

Déformation compressive d'un bassin intra-arc dans un contexte de collision ride/arc : le bassin d'Aoba, arc des Nouvelles-Hébrides

Jacques DANIEL, Martine GÉRARD, Alain MAUFFRET, Daniel BOULANGER,
Bernard CANTIN, Jean-Yves COLLOT, Jacques DURAND, Michael FISHER,
H. Gary GREENE, Pascal MICHAUX, Bernard PELLETIER, Antonio PEZZIMENTI,
Vincent RENARD, Marc SCHAMING et Jean-Daniel TISSOT

Résumé — Des données de bathymétrie seabeam et de sismique réflexion multitrace acquises pendant la campagne Multipso du N.O. *Jean-Charcot*, ont permis de cartographier une zone compressive sur la bordure est du bassin Nord Aoba. Ce bassin intra-arc se situe dans la partie médiane de l'arc des Nouvelles Hébrides. Des axes de plis et des failles N170 et ainsi que des décrochements senestres N110 sont compatibles avec un champ de contraintes N80. Cette compression résulterait du poinçonnement de la ride d'Entrecasteaux entrant en collision, ou en subduction forcée, dans la zone centrale de l'arc des Nouvelles Hébrides.

Compressive deformation of an intra-arc basin in a ridge arc collision context: the Aoba basin, New Hebrides island arc

Abstract — Bathymetric and multichannel seismic data collected during the Multipso cruise aboard the R/V *Jean-Charcot* show a compressive area on the eastern flank of the North Aoba intra-arc basin, located in the central part of the New Hebrides island arc zone. N170 trending faults and folds and N110 left lateral strike-slip faults are consistent with a N86 tectonic stress. This compression is the result of the d'Entrecasteaux Ridge indenter which collides and/or subducts the New Hebrides central arc.

Abridged English Version — Seabeam bathymetric, 24-channel seismic reflection [1], gravimetric and magnetic data were collected during the Multipso cruise aboard the R. V. *Jean-Charcot*. The objective of the cruise was to survey the ODP sites on the New Hebrides central arc.

The intra-oceanic New Hebrides island arc marks the subduction zone of the Austro-Indian plate under the North Fiji basin. The central arc displays a complex geological pattern consisting of three volcanic chains and the Aoba intra-arc basin [2]. The Oligocene-Miocene chain lies on the west, the Miocene-Pliocene one on the east and the Pliocene-Recent one crosscuts the basin (Fig. 1A). In this paper we study the effects of the collision/subduction of the d'Entrecasteaux Ridge with the arc. The area studied is located over the eastern flank of the North Aoba basin, north west Maewo, east of the collision (Fig. 1A).

The eastern flank of the North Aoba basin is characterized, on the seabeam bathymetric map (Fig. 1B), by a highly deformed upper slope, with N170 high axes, and a lower slope much less perturbed with N150 trending axes. Seabeam transit lines show a N170 high axes prolongation of Maewo, edging on the east with a very steep slope.

From the dense seismic reflection data cover studied, the 1036 line is the most typical. Four acoustical units are distinguished (Fig. 2A): the upper one 1 well-layered, which is paraconcordant with unit 2. In the central basin, on the west, unit 1 is still well-layered when unit 2 changes into a chaotic facies (Multipso lines, [3]). Unit 2 shows low frequency reflections on the lower slope and high frequency reflections on the higher slope (Fig. 2A); as unit 1, it thins on the east slope. Unit 2 unconformably overlies unit 3 which

Note présentée par Jean AUBOUIN.

0249-6305/89/03080239 \$2.00 © Académie des Sciences

C. R., 1989, 1^{er} Semestre (T. 308)

ORSTOM Fonds Documentaire

N° : B 14 MARS 1989

Cote : 26 133 ex. 1

Série II - 16

Pa p 134

is discontinuously layered. This unconformity over unit 4 is marked by a strong bottom reflection. We notice that unlike units 1 and 2, unit 3 has a constant thickness on the slope. Few strong low frequency reflections characterize unit 4. Onshore data ([3], [4]) allow us to date the acoustical units: 1 to the Quaternary, 2 to the Pliocene-Lower Quaternary, 3 to the Upper Miocene-Pliocene, 4 to the Middle-Upper Miocene. The 1036 seismic line (Fig. 2A) show that these acoustical units are strongly affected by deformations, going up the slope: anticline, syncline, reverse fault. On the migrated seismic line (Fig. 2B), we identified an anticline (A) and the superficial truncation (B) of the deformed units, southeast of the reverse fault (C).

The eastern part of the North Aoba basin currently undergoes evident compression stress. Seismic reflection data evidence, such as the truncated series mentioned above, suggest that the strong erosion of the seafloor may be caused by an uplift due to the reverse fault activity. This present uplift related to seismic activity is confirmed by emerged corals and reef terraces, on the west coast of Maewo [5]. The thinning of units 1 and 2 on the upper slope dates the deformation to Late Pliocene-Upper Quaternary. This tectonic compressive pattern is bounded by the north end of Maewo. The Middle-Upper Miocene [6] anticline axis of north Maewo extends by a submerged axis (Fig. 3). The steep slope border of this axis, as well as the west flank of the island, would then be linked to a reverse fault. The anticline axis strikes N170, north Maewo then N150 up to the north. N170 trending folds and faults are identified north west of Maewo, on the upper slope, whereas a N150 direction prevails on the lower slope and north of the area studied. A N110 strike, such as the one of the S shape at the base of the slope, is the third direction. The shift and the break of folds and faults axes may be explained as the result of N110 left lateral strike slip faults (Fig. 3). Shallow earthquake focal mechanisms which demonstrate N86 compression [7] also confirm the present strain.

This compression stress could be the result of the d'Entrecasteaux Ridge indenter [8] which collides and/or subducts the New Hebrides central arc. N170 deformation axes, just east of the indenter, are correlated with the maximum compressive stress trending N86 whereas, north away from the indenter, the stress is reduced and trends N60 as shown by the N150 oriented structures.

INTRODUCTION. — La campagne Multipso, en mai 1987, du *N.O. Jean-Charcot* avait pour objectif de préciser la localisation des sites de futurs forages ODP proposés sur l'arc insulaire des Nouvelles-Hébrides (Vanuatu). Au cours de cette campagne, des données de bathymétrie seabeam, de sismique réflexion multitrace [1], de gravimétrie et magnétisme furent recueillies.

L'arc des Nouvelles-Hébrides, situé à la limite des plaques australo-indienne et pacifique, est composé de trois chaînes volcaniques [2] : à l'Ouest, les îles oligocène-miocène Espiritu Santo et Mallicollo, à l'Est, les îles miocène-pliocène Maewo et Pentecôte (fig. 1A). Ces deux chaînes anciennes bordent le bassin d'Aoba qui est lui même recoupé par la Chaîne Centrale active depuis le Pliocène — et représentée par les îles de Gaua, Aoba, Ambrym dans la zone centrale de l'arc.

La ride d'Entrecasteaux située sur la plaque plongeante australo-indienne subducte au niveau des îles Espiritu Santo et Mallicolo. La subduction « forcée » de cette ride entraîne de profondes modifications dans la structure de l'arc des Nouvelles Hébrides. Nous

études dans cette Note les effets de cette collision au niveau du bassin Nord Aoba (fig. 1A).

DESCRIPTION. — Le bassin Nord Aoba, dont la profondeur maximale atteint 3 100 m est bordé au Nord Est par une pente abrupte, que nous avons étudiée en détail à proximité de l'île de Maewo. La carte de bathymétrie seabeam (fig. 1B) permet de distinguer un glaciais à pente douce et un haut de pente à morphologie accentuée. Cette pente est interrompue par des axes hauts N170 systématiquement bordés vers l'Est par des dépressions, alors que sur le glaciais, la morphologie plus douce est marquée par des axes de direction N150. Les transits seabeam situés au Nord de l'île de Maewo, montrent que l'île se prolonge par un axe haut N170, bordé vers l'Est par une très forte rupture de pente.

Une couverture sismique très dense a été réalisée au Nord-Ouest de Maewo. Nous présentons ici la coupe la plus caractéristique. On peut ainsi identifier (fig. 2A) quatre séquences acoustiques. Une séquence superficielle 1 bien litée s'amincit vers l'Est et repose en paraconcordance sur une unité 2; plus à l'Ouest, dans la partie centrale du bassin d'Aoba, la séquence 1 garde un caractère lité alors que la 2 passe à un faciès chaotique (profils sismiques Multipso et [3]). La séquence 2 est composée de réflecteurs à basse fréquence sur le glaciais et haute fréquence sur la pente (fig. 2A). Elle s'amincit également sur la bordure est du bassin. Elle est discordante sur la séquence 3, qui est formée de réflecteurs discontinus et marquée à la base par un fort horizon. Celui-ci souligne la discordance sur un ensemble inférieur 4 composé de quelques forts réflecteurs basse fréquence. A la différence des séquences 1 et 2, la séquence 3 a une épaisseur constante dans le bassin et sur la pente.

Par corrélation avec les données terrestres ([3], [4]), la séquence 1 est datée du Quaternaire, la séquence 2 du Quaternaire ancien à Pliocène, la séquence 3 du Miocène terminal à Pliocène, la séquence 4 du Miocène moyen à supérieur.

Le profil sismique 1036 (fig. 2A) montre que ces séquences sont affectées par une déformation qui s'accroît de plus en plus sur la pente : anticlinal puis faille inverse.

La coupe sismique migrée de la zone en compression (fig. 2B) permet de définir avec netteté un anticlinal (A) et la troncature (B) en surface des séries déformées au SE de la faille inverse (C).

INTERPRÉTATION. — La zone Nord Est du bassin Nord Aoba est affectée par une tectonique compressive.

Les données sismiques permettent de constater que cette déformation est encore actuelle. En effet, la disposition des séries tronquées le long de la pente ouest de Maewo suggère que le jeu de la faille inverse entraîne un soulèvement des séries qui sont alors soumises à une érosion intense. Ce soulèvement actuel se trouve confirmé par la surrection des récifs coralliens bordant la côte ouest de Maewo [5] qui est attribuée à l'activité sismique contemporaine. L'amincissement des séquences 1 et 2 vers le haut de la pente alors que la séquence 3 garde la même épaisseur permet de dater le début de la déformation au pliocène terminal début quaternaire. La carte de bathymétrie seabeam montre que des glissements de faible importance peuvent exister au centre de la zone d'étude sur le parallèle S14°48. Néanmoins, la disposition bien litée et non chaotique des réflecteurs exclut une origine gravitaire pour les axes hauts et les structures incurvées (en banane) de la zone sud.

Cette zone en compression est bordée par la terminaison nord de l'île de Maewo dont l'axe anticlinal à cœur miocène moyen-supérieur [6] se prolonge vers le Nord (fig. 3).

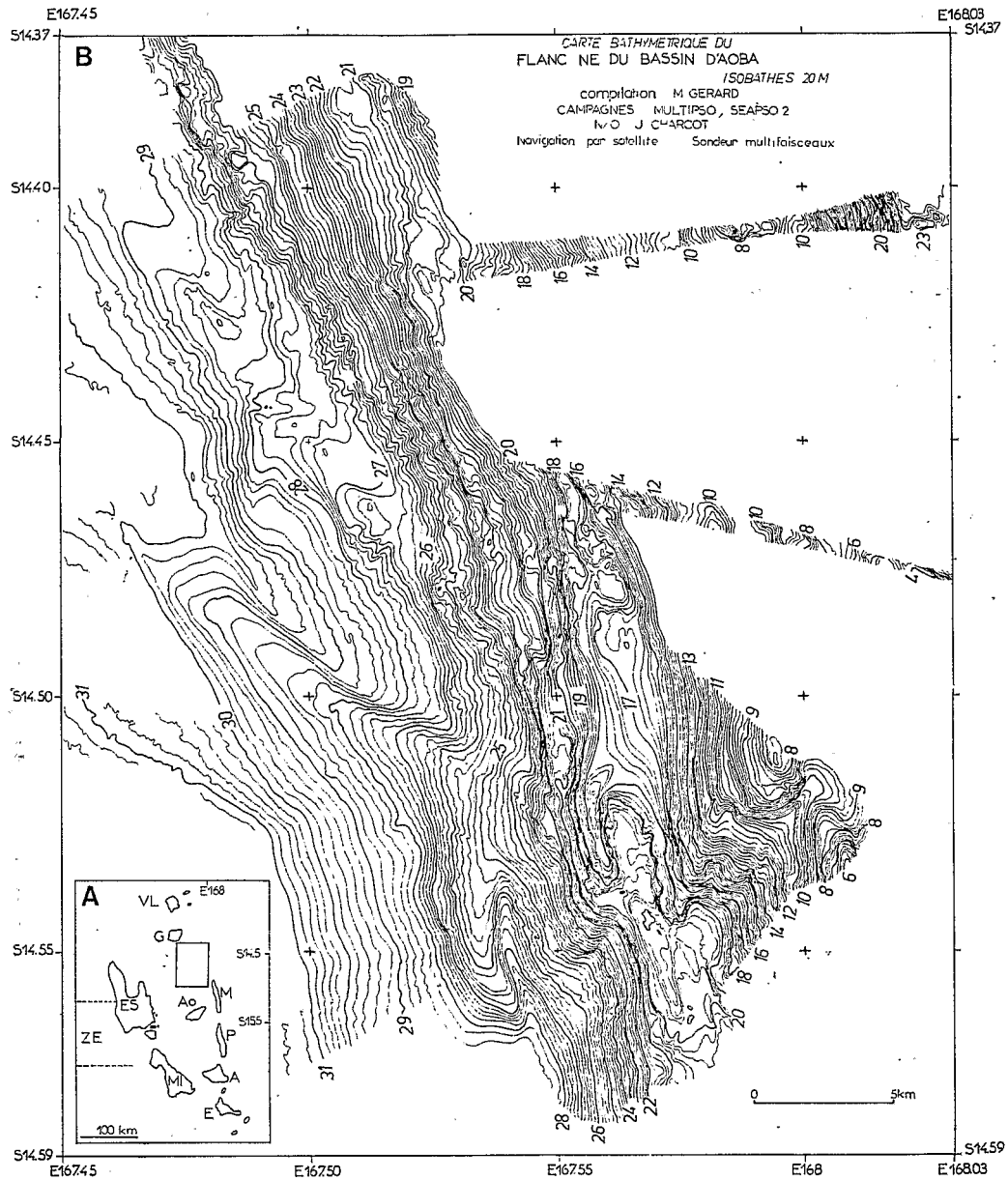


Fig. 1. — A. Localisation de la zone étudiée. A : Ambrym, Ao : Aoba, E : Epi, ES : Espiritu Santo, G : Gaua, M. Maewo, MI : Mallicolo, P : Pentecôte, VL : Vanua Lava, ZE : Zone d'Entrecasteaux. B. Carte de bathymétrie seabeam.

Fig. 1. — A. Location of the studied area. A; Ambrym, AO: Aoba, E: Epi, ES: Espiritu Santo, G: Gaua, M: Maewo, MI: Mallicolo, P: Pentecôte, VL: Vanua Lava, ZE: Zone d'Entrecasteaux. B. Seabeam bathymetric map.

Cet axe anticlinal est bordé vers l'est par une pente très raide. Cet escarpement qui prolonge la pente est de Maewo serait la conséquence de l'activité d'une faille inverse limitant la zone en compression. L'axe anticlinal présente deux directions : au Nord de Maewo, N170 puis N150 au Nord de la zone étudiée. La direction N170 est également décelée au Nord Ouest de Maewo au niveau des plis et des failles inverses tandis que la

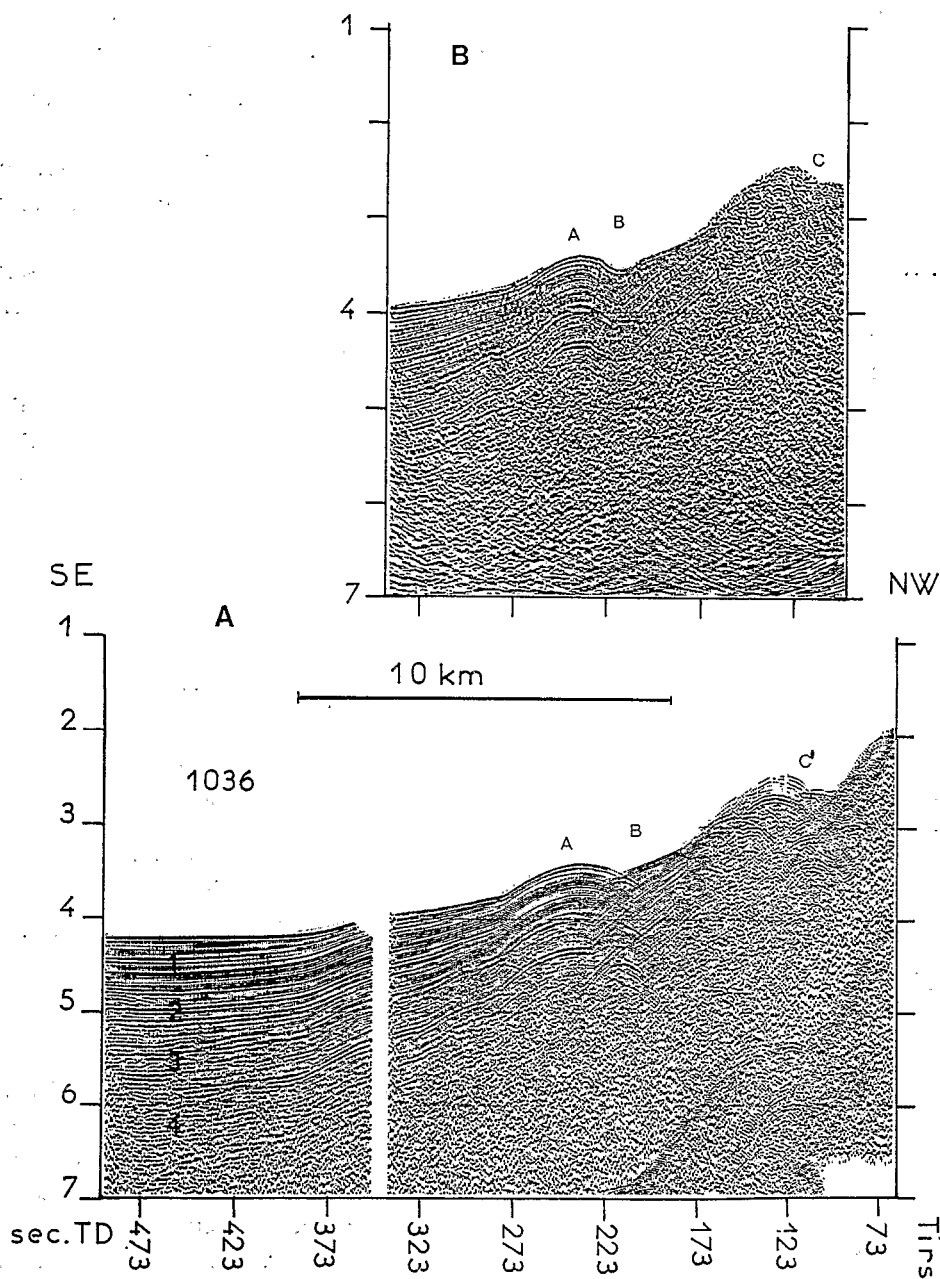


Fig. 2. — A. Profil sismique 1036. B. Profil migré.

Fig. 2. — A. Seismic line 1036. B. Migrated line.

direction N150 prédomine dans le Nord de la zone d'étude et sur le glacis. On identifie une troisième orientation N110 sur le glacis comme en témoigne la forme en S de la rupture de pente qui limite le fond du bassin.

En outre, l'interruption brutale et les décalages des axes anticlinaux et des failles inverses dans la zone de haut de pente très déformée, suggère que des décrochements N110 à tendance senestre (fig. 3) affectent les plis.

La compression actuelle dans cette région est aussi confirmée par les mécanismes aux foyers des séismes superficiels qui indiquent une direction compressive moyenne N86 [7].

CONCLUSIONS. — Les données bathymétriques et sismiques s'accordent pour déterminer une zone de compression au Nord Ouest de Maewo.

Les axes des plis N170 et les directions de décrochement senestre N110 s'intègrent bien dans un champ de contrainte orienté N86 ce qui est confirmé par l'étude des mécanismes au foyer.

Cette compression pourrait résulter du poinçonnement de la ride d'Entrecasteaux quand elle entre en subduction « forcée » sous la zone centrale de l'arc des Nouvelles-Hébrides.

Si l'on applique un modèle de poinçonnement [8], la contrainte maximale N86 se situe au droit de la ride d'Entrecasteaux, c'est-à-dire au niveau de Maewo et Pentecôte. Cette contrainte induit des axes de déformations N170. Au Nord de la zone d'étude, la contrainte diminue et change d'orientation, ce qui est confirmé par des plis N150 de faible ampleur et une direction de contrainte générale N60.

Note remise le 17 octobre 1988, acceptée le 1^{er} décembre 1988.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] Sismique 24 traces flexichoc enregistrée par l'Institut de Physique du Globe de Strasbourg (I.P.G.S.). Traitements effectués à Strasbourg par D. Boulanger, M. Gérard, A. Mauffret.
- [2] A. H. G. MITCHELL et A. J. WARDEN, *J. Geol. Soc. London*, 127, 1971, p. 501-529.
- [3] M. A. FISHER, D. A. FALVEY et G. L. SMITH éd., *Geology and offshore resources of Pacific Island arcs-central New Hebrides Arc, Vanuatu* (sous presse); *Circum pacific council for energy and mineral resources*, Earth Sci. Amer. Assoc. Petrol. Geol.
- [4] H. G. GREENE et D. P. JOHNSON éd., *Geology and offshore resources of Pacific island arc-central New Hebrides Arc, Vanuatu* (sous presse); *Circum pacific council for energy and mineral resources*, Earth Sci. Amer. Assoc. Petrol. Geol.
- [5] F. W. TAYLOR, C. FROHLICH, J. LECOLLE et M. STRECKER, *J. Geophys. Res.*, 92, 197, p. 4905-4933.
- [6] A. J. WARDEN et J. N. CARNEY, *Geology of Aoba and Maewo (map)*, New Hebrides Geol. Sur., 1979.
- [7] R. LOUAT et B. PELLETIER, *Tectonophysics* (soumis).
- [8] J. Y. COLLOT, J. DANIEL et R. V. BURNE, *Tectonophysics*, 112, 1985, p. 325-356.

J. D., J. Y. C. et B. P. : O.R.S.T.O.M., B.P. n° 5, Nouméa Cedex, Nouvelle Calédonie;

M. G. : O.R.S.T.O.M., 70, route d'Aulnay, 93140 Bondy;

A. M. : U.P.C.M., Département de Géologie dynamique, 4, place Jussieu, 75252 Paris Cedex 05;

M. F. et A. G. G. : U.S.G.S., 345 Middlefield road, MS999, Menlo Park, Ca 94025;

V. R. : IFREMER, Centre de Brest, B.P. n° 70, 29263 Plouzané;

D. B., B. C., J. D., P. M., M. S. et J.-D. T. : I.P.G.S., 15, rue René-Descartes, 67000 Strasbourg.

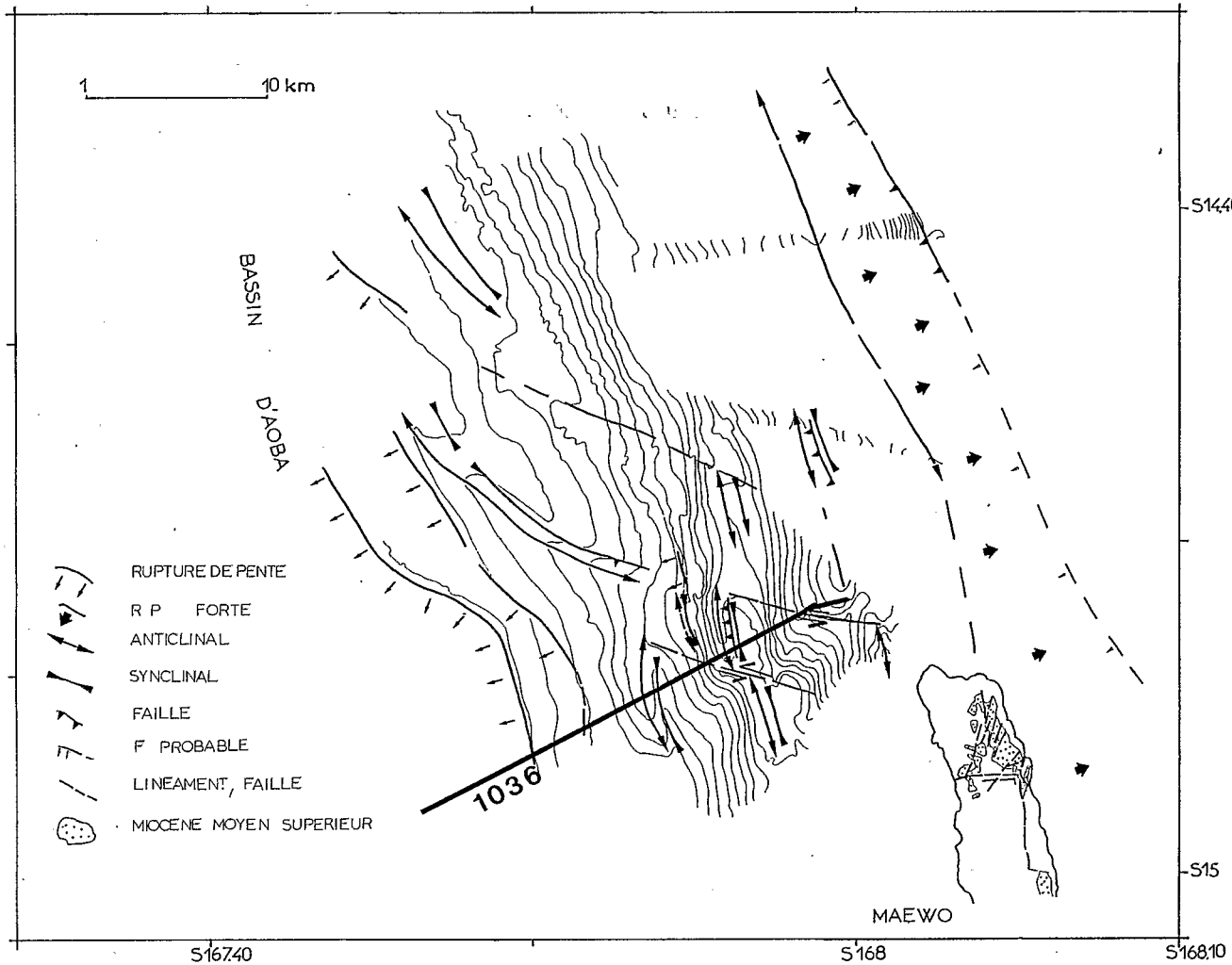


Fig. 3. — Carte structurale.
Fig. 3. — Structural map.