

## Levé gravimétrique du Sud-Ouest du craton Ouest-Africain

Sylvain BONVALOT, Michel VILLENEUVE, Annick LEGELEY et Yves ALBOUY

**Résumé** — A la suite du levé gravimétrique complet de la Guinée et de la Sierra-Leone, où n'existait aucune donnée géophysique, nous présentons une carte des anomalies de Bouguer du Sud-Ouest du craton Ouest-Africain. L'étude des principales directions gravimétriques en corrélation avec les grandes structures géologiques suggère une subdivision de la zone d'étude en quatre secteurs distincts. Cette carte met en évidence : (1) des anomalies positives liées à certaines ceintures de roches vertes archéennes, (2) l'absence d'une signature caractéristique du bassin birrimien de Guinée et (3) la continuité, en Sierra-Leone, des anomalies liées à la chaîne pan-africaine.

### Gravimetric survey of the southwestern part of the west African craton

**Abstract** — We made a gravimetric survey in Guinea and Sierra-Leone, where no geophysical work had been done before. Here we present a Bouguer anomaly map on the S-W of the west African craton. Analysis of gravity patterns linked with main geological units allows us to divide the area studied into 4 different parts. This map shows: (1) the positive anomalies correlated with some Archean greenstone belts, (2) the absence of a significant anomaly for the Guinean Birrimian basin, and (3) the extension in Sierra-Leone of anomalies due to the pan-african collision.

**Abridged English Version** — In 1987 O.R.S.T.O.M. realized a complete gravimetric cover in Guinea and Sierra-Leone with complements in Mali and Guinea-Bissau. During these field works over an area bounded in latitude from 6 to 13°N and in longitude from -17 to -6°W, yielded about 1,500 new data. Measurements were distributed either on 10 min. equispaced stations, using helicopters, or along profiles, following roads every 2 miles. In each country, gravity observations were tied to IGSN71 base stations. The elevations were determined by inertial system or barometric levelling and connected to Doppler stations.

Due to the significant topographic variations within the area studied (0 to 2,000 m), we applied a terrain correction over a great number of stations. Thus, accuracy of the Bouguer anomaly, computed in the Potsdam system, is at least 3 mgal. The data, completed with older results obtained in neighbouring countries ([1] to [3]), allowed us to draw a Bouguer anomaly map which reveals 4 characteristic sectors (Figs. 1 to 3).

**Sector 1.** — This sector covers the whole south central part of the map. It shows SW-NE trending anomalies which follow the Archean structures and are superposable on the greenstone formations. Age of these formations ranges between 3,200 and 2,700 M.a. The two main positive anomalies with a maximum amplitude ranging from +10 to +30 mgal, lie respectively over SE Guinea and along the border between Sierra-Leone and Liberia. Both seem to be connected to deep crustal Archean lineaments.

**Sector 2.** — It is characterized by a very large N105 striking anomaly which is extended on NE Guinea (Kankan anomaly). This weakly negative anomaly reaches a local minimum of -50 mgal. Northward, gravity trends are close to the great anomaly direction. Kankan anomaly is situated on granitogneissic formations of undetermined age (Archean or Birrimian) and do not show any strong correlation with the Birrimian basin of Siguiiri (folded about 2,000 M.a.). Therefore, we suggest a deep crustal origin for this anomaly. The Siguiiri basin, composed of metasediments with associated volcanites, does not reveal any characteristic gravity signal.

Note présentée par Georges MILLOT.

*Sector 3.* — This western sector exhibits positive and negative anomalies distributed on each side of a very strong NNW-SSE trending gradient. This orientation is discordant compared with others sector trends and is parallel to the Panafrican belt which extends from Mauritania to Liberia ([5] to [7]). The association of positive and negative anomalies, and their linear distribution, are characteristic of panafrikan collision zones (aged from 800 to 500 M.a.) on the edges of the west African craton [8]. Extension to Liberia of the panafrikan suture is confirmed by these gravity observations. In the NE, the SW-NE axes of anomalies are connected to sedimentary basins overlaid by more recent Paleozoic deposits of the Bove basin.

*Sector 4.* — This sector is situated east of the Sassandra fault which is the geological limit between the Archean craton and Birrimian formations in the Ivory Coast and Mali [4]. It also contains short positive and negative anomalies without any characteristic orientation. However, only an almost southern direction correlated with Birrimian deposits seems to be pointed out. More precise studies of these new data covering a large area of West Africa will contribute to solving some of the main geological problems, which are:

- the deep Archean structures of the Leo Uplift;
- the boundary between Archean and Birrimian crusts and the geological patterns of Birrimian basins;
- the transition between a classical collision suture in Guinea during the Pan African and a cryptic suture in Sierra-Leone.

Consequently, solving these problems is essential towards understanding the geodynamic evolution of the west African craton.

---

INTRODUCTION. — Au cours de l'année 1987, l'O.R.S.T.O.M., en collaboration avec l'I.G.N. et la D.M.A., a complété la couverture gravimétrique de l'Afrique de l'Ouest. L'acquisition d'environ 1 500 données comprises dans un secteur étendu de 6 à 13°N en latitude, et de -17 à -6°W en longitude et la compilation d'anciens travaux ([1] à [3]) nous permettent d'établir une carte des anomalies de Bouguer et de proposer des corrélations avec les grandes unités géologiques de ce secteur.

II. LES DONNÉES GRAVIMÉTRIQUES. — 1. *Les travaux de Terrain.* — Au cours de deux campagnes (janvier à avril 1987 et décembre 1987), nous avons réalisé les levés gravimétriques complets de la Guinée et de la Sierra-Leone et des levés partiels en Guinée-Bissau et au Mali. En Guinée, l'utilisation d'hélicoptères a permis une distribution régulière des mesures sur un maillage de 18,5 km de côté. Le positionnement et l'altitude des stations de mesure ont alors été déterminés par les techniques de cheminement inertiel. En Sierra-Leone, les mesures ont été faites le long des pistes avec une équidistance de 3 km. Les coordonnées des stations ont été déterminées d'après les cartes topographiques et par cheminement à la boussole et les altitudes ont été obtenues par nivellement barométrique. Dans chaque pays, les mesures altimétriques ont été rattachées à des réseaux de stations positionnées par méthodes satellites et les mesures gravimétriques ont été rattachées aux stations de base du réseau international de référence IGSN71.

2. *Le traitement des données.* — Les données gravimétriques ont été corrigées des effets de la marée lunisolaire et de la dérive instrumentale des appareils de mesure et l'anomalie de Bouguer en chaque station a été calculée dans le système de POTSDAM 1930 pour une densité de 2,67. Compte tenu des importantes variations de la topographie dans la zone couverte (de 0 à 2 000 m), nous avons appliqué une correction de relief sur la

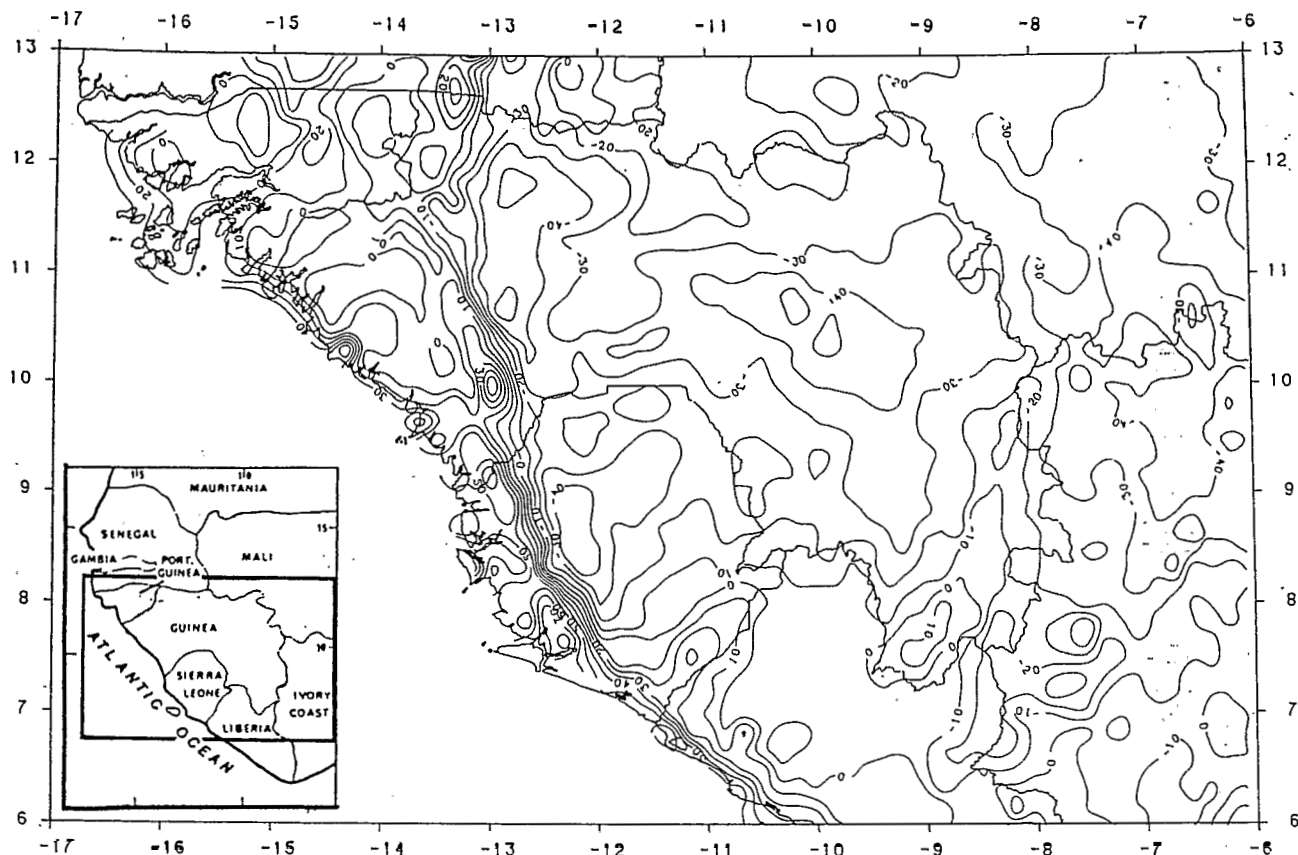


Fig. 1. — Carte gravimétrique des anomalies de Bouguer.

Fig. 1. — Gravimetric map of Bouguer anomaly.

presque totalité des stations. La précision des mesures de terrain, dans les cas les plus défavorables, est estimée à 200 m sur les coordonnées, 10 m sur l'altitude et 1 mgal sur les mesures gravimétriques. L'erreur finale maximale sur l'anomalie de Bouguer, est de l'ordre de 3 mgal.

3. *La carte d'anomalie.* — La carte d'anomalie de Bouguer, présentée sur la figure 1, révèle quatre secteurs gravimétriques distincts.

— La partie méridionale de la carte, située entre les méridiens  $-12^{\circ}\text{W}$  et  $-8^{\circ}\text{W}$ , est caractérisée par un ensemble de directions voisines de N50 E qui sont très bien représentées par deux anomalies positives allongées. L'une d'elles, longeant la frontière de la Sierra-Leone et du Liberia atteint une amplitude de +30 mgal. La seconde, qui occupe toute la partie SE de la Guinée et d'amplitude +10 mgal rejoint vers  $8^{\circ}30'\text{W}$  de longitude une direction subméridienne.

— Dans la partie centrale de la carte, sur la moitié orientale de la Guinée, on observe une anomalie négative de grande dimension ( $300 \times 200$  km) et de faible amplitude (minimum local de  $-50$  mgal) qui est caractérisée par une direction principale d'allongement N105 (anomalie de Kankan) et par une extension vers le Sud au Sud de  $10^{\circ}\text{N}$ . Au Nord, les directions relevées tendent à suivre l'orientation générale de la grande anomalie.

— Le domaine occidental est marqué par une succession d'anomalies linéaires disposées en chapelet de part et d'autre d'une zone de forts gradients. Les anomalies, positives à

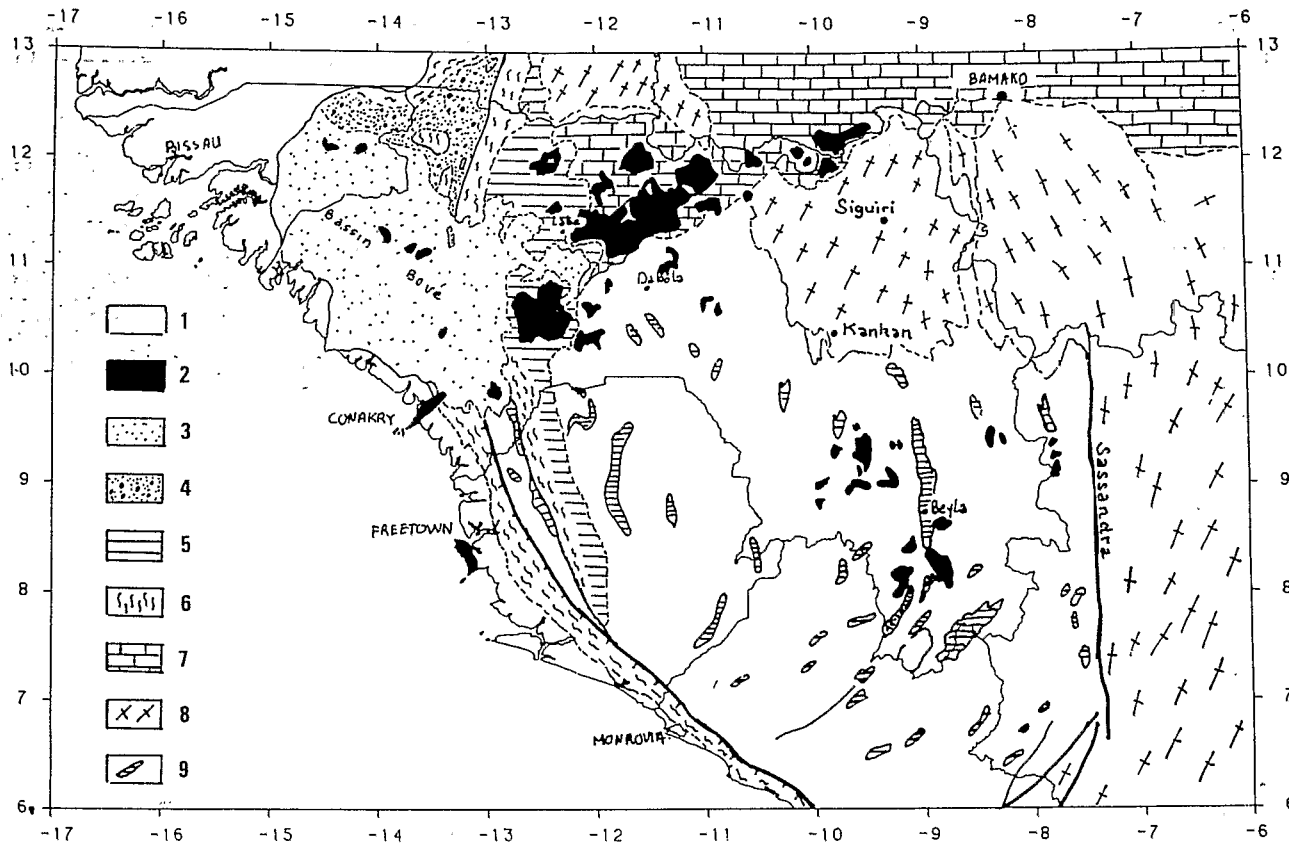


Fig. 2. — Schéma géologique du secteur étudié. 1, dépôts méso-cénozoïques; 2, dolérites permotriassiques; 3, dépôts paléozoïques; 4, dépôts cambro-ordoviciens; 5, dépôts Protérozoïque supérieur à Cambrien moyen; 6, zones plissées lors des orogénèses panafricaines; 7, dépôts du Protérozoïque supérieur (1000 à 650 M.a.); 8, Birrimien; 9, Archéen (ceintures de roches vertes en hachuré).

Fig. 2. — Geological sketch map of studied area. 1, Meso-Cenozoic deposits; 2, Permo-Triassic dolerites; 3, Paleozoic deposits; 4, Cambro-Ordovician deposits; 5, upper Proterozoic to middle Cambrian deposits; 6, folded areas during the panafrikan orogenesis; 7, upper Proterozoic deposits (1,000 to 650 M.a.); 8, Birrimian; 9, Archean (greenstone belts with horizontal lines symbol).

l'Ouest et négatives à l'Est, forment une bande parallèle d'orientation NNW-SSE nettement discordante sur toutes les directions précédentes. Dans la partie NW de la carte, on relève une série de petits axes négatifs N60 E sur la Guinée-Bissau et le Nord de la Guinée.

— A l'Est du méridien  $-8^{\circ}$ W, on remarque une zone hétérogène marquée par un ensemble d'anomalies positives et négatives de courte longueur d'onde et par l'absence de direction gravimétrique caractéristique. Seule une tendance générale subméridienne peut-être mise en évidence.

II. DONNÉES GÉOLOGIQUES. — La géologie de cette région présente, du plus ancien au plus récent, 5 grands ensembles (fig. 2).

— Le socle archéen constitué de granito-gneiss et de *greenstone belts* mis en place entre 3200 et 2700 M.a.

— Le substratum birrimien constitué de métasédiments associés à un volcanisme basique et à des venues granitiques mises en places entre 2200 et 1900 M.a.

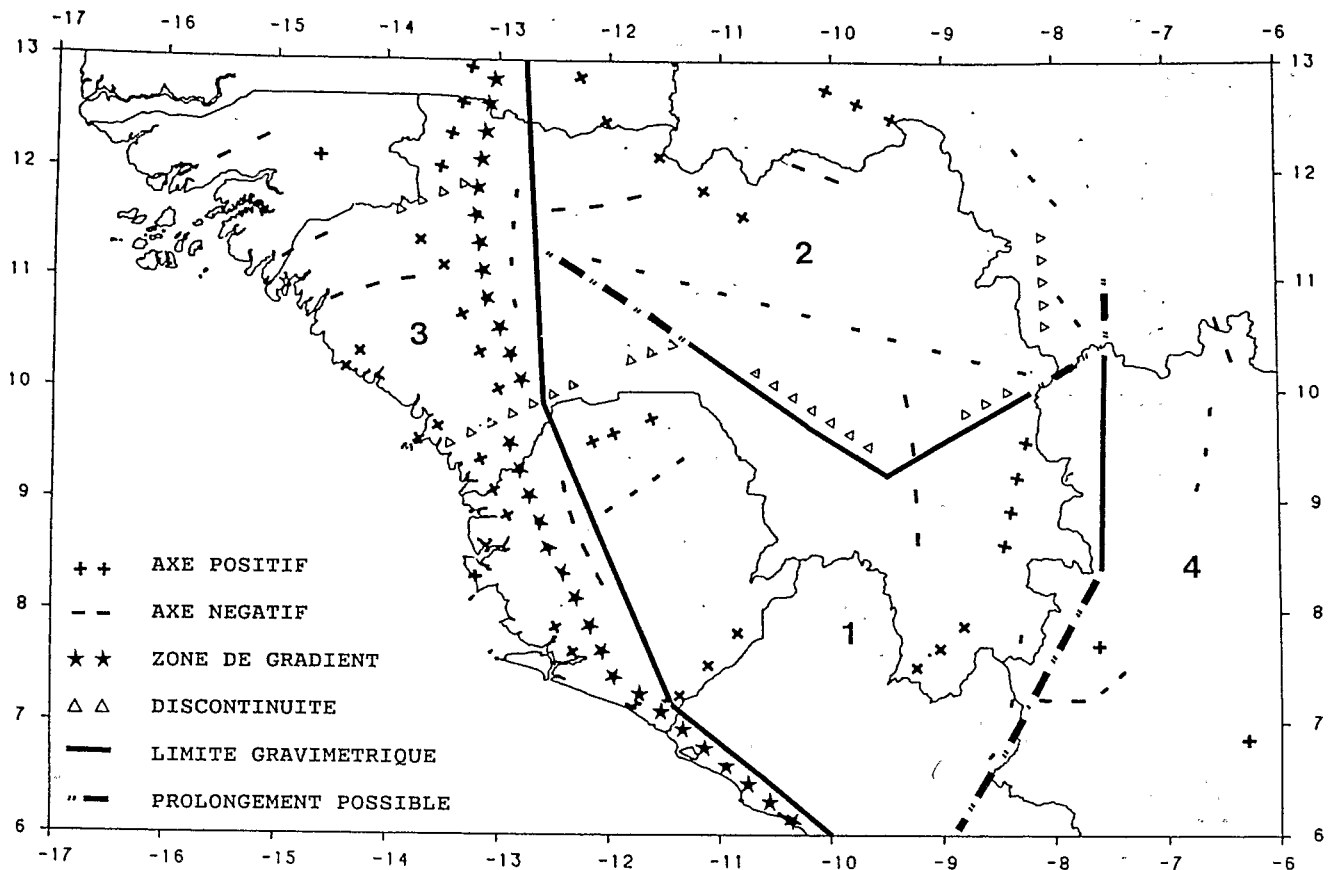


Fig. 3. — Directions gravimétriques et limites des principaux secteurs.

Fig. 3. — Gravimetric directions and boundaries of the main zones.

— La chaîne panafricaine (800 à 500 M.a.) allongée N-S et correspondant à la fermeture d'un rift intra continental. La partie orientale est formée par le matériel du rift, tandis que la partie occidentale correspond à la marge active remobilisée avec des intrusions calco-alcalines mises en place entre 680 et 530 M.a.

— Les formations sédimentaires de couverture au nombre de 4 et séparées par des discordances (voir fig. 2). Les dépôts de couverture ont débuté vers 1000 M.a. et se sont arrêtés à la fin du Dévonien avec la formation de la chaîne hercynienne.

— Les bassins et intrusions méso-cénozoïques liés à l'ouverture de l'océan atlantique. Ces intrusions, principalement des dolérites, se sont mises en place entre 250 et 150 M.a. le long des grandes fractures E-W à SW-NE.

III. INTERPRÉTATION. — Les observations gravimétriques nous conduisent à individualiser quatre secteurs géologiques distincts (fig. 3).

— Le secteur 1, marqué par un ensemble homogène de directions sensiblement SW-NE correspond au craton archéen connu et dont les directions tectoniques majeures sont parallèles aux directions gravimétriques observées. Les grandes anomalies positives semblent en partie liées à des ceintures de roches vertes.

— Le secteur 2 caractérisé par la grande anomalie négative de Kankan et par un ensemble de directions proches de N105 correspond à une zone comprenant un substratum granito-gneissique d'âge indéterminé, le bassin birrimien de Sigouri et le bassin sédimentaire protérozoïque supérieur de Madina-Kouta [4]. L'étendue de cette anomalie et son manque de corrélation avec les structures birrimiennes de surface laissent supposer une origine profonde.

— Le secteur 3 se distingue par la zone de forts gradients et des anomalies positives et négatives associées. Il correspond à la zone mobile panafricaine, interprétée comme une chaîne de collision et qui s'étend de la Mauritanie, au Nord jusqu'au Libéria, au Sud ([5] à [7]). Les axes négatifs relevés dans la partie NW correspondent à des bassins sédimentaires scellés par les dépôts paléozoïques du bassin de Bové en Guinée et en Guinée Bissau.

— Le secteur 4 (qui regroupe des anomalies de faible amplitude et de courte longueur d'onde) correspond à la bordure du craton archéen remobilisé situé à l'Est de la faille subméridienne de la Sassandra en Côte-d'Ivoire. Les axes d'anomalies, quoique mal définis, semblent parallèles aux directions générales des sillons birrimiens de Côte-d'Ivoire et du Mali [4].

IV. CONCLUSIONS. — Cette interprétation des anomalies de Bouguer permet une meilleure compréhension de la géologie du craton Ouest-Africain en faisant ressortir les points suivants :

- la présence d'anomalies positives associées à certaines ceintures de roches vertes;
- l'absence de signature propre au bassin birrimien de Sigouri et la présence d'une large anomalie, d'orientation nettement discordante sur celle de l'Archéen environnant, et probablement d'origine profonde;
- la mise en évidence de la continuité en Sierra-Leone des anomalies gravimétriques liées à la chaîne pan-africaine et typiques des zones de collision décrites en Afrique de l'Ouest [8].

L'étude détaillée, en cours, des données gravimétriques acquises apportera une contribution importante à la connaissance de l'évolution géodynamique de l'Ouest africain.

Nous remercions les responsables du B.G.I. pour la communication de certaines données gravimétriques et du Lands & Surveys et Geological Survey de Sierra-Leone pour l'accès au réseau de stations Doppler.

Note remise le 17 octobre 1988, acceptée le 27 octobre 1988.

#### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] Y. CRENN et J. RECHENMAN, *Cah. O.R.S.T.O.M.*, série géophys., 6, 1965, 59 p.
- [2] J. C. BEHRENDT et C. S. WOTORSON, *Geophysics*, 36, n° 3, 1974, p. 590-604.
- [3] H. AMORIN FERREIRA, *Serviço meteorologica nacional*, Lisboa, Portugal, 1966, 9 p.
- [4] B. BESSOLES, *Mém. Bur. Rech. Géol. Min., Paris*, 88, 1977, 402 p.
- [5] J. F. PONSARD, A. LESQUER et M. VILLENEUVE, *C.R. Acad. Sci. Paris*, 295, série II, 1982, p. 1161-1164.
- [6] M. VILLENEUVE, *Thèse sc.*, Univ. Saint-Jérôme, Marseille, 1984, 552 p.
- [7] Z. GUETAT, *Thèse 3<sup>e</sup> cycle*, Montpellier, 1981, 176 p.
- [8] R. BAYER et A. LESQUER, *Bull. Soc. géol. Fr.*, 7, 1978, p. 863-876.

S. B., A. L. et Y. A. : *Laboratoire de Géophysique, O.R.S.T.O.M.*, 70-74, route d'Aulnay, 93140 Bondy;  
M. V. : *Laboratoire de Géologie, U.A.-C.N.R.S. n° 132, Université Saint-Jérôme, 13397 Marseille Cedex 13.*