

ANNEXE II
GRAVIMÉTRIE MARINE — (Campagnes EVA VI et VII)

par Jean-Yves COLLOT

Environ 11 700 milles marins de gravimétrie ont été effectués lors des campagnes EVA VI et VII, réalisées conjointement par l'O.R.S.T.O.M. NOUMÉA et le National Ocean Survey (N.O.S) de la National Oceanic and Atmospheric Administration (N.O.A.A.) des États-Unis durant les périodes mai-juin 1978 et septembre à décembre 1978.

MATÉRIEL UTILISÉ

Les données ont été recueillies à bord du N.O. CORIOLIS (C.N.E.X.O.) à l'aide du gravimètre marin LaCoste et Romberg S-51 appartenant au N.O.S. (N.O.A.A.). Il s'agit d'un gravimètre monté sur

plate-forme stabilisée, caractérisé par un fléau à double amortissement mécanique et pneumatique pivotant autour d'un axe horizontal (LACOSTE, 1967). Les paramètres gravité, tension du ressort, effet de couplage mutuel et correction totale, ainsi que les différentes accélérations horizontales filtrées et non filtrées ont été enregistrés de façon analogique sur support papier. L'ensemble de ces paramètres a été filtré à l'enregistrement avec une période de 3,5 minutes afin d'éliminer une partie des accélérations parasites dues aux vagues.

De plus, les paramètres : gravité, tension du ressort, jour, heure, minutes, ainsi que sept combinaisons de vitesses et d'accélérations ($y''z'$, $y''z''$, $x''z''$, $|z''|^2$, x'' , y'' , $|x''|^2z''$) ont été enregistrés de façon digitale sur bandes magnétiques à raison d'un point toutes les 10 secondes. Ces derniers paramètres décrivent les mouvements du navire sous forme d'une série de puissance des accélérations et vitesses. Un coefficient d'intercorrélation (Cross Correlation) est calculé entre chacun d'eux et le paramètre gravité. Ceci doit permettre de vérifier le bon fonctionnement du gravimètre et, si une défaillance est détectée, ce traitement doit permettre de l'évaluer, et de la corriger ; le principe de base étant qu'il ne doit exister aucune corrélation entre le paramètre gravité et les mouvements propres du navire (LACOSTE, 1973).

BASES GRAVIMÉTRIQUES UTILISÉES

Les valeurs observées de la pesanteur sont rattachées à un certain nombre de bases, toutes définies dans le système de référence dit I.G.S.N. 71. Les valeurs théoriques de la pesanteur sont celles calculées sur l'ellipsoïde défini par l'U.G.G.I. en 1967.

Les bases gravimétriques utilisées ont été en partie implantées par les agents O.R.S.T.O.M. Elles se rapportent au Réseau Gravimétrique International Unifié (1971) et comprennent :

NOUMÉA PORT - Située au coin NE des W.C. accolés au dock de la Compagnie des Transports Maritimes HANNER. $g = 978865.47$ mgal. Elle a été établie par un grand nombre de liaisons avec la base internationale de Nouméa O.R.S.T.O.M. (JEZEK, 1976).

PORT VILA - Grand quai - Située au coin NW du bâtiment des Douanes sur le grand quai de Port Vila. $g = 978617.49$ mgal. La mesure de g a été établie par plusieurs liaisons avec la base Nouméa ORS-TOM.

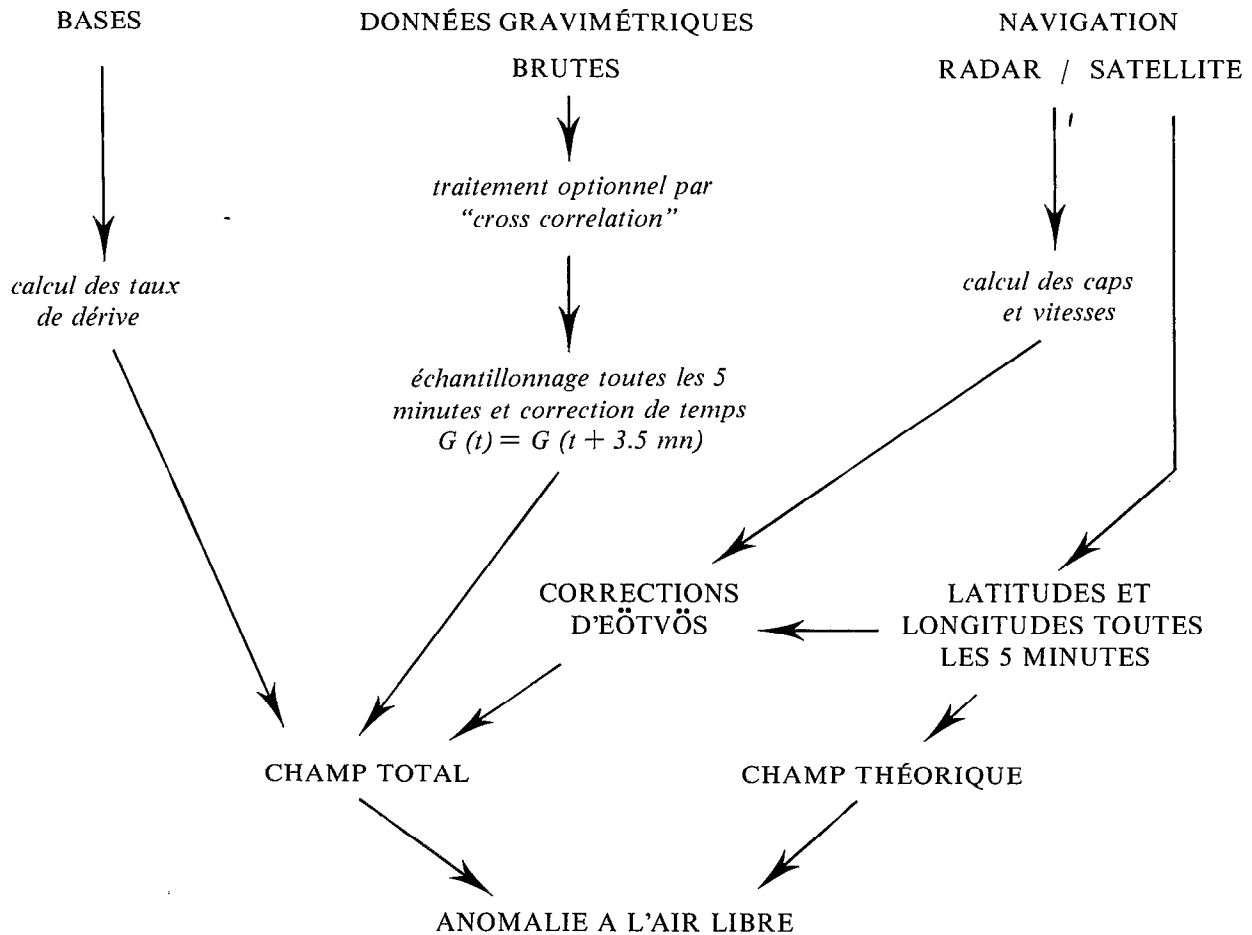
SUVA - Mineral Resources Division décrite dans JEZEK (1976) $g = 978599.56$ mgal.

TONGATAPU - Désignation "FUA' AMOTU", située sur l'aéroport à l'entrée de la "NAC HUT"; elle n'a pas été retrouvée lors de ces campagnes. $g = 978871.23$ mgal. Une station a, par conséquent, été établie et réoccupée sur la 1ère marche de la tour de contrôle de l'aéroport de TONGATAPU.

Les liaisons navire - bases de référence ont été effectuées avec les gravimètres LaCoste et Romberg G 58 et G 107.

TRAITEMENT DES DONNÉES

Le schéma général du traitement appliqué à ces données est le suivant :



PRÉCISION DES MESURES ET CONDITIONS DE TRAVAIL

La précision des mesures dépend essentiellement de la qualité de la navigation et de l'état de la mer. En effet, la mesure recueillie sur un navire en route doit être corrigée de l'effet de Coriolis afin de devenir équivalente à la mesure faite en un point immobile et de même position. La correction appropriée, appelée correction d'Eötvös a pour expression

$$\ddot{E} = 7.503 V \sin \alpha \cos \phi + 0.004 V^2$$

ϕ : latitude du point
 α : cap du navire
 V : vitesse sur le fond

Si les erreurs commises sont de l'ordre de 1° sur le cap et de 0.2 noeud sur la vitesse, la précision obtenue sur la correction d'Eötvös est de l'ordre de ± 1 mgal à la latitude 23° ; ceci montre l'importance de la navigation. D'autre part, les mouvements du bateau dus à l'état de la mer produisent des accélérations horizontales et verticales qui ont parfois des amplitudes mille fois supérieures aux variations que l'on veut mesurer. Ces accélérations sont périodiques, elles peuvent donc en partie être éliminées par filtrage mécanique ou analytique.

EVA VI - Une partie des profils a été effectuée dans le lagon de Nouvelle-Calédonie et dans le bassin des Loyauté ; de plus, 4 grands profils ont été réalisés sur l'arc des Nouvelles-Hébrides et le plateau Nord-Fidjien.

Le lagon néo-calédonien peut être considéré comme une mer très calme puisqu'il est protégé par le grand récif barrière. Dans ces eaux, la totalité de la navigation a été effectuée au voisinage des côtes par radar, à raison d'un point toutes les dix minutes. Cette navigation a ensuite été filtrée graphiquement de façon à ne garder que les changements de cap et de vitesse les plus significatifs.

Les profils effectués dans le bassin des Loyauté par mer relativement calme ont été calés par radar sur la côte Est calédonienne et sur les îles Loyauté.

L'analyse des écarts de l'anomalie à l'air libre X_j au croisement de deux profils a été faite sur 25 croisements au voisinage de la Nouvelle-Calédonie.

La moyenne arithmétique de ces croisements est :
$$\bar{X} = \frac{\sum x_j}{n} = 3.38 \text{ mgal}$$

la variance σ^2 et l'écart type σ ont respectivement pour valeur :

$$\sigma^2 = \sum \frac{(x_j - \bar{X})^2}{n} = 5.1$$

$$\sigma = 2.26 \text{ mgal}$$

La navigation des grands profils réalisés sur l'arc des Nouvelles-Hébrides et sur le plateau Nord-Fidjien a été faite en utilisant le positionnement par satellite. L'état de la mer n'a pas dépassé force 7.

L'écart moyen aux croisements des profils après correction d'Eötvös et filtrage des courtes périodes est de l'ordre de 4 mgal. Cinq rattachements aux bases de Nouméa - Port-Vila - Suva ont été effectués en 32 jours de navigation. La dérive du gravimètre, bien qu'irrégulière, peut être évaluée à 0,02 mgal / jour.

EVA VII - Lors de cette campagne, certains grands profils gravimétriques ont été découpés en tronçons par suite des opérations de sismique réfraction. La navigation a toujours été effectuée en utilisant le positionnement par satellite. La plus grande partie de cette campagne s'est déroulée dans des conditions météorologiques très difficiles. Quelques tronçons de profils gravimétriques ont dû être annulés par suite d'une forte houle de travers rendant la plate-forme stabilisée inefficace.

En 71 jours de campagne, 7 rattachements aux bases de Nouméa, Port-Vila, Suva et Tongatapu ont été réalisés.

Une dérive irrégulière dont la valeur moyenne est de l'ordre de 0.05 mgal/jour a été enregistrée.

L'étude des écarts de l'anomalie à l'air libre aux croisements des profils des campagnes EVA VI et EVA VII portant sur 14 croisements montre une moyenne des écarts en valeur absolue de 7.36 mgal avec une variance $\sigma^2 = 12.02$ et un écart type de $\sigma = 3.47$ mgal. Ces valeurs relativement fortes, ainsi que le mauvais temps subi lors de cette campagne nous ont conduits à suspecter une faiblesse dans le fonctionnement du gravimètre. Pour cette raison deux profils EVA 726 et 727 effectués sur l'arc des Tonga par mauvaise mer, l'un par mer arrière, l'autre contre la mer, ont été traités par "Cross Correlation" au laboratoire LaCoste et Romberg à Austin (Texas). Une erreur systématique allant de -5 mgal par mer arrière à $+9$ mgal contre la mer a été décelée et corrigée sur ces profils.

Pour des raisons de délai, l'ensemble de la croisière EVA VII n'a pu être à ce jour retraitée complètement par la méthode des "Cross Correlation". Néanmoins si les valeurs absolues de l'anomalie à l'air libre sont entachées d'erreur, les gradients restent dans la plupart des cas, valables.

Manuscrit remis en novembre 1979