

# 5

## **ANOMALIES GRAVIMÉTRIQUES ET STRUCTURE DE LA CROUTE DANS LA RÉGION DE LA NOUVELLE-CALÉDONIE : ENRACINEMENT DES PÉRIDOTITES**

*par* Jean-Yves COLLOT, François MISSEGUE et Alexander MALAHOFF

### **PRÉSENTATION DES DONNÉES GRAVIMÉTRIQUES**

Les données ayant permis de dresser la carte des anomalies gravimétriques ont des origines diverses, elles comprennent (Fig. XII-29) :

- les données collectées par l'ORSTOM (1975-1979) sur la Nouvelle-Calédonie, l'île des Pins, les îles Loyauté et les îlots du lagon ;
- les données de gravimétrie marine des lagons est et sud collectées dans leur totalité lors de la campagne EVA VI (ORSTOM-NOAA) ;
- les données de gravimétrie marine du bassin des Loyauté et du bassin de Nouvelle-Calédonie obtenues dans leur totalité à partir des campagnes EVA VI et VII (ORSTOM-NOAA).

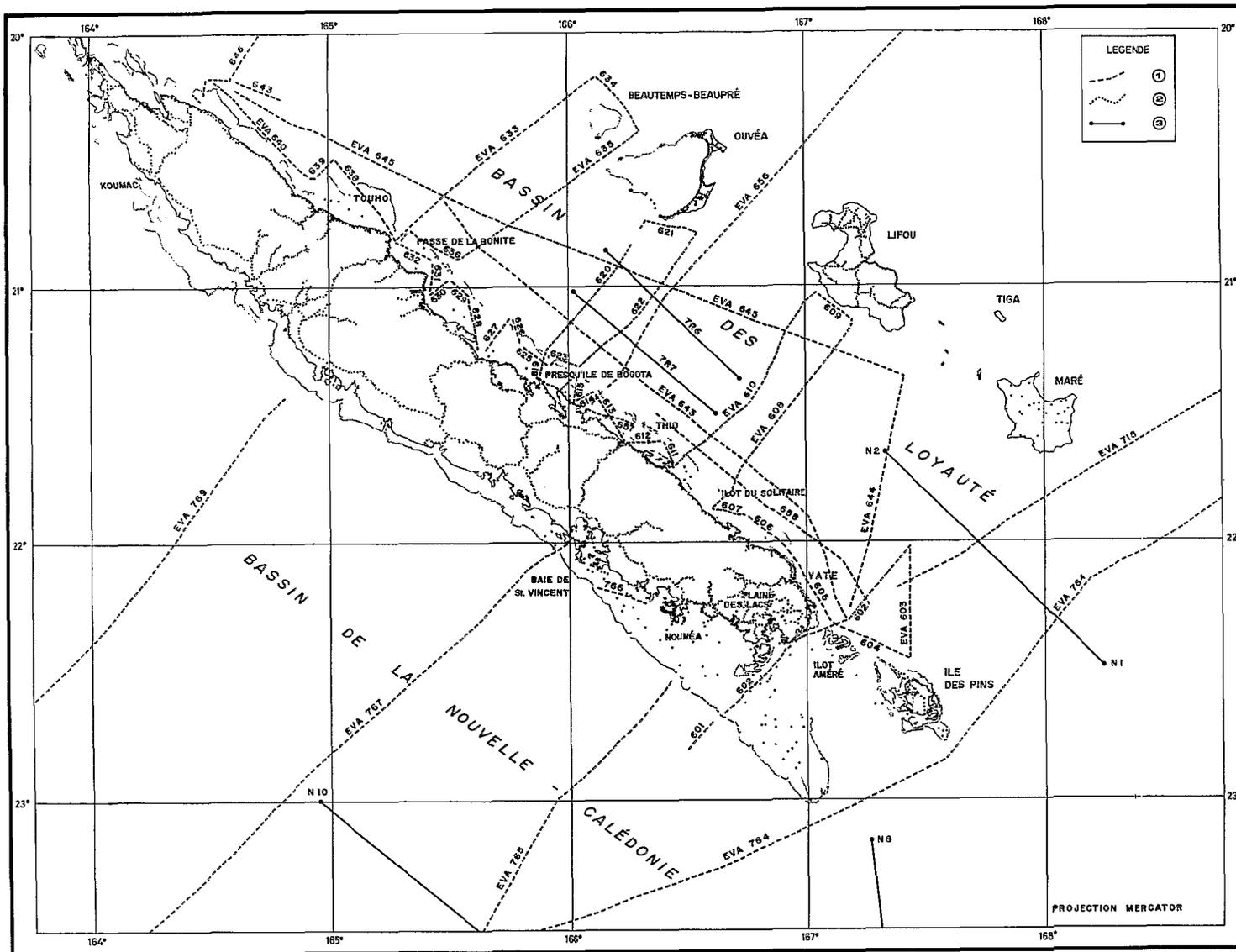


Fig. XII-29 - Situation des profils et stations de mesure dans la région de Nouvelle-Calédonie. 1 : profils de bathymétrie-gravimétrie ; 2 : stations gravimétriques terrestres ; 3 : profils de sismique réfraction, 7 R6, 7 R7 (EVA VII), N1, N2, N8, N10 (SHOR *et al.*, 1971).

### *Gravimétrie à terre*

Les données recueillies à terre ont été rassemblées dans l'Atlas de la Nouvelle-Calédonie, sous la forme d'une carte d'Anomalie de Bouguer (MISSEGUE, *in prep.*).

A cette fin, plus de 2000 stations de mesure (Fig. XII-29) ont été effectuées par les agents de l'ORSTOM à l'aide du gravimètre Worden n° 313. Le réseau de base, exécuté avec le gravimètre LaCoste-Romberg "Microgal" n° 402 et la collaboration du Bureau International des Marées terrestres et de l'Observatoire Royal de Belgique, a été établi à partir de la base gravimétrique internationale de NOUMÉA-ORSTOM. Cette dernière est définie dans le système de référence dit : Réseau gravimétrique international unifié 1971 (IGSN 71) et a pour valeur  $g = 978\ 865.33$  mgal (JEZEK, 1976).

L'altitude affectée à chaque point de mesure a été obtenue de deux façons :

- dans environ 60 % des cas les mesures gravimétriques ont été effectuées directement sur les repères de nivellement précis de l'Institut Géographique National ;
- dans tous les autres cas, la mesure gravimétrique s'accompagne d'une mesure d'altitude effectuée par nivellement barométrique. L'imprécision de l'altitude entraîne des erreurs maximales sur l'anomalie de  $\pm 1$  mgal en valeur absolue, et  $\pm 0,2$  mgal en valeur relative.

La correction de plateau de Bouguer nécessite la connaissance de la densité moyenne des terrains émergés. Le tableau XII-4 donne un aperçu de ces densités en Nouvelle-Calédonie. Bien que les massifs ultrabasiques de densité moyenne 3.0 occupent près du tiers de la superficie du Territoire, la correction de plateau de Bouguer a été calculée avec une densité conventionnelle de 2.67 pour l'ensemble des stations. Cette simplification introduit une erreur de l'ordre de 5 mgal pour une station située à 360 m d'altitude sur un plateau ultrabasique. Le signe de cette correction est opposé à celui de la correction topographique. Par conséquent, dans le cas des stations de ce type ayant des corrections topographiques de l'ordre de 4 à 6 mgal, le fait de ne pas adopter la densité appropriée et de ne pas tenir compte des corrections topographiques permet d'obtenir une anomalie de Bouguer simple, peu différente de celle obtenue en tenant compte des paramètres réels.

Dans le cas des stations situées à moins de 100 m d'altitude, l'erreur principale est due à l'absence de corrections topographiques. CRENN (1952) a donné une évaluation de ces corrections de relief des zones proches jusqu'à O2 (166 km) en prenant  $d = 2.67$  et 3.0 pour l'ensemble de la Grande Terre. Elles peuvent dépasser 30 mgal au sommet de massifs élevés et isolés. On pourra noter que 82 % des stations de mesures effectuées en Nouvelle-Calédonie ont des corrections topographiques inférieures à 6 mgal, 18 % ont des corrections comprises entre 6 et 12 mgal et moins de 0,5 % des stations ont des corrections supérieures à 12 mgal. Ces estimations, relatives à la précision des données, permettront d'apprécier les limites dans lesquelles l'ajustement des modèles gravimétriques peut être envisagé.

### *Gravimétrie marine*

Mille cinq cents milles nautiques de gravimétrie marine ont été nécessaires pour obtenir une bonne couverture du lagon Est-Calédonien et d'une bonne partie du bassin des Loyauté. De plus, quatre profils ont été réalisés dans le bassin de Nouvelle-Calédonie (Fig. XII-29).

La précision des résultats (voir Annexe II, Gravimétrie marine), compte tenu de la très faible dérive du gravimètre, de la navigation au voisinage des côtes et de l'état calme de la mer, est très satisfaisante. L'écart moyen obtenu sur 25 croisements est égal à 3.4 mgal, l'écart type est de 2.26 mgal. Les résultats sont présentés sous forme d'anomalie à l'air libre rapportée au système de référence IGSN 71.

## CARTE GRAVIMÉTRIQUE DE LA RÉGION DE NOUVELLE-CALÉDONIE

*Analyse qualitative en plan* (voir carte hors-volume XII-3)

Cette carte présente les anomalies à l'air libre en domaine marin et les anomalies de Bouguer simple sur terre, l'équidistance des isanomales est de 10 mgal, les contours des isanomales représentant les cinquantaines et les centaines ont été renforcés. Les symboles "plus" et "moins" représentent respectivement les maxima et les minima relatifs.

De façon générale, les anomalies gravimétriques de cette région sont orientées NW-SE. En première approximation, elles épousent la morphologie régionale en indiquant des minima sur les bassins (— 80 mgal dans le bassin Ouest-Calédonien et — 40 mgal dans le bassin des Loyauté), et des maxima sur les rides (+ 100 mgal sur la Nouvelle-Calédonie, + 160 mgal sur la chaîne des Loyauté). Le trait le plus caractéristique de cette carte est la présence dans le lagon est et sur la marge orientale de l'île, d'une anomalie gravimétrique de très forte amplitude (+ 180 mgal) et fort gradient (10 mgal / km), de demi-longueur d'onde 30 km en grande partie indépendante de la topographie. Si son flanc ouest était partiellement connu (CRENN, 1953), son extension, ses limites et ses variations longitudinales sont des faits nouveaux. Elle apparaît comme un bourrelet gravimétrique qui s'étire entre les longitudes 164°45' Est et 167°30' Est, et vient en première approximation, se fermer au nord de l'île des Pins.

Le secteur du lagon est, situé sur le 165°40' Est, au nord de la presqu'île de Bogota se révèle être une zone fortement perturbée, relayée vers le nord par une importante anomalie positive, dont l'extrémité septentrionale n'a pu être reconnue. Cet alignement gravimétrique constitue en quelque sorte un chalet d'anomalies parfaitement bien localisé dans l'espace dont les différents maillons sont, du nord au sud, les anomalies situées près de (Fig. XII-29 et carte hors-volume XII-3) :

- . TOUHO (+ 160 mgal)
- . la passe de la BONITE (+ 130 mgal)
- . la presqu'île de BOGOTA (+ 180 mgal)
- . THIO (+ 155 mgal)
- . et l'îlot du SOLITAIRE (+ 140 mgal).

L'anomalie de BOGOTA atteint son maximum dans l'axe du lagon, alors que les autres anomalies atteignent leur maximum au niveau du grand récif.

Sur la bordure ouest de la Nouvelle-Calédonie, de Koumac jusqu'à Nouméa, une anomalie discontinue, partiellement reconnue atteint environ 100 mgal ; elle est bien définie dans le lagon ouest, depuis la baie de St. Vincent jusqu'au sud de la presqu'île de Nouméa. Le grand lagon sud, situé au sud-est de Nouméa ne présente pas d'anomalies particulières.

Dans son ensemble, la Nouvelle-Calédonie présente un minimum relatif (+ 50 à + 60 mgal) orienté suivant l'axe d'allongement de l'île ; il est brusquement interrompu à la hauteur de la plaine des Lacs par une forte anomalie très localisée, atteignant 110 mgal ; plus au sud, cette dernière anomalie est relayée par un maximum relatif, d'amplitude identique à la précédente, grossièrement centré sur l'îlot Améré.

Sur les îles Loyauté, des anomalies atteignant 150 mgal sur Ouvéa, 170 mgal sur Maré et 180 mgal sur Lifou, traduisent des manifestations ponctuelles d'une chaîne sous-marine localement continue, dont le niveau gravimétrique moyen est élevé.

### Analyse qualitative en coupe

Les coupes transversales de la figure XII-30 indiquent que l'anomalie, située à l'aplomb du lagon est, est légèrement dissymétrique. Le fort gradient observé du côté de la terre traduit un accident presque vertical, souligné par la morphologie de la côte. Il délimite deux blocs : au SW le substratum calédonien recouvert par une faible épaisseur de péridotite, et au NE une masse de péridotite dont la limite inférieure pourrait atteindre 8 km selon CRENN (1953). Le fort gradient observé sur le flanc est de l'anomalie est dû en partie à la pente externe du lagon. La rupture de pente bordant le grand récif barrière sur toute la longueur de la Nouvelle-Calédonie souligne une zone de fracture dont on tiendra compte dans l'interprétation de ces anomalies.

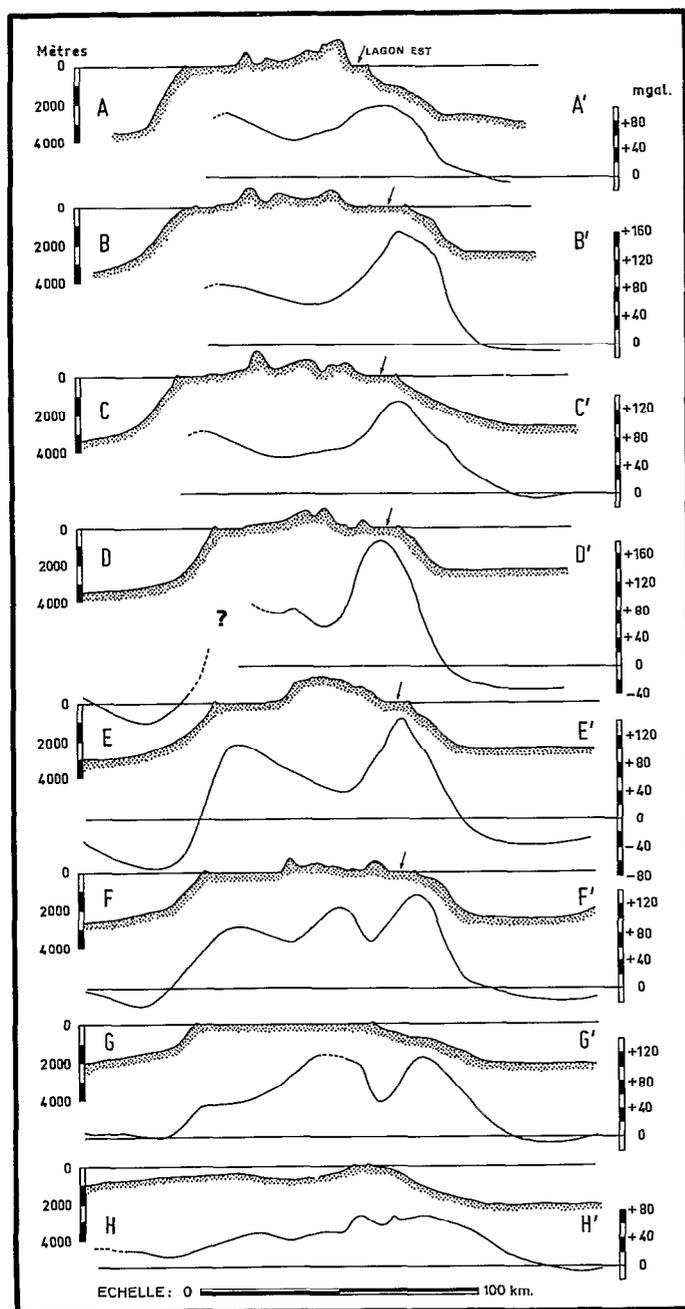


Fig. XII-30 - Coupes morphologie-gravimétrie. Leur localisation est indiquée sur la figure XII-31 ; l'anomalie de Bouguer simple ainsi que la topographie sont figurées à terre, l'anomalie à l'air libre et la bathymétrie sont figurées en mer. On notera sur l'ensemble des coupes, la forte anomalie gravimétrique existant à l'aplomb du lagon est, ainsi que son dédoublement sur les coupes FF' et GG'.

D'autre part, un gradient de 1 mgal/km caractérise l'anomalie gravimétrique du bassin des Loyauté (Fig. XII-30). Il n'existe aucune corrélation entre ce gradient et la morphologie du fond du bassin qui reste rigoureusement plane et horizontale. Cette anomalie reflète la structure profonde du bassin des Loyauté ; elle peut être interprétée par la présence d'un ensemble structural dense plongeant vers le NE et corrélativement, par un épaississement de la série sédimentaire suivant la même direction. Ces observations sont en parfait accord avec les données issues des profils de sismique réflexion et réfraction (Fig. XII-27). Il faut toutefois noter que ce gradient caractéristique n'a pas été observé sur le profil EVA 646 recoupant le bassin au niveau de la région Nord-Calédonie.

### *Interprétation*

Ces fortes anomalies, localisées au niveau du lagon est, caractérisent la zone d'enracinement de l'ophiolite néo-calédonienne. L'enracinement de la nappe, clairement défini jusque vers la longitude 167°30', semble se poursuivre au moins jusque dans la région orientale de l'île des Pins. Il se caractérise alors par une anomalie gravimétrique de + 60 mgal située à l'aplomb d'une plate-forme reposant sous une tranche d'eau moyenne de 1500m. En effet, les fortes anomalies sont induites par des structures denses situées sous le fond du lagon par très faible profondeur (40m). La disparition de ces fortes anomalies au voisinage de l'île des Pins coïncide avec la disparition du lagon et de la marge peu profonde située à l'est de Yaté ; l'anomalie observée à cet endroit présente une valeur anormalement élevée (+ 60 mgal) pour une structure crustale "normale" recouverte par 1500 m d'eau ; ceci traduit la présence du corps ophiolitique dense sur la bordure orientale de l'île des Pins (Fig. XII-36, modèle II). Vers l'extrémité nord de la zone d'enracinement, l'anomalie de Touho laisse supposer la présence d'une masse de roches ultrabasiques enracinée au NE de la ceinture métamorphique. La coupe structurale localement obtenue après interprétation de la gravimétrie devient comparable à celle publiée par DAVIES (1971) pour le sud de la Nouvelle-Guinée.

Du point de vue structural, les forts gradients observés soulignent de façon générale la juxtaposition de roches denses à caractères ultrabasiques et de roches plus légères, d'origine et de nature très variées. Nous interprétons ces gradients par un jeu complexe de fractures dont les directions se retrouvent de façon plus générale sur la Nouvelle-Calédonie. Les principales directions notées sur notre schéma structural (Fig. XII-31) sont NW-SE, N-S et E-W. Le premier azimut correspond à la direction principale d'alignement des chaînes et bassins à l'échelle régionale. Pour les directions N-S et E-W le seul critère gravimétrique ne permet pas, a priori, de privilégier l'une ou l'autre de ces orientations lorsqu'elles se recoupent. Sur la figure XII-31 nous avons donné une préférence au réseau d'orientation N-S qui paraît assez net dans la région sud de l'île ; il semble avoir rejoué postérieurement au système NW-SE en décalant horizontalement les différents blocs.

Selon PARIS et LILLE (1977) le modèle le plus réaliste de l'évolution de la Nouvelle-Calédonie jusqu'au Crétacé inférieur est celui d'une marge continentale active de "type Andin" ; le noyau axial profond de la Nouvelle-Calédonie serait, pour ces auteurs, granitique ou gabbroïque. La Nouvelle-Calédonie, ainsi définie comme une structure paracontinentale présente un minimum gravimétrique relatif allongé (+ 60 mgal) situé sur la zone axiale. Il traduit l'épaississement relatif de la croûte qui atteint sous la chaîne centrale  $35 \pm 4$  km selon DUBOIS (1969) et 30 à 32 km selon COLLOT et MISSEGUE (1977b). Un élément supplémentaire concernant l'épaisseur de la croûte dans la région de Nouméa nous est donné par les sismogrammes de la figure XII-32 (LOUAT communication orale, 1979). Ils représentent les composantes verticale et horizontale (N-S) de l'enregistrement sismique des premières arrivées à la station de Nouméa, provenant d'un séisme profond de la mer de Banda (Indonésie). Sur la composante N-S on peut noter, 4 secondes après l'onde P, une arrivée d'énergie interprétée ici comme une onde Sv provenant d'une conversion  $P \rightarrow Sv$ , à la base de la croûte. Suivant les modèles envisagés la profondeur du Moho déduite de ces données est comprise entre 18 et 34 km. Elle est tout-à-fait compatible avec les modèles de croûte pris en compte dans cette étude. L'absence d'onde S convertie, sur l'enregistrement E-W, ainsi que l'amplitude de l'onde Sv montrent d'autre part que si la conversion a lieu à la base de la croûte celle-ci n'est pas plane, au moins dans la région de Nouméa.

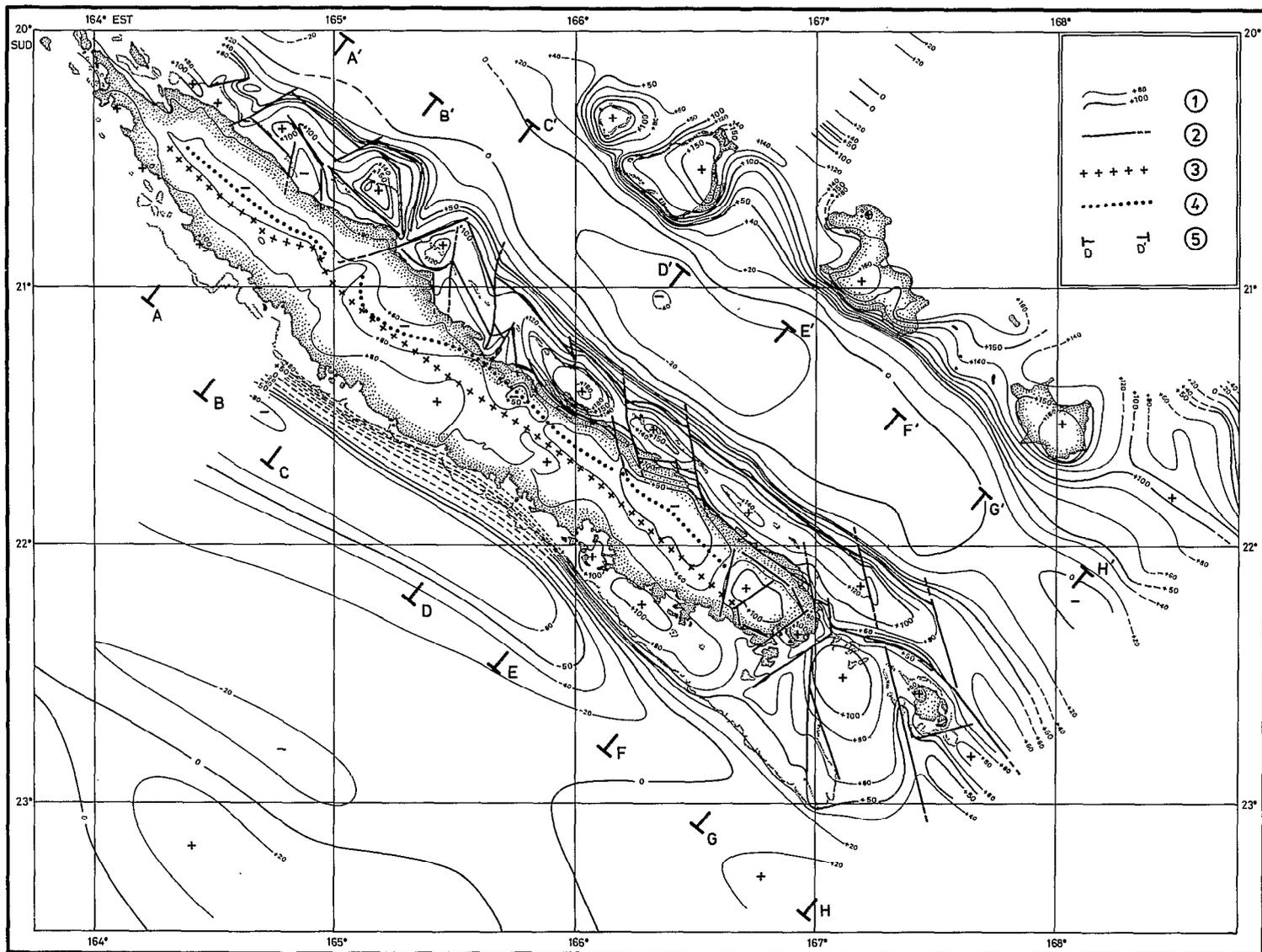


Fig. XII-31 - Schéma structural déduit des anomalies gravimétriques . 1 : isanomaes en milligals ; 2 : zone de fractures supposées ; 3 : axe morphologique médian pris entre les récifs est et ouest ; 4 : axe du minimum gravimétrique ; 5 : localisation des coupes présentées sur la figure XII-30.

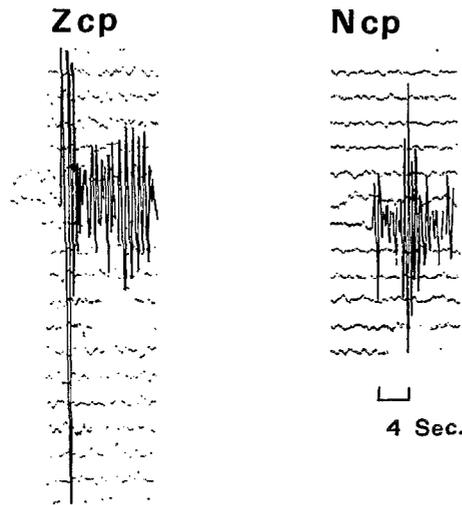


Fig. XII-32 - Premières secondes de l'enregistrement d'un séisme de la mer de Banda, à la station de Nouméa.

**NOU: H=530km  $\Delta=43^{\circ}4$**

Le minimum gravimétrique attaché au bloc calédonien est décalé d'une dizaine de kilomètres vers l'est par rapport à l'axe morphologique médian de la Nouvelle-Calédonie (Fig. XII-31). Ce décalage est significatif et souligne la géométrie dissymétrique du Moho sous la Nouvelle-Calédonie. En effet, une structure parfaitement symétrique et homogène en densité donnerait un minimum gravimétrique centré sur l'axe morphologique (Fig. XII-33A) ; l'introduction d'un corps de forte densité sur un des bords du modèle (Fig. XII-33B) rompt la symétrie et peut provoquer un déplacement du minimum gravimétrique vers l'autre bord du modèle. Par contre, une structure dissymétrique du type de celle de la figure XII-33C présente un minimum gravimétrique franchement décalé par rapport à l'axe morphologique dans le sens indiqué par la structure. L'introduction d'un corps de forte densité sur un des bords de ce modèle (Fig. XII-33D) pourrait masquer, par son effet opposé, le décalage produit par la structure profonde. Cependant, un certain décalage reste observable en Nouvelle-Calédonie ; il permet d'envisager une structure de croûte du type schématisé sur la figure XII-33D dans lequel le décalage de l'axe gravimétrique vers l'est par rapport à l'axe morphologique est limité par l'influence opposée de masses de forte densité, enracinées sous le lagon est.

## MODÉLISATION GRAVIMÉTRIQUE

### *Données de base*

Le processus de modélisation à deux dimensions suppose des structures infiniment longues orientées perpendiculairement à la coupe étudiée ; ces conditions sont correctement remplies en Nouvelle-Calédonie. Une croûte standard de densité 2.8 et d'épaisseur 32 km, reposant sur un manteau supérieur de densité 3.33 est utilisée comme référence. Le calcul a été effectué selon la méthode proposée par TALWANI *et al.* (1959) et adaptée sur calculateur HP 9845 (MISSEGUE, 1979).

Étant donné qu'une même anomalie gravimétrique peut être créée par des corps de géométrie et contraste de densité extrêmement variés, il est nécessaire de restreindre le champ des interprétations en imposant au modèle un certain nombre de contraintes. La bathymétrie ainsi que la sismique réflexion

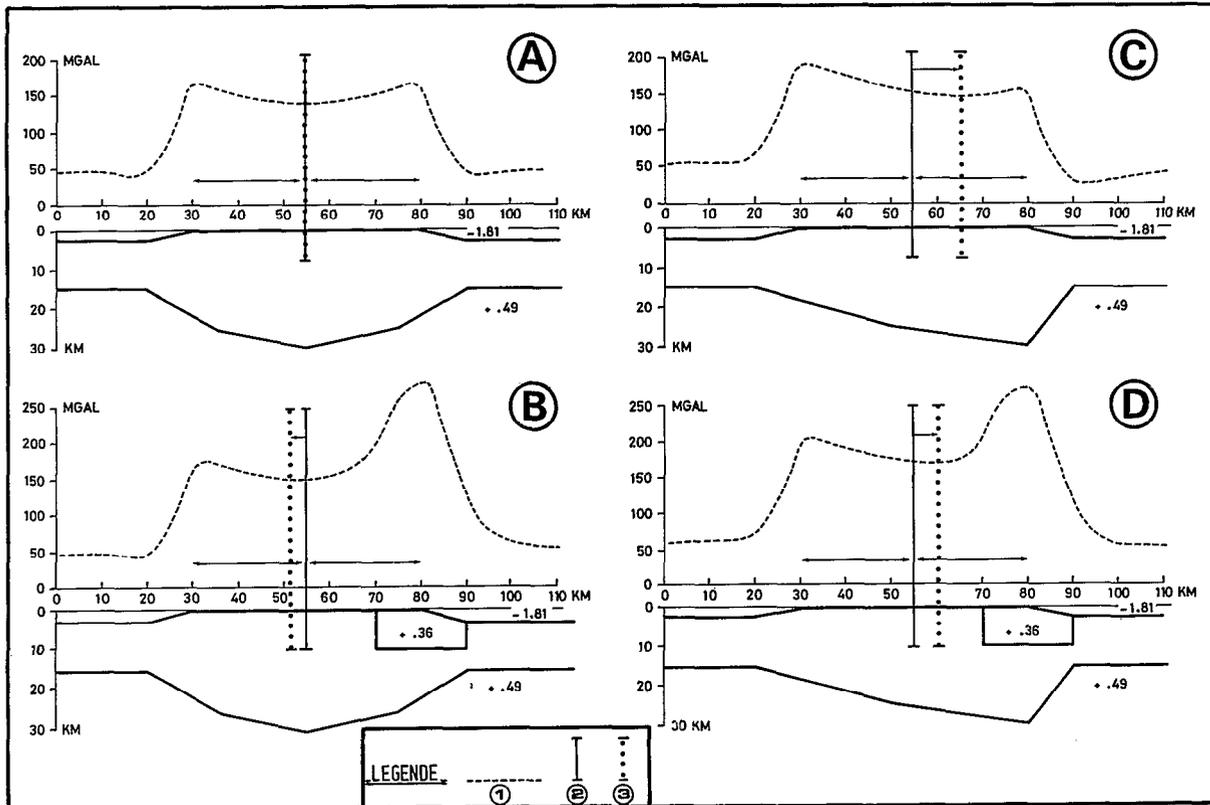


Fig. XII-33 - Schéma indiquant ; 1 : l'anomalie gravimétrique ; 2 : l'axe morphologique médian ; 3 : le minimum gravimétrique, induit par une structure allongée de type continental (voir texte) ; pour la Nouvelle-Calédonie ces axes sont représentés sur la figure XII-31.

permettent d'obtenir une excellente définition de la structure superficielle des bassins. Les données de la sismique réflexion donnent la possibilité de connaître la profondeur des réflecteurs en kilomètres. Certaines densités sont obtenues à partir des vitesses sismiques en utilisant la courbe expérimentale de LUDWIG *et al.* (1970), le choix des autres densités reste plus aléatoire. Des mesures de densité, ainsi que la nature continentale du bloc néo-calédonien permettent de lui affecter une densité superficielle de 2.67. On a supposé une densité de 2.8 puis 2.9 pour la structure profonde de la Nouvelle-Calédonie.

En Nouvelle-Guinée, les roches ultrabasiques affleurantes sont serpentinisées à 20 %. DAVIES (1971) évalue leur densité à  $d = 3.1$ . Nos observations (Tabl. XII-4) nous amènent à considérer une densité de 3.0 pour les roches ultrabasiques peu serpentinisées échantillonnées en Nouvelle-Calédonie. Les gabbros ou les péridotites fraîches sont des roches très peu compressibles (BIRCH *et al.*, 1942), par conséquent leur densité ne varie pratiquement pas en fonction de la pression lithostatique. Par contre, la compressibilité et la densité des roches riches en olivine dépendent essentiellement de leur degré de serpentinisation (CHRISTENSEN, 1966). On peut raisonnablement supposer que dans la masse il décroît avec la profondeur puisqu'il est fonction de la fracturation et de la présence d'eau. D'autre part, le mécanisme de mise en place par chevauchement semble impliquer, en Nouvelle-Calédonie, l'existence à la base des péridotites, d'une semelle de serpentine plus ou moins épaisse et de plus faible densité. Compte tenu de la densité de 3.33 adoptée pour les roches du manteau supérieur, l'ensemble de ces considérations nous amène à choisir une densité de 3.2 pour les péridotites enracinées sur la bordure est de la Nouvelle-Calédonie.

|                             | A           | B                               |
|-----------------------------|-------------|---------------------------------|
| HARZBURGITE                 | 3.0 - 3.10  | (1) 2.85 - 2.9                  |
| DUNITE                      | 3.05 - 3.10 | (2) 2.8 - 2.85<br>(3) 2.9 - 3.0 |
| TRANSITION<br>DUNITE-GABBRO | 2.85 - 3.05 | -                               |
| SERPENTINE                  | 2.65        | 2.52                            |
| GABBRO                      | 2.95 - 3.20 | 2.99                            |
| BASALTE                     | -           | 2.88                            |
| DIABASE                     | -           | 2.86                            |
| DOLERITE                    | -           | 2.96                            |
| AMPHIBOLITE                 | 3.12 - 3.20 | -                               |
| GNEISS                      | 3.0 - 3.05  | 3.02                            |
| MICASCHISTE                 | 2.87        | 2.87                            |
| SCHISTE                     | 2.7         | 2.72                            |
| GRANITE                     | 2.75        | -                               |
| JASPE                       | -           | 2.62                            |
| CALCAIRE                    | -           | 2.64                            |

- Tableau XII-4.

**DENSITE DES ROCHES DE NOUVELLE CALEDONIE**

A - Densités mesurées au densimètre GOGUEL

B - Densités Y. CRENN (1953)

(1) échantillons superficiels

(2) échantillons provenant de forages

(3) valeurs déduites de mesures gravimétriques.

Les deux modèles envisagés dans cette étude sont localisés sur la figure XII-34.

**Le modèle I** (Fig. XII-35) représente une coupe synthétique de la Nouvelle-Calédonie construite à partir des profils bathymétriques et gravimétriques EVA 656 et 767, des données des stations gravimétriques terrestres, des profils de sismique réflexion AUS 114, AUS 101 et des profils de réfraction 7 R6, 7 R7 ainsi que N 9 - N 10 (SHOR *et al.*, 1971).

**Le modèle II** (Fig. XII-36) est une coupe réalisée au sud de la Nouvelle-Calédonie. Il est construit à partir des données de bathymétrie et gravimétrie du profil EVA 764, des données de sismique réflexion AUS 104, et des profils de réfraction N 1, N 2 et N 9 de SHOR *et al.* (1971). Une bonne correspondance générale obtenue entre les anomalies calculées et observées indique que l'ensemble de ces données peut être intégré de façon cohérente dans un modèle de distribution de masse en équilibre régional, rendant compte des anomalies gravimétriques observées.

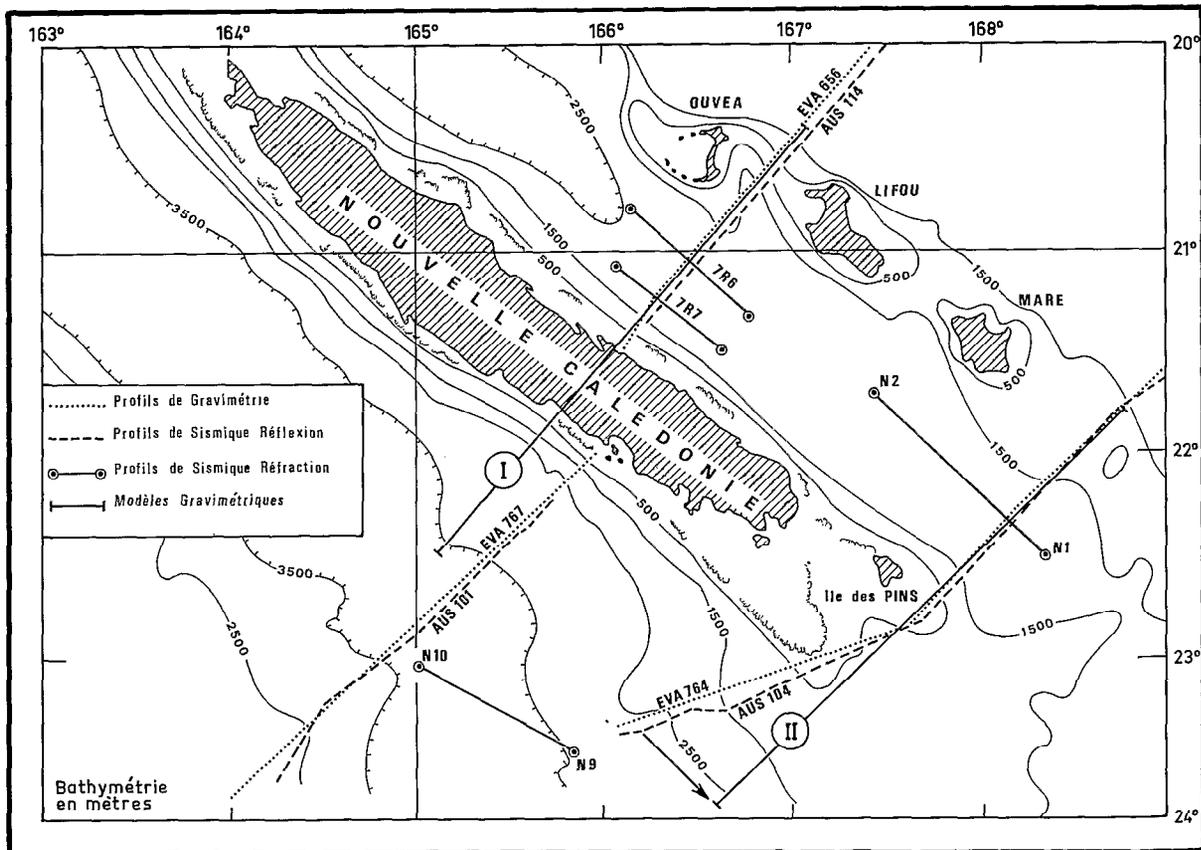


Fig. XII-34 - Situation des modèles gravimétriques I et II.

### Interprétation

Le trait le plus caractéristique de ces modèles est, sans nul doute, la présence d'une lame, constituée par des roches de forte densité, chevauchant la bordure NE et SE de la Nouvelle-Calédonie. Le bloc néo-calédonien apparaît lui-même largement encastré sous le bassin des Loyauté directement adjacent dont la croûte présente localement une épaisseur totale de 16 km. Une telle disposition illustre parfaitement l'obduction d'un feuillet ophiolitique telle que l'a définie COLEMAN (1971) ; elle représente plus précisément "l'enracinement d'une nappe ophiolitique continue et obductée" de DEWEY (1976). Bien qu'étant le témoignage d'un système ayant fonctionné en compression, cette disposition ne permet pas seule, de préjuger du contexte géodynamique ayant existé avant l'obduction, ni de l'ensemble des mécanismes ayant permis le recouvrement. L'orientation NE-SW des coupes est la direction du pendage maximal des structures. Tout en n'indiquant pas nécessairement la direction de mise en place du feuillet, elle doit représenter une composante importante du mouvement ainsi qu'une forte composante de compression.

La partie supérieure du complexe ophiolitique de Nouvelle-Calédonie c'est-à-dire les termes basaltiques et gabbroïques généralement identifiés aux couches (2) et (3) des croûtes océaniques, est très mal

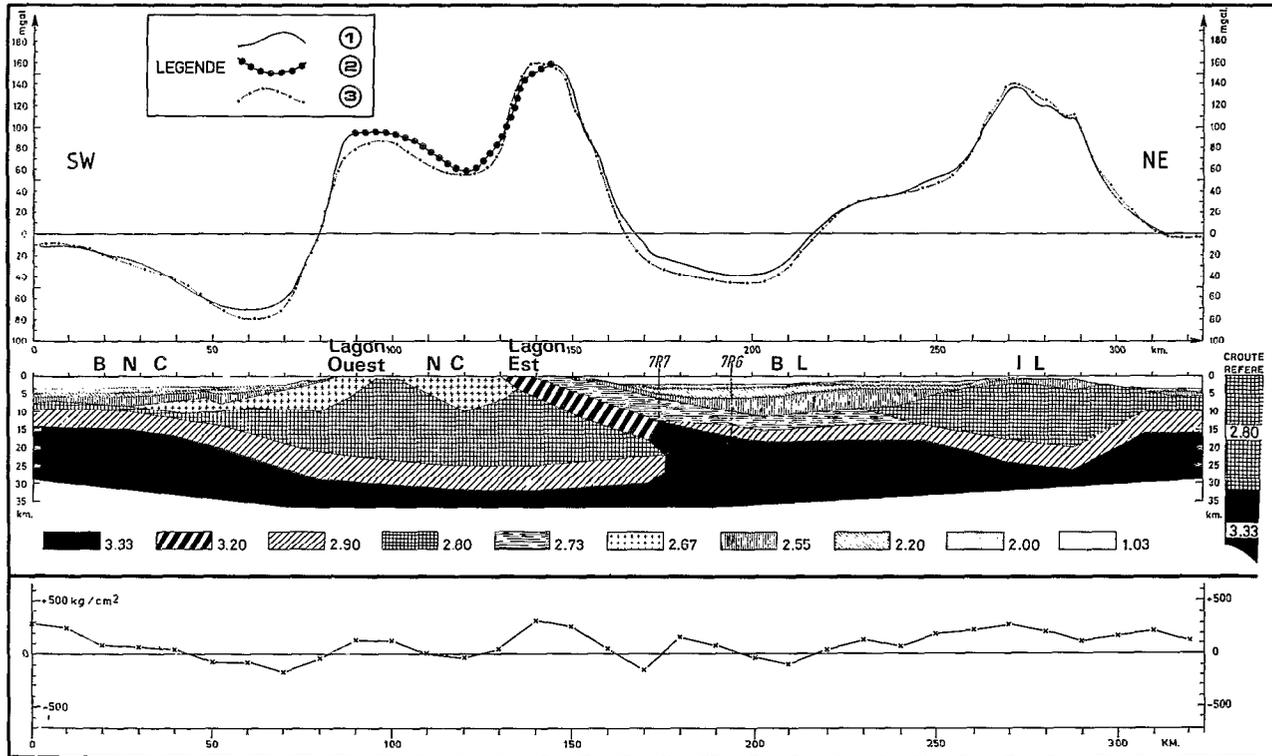


Fig. XII-35 - Modèle gravimétrique I localisé sur la figure XII-34. **En haut** : 1 : anomalie à l'air libre observée ; 2 : anomalie de Bouguer simple observée ; 3 : anomalie calculée. **Au milieu** : structure crustale proposée. BNC : Bassin de Nouvelle-Calédonie ; NC : Nouvelle-Calédonie ; BL : Bassin des Loyauté ; IL : Iles Loyauté. On remarquera la structure particulière de la croûte sur la bordure occidentale du bassin des Loyauté ; elle met en évidence l'enracinement de l'ophiolite néo-calédonienne ainsi que sa continuité avec la structure profonde du bassin adjacent. **En bas** : anomalies de masse relatives à la structure proposée.

représentée à l'affleurement. Il n'est, par conséquent, pas possible de connaître directement son épaisseur. Néanmoins, les différentes données géophysiques présentées plus haut, permettent de faire deux hypothèses :

- d'une part, on peut supposer l'existence des couches gabbroïques et/ou basaltiques sous les sédiments coralligènes dans la partie externe du lagon est,

- d'autre part, conformément à ce qui est observé dans le bassin des Loyauté, on peut envisager une épaisseur totale, à l'origine, d'environ 6 à 7 km pour ces deux couches. Cette épaisseur est compatible avec celle d'une croûte océanique.

Compte tenu de ces données et des densités adoptées pour les péridotites et le substratum néo-calédonien ancien, l'épaisseur de la lame de péridotite est évaluée à environ 4 km. Cette épaisseur est très voisine de celle trouvée par CRENN (1953) en étudiant dans le même contexte structural, l'anomalie gravimétrique de la plaine des Lacs. Si on suppose la mise en place d'une nappe ophiolitique d'épaisseur constante, les modèles proposés permettent d'avancer une estimation de 10 km pour son épaisseur originelle. Si on adopte l'âge Eocène supérieur (PARIS *et al.*, 1979) pour la mise en place de l'ophiolite, la disparition totale en certains endroits de l'allochtone laisse supposer une érosion moyenne mécanique et chimique de 25 cm/ 1 000 ans. Ce taux est environ sept fois supérieur à celui donné par BALTZER et TRESCASES (1971).

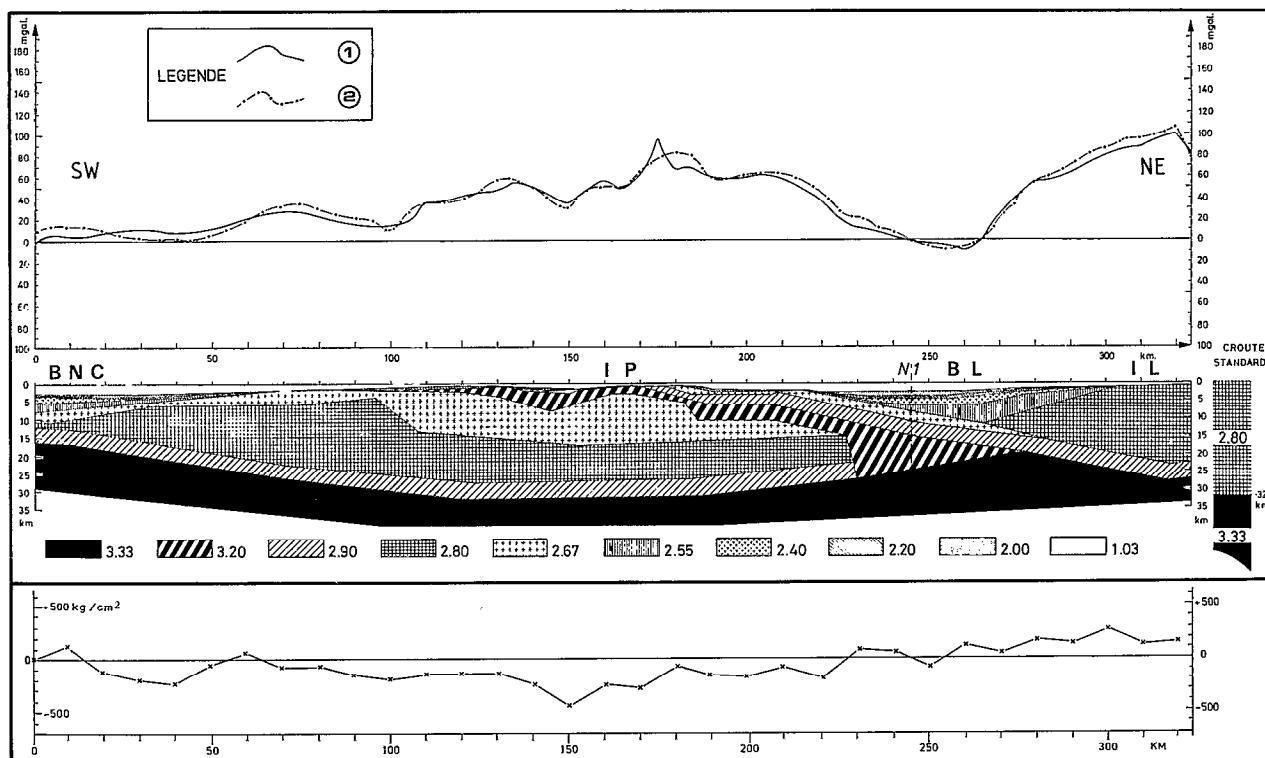


Fig. XII-36 - Modèle gravimétrique II. 1 : anomalie à l'air libre observée ; 2 : anomalie calculée. IP : région de l'île des Pins. Même légende que sur la figure XII-35. On notera l'importance du bloc calédonien par rapport à la figure XII-35 ainsi que l'allure de la lame chevauchante dont la structure schématisée indique une tectonique en horst et graben.

D'autres structures caractéristiques peuvent être mises en évidence sur ces modèles. L'anomalie positive existant sur le modèle I à la hauteur du lagon ouest est ici interprétée comme un renflement de matière de densité 2.8 ; l'anomalie magnétique qui le caractérise (CRENN, 1953) permet de penser qu'il pourrait être lié aux épanchements basaltiques connus sur la côte ouest.

La bordure est du bassin de la Nouvelle-Calédonie se caractérise au niveau du modèle I par la remontée du socle acoustique vers le NE et l'affinement des séries sédimentaires dont les plus superficielles semblent se biseauter sur la pente continentale. Le minimum gravimétrique ( $-80$  mgal) caractérisant cette zone s'explique en partie par "un effet de bord", et en partie par l'extension vers l'ouest de la structure continentale profonde qui apparaît alors comme une marge continentale inactive. La pente externe du grand récif de la côte ouest souligne l'extension de fractures parallèles longeant la Nouvelle-Calédonie ; elles se retrouvent au kilomètre 100 du modèle II (Fig. XII-36). Au niveau de ce modèle, la bordure est du bassin de la Nouvelle-Calédonie apparaît plus complexe encore. En effet, une structure caractérisée par une anomalie de 20 mgal sous 2500 mètres d'eau, semble se dissocier de la ride principale que représentent la Nouvelle-Calédonie et la ride de Norfolk. Morphologiquement, cette structure appelée Bassin Calédonien Adjacent par DUPONT *et al.* (1975), et orientée grossièrement nord-sud, se prolonge vers le nord jusqu'à la bordure ouest calédonienne.

A l'échelle locale, les différentes masses présentes au sein de cette croûte sont en déséquilibre isostatique partiel. Le réajustement isostatique relatif au relâchement des contraintes et à la décharge sédimentaire s'est manifesté par des mouvements verticaux différentiels. En effet, différents auteurs ont mis en évidence un soulèvement de la partie centrale de l'île (DUBOIS *et al.*, 1973 ; LATHAM, 1977) accompagné d'un affaissement en gradins de ses bordures (COUDRAY, 1975 ; DUGAS et DEBENAY, 1978).

Une interprétation structurale du modèle I est donnée sur la figure XII-37. Des fractures verticales y ont été schématisées ; leur représentation tient compte des données de la géologie à terre et de la morphologie. Étant donné la précision de la méthode de modélisation gravimétrique ces fractures peuvent parfaitement s'intégrer dans le modèle. Différentes études ont mis en évidence des effondrements tectoniques importants dans toute la région située au sud de la Nouvelle-Calédonie. Sur la ride de Norfolk, au sud de l'île des Pins, une discontinuité observée sur les coupes sismiques est interprétée comme une surface d'érosion (Fig. XII-28) ; elle se trouve actuellement à une profondeur voisine de 2000 m. D'autre part, les résultats de dragages (DANIEL *et al.*, 1976) au sud de l'île des Pins, suggèrent une subsidence d'au moins 400 m depuis le Miocène supérieur. La morphologie de la région située au nord et à l'ouest de l'île des Pins indique des effondrements soulignés par la brusque interruption des lagons (voir carte bathymétrique hors-volume XII-1). Les anomalies gravimétriques associées à ces effondrements sont du même type que celle de la plaine des Lacs, interprétée comme un effondrement du bâti calédonien ayant entraîné plusieurs milliers de mètres de péridotite. Dans l'interprétation structurale du modèle II (Fig. XII-37), on retrouve les roches ultrabasiqes en position de nappe charriée enracinée à l'est de l'île des Pins. En l'absence de connaissances plus précises, l'épaisseur des couches 2 et 3, reconnues sur le sondage N 1-N 2, a été supposée constante dans cette région. L'extension originelle de la nappe ophiolitique depuis la bordure du bassin des Loyauté jusque dans la région située entre le grand lagon sud et l'île des Pins, est une interprétation possible des anomalies gravimétriques compte tenu de la morphologie et du contexte géologique. Il semble qu'une tectonique postérieure ait permis de conserver d'importantes épaisseurs de péridotites dans les grabens alors qu'elles ont été en grande partie décapées sur les horsts comme c'est le cas pour l'île des Pins.

La comparaison des anomalies gravimétriques induites par les ophiolites de la Nouvelle-Guinée, de la zone d'Ivrea et du Massif de Troodos, a permis de constater une identité des demi-longueurs d'onde et des amplitudes bien que les niveaux de base soient très différents (MILSOM, 1973). Leur

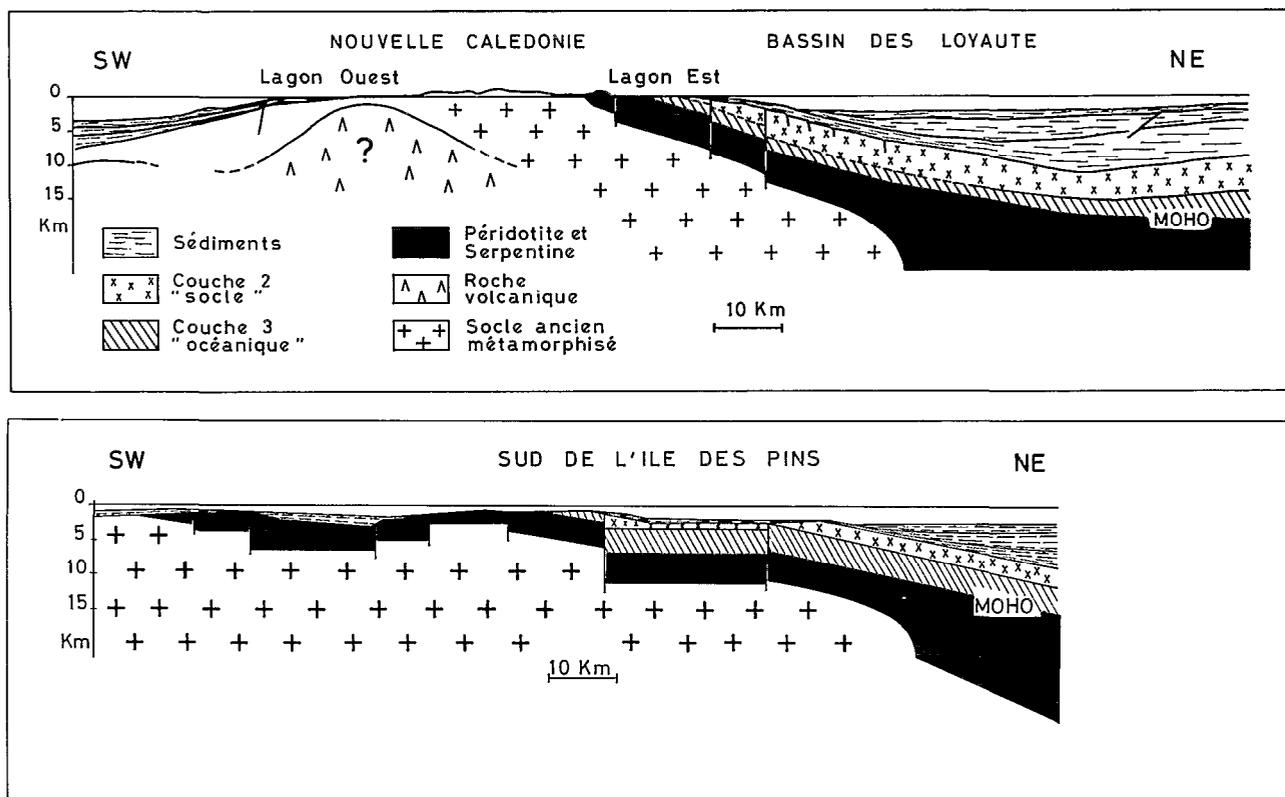
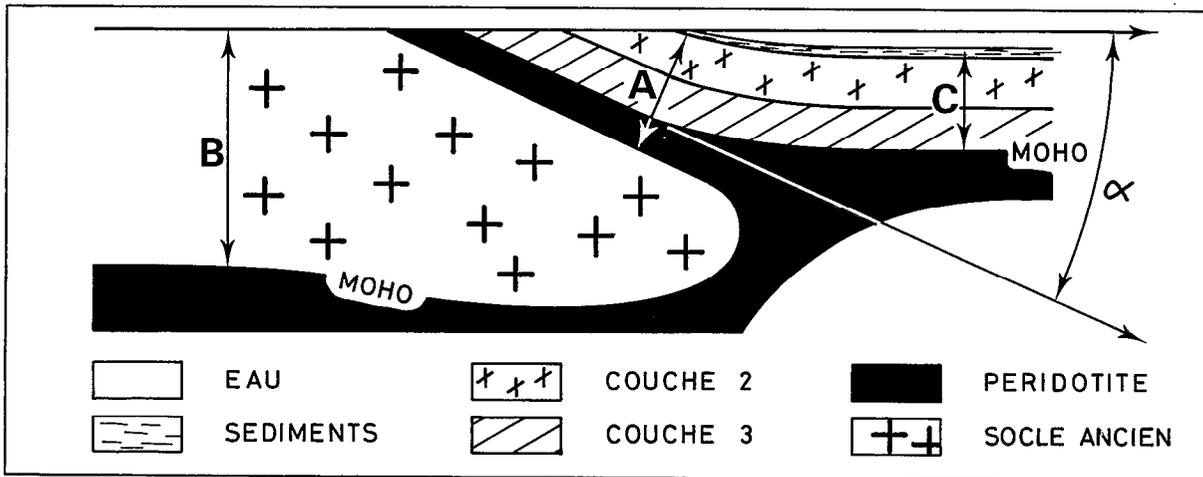


Fig. XII-37 - Schémas structuraux indicatifs. En haut : interprétation possible du modèle I. En bas : interprétation possible du modèle II



|   |  | TROODOS<br>(1) | IVREA<br>(2) (3) |      | PAPOUSIE<br>(4) (5) |           | NOUVELLE<br>CALEDONIE<br>(6) |
|---|--|----------------|------------------|------|---------------------|-----------|------------------------------|
| A.) LAME CHEVAUCHANTE<br>DE FORTÉ DENSITÉ | { DENSITÉ { BASALTE<br>GABBRO<br>PÉRIDO-<br>TITE }<br>{ ÉPAISSEUR MOYENNE<br>(KM)<br>{ ANGLE MOYEN DE<br>PLONGEMENT $\alpha$ | 3.15           | 2.9              | 3.10 | 2.9                 | 2.68-2.78 | 2.7                          |
|   |  |                | 3.0              |      | 3.0                 | 2.9 - 3.0 | 2.9                          |
|   |  |                | 3.2              |      | 3.2                 | 3.3       | 3.2                          |
| B.) BLOC CHEVAUCHÉ                        | { DENSITÉ<br>{ ÉPAISSEUR (KM)  | 2.7            | 2.9              | 2.7  | 2.8                 | 2.68-2.78 | 2.67                         |
|   |  |                | 2.7              |      | 2.7                 | 2.92-3.0  | 2.8                          |
| C.) BLOC ADJACENT<br>CHEVAUCHANT          | { ÉPAISSEUR (KM)   | 30             | 50               | 45   | 35-40               | 35-40     | 32                           |
|   |  |                | 50               |      | -                   | 28        | 25-30                        |

- (1) I.G. GASS & D. MASSON-SMITH (1963)  
 (2) W. KAMINSKI & H. MENZEL (1968)  
 (3) H. BERCKHEMER (1969)  
 (4) J. MILSOM (1973)  
 (5) D.M. FINLAYSON ET AL. (1977)  
 (6) CE PAPIER

Fig. XII-38 - Comparaison de certains paramètres géophysiques concernant les différentes unités structurales reconnues sur une zone d'obduction. Seule la Nouvelle-Calédonie présente une nappe ophiolitique se prolongeant en dehors de la zone de collision par une croûte de relativement faible épaisseur.

interprétation, orientée par les données de la sismique réflexion est, dans tous les cas, compatible avec une lame inclinée de forte densité (MILSOM, 1973 ; FINLAYSON *et al.*, 1977), (Fig. XII-38). L'anomalie observée en Nouvelle-Calédonie répond aux mêmes critères d'identité et d'interprétation. L'examen de certains paramètres issus de modèles géophysiques (Fig. XII-38) permet de constater que seule la Nouvelle-Calédonie présente une nappe ophiolitique se prolongeant de façon continue, en dehors de la zone de collision, par une croûte de relativement faible épaisseur, d'origine très certainement océanique, qui constitue le substratum du bassin adjacent.

## CONCLUSION

L'utilisation conjointe des données de morphostructure sur la bordure est calédonienne (voir partie 3 de ce chapitre), de sismique réflexion et réflexion dans le bassin des Loyauté (voir partie 4 de ce chapitre) et de gravimétrie, a permis de construire des modèles établissant la continuité entre les péridotites observées à terre et la structure profonde du bassin des Loyauté dans laquelle on peut

reconnaître les couches 2 et 3 d'une croûte océanique. Ces résultats permettent de conclure que les péridotites de Nouvelle-Calédonie représentent la série inférieure d'un complexe ophiolitique dont les termes supérieurs basaltiques et gabbroïques ont été érodés postérieurement à leur mise en place.

La forte anomalie gravimétrique atteignant + 180 mgal longe de façon pratiquement continue la côte orientale de l'île. L'association faite entre les roches ultrabasiques denses et cette forte anomalie gravimétrique a permis de caractériser et de suivre la zone d'enracinement de la nappe ophiolitique. Elle apparaît fortement hachée par des fractures essentiellement orientées N-S. La région située entre le nord de la presqu'île de Bogota et l'anomalie de Touho semble plus particulièrement tectonisée.

La grande homogénéité de la direction des linéations minérales observées sur l'ensemble des massifs ultrabasiques de Nouvelle-Calédonie plaide en faveur d'une nappe unique (PRINZHOFER *et al.*, 1980). L'extension et la continuité de la zone d'enracinement renforcent cette hypothèse et laisse supposer que la nappe ophiolitique a recouvert la totalité du bâti néo-calédonien ancien. Il semble donc, que l'obduction se soit produite de façon continue tout le long de la Nouvelle-Calédonie ; la composante majeure du mouvement en compression serait orientée NE-SW. D'autre part, l'extension géographique de la zone d'enracinement à l'est de la ceinture métamorphique tertiaire et son prolongement jusque dans la région orientale de l'île des Pins semblent structuralement indépendants du prisme métamorphique du nord calédonien. Bien que contemporains, le métamorphisme du nord et le charriage ophiolitique pourraient être des phénomènes indépendants.

Lors de l'obduction, à l'Eocène supérieur (38 M.A.), l'ensemble ophiolitique, épais d'environ 10 km, se serait comporté comme une lame rigide et aurait été ultérieurement cassé et fracturé par une tectonique en tension. La surface basale de l'ophiolite ou plan de décollement peut représenter la base de la partie rigide de la lithosphère. Cependant, l'origine de cette lithosphère obductée reste très incertaine. S'agit-il d'une lithosphère d'arc insulaire ou bien d'une lithosphère de grand bassin océanique, ou de bassin marginal ? L'étude du contexte géodynamique de l'obduction devrait permettre de formuler des hypothèses réalistes au sujet de cette origine. La détermination de la structure et de l'origine de la chaîne des Loyauté et de la zone d'Entrecasteaux, ainsi que des liaisons ophiolite - ride de Norfolk et ophiolite-zone d'Entrecasteaux, devraient apporter des contraintes supplémentaires au modèle géodynamique de l'obduction en Nouvelle-Calédonie. L'étude de ces structures fera l'objet de propositions de travail ultérieur.

D'un point de vue plus régional, il semble que le bloc néo-calédonien, occupant une position structurale de horst, soit soumis à un régime général de contraintes en tension, une partie des bassins de la Nouvelle-Calédonie et des Loyauté s'identifiant aux grabens latéraux. Différents arguments plaident en cette faveur. En effet, depuis le Pliocène, la Nouvelle-Calédonie a été le siège d'une tectonique cassante en distension se manifestant par des "failles flexures" orientées NW-SE, qui délimitent des gradins affaissés de part et d'autre de la chaîne centrale (DUGAS et DEBENAY, 1978). La nécessité de choisir un modèle à bord libre pour rendre compte de la déformation de la lithosphère sous l'effet d'une charge sédimentaire le long de la bordure nord-ouest de la Nouvelle-Calédonie, implique l'existence d'une faille fonctionnant sans frottement (TISSEAU, 1979). D'autre part, la Nouvelle-Calédonie et les bassins adjacents se trouvent actuellement entraînés par le mouvement de la plaque Australienne vers la zone de convergence des Nouvelles-Hébrides. Cette plaque subit, avant de subduire, une déformation positive de faible amplitude qui peut être totalement expliquée en l'absence de force horizontale compressive (DUBOIS *et al.*, 1977). La partie de la plaque Australienne enfouie sous l'arc pourrait jouer un rôle non négligeable dans le mécanisme de déplacement des plaques, dans la création et le maintien du bombement et dans le régime général de contraintes en tension de cette zone (COLLOT et MALAHOFF, partie II-5 de ce volume).