nous montrait que la bande d'anomalie 1 rentrait dans cette catégorie, de même les profils 8 et 9 fournissaient les mêmes conclusions en ce qui concerne la bande 2.

Une interprétation quantitative de ces mêmes profils aboutissaient aux résultats suivants :

profil 5 - rejet : 2.000 mètres contraste de densité  $d = 0,54$   
profil 8 - rejet : 4.000 mètres contraste de densité  $d = 0,32$   
profil 9 - rejet : 2.400 mètres contraste de densité  $d = 0,43$

Les interprétations étaient réalisées en supposant des

... Il existe toutefois une hypothèse qui pourrait nous amener à réduire encore les valeurs de ces contrastes de densités minimaux. Elle consiste à admettre pour le socle cristallin un accroissement de la densité avec la profondeur. Une telle hypothèse a déjà été utilisée pour des calculs concernant des fossés d'effondrement (fossé rhénan notamment). Elle permet, en interprétant partiellement l'anomalie expérimentale par les variations de densité du socle, d'abaisser de façon importante la portion qu'il reste à expliquer par le remplissage sédimentaire (nous indiquons p. 62 que dans certains cas c'est de l'ordre du tiers). Il en résulte évidemment que cette hypothèse peut permettre de réduire la puissance du remplissage et les contrastes de densité de façon sensible. Il n'empêche que ces contrastes seront toujours importants et resteront du type cristallin-sédimentaire ...

failles verticales, des failles inclinées de  $60^\circ$  sur l'horizontale donnaient des résultats sensiblement identiques.

L'intérêt de ces calculs provient du fait qu'ils nous donnent l'ordre de grandeur de la profondeur maximale que l'on peut s'attendre à rencontrer compte tenu du gradient des anomalies. Par suite ils fournissent également le contraste de densité minimal. Des structures moins profondes et plus douces pourraient également interpréter les profils expérimentaux mais elles nécessiteraient évidemment des contrastes de densité plus élevés, par suite les calculs précédents fournissent en fait les contrastes de densité minimaux.

Or ces contrastes les plus faibles sont déjà très élevés : 0,32; 0,43; 0,54. Ils correspondent à des contrastes de densité cristallin-sédimentaire et non à des changements de nature dans le socle précambrien qui seraient vraisemblablement moins contrastés. En outre des hétérogénéités dans le soubassement cristallin seraient probablement également plus profondes ... voir page ci-contre...

Au total, il semble que l'examen des anomalies nous conduit à émettre l'hypothèse de graben sédimentaire. Hypothèse qui, par suite de l'existence du fossé du TEFIDET nous était déjà tout naturellement venue à l'esprit par simple analogie.

En ce qui concerne la nature du remplissage de ces fossés, les connaissances géologiques nous permettent d'émettre quelques idées sur la succession probable :

-en surface les formations du TCHAD, de densité environ 2 (ce sont des formations sableuses).

-ensuite les séries crétacées. A la base, les grès du crétacé inférieur qui remplissent le fossé du TEFIDET, de densité probable 2,3. Au-dessus il peut y avoir une puissance variable de terrains du crétacé supérieur marin constitués par des niveaux argileux

compacts qui doivent avoir une densité nettement supérieure. Ces formations schisteuses deviennent puissantes sous certaines zones du bassin du TCHAD (comme le sondage de MAÏDOUGOURI, en NIGERIA l'a montré).

-Comme la présence des buttes de Grein le montre, il est possible que des formations paléozoïques existent dans ces hypothétiques fossés. Les terrains primaires, au DJADO, présentent à la fois des faciès gréseux et des faciès argileux, il semble que leur densité devrait être du même ordre que celle des terrains crétacés.

Si l'on admet pour le crétacé et le paléozoïque une densité moyenne de l'ordre de 2,4, compte tenu des formations du TCHAD la densité moyenne du remplissage pourrait être d'environ 2,3. Les valeurs trouvées plus haut pour les contrastes de densité nous amènent alors à attribuer au socle des densités de :

- profil 5 - 2,80
- profil 8 - 2,60
- profil 9 - 2,70

Résultats qui ne sont nullement invraisemblables bien que le premier soit un peu fort. Encore peut-il s'expliquer par le fait que le socle en bordure de l'accident, en cet endroit, se marque en lourd gravimétriquement et qu'il pourrait très bien correspondre à des intrusions de roches denses.

En résumé, nous retenons donc l'hypothèse de fossés d'effondrement remplis par des formations sédimentaires pour interpréter les anomalies que notre levé gravimétrique a mis en évidence dans le TENERE.

Il faut souligner malgré tout, ce qu'a d'hypothétique cette interprétation tant qu'une autre méthode géophysique, en l'absence de forages, n'est pas venue la confirmer. Un élément semble toutefois venir l'étayer. Un profil aéromagnétique effectué

il y a quelques années, a recoupé le fossé du TEFIDET ainsi que l'hypothétique fossé situé à l'Ouest de FACHI. Or, ce profil a indiqué dans les deux cas, un enfoncement important du socle. L'interprétation quantitative donnée pour ces mesures aéromagnétiques étant, paraît-il, très discutable, nous ne retiendrons que le renseignement qualitatif concernant un enfoncement du socle. Durant l'année 1966, de grands sondages électriques seront réalisés qui devraient apporter des données intéressantes sur ce problème.

Devant l'importance de ces hypothétiques accidents, tant par leur amplitude que par leur extension, nous avons été amenés à les comparer à d'autres structures géologiques bien connues du même type telles que les graben africains (la "rift valley"), le fossé rhénan et surtout les Limagnes dans le Massif Central. Et de la même manière que cela a été réalisé pour ces structures, nous nous sommes demandés s'il était possible d'admettre que de tels accidents aient pu rester localisés uniquement dans les premiers kilomètres de la croûte terrestre et s'il ne fallait pas plutôt admettre que toute l'écorce avait été concernée.

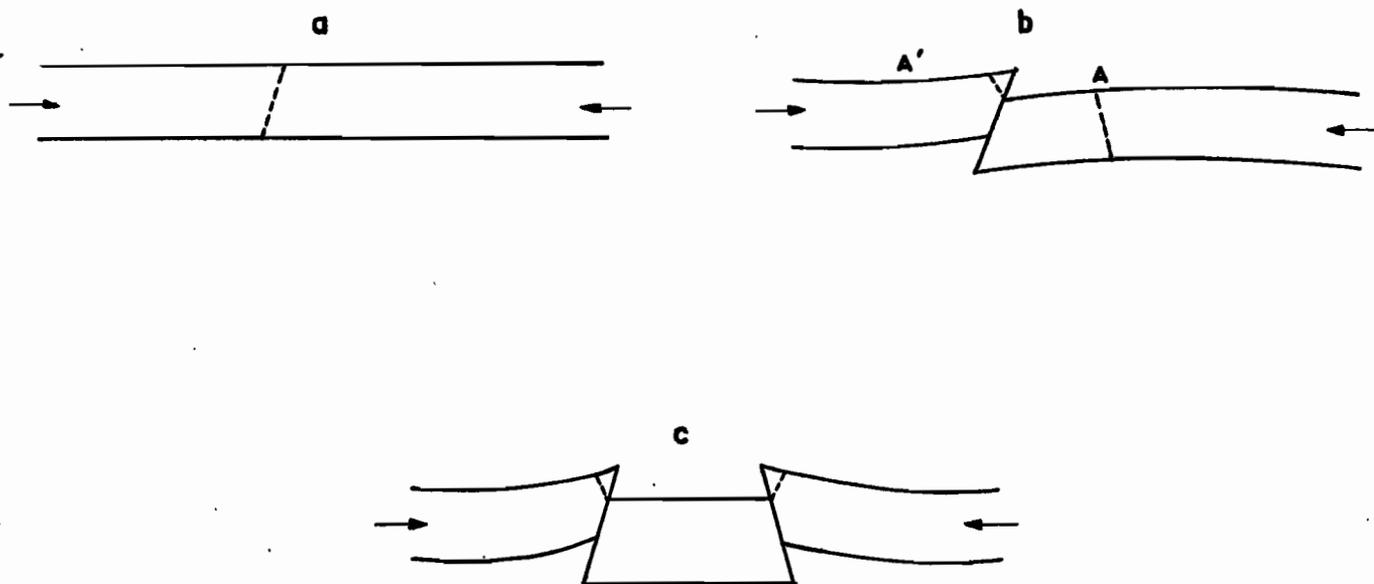
Ceci nous a conduit à examiner les diverses hypothèses formulées sur la manière dont les fossés d'effondrement peuvent se créer, hypothèses avancées soit pour la région des lacs africains soit pour le fossé rhénan. Il s'agit des deux hypothèses mécaniques de la compression et de l'extension de l'écorce. Elles ont donné naissance à des développements mathématiques qui avaient pour but d'interpréter entre autres les résultats de la gravimétrie. Ces calculs sont de trois types, suivant les données admises au départ. Données qui se résument dans les trois hypothèses suivantes :

- hypothèse de la compression appliquée à une écorce homogène.
- hypothèse de l'extension appliquée à une écorce homogène.
- hypothèse de l'extension appliquée à une écorce de densité variable suivant une verticale.

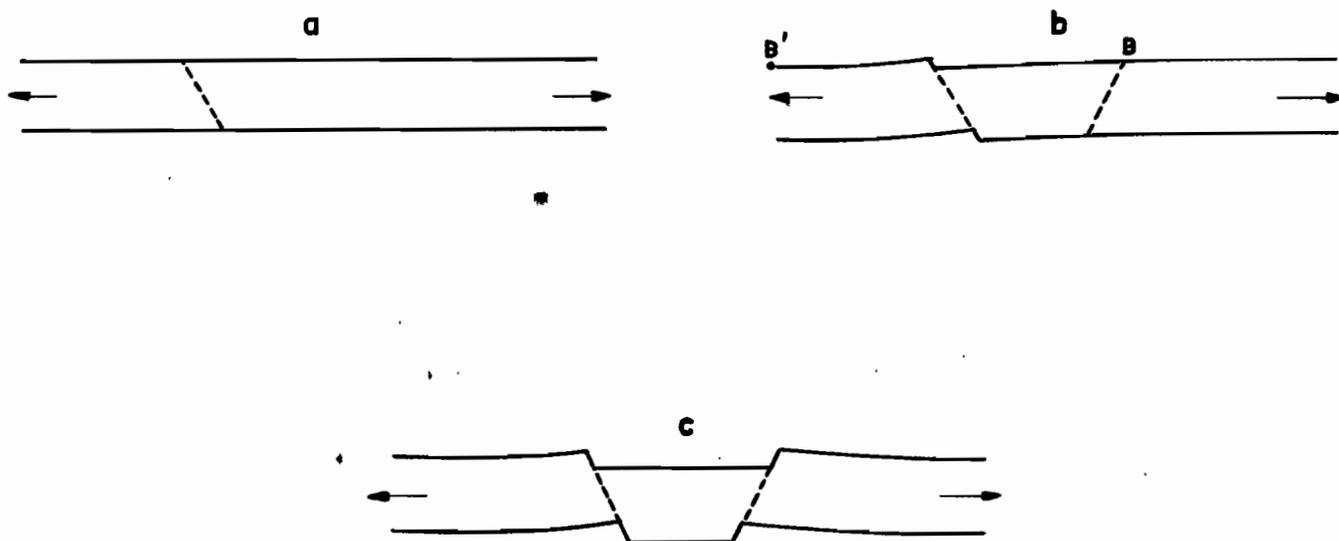
Ces hypothèses supposent toutes que l'accident a intéressé l'ensemble de l'écorce et qu'une portion de celle-ci s'est enfoncée dans le milieu visqueux sous-jacent. Elles admettent deux mécanismes différents pour arriver à ce même résultat.

# FORMATION D'UN GRABEN

## Hypothèse de la compression



## Hypothèse de l'extension



Pour la première hypothèse l'enfoncement résulterait d'une compression qui aurait forcé vers le bas un coin de l'écorce entre des failles inverses (cette idée a été émise par un géologue WAYLAND (8)). Le mécanisme serait le suivant. Pour une cause d'origine quelconque il apparaîtrait des forces horizontales de compression dans l'écorce, perpendiculaires à l'allongement ultérieur du graben. Comme on peut le voir sur la fig.8, cette compression donnerait lieu d'abord à la formation d'une faille qui couperait la croûte terrestre sur toute son épaisseur et à un mouvement relatif des deux parties adjacentes de la croûte. Si la compression continue après l'apparition de la première faille, une deuxième faille pourra apparaître en A ou en A' points où la courbure sera maximale. Cette faille serait soit symétrique de la précédente par rapport à un plan vertical soit parallèle. Dans le cas de failles parallèles nous obtiendrions des compartiments en gradins. Dans le cas des failles symétriques, celles-ci aboutiraient à la naissance d'un graben. En effet, le bloc compris entre les failles est refoulé vers le bas par suite du rapprochement des deux plateaux sous l'effet de la compression et un fossé est ainsi créé. Ce bloc maintenu enfoncé par les plateaux de chaque côté représente un déficit de masse à la base de l'écorce, sous le fossé, ce qui crée une anomalie gravimétrique négative. Celle-ci s'ajoute à celle créée par le déficit de masse représenté par le contraste de densité des sédiments de la zone effondrée par rapport aux roches encaissantes.

Pour le deuxième type d'explication mécanique, l'enfoncement résulterait d'une extension de l'écorce. Cette hypothèse a été proposée par VENING MEINESZ. La fig.8 indique la manière dont l'auteur conçoit ce mécanisme. La tension aboutirait à la formation d'une faille traversant la croûte et à un mouvement relatif des deux parties le long du plan de faille mais ce mouvement se produit en sens contraire de celui accompagnant la compression. En effet, pour

une faille inclinée comme celle de la fig.8, la tendance des deux parties vers le rétablissement de l'équilibre isostatique produit une force verticale agissant vers le haut pour la partie gauche et vers le bas pour la partie droite. La combinaison de ces forces entraîne une nouvelle rupture en un point B. Cette rupture conduit à la formation d'une faille et au développement d'un graben plus ou moins symétrique.

La troisième hypothèse suppose un mécanisme d'extension appliquée à une écorce qui ne serait pas comme dans les deux hypothèses précédentes supposée homogène. J. GOGUEL a développé cette idée dans un travail concernant le fossé rhénan. Il a imaginé une écorce dont la densité augmenterait en fonction de la profondeur mais serait constante dans un plan horizontal. On conçoit dans ce cas que l'effondrement d'une portion de l'écorce en substituant des densités plus faibles à celles qu'aurait l'écorce en place aux mêmes profondeurs cause un déficit de masse générateur d'anomalie gravimétrique négative.

Nous avons effectué des calculs correspondants à ces trois hypothèses en les appliquant à l'extrémité Nord de la bande 1 (Nord TENERE). Les considérations mécaniques utilisées pour les calculs nécessitent en effet que le graben soit unique et ne sont pas valables pour la région du TENERE où se situent les trois bandes d'anomalie sensiblement parallèles.

Ces calculs, assez délicats, que nous n'exposerons pas ici, nous ont permis de constater que la troisième hypothèse faite sur la formation des graben conduisaient à une réduction importante de l'épaisseur du remplissage sédimentaire nécessaire à l'interprétation des anomalies gravimétriques. Cette puissance pouvait être réduite de plus du tiers de la valeur obtenue en interprétant les anomalies comme résultant uniquement d'un effondrement limité à la

partie superficielle de l'écorce et comblé par les sédiments. Nous détaillerons ces résultats, ultérieurement, en les comparant aux données qu'une campagne de prospection électrique actuellement en cours dans le TENERE pourra nous fournir. Nous avons toutefois jugé utile d'en donner les grandes lignes ici. Ceci, pour indiquer que les profondeurs des graben, nécessités par l'ampleur des anomalies gravimétriques, pouvaient tout en restant nécessairement importantes. Être tout de même réduites, dans des proportions sérieuses, dans le cadre de certaines hypothèses.

En ce qui concerne l'âge de ces fossés nous avons quelques éléments qui nous renseignent. Le fossé du TEFIDET a été daté, comme nous l'avons indiqué plus haut, de la fin du crétacé terminal ou de la base du tertiaire. Il semble logique, par analogie, de supposer les fossés du TENERE du même âge d'autant plus que la fin du crétacé ou le début du tertiaire se marquait dans ces régions par une phase de distensions provoquant les premières venues fissurales dans le TIBESTI, tandis que dans le DJADO se formaient également de grandes cassures et de nombreuses structures. Ces phénomènes tectoniques pourraient très bien avoir touché le TENERE et avoir donné naissance aux hypothétiques graben que la gravimétrie nous a conduit à imaginer.

La gravimétrie indique également, en bordure de ces fossés des anomalies qui correspondent à des intrusions de roches lourdes. Ces intrusions sont certainement liées à la formation des fossés.

C H A P I T R E VII

-----

-SUD ET SUD-EST DE L'AIR

-NORD ET OUEST DU LAC TCHAD

-----

Ces régions sont entièrement couvertes de formations sédimentaires.

I.- LE SUD ET LE SUD-EST DE L'AIR

Nous englobons dans ces termes toute la zone, comprise entre l'AIR et le MOUNIO-DAMAGARAM, comprenant le TEGAMA, le DAMERGOU, le KOUTOUS. Nous avons également intégré à cet ensemble le secteur de TERMIT.

Données géologiques -

Les affleurements du soubassement antéquatenaire sont localisés dans les massifs (DAMERGOU, KOUTOUS, TERMIT). Il a été difficile pour les géologues d'établir une échelle stratigraphique générale à partir de coupes fragmentaires et dispersées mais ce travail a été réalisé et ce sont ces résultats que nous allons résumer ici. Précisons tout de suite que nous sommes sur une région entièrement sédimentaire.

1/-Le socle cristallin

Nous en parlons pour mémoire puisque dans toute la zone étudiée ici, il n'affleure pas. Il est visible au Nord (AIR) et au Sud (MOUNIO-DAMAGARAM). Comme nous l'avons indiqué en étudiant ces massifs cristallins, la prospection électrique a montré que le socle s'approfondissait progressivement sous les terrains sédimentaires en s'éloignant des bordures du bassin. Il n'y a donc pas

d'effondrement mais un enfoncement régulier qui, vers le centre du bassin, aboutit probablement à une grande puissance sédimentaire; d'après la Compagnie Générale de Géophysique, 1.500 mètres est sans doute au-dessous de la vérité pour les parties profondes de l'itinéraire AGADES-ZINDER. Dans la région de TERMIT, un résistant que l'on suppose être les grés du crétacé inférieur se trouve à plus de 1.200 mètres, c'est à dire que la profondeur du socle doit être grande.

En fait on connaît peu de choses sur sa structure. Un profil aéromagnétométrique indique sous le massif de TERMIT, dans le prolongement du fossé du TEFIDET, un effondrement de l'ordre de 2.500 mètres; c'est une des rares données que nous possédions en dehors de celles fournies par les sondages électriques qui généralement n'ont pas atteint le socle.

## 2/-Le Paléozoïque -

Les terrains d'âge paléozoïque sont connus à l'Ouest de l'AIR et dans le DJADC. Nous ne les citons que pour mémoire car ils manquent par lacune plutôt que par érosion au Sud-Est de l'AIR et ils n'ont jamais été signalés plus au Sud ou en NIGERIA. On peut donc supposer qu'il a peu de chance de rencontrer des terrains primaires en profondeur.

## 3/-Le Continental intercalaire -

L'ensemble des sédiments continentaux qui se sont déposés entre le carbonifère et le Cénomaniens supérieur a été désigné sous le terme de "Continental intercalaire" (KILIAN). La succession suivante a été définie par F. JOULIA (Géologue au D.R.G.M.) dans la zone qui nous intéresse ici.

- à la base, grés d'AGADES
- puis argiles de l'IRHAZER
- enfin groupe du TEGAMA et formation gréseuse de

FARAK.

En se déplaçant vers l'Est, au Sud de l'AIR, les termes inférieurs disparaissent. Plus au Sud cependant, la série reste probablement complète car la prospection électrique suppose l'existence d'environ 500 mètres d'argiles de l'Irhazer jusqu'aux abords du DAMERGOU.

Le groupe du Tégama comprend plusieurs formations gréseuses et argileuses ainsi que des calcaires, la puissance du groupe surmonté de la série de Farak à la latitude 16° 30', serait d'environ 700 mètres. Les affleurements du continental intercalaire sont, en majorité, constitués par les faciès du Tégama. Ils s'étendent depuis la falaise de Tiguédi (bordure Sud de l'AIR) jusqu'au Nord du DAMERGOU.

#### 4/-Le crétacé moyen marin -

Un ensemble de dépôts marins d'environ 150 mètres d'épaisseur constitue le groupe du DAMERGOU. Des masses d'argiles feuilletées séparent des grés fins et des argiles, il existe également des bancs calcaires.

#### 5/-Le crétacé terminal et le tertiaire -

Les formations marines précédentes ne dépassent pas le Sénonien. Au-dessus existe une épaisse série de grés fins séparée en deux par une discordance :

- la formation de Termit Ouest à la base
- la formation de Termit Dolle au sommet.

La série supérieure ne dépasserait pas une centaine de mètres alors que la série inférieure atteindrait près de 400 mètres (ceci dans le massif de TERMIT).

6/-Les formations quaternaires -

Ces formations peu épaisses ne jouent aucun rôle gravimétrique.

-Examen de la carte gravimétrique-

Un certain nombre de structures retiennent l'attention. Il s'agit :

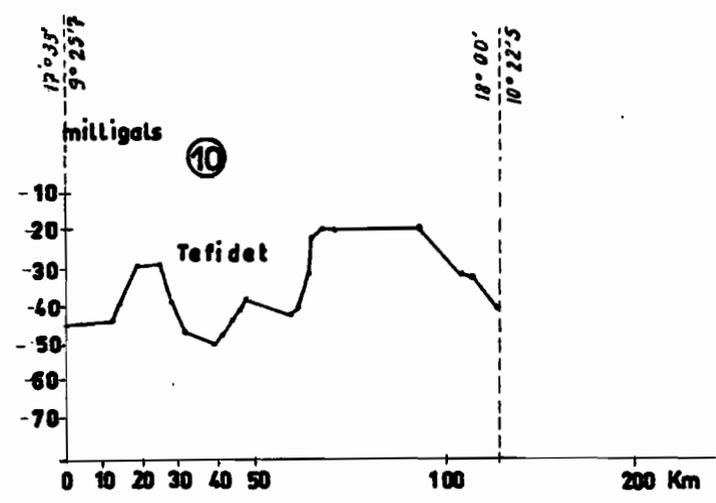
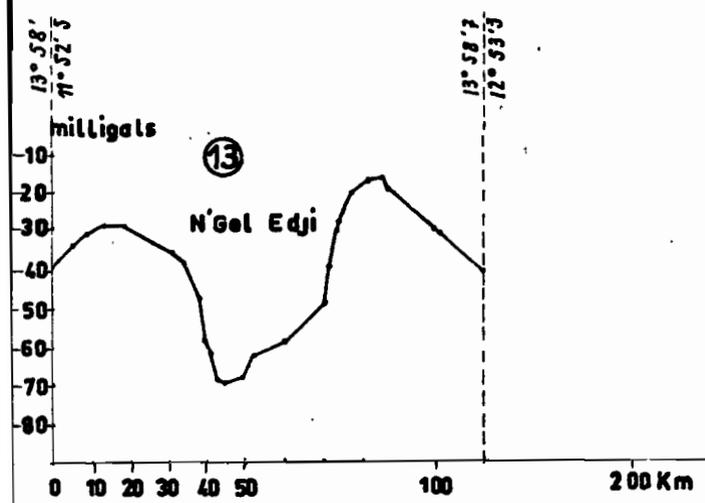
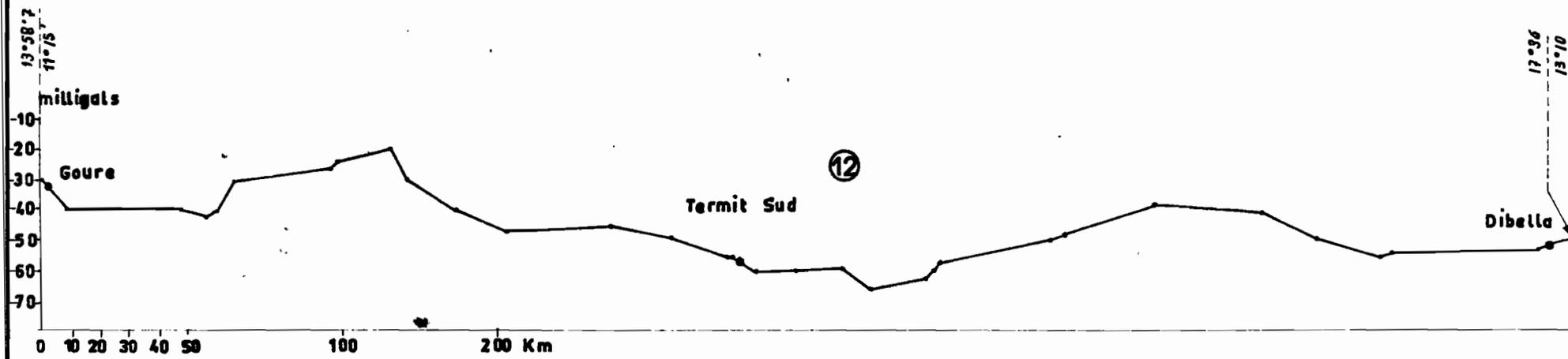
- de l'anomalie négative correspondant au fossé du TEFIDET; elle a été étudiée précédemment avec la région du TENERE.
- de la très vaste anomalie qui prolonge la précédente en direction du lac TCHAD et qui englobe le massif de TERMIT.
- d'une troisième anomalie négative centrée sur HAMIDOU, située au Nord-Ouest de TANOUT à mi-chemin entre les affleurements du socle de l'AIR et du DAMAGARAM.
- des anomalies positives d'IDANGUECH et de TOULA-TOULA qui seront examinées avec la région entourant le lac.

Nous allons nous intéresser un peu plus en détails à l'anomalie de TERMIT ainsi qu'à celle de HAMIDOU.

I.- Anomalie de TERMIT -

Cette vaste anomalie s'étend de la latitude d'AGADES, au Nord de TERMIT Ouest, jusqu'à NGUIGMI, sur 350 kilomètres de long et une centaine de large. Elle se situe dans le prolongement de l'anomalie liée à l'accident de l'écorce qui a donné naissance au fossé du TEFIDET. Nous sommes donc tentés de l'interpréter par le prolongement de ce même accident. Il existe toutefois une différence importante entre les deux anomalies gravimétriques. Alors qu'aux limites du fossé du TEFIDET les gradients étaient élevés, ici ils sont faibles et nous n'avons pas les brutales variations de pesanteur de la région de l'Arbre du TENERE (25 milligals en

Figure 9



Echelle 1 / 2.000.000  
 0 20 40 Km

8 kilomètres). Nous ne sommes sûrement pas au-dessus d'un fossé d'effondrement masqué par un remblayage récent, car une couverture même assez épaisse ne pourrait pas adoucir la pente de l'anomalie pour l'amener à être celle que nous voyons au Sud du 16ème parallèle. De même, des phénomènes de compensation isostatique peuvent réduire l'ampleur de l'anomalie, mais, compte tenu de la grande profondeur relative à laquelle se trouvent les masses lourdes de compensation, les gradients resteraient forts. La fig.9 fournit le profil passant par l'Arbre du TENERE ainsi qu'un profil sensiblement parallèle passant par TASKER (Sud du 16ème parallèle). L'adoucissement des pentes de l'anomalie lorsqu'on descend vers le Sud apparaît nettement. Les directions qui ressortent sur la carte structurale TERMIT, NGUIGMI amènent à penser que l'anomalie étudiée ici pourrait être à la fois le prolongement du fossé du TEFIDET et de l'énorme anomalie négative qui existe au Nord-Est de l'Arbre sous le TENERE. Anomalie à laquelle nous avons fait correspondre (voir région du TENERE), un profond bassin d'effondrement, plus profond que celui du TEFIDET. La forte intrusion visible sur la fig.2, liée aux failles Sud-Ouest du TEFIDET, pourrait avoir son homologue plus discret dans la remontée de 10 milligals que l'on remarque 30 kilomètres avant TERMIT Sud. Une anomalie magnétique importante (1.000 gammas) est associée à cette remontée bien qu'un peu décalée. Sa présence renforce l'hypothèse de zones de fractures accompagnées d'intrusion.

Il est difficile d'estimer la profondeur de cet important bassin sédimentaire car, vu sa taille, une compensation isostatique partielle est sûrement réalisée. Les zones lourdes qui le bordent à l'Ouest renforcent d'ailleurs cette idée; on peut penser que leur présence est liée à la compensation du déficit de masse du bassin. Des profils aéromagnétiques ont bien été réalisés, mais ils sont isolés et leur interprétation est discutable. Ils indiquent un effondrement sous le massif de TERMIT estimé à environ 2500 mètres

Ce sont des résultats qui cadrent avec notre carte gravimétrique et avec les sondages électriques effectués par la Compagnie Générale de Géophysique. Cette compagnie a, en effet, effectué dans la zone qui nous intéresse actuellement des sondages électriques suivant deux profils, GOURE, TERMIT et TERMIT, NGUIGMI. Les sondages ont malheureusement perdu rapidement le soubassement cristallin. Le profil GOURE, TERMIT indique un enfoncement du socle assez faible, de l'ordre de 400 mètres, pour les cent premiers kilomètres, mais ensuite, il n'est plus atteint et il est possible que des effondrements l'abaissent à une profondeur considérable. Entre TERMIT Sud et NGUIGMI, le substratum résistant, que l'on suppose être le toit des grès du crétacé inférieur est partout à plus de 1.200 mètres. C'est à dire que, compte tenu de la puissance du continental intercalaire qui peut être grande, le socle peut être très profond. La prospection électrique ne nous donne donc pas la possibilité de bâtir des hypothèses géologiques chiffrées dont nous aurions pu calculer les anomalies gravimétriques pour ensuite les comparer aux anomalies expérimentales de la carte.

Si, pour essayer de donner un ordre de grandeur, nous raisonnons par analogie avec d'autres anomalies étudiées en République du TCHAD. (bassin des ERDIS, bassin de DOBA), nous serons amenés à admettre une diminution de l'anomalie de BOUGUER de 10 milligals pour 1.000 mètres de sédiments. Les données des sondages électriques nous indiquent que le socle est à 400 mètres pour une anomalie de BOUGUER de - 40 milligals à cent kilomètres au Nord de GOURE. Ceci nous amène à penser que dans la région d'OLOMIA (280 kilomètres au Nord-Est de GOURE) où l'anomalie de BOUGUER est de - 70 milligals, nous pourrions avoir 2.500 mètres de sédiments. Ceci n'est évidemment fourni qu'à titre indicatif.

Il ne faut pas oublier non plus que cette vaste anomalie assez molle peut très bien trouver son interprétation totale ou

partielle dans le socle. Elle est, en effet, tout à fait comparable à l'anomalie signalée dans le Nord du massif de l'AIR en plein pays granitique (voir plus haut l'examen de cette région). Ce qui nous a amené à supposer un épaissement sédimentaire, c'est l'existence du fossé du TEFIDET.

## 2.- Anomalie de HAMIDOU -

Une anomalie négative de grande extension mais de faible amplitude termine la carte vers l'Ouest (elle est centrée sur HAMIDOU).

Cette anomalie est liée à un enfoncement du socle. En effet, des sondages électriques effectués par la C.G.G. en 1958 ont montré que le socle s'enfonçait régulièrement entre AGADES et ADER-BISSINAT et, qu'ensuite les sondages le perdaient pour ne le retrouver qu'une cinquantaine de kilomètres avant ZINDER.

Il serait toutefois hasardeux d'essayer de déduire la profondeur du socle du déficit de pesanteur, car des mesures antérieures ont montré que plus à l'Ouest le champ magnétique était perturbé et par suite que le socle n'était pas homogène. La pesanteur ne sera donc pas uniquement sous la dépendance de la puissance du sédimentaire. De toute manière, les bords de l'anomalie centrée sur HAMIDOU ne coïncident pas avec des anomalies magnétiques, ce qui se produirait s'il s'agissait d'une intrusion du socle. La prospection électrique et les mesures magnétiques sont donc en accord avec la présence d'un bassin sédimentaire.

## II.-LES FORMATIONS QUATERNAIRES AU NORD ET A L'OUEST DU LAC TCHAD

Le bassin nigérian du lac TCHAD occupe plus de 100.000km<sup>2</sup> entièrement recouverts de formations récentes masquant les formations sous-jacentes.

Au Nord, la limite qui le sépare du bassin de BILMA est géologique, elle correspond au granite de la zone faillée

anticlinale de DIBELLA. Les buttes de grès de la formation de DIBELLA peuvent être considérées comme constituant les témoins du rebord du soubassement crétacé de la cuvette tchadienne. Plus au Sud il n'existe d'affleurements antéquatéraux qu'aux alentours d'AGADEM. Ils permettent de constater que les terrains de plus en plus récents se rencontrent du Nord au Sud à partir du granite de DIBELLA ce qui conduit à supposer une vaste structure synclinale de la cuvette du TCHAD. Les pendages moyens des niveaux inférieurs sont de l'ordre du degré en direction du centre du bassin. Les niveaux les plus élevés ont des pentes encore plus faibles. Ces terrains s'enfoncent sous le Quaternaire épais du TCHAD. Nous sommes donc en présence d'un vaste bassin de sédimentation en voie de comblement et affecté d'une faible subsidence depuis le Tertiaire et peut-être depuis le Crétacé.

Dans toute cette zone, les méthodes classiques d'investigation géologique se heurtent à l'absence d'affleurements. On ne possède aucun renseignement direct sur la constitution géologique du soubassement de la région du MANGA (Ouest du lac) qui occupe la plus grande partie de la cuvette tchadienne du NIGER. Cependant quelques renseignements indirects nous sont donnés par les travaux suivants :

-un profil d'étude géophysique par méthode électrique de TERMIT à NGUIGNI réalisé par la Compagnie Générale de Géophysique.

-les études géologiques des affleurements des régions voisines NOUNIO, KOUTOUS, TERMIT, régions de la BENGUE et de la GONGOLA en NIGERIA.

-la géophysique et les forages effectués en NIGERIA dans la partie Sud-Ouest du bassin du TCHAD.

L'ensemble de ces données permet de faire les hypothèses suivantes sur la stratigraphie et la structure des pentours du lac

### Stratigraphie -

Les différents terrains qui sont susceptibles d'être rencontrés dans le soubassement de la cuvette du TCHAD, mais qui peuvent également être absents dans certains secteurs, sont les suivants :

Quaternaire: sable, argile, diatomite. L'épaisseur peut varier de 0 à 400 ou même 1.000 mètres, mais il est difficile dans les données de la géophysique et même dans les sondages de distinguer la base de ce Quaternaire (Groupe du Tchad) du Tertiaire sableux (Kerri-Kerri group ou formation de Dole).

Tertiaire : grés argileux, colithes ferrugineuses (ces dernières pouvant atteindre 20m. de puissance à l'affleurement à TERMIT). Ces terrains sont représentés par les formations d'Agadem, de Termit Dole et par le Kerri-Kerri group en Nigéria. L'épaisseur est de l'ordre de 200m.

L'Eocène marin à attapulгите et calcaires est inconnu aux affleurements dans ces régions. Il n'est cependant pas impossible qu'il puisse exister en profondeur. Cependant cette période est généralement marquée par une lacune et parfois une discordance avec profonde altération des niveaux inférieurs.

Crétacé Terminal : grés fins, argiles (Gombe Sandstone en Nigéria) 300 mètres.

Crétacé supérieur: argiles moires et shales à dents de poissons etc... (formation de l'Aschia Tinamou et Fika Shale). La puissance peut sans doute atteindre ou dépasser 600 mètres.

Crétacé moyen : argiles à bancs calcaires fossilifères (Cénomano-Turonien du Niger, Yolde Pindiga formations ou Gongila formation de Nigéria). Puissance environ 200 mètres.

Crétacé inférieur : habituellement gréseux à niveaux souvent grossiers, porosité parfois supérieure à 25 % ("Grès du Tégama", Continental intercalaire", et Bima Sandstones). Puissance variant de 0 à 500 ou 1.000 mètres.

Socle cristallin : granites, microgranites et rhyolites affleurent dans le MOUNIO, au Sud du lac TCHAD. D'autres types de roches plus ou moins denses se rencontrent dans le DAMAGARAM, en Nigéria, au Cameroun et au Tchad.

L'épaisseur totale maximum connue des différents termes de la série stratigraphique dépasse donc 2.000m. Mais plusieurs termes peuvent manquer et le socle peut se rencontrer à une profondeur relativement faible, comme c'est le cas dans la majeure partie de la République du Tchad au Nord du 12ème parallèle.

Enfin on doit compléter la gamme des roches qui sont susceptibles d'être rencontrées en profondeur par les intrusions de laves qui existent localement depuis le Crétacé (sondages de MAIDUGURI) mais surtout dans le Tertiaire et le Quaternaire (Est de la Gongola, Gossolom au Nord de TERMIT). Il s'agit en général de roches basaltiques denses.

Ce tableau schématique de la nature possible du sous-bassement de la partie nigérienne du bassin du Tchad ne doit être considéré que comme une indication générale.

#### Structure et tectonique

L'ensemble de la cuvette du Tchad se présente comme un très vaste bassin.

L'épaisseur des sédiments quaternaires laisse supposer que le bassin est affecté d'une légère subsidence qui se poursuit sans doute à l'époque actuelle.

Cette disposition générale est superposée à deux autres

types de structures :

- des synclinaux profonds et allongés comme celui de la BENOUE, en général non limités par des failles, bien qu'il puisse exister des failles anté-crétacées localement sur la bordure.
- des fractures profondes limitant des fossés ou des compartiments abaissés et relevés (fossé TEFIDET-TERMIT, faille "en échelon" de NIGERIA).

Ces structures peuvent amener des approfondissements brutaux de plusieurs milliers de mètres en certaines zones des bassins sédimentaires. Comme ceci a été mis en évidence en NIGERIA. En effet des tirs sismiques y ont fait apparaître une fosse de plus de 3.000 mètres et deux de plus de 1.500 mètres au Sud-Ouest du lac. Il est intéressant de remarquer que ces accidents correspondent bien à des anomalies négatives de la pesanteur. Nous reviendrons sur ce point plus loin. L'approfondissement peut être dû à une ancienne topographie du socle, mais il est plus vraisemblable d'y voir l'effet de la tectonique qui a pu jouer avant, pendant et après la sédimentation.

Au NIGER, les directions des failles principales sont de NW - SE à NNW - SSE. Ce sont les failles marquant le fossé du TEFIDET dans l'AIR et fracturant le massif de TERMIT. Au Cameroun par contre les grandes fractures sont NNE - SSW. A titre documentaire nous pouvons signaler que ces directions tectoniques connues depuis longtemps ont été rapprochées par KRENKEL des directions erythréennes et somaliennes définies par lui dans l'Afrique Orientale (golfe d'Aden et Mer Rouge).

Les pourtours du lac TCHAD se présentent donc comme une région de jonction de deux grands systèmes de fractures de directions différentes. Il doit donc en découler une complexité structurale telle qu'il est impossible de faire à priori des hypothèses

raisonnables sur la topographie du socle dans tout ce secteur.

Examen de la carte gravimétrique-

I.- Au Nord du lac, existe une anomalie négative. Celle-ci appartient au vaste accident qui depuis la frontière algérienne borde le DJADO, passe à l'Ouest de BILMA pour ensuite se poursuivant au TCHAD venir disparaître dans le lac (on ne la retrouve plus au Sud de celui-ci). Comme nous l'avons indiqué plus haut, en étudiant la région de BILMA, cette très longue anomalie peut très bien correspondre à un graben qui s'étendrait sur une distance considérable en coupant tout le Niger oriental. Mais encore faut-il le démontrer. En effet, si l'étude que nous avons faite, plus haut, de la région du TENERE nous permet de supposer avec vraisemblance que dans ce secteur nous sommes bien en présence d'un fossé d'effondrement, il n'en est pas de même pour les parties plus au Sud, pour lesquelles les gradients aux limites de l'anomalie sont beaucoup moins forts. L'anomalie qui prend une allure molle (voir le profil 12 de la fig.9) peut facilement s'interpréter par une différenciation du socle. Il faut l'intervention d'une autre méthode pour lever l'indétermination. Ce sera le rôle d'une campagne de sondages électriques en longue ligne que l'O.R.S.T.O.M. réalise actuellement.

Compte tenu des considérations stratigraphiques développées plus haut, il est possible de se faire une idée du remplissage sédimentaire de ce long sillon, si sillon il y a. En effet la série marine du Crétacé moyen sera sûrement représentée. Si bien que l'existence d'un tel bassin qui, de par son orientation semble en liaison avec la fosse, mise en évidence par la sismique, dans le Nord-Est de la NIGERIA et par là avec le bassin de la BENOUÉ peut présenter un réel intérêt pétrolier. Des profils aéromagnétométriques ont été réalisés, il y a quelques années, mais faute de renseignements structuraux préalables il

ont été tracés un peu au hasard. L'un d'entre eux recoupe toutefois l'anomalie gravimétrique que nous examinons, au niveau du 15ème parallèle; il indique à cet endroit un remplissage sédimentaire de 1.500 à 2.000 mètres. Cette zone ne correspond pas à des valeurs très faibles de l'anomalie de BOUGUER, qui est à cet endroit de - 55 milligals. Il semble donc possible que dans d'autres secteurs où l'anomalie de BOUGUER descend à des valeurs beaucoup plus basses nous puissions avoir une série sédimentaire sensiblement plus puissante. Il pourrait donc exister un important bassin dont la gravimétrie pourrait permettre de suivre la forme et la structure.

- 2.- Nous ne ferons que mentionner le prolongement jusqu'au lac de l'importante anomalie négative qui s'étend largement autour du massif de TERMIT, et qui se situe dans le prolongement du fossé du TEFIDET. Elle a été examinée précédemment dans son ensemble.
- 3.- La carte gravimétrique, à l'Ouest du lac, est très perturbée. On remarque, tout d'abord, une anomalie négative très importante, centrée sur NGEL EDJI (voir carte gravimétrique Niger Sud-Est au 1/1.000.000). Elle s'étend, presque Nord-Sud, sur cent cinquante kilomètres de longueur et une quarantaine de large. Nous en donnons la coupe Est-Ouest passant par NGEL EDJI sur la fig. 9 (profil 13). Dans le rapport que nous avons remis (1) concernant les résultats de la première campagne de mesures, nous avons interprété cette anomalie comme résultant de la présence d'un fossé d'effondrement. Nous avons d'ailleurs comparé la coupe de l'accident passant par NGEL EDJI avec la coupe de l'anomalie gravimétrique du fossé rhénan passant par SPIRE et nous avons constaté que les deux coupes avaient la même allure. Nous avons poussé un peu l'interprétation, de la même manière que nous l'avons fait dans ce rapport pour les accidents du TENERE, en combinant des considérations mécaniques sur l'écorce avec les

données gravimétriques. Nous ne rappellerons ici que les conclusions auxquelles nous étions parvenus.

Si l'on désire interpréter cette anomalie par un fossé d'effondrement il faut, même en supposant une densité des sédiments extrêmement faible de 2,1 admettre une puissance sédimentaire comprise entre 1.500 et 2.000 mètres. Nous avons remarqué, toutefois, compte tenu de l'allure de la carte gravimétrique, qu'il était possible de compléter notre hypothèse d'un effondrement en supposant, liées aux failles, des remontées de roches denses. Ceci peut amener le rejet à être moins important qu'une comparaison directe avec l'interprétation du fossé rhénan nous le ferait supposer. Toutefois, compte tenu de la densité réelle des sédiments, beaucoup plus vraisemblablement 2,3 ou 2,4 que 2,1, il semble raisonnable d'admettre une puissance possible de l'ordre de 2.000 mètres. Les sondages électriques, en cours de réalisation actuellement, nous apporteront des données intéressantes à ce sujet. Un profil aéromagnétique recoupant l'anomalie gravimétrique de NGEL EDJI indique en cet endroit une puissance sédimentaire de 1.500 à 2.000 mètres. Les résultats des deux méthodes concordent donc bien.

Toute la région comprise entre l'anomalie de NGEL EDJI que nous venons d'examiner, le massif de GCURE, l'anomalie négative qui s'étend autour du massif de TERMIT, se manifeste globalement comme une zone lourde. Il apparaît, en effet, une vaste plage limitée par l'isomale - 40, à l'intérieur de laquelle les valeurs absolues de l'anomalie de DOUGUER sont faibles. Cette zone se prolonge vers le Nord-Ouest par deux autres anomalies lourdes de fort gradient, celles d'IBANGUECH et de TOULA-TOULA. Dans tout ce secteur l'indice de continuité est plus élevé, il est de 0,26. Ces diverses données peuvent nous permettre de penser que nous sommes en présence d'un socle peu profond et assez varié. Cette idée serait en accord avec les résultats obtenus par la Compagnie Générale

de Géophysique qui a réalisé des sondages électriques entre GOURE et TERMIT Sud. En effet, à plus de 200 kilomètres de GOURE (près de TASKER) la prospection électrique indique le socle à 400 mètres de profondeur sous un recouvrement gréseux du continental intercalaire. Une dernière anomalie lourde dont nous n'avons pas encore parlé, se situe entre le lac et l'importante anomalie négative de NGEL EDJI. Elle est très allongée, centrée sur NAMARI (voir carte gravimétrique Niger Sud-Est au 1/1.000.000). Elle borde l'anomalie de NGEL EDJI et l'on peut penser qu'elle est liée à sa compensation isostatique. Une anomalie magnétique assez forte (1.000 gamas) lui correspond.

Plus généralement, on peut se demander si l'ensemble de la zone lourde que nous venons d'examiner ne serait pas liée à la compensation de la vaste anomalie négative qui prolonge la région du TEFIDET en direction du lac TCHAD.

## -C O N C L U S I O N-

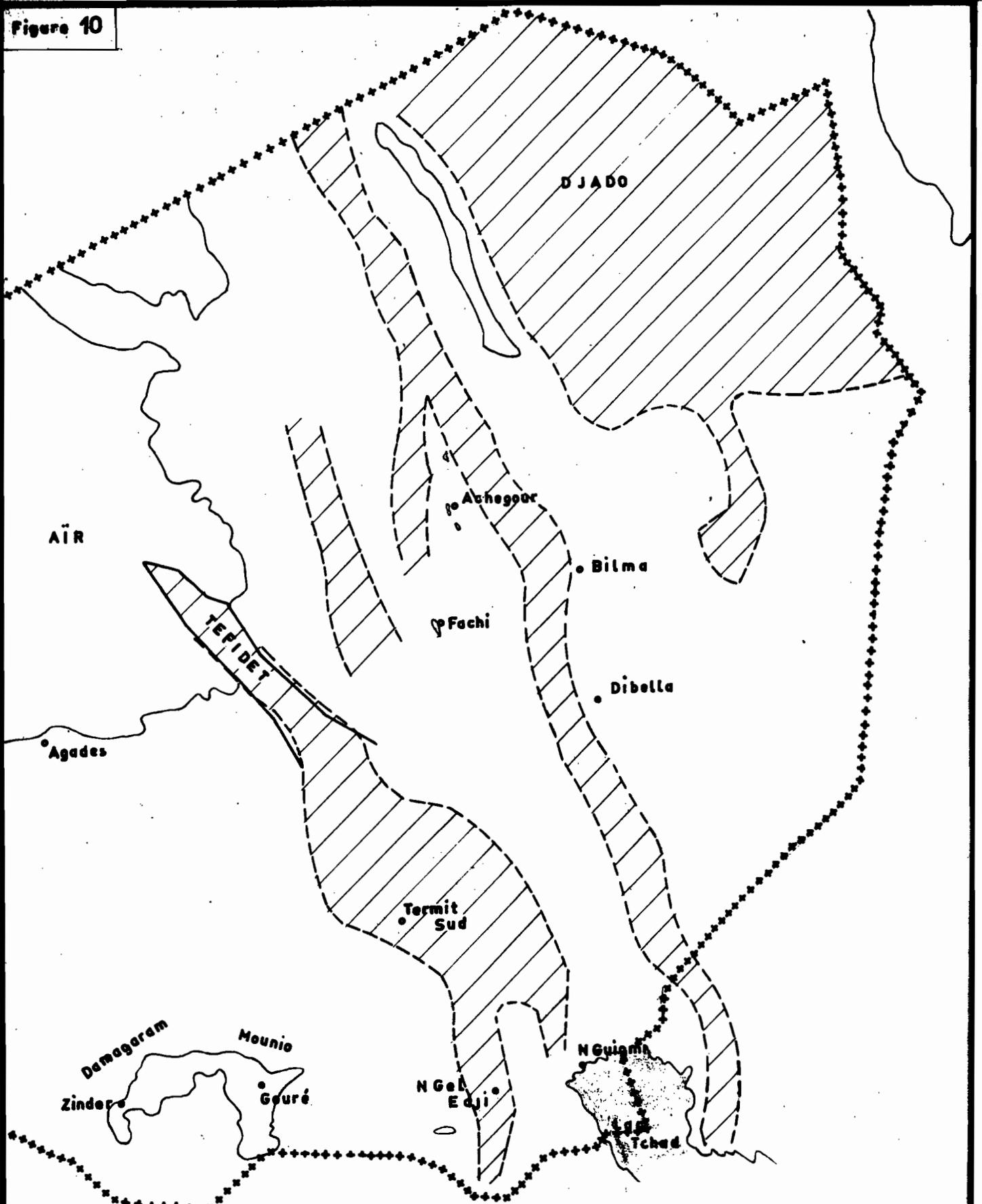
-----

Nous avons examiné tout d'abord la précision que nous pouvons accorder à nos cartes gravimétriques compte tenu des diverses causes d'erreurs. Ensuite nous avons présenté les grands traits des diverses régions géologiques de ce vaste secteur du Niger Oriental. Puis, région par région, nous avons essayé d'étudier la carte gravimétrique en nous efforçant de proposer chaque fois que nous le pouvions des interprétations pour les diverses anomalies. Certaines de nos interprétations qui s'appuient sur des connaissances géologiques solides ont une forte probabilité d'exactitude. D'autres sont beaucoup plus sujettes à caution. De toutes manières nos commentaires sont loin d'épuiser le sujet, ce sont plutôt des exemples qui indiquent les directions dans lesquelles le travail peut se poursuivre. Travail qui devra tenir compte de toutes les données nouvelles dont on pourra disposer qu'elles soient géologiques ou géophysiques. En ce qui concerne ces dernières, nous rappelons que l'O.R.S.T.O.M. effectue en ce moment quelques profils de grands sondages électriques dans le Niger Oriental. Nous espérons que les résultats obtenus permettront de préciser et de compléter les données fournies par les cartes gravimétriques.

De notre examen des cartes nous avons pu dégager quelques structures importantes :

- 1.-l'anomalie correspondant au bassin du DJADD dans la partie Septentrionale du secteur d'étude.
- 2.-les anomalies du TENERE que nous avons interprétées par des fossés d'effondrement.
- 3.-les deux zones gravimétriquement légères prolongeant vers le Sud:  
- d'une part le fossé du TEFIDET. Il s'agit d'une vaste

Figure 10



Legende:



Limite du socle précambrien

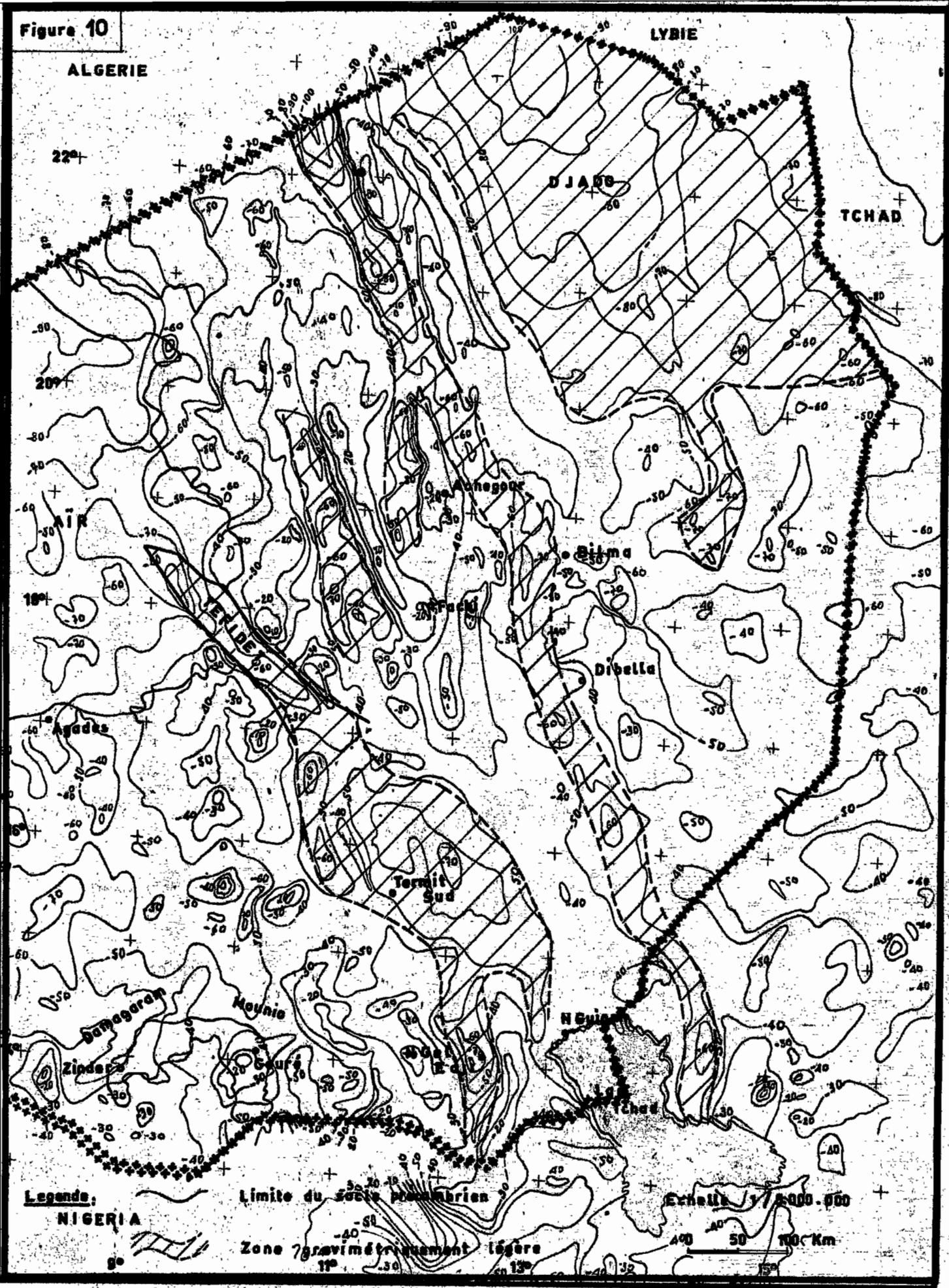


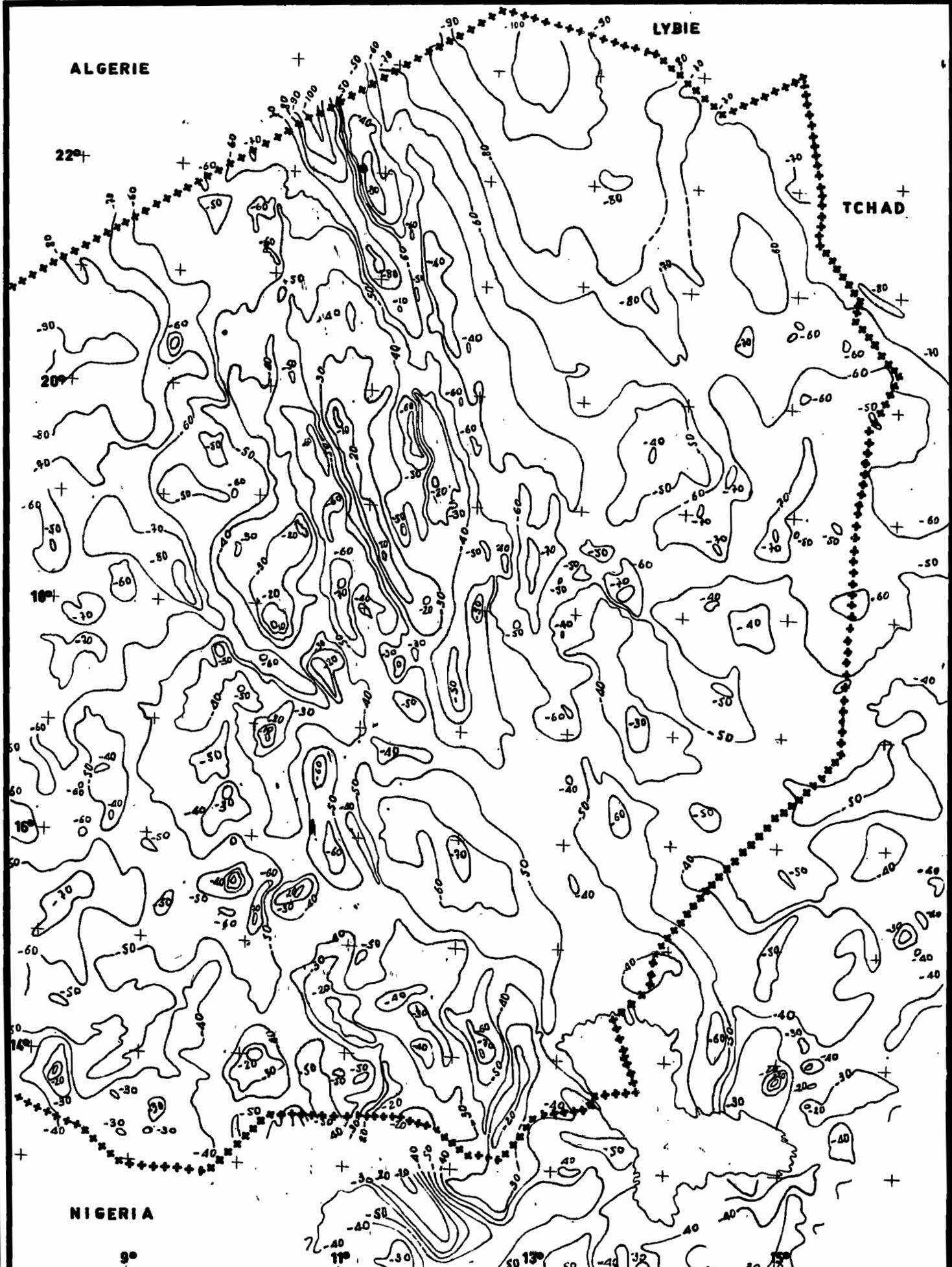
Zone gravimétriquement légère

Echelle 1/5.000.000

0 50 100 Km

Figure 10





anomalie d'amplitude modérée, une vingtaine de milligals, englobant le massif de TERMIT et se prolongeant jusque vers le lac TCHAD. Il semble qu'elle se poursuivrait vers la NIGERIA par l'importante anomalie de NGEL EDJI.

- d'autre part celle prolongeant la bande d'anomalie négative du TENERE que nous avons appelée 1 (la plus proche du DJADO). Il s'agit d'une anomalie assez étroite, une cinquantaine de kilomètres de large, bien marquée et très allongée, qui s'étend sur plus de 1.200 kilomètres du lac TCHAD jusqu'à la frontière algérienne qu'elle traverse à la longitude 10° Est. Elle se prolonge probablement d'ailleurs en territoire algérien. Elle pourrait s'interpréter comme un très long graben mais dans l'attente des résultats de la prospection électrique nous serons très réservés sur cette hypothèse.

Sur le plan économique, toutes les structures que nous venons d'énumérer (voir fig.10) qui peuvent correspondre à des approfondissements sédimentaires sont susceptibles de présenter un intérêt. Essentiellement pour la recherche hydrogéologique, éventuellement pour la recherche des hydrocarbures. En effet, l'histoire de ces bassins a présenté des phases marines qui ont pu permettre la formation de pétrole et les roches réservoirs par ailleurs ne manquent pas (les formations gréseuses sont importantes). Au DJADO, l'occupation marine est primaire et la mer serait venue du Nord; pour les autres bassins le remplissage marin serait crétacé et l'invasion marine serait venue du Sud (golfe de la BENOUE). Les Sociétés Pétrolières se sont déjà intéressées au bassin du DJADO où les recherches auraient été négatives.

A notre connaissance les bassins crétacés n'ont pas encore été étudiés, à part les quelques profils aéromagnétiques dont nous avons parlé et qui ne sont pas défavorables puisqu'ils

concluent à des bassins assez profonds par endroits.

Il nous semble intéressant pour terminer de faire une remarque concernant les affleurements du socle. Alors qu'en République du TCHAD les pointements granitiques se marquent généralement par des anomalies négatives, dans l'étendue du Niger Oriental il en est différemment. En effet, les affleurements d'ACHEGOUR, FACHI, DIBELLA, correspondent à des zones gravimétriquement lourdes. Ceci pourrait signifier que le socle est en majorité granitique et que la gravimétrie serait en grande partie sous la dépendance de sa topographie. Nous insistons pour faire remarquer que cette suggestion doit être considérée avec beaucoup de prudence.

LISTE DES PLANS HORS TEXTE  
-----

- Cartes des stations gravimétriques et des isanomales de BOUGUER au 1/1.000.000 :
  - Niger Nord-Est
  - Niger Sud -Est
  - Niger Nord-Ouest
  - Niger Sud -Ouest
  
- Cartes des isanomales de BOUGUER au 1/2.000.000 :
  - Niger Est avec tracés des itinéraires
  - Ensemble du Niger.

BIBLIOGRAPHIE

-----

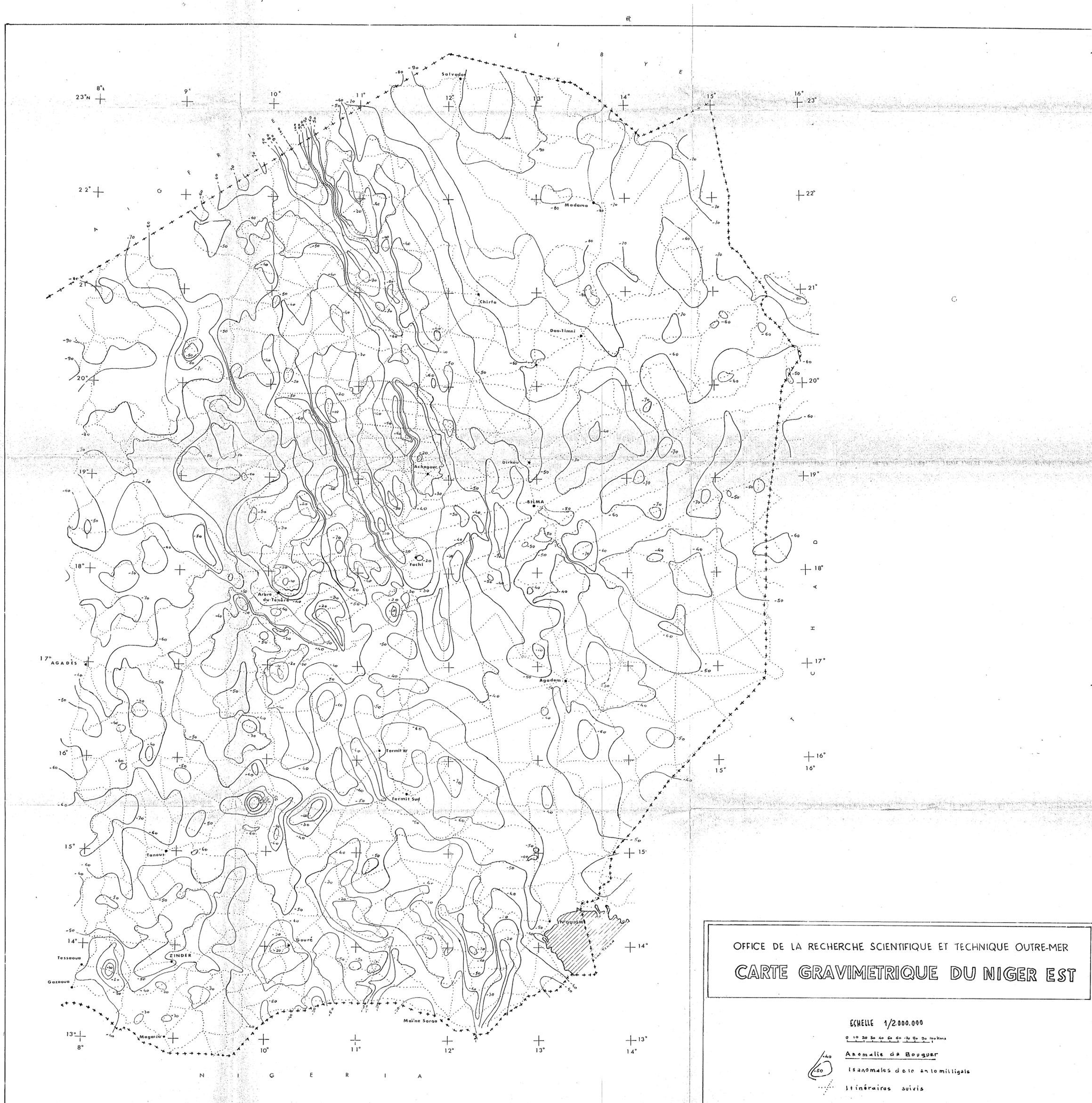
- 1.- Etat des Travaux gravimétriques dans le bassin du TCHAD.  
Année 1963 - Rapport O.R.S.T.O.M. - Janvier 1964.
- 2.- Etat des Travaux géophysiques dans le bassin du TCHAD.  
Année 1964 - Rapport O.R.S.T.O.M. - Janvier 1965.
- 3.- F. DUCLAUX, J. MARTIN, C. BLOT, R. REMIOT, Etablissement d'un  
réseau général de stations gravimétriques en Afrique, à  
Madagascar et à l'île Maurice. O.R.S.T.O.M. 1954.
- 4.- Y. CRENN. Mesures gravimétriques et magnétiques dans la partie  
centrale de l'A.O.F. - O.R.S.T.O.M. 1957.
- 5.- H. FAURE - Reconnaissance géologique des formations sédimen-  
taires post-paléozoïques du NIGER Oriental. Rapport B.R.G.M.
- 6.- Bureau de Recherches de Pétrole - Notice explicative sur la  
carte géologique du Bassin du DJADO - B.R.G.M. - DAKAR 1960.
- 7.- Y. CRENN - Définition d'un indice caractérisant l'irrégularité  
des profils gravimétriques - Ann. Géophys. Fr. 18, 1962  
p. 121 - 124.
- 8.- WAYLAND - The African Bulge - Geogr. Journ, London, vol.LXXV.  
pp. 381 - 383 - 1930.

Plusieurs rapports de la Compagnie Générale de Géophysique et de H. FAURE concernant la géologie du NIGER ont été consultés.

## S O M M A I R E

-----

<u>CHAPITRE I -</u>	Pages
Présentation des travaux de terrain	2
-Financement - Moyens - Programme réalisé.	
<u>CHAPITRE II -</u>	
Dépouillement -Précision des résultats- Cartographie	5
<u>CHAPITRE III -</u>	
Aperçu géologique sur les régions étudiées	20
<u>CHAPITRE IV -</u>	
Bassin du DJADO - Bassin de BILMA	29
<u>CHAPITRE V -</u>	
Les formations cristallines :AIR et MOUNIO-DAMAGARAM	43
<u>CHAPITRE VI -</u>	
Le TENERE et le NORD TENERE	49
<u>CHAPITRE VII -</u>	
Sud et Sud-Est de l'AIR - Nord et Ouest du lac TCHAD	64
CONCLUSION. .	79
LISTE DES PLANS.	82
BIBLIOGRAPHIE.	83



OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER  
**CARTE GRAVIMETRIQUE DU NIGER EST**

ECHELLE 1/2.000.000  
 0 10 20 30 40 50 60 70 80 Kilomètres

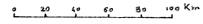
**Anomalie de Bouguer**  
 Isanomales de 10 milligals  
 Itinéraires suivis

N I G E R I A

# CARTE GRAVIMETRIQUE DU NIGER

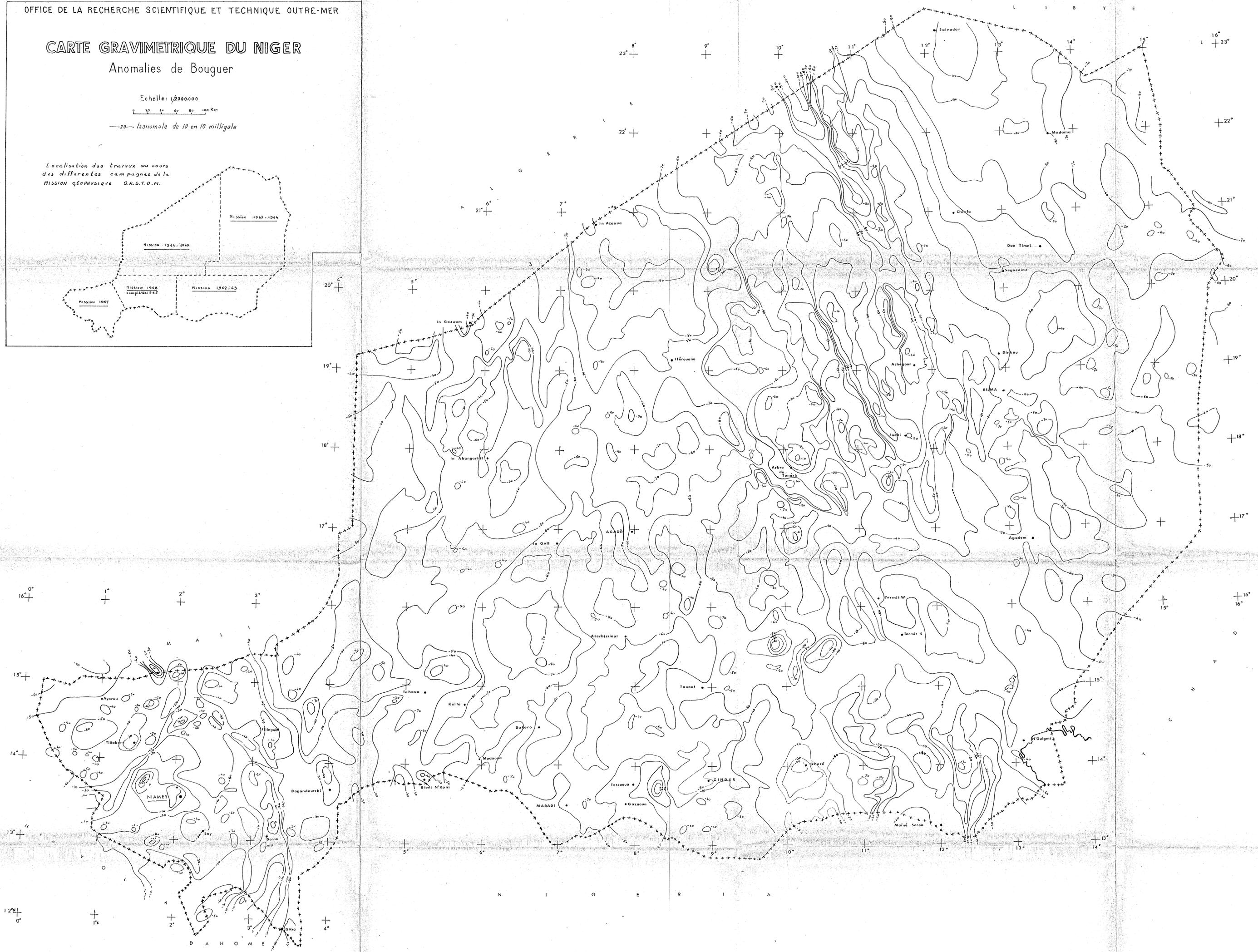
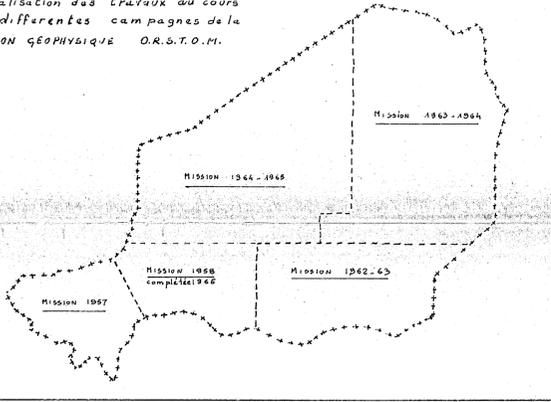
Anomalies de Bouguer

Echelle: 1/2000000



—20— Isanomale de 10 en 10 milligals

Localisation des travaux au cours  
des différentes campagnes de la  
MISSION GEOPHYSIQUE O.R.S.T.O.M.



# LEGENDE

Echelle 1/1.000.000<sup>e</sup>

0 5 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 Km

-46 Anomalie de Bouguer en milligals

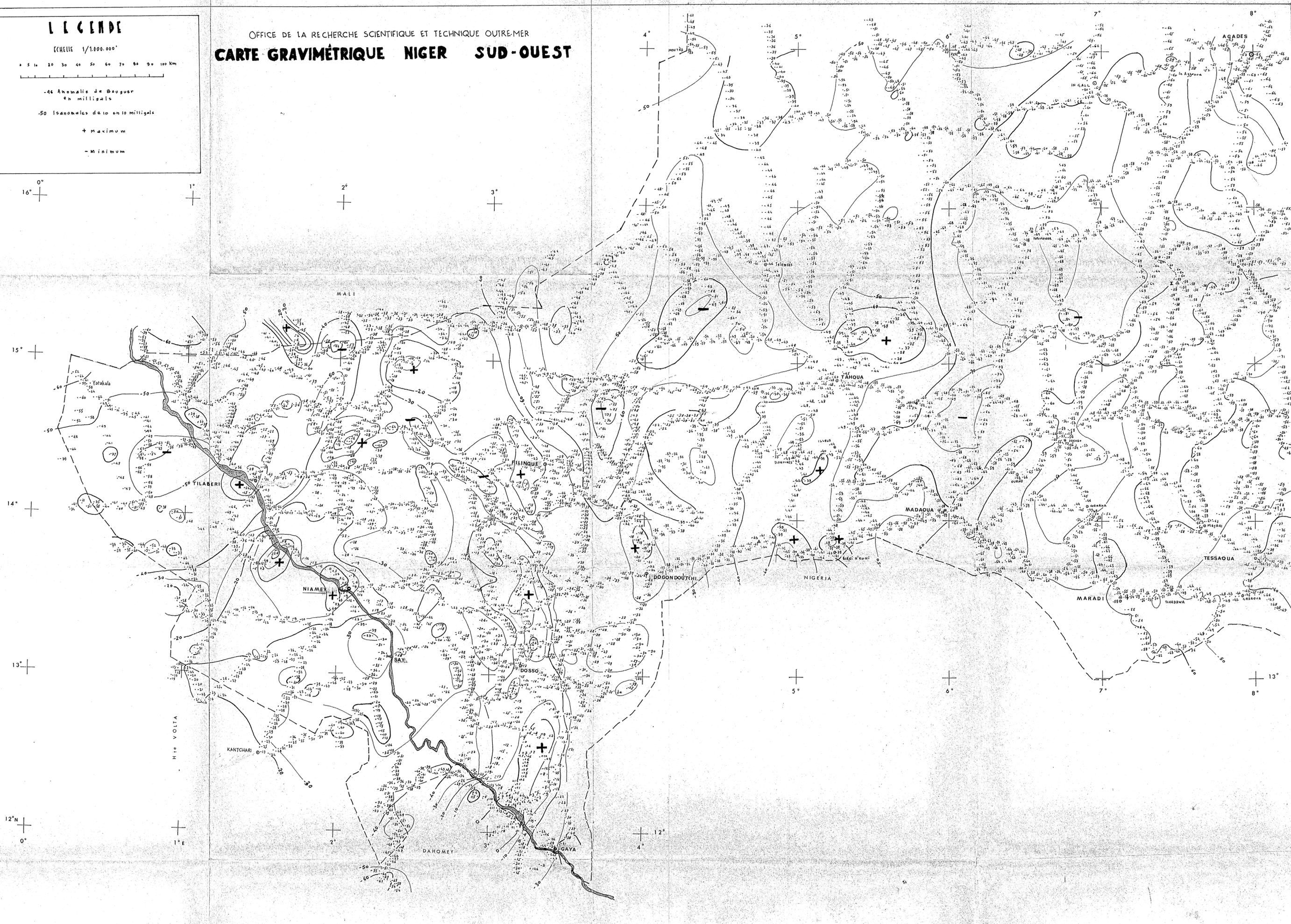
-50 Isoanomalies de 10 en 10 milligals

+ Maximum

- Minimum

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER

## CARTE GRAVIMÉTRIQUE NIGER SUD-OUEST



# LEGENDE

ECHELLE 1/1.000.000

0 5 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 km

-46 Anomalie de Bouguer en milligals

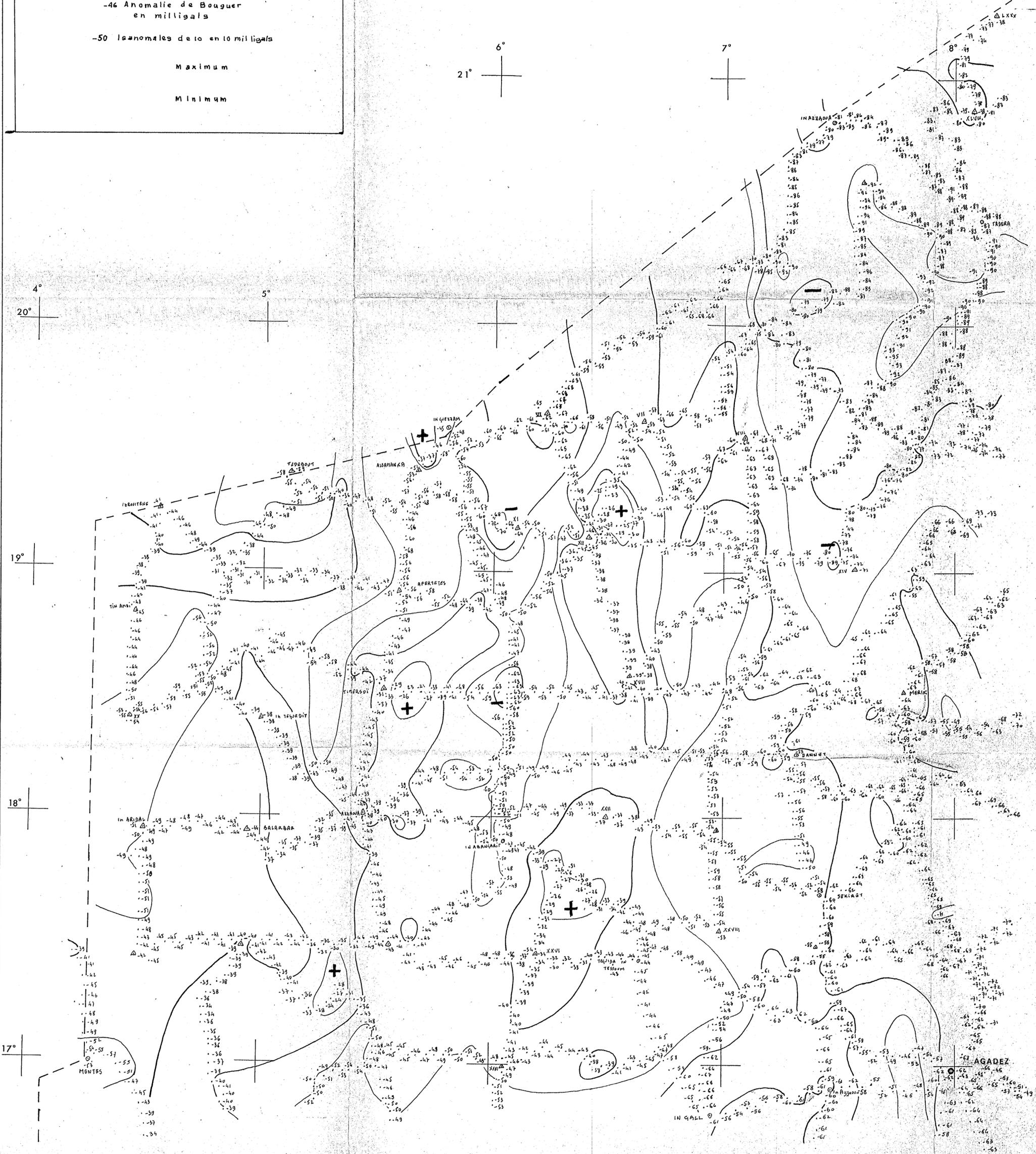
-50 isonomales de 10 en 10 milligals

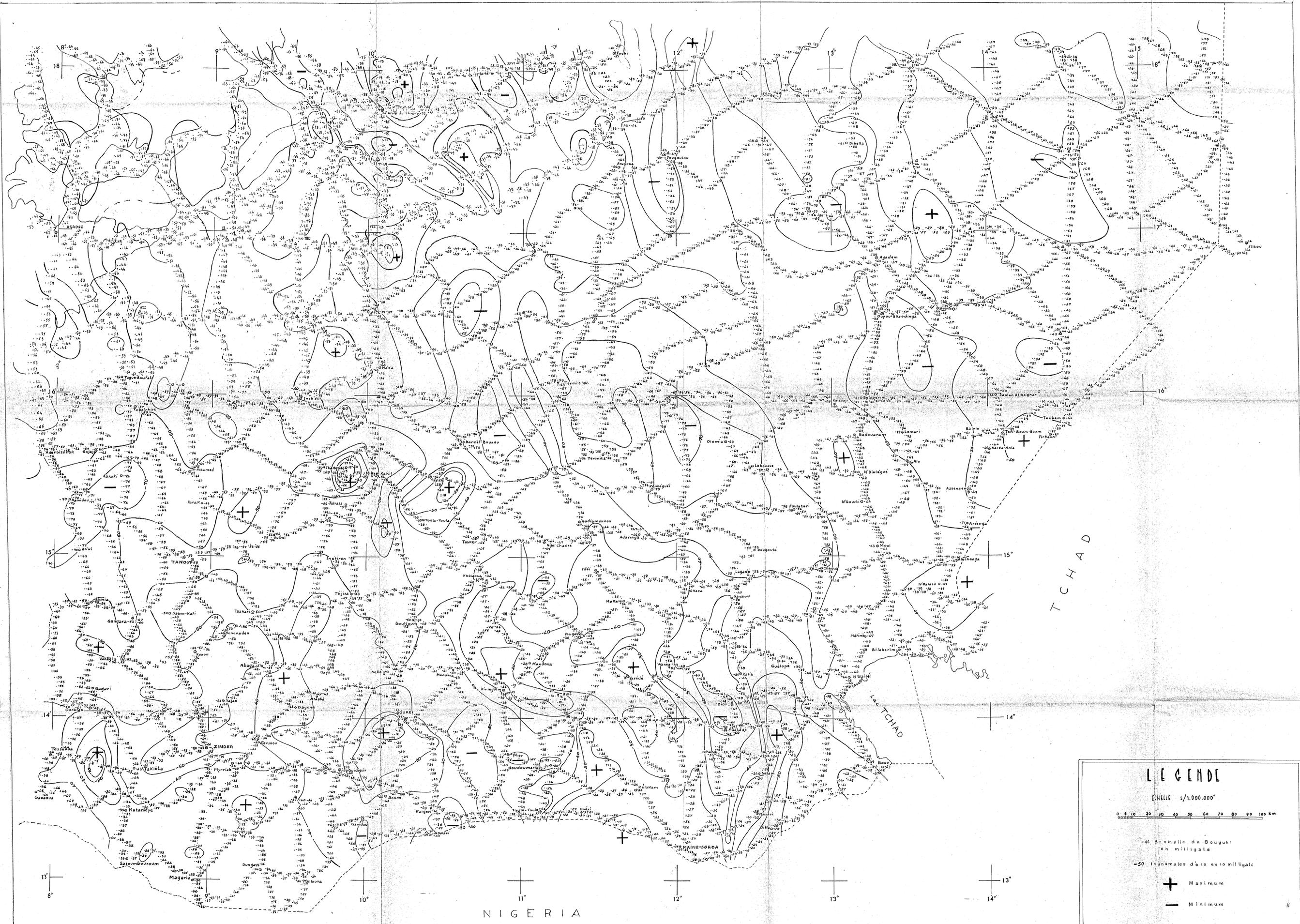
Maximum

Minimum

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER

# CARTE GRAVIMÉTRIQUE NIGER NORD-OUEST





Mission géographique O.A.S.T.O.M. 1962-1963

NIGERIA  
 CARTE GRAVIMETRIQUE NIGER SUD-EST

LEGENDE

Echelle 1/1.000.000<sup>e</sup>

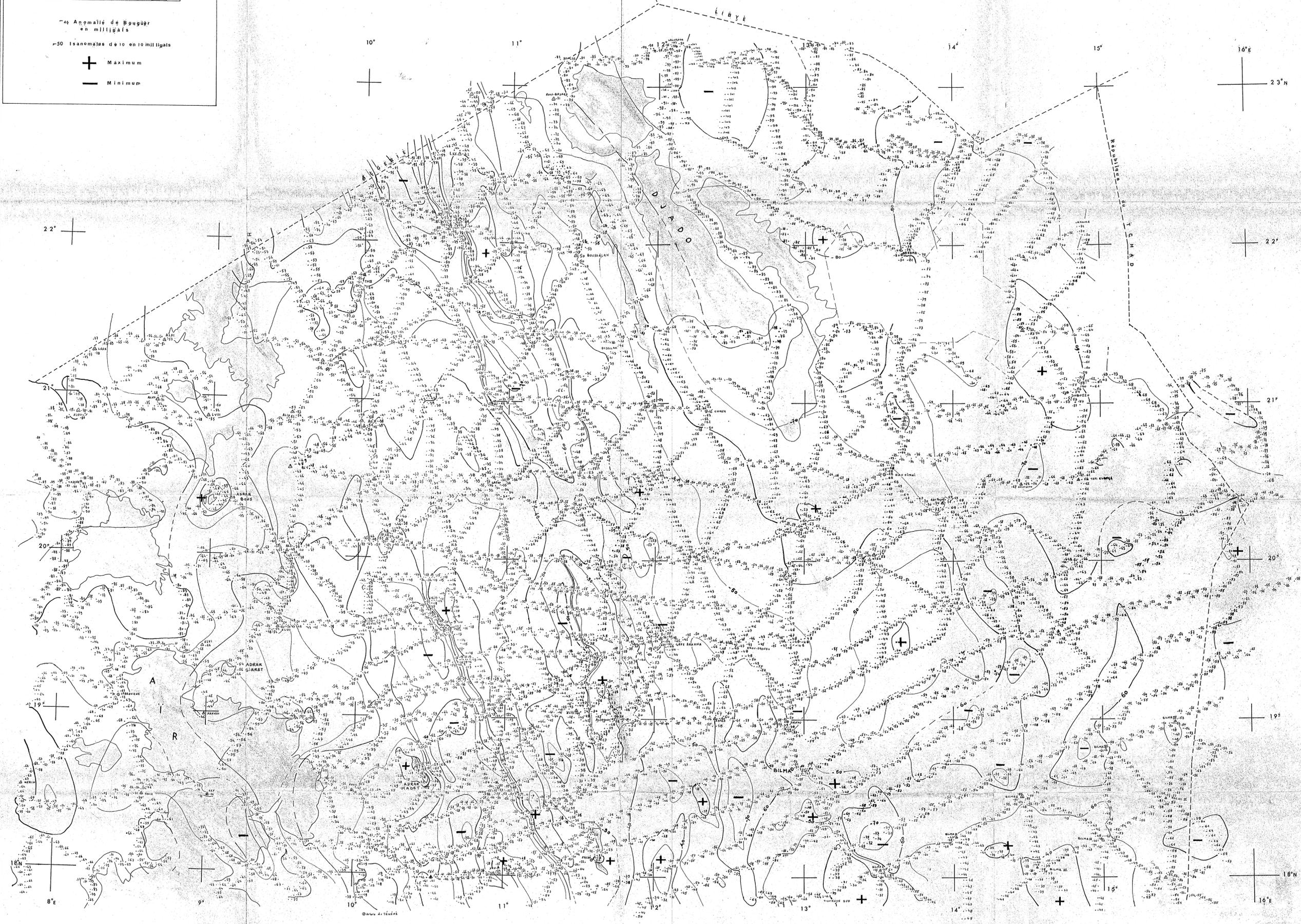
0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 km

-49 Anomalie de Bouguer en milligals

-50 Isomajies de 10 en milligals

+ Maximum  
- Minimum

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER  
CARTE GRAVIMÉTRIQUE NIGER NORD-EST



**DRSTOM**

DIRECTION GENERALE :

**24, rue Bayard - PARIS-8<sup>e</sup>**

SERVICE CENTRAL DE DOCUMENTATION :

**80, route d'Aulnay - BONDY (Seine)**