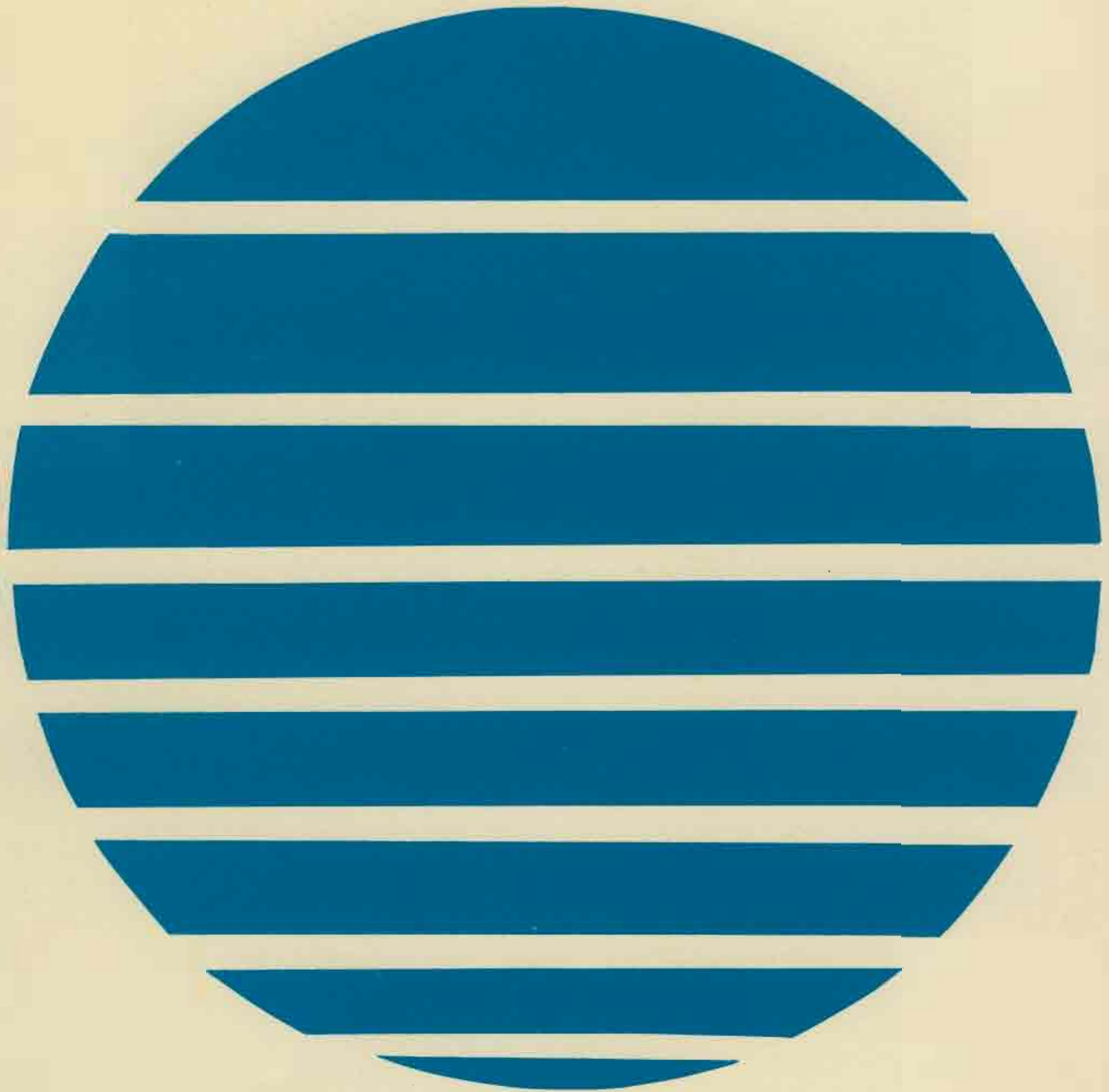


ANNALES HYDROGRAPHIQUES

5ème Série - Vol. 6, fasc. 1 - 1978
No 748



Service Hydrographique
et Océanographique de la Marine - Paris

- Toute correspondance relative au contenu de cette publication, et notamment à l'insertion d'articles, doit être adressée au Service Hydrographique et Océanographique de la Marine, 3, avenue Octave-Gréard, 75200 Paris Naval.
- Toute correspondance relative au service de cette publication doit être adressée à l'Etablissement Principal du Service Hydrographique et Océanographique de la Marine, 13, rue le Chatellier, B.P. 426, 29275 Brest Cedex.

ANNALES HYDROGRAPHIQUES

TABLE DES MATIÈRES

Première partie

	Pages
De l'origine et la distribution de l'eau remontée à la surface au large de la côte Nord-Ouest africaine, par M. Matthias TOMCZACK Jr., The University of Liverpool, Department of Oceanography	5
Propriété des systèmes continus et invariants par translation soumis à des entrées à composantes périodiques. Application à une formule globale de prédiction de la marée, par M. Yves DESNOËS, Ingénieur de l'Armement (hydrographe)	15
Principes appliqués et méthodes utilisées pour l'établissement des tables permanentes des hauteurs d'eau, par M. Jean-Nicolas PASQUAY, Ingénieur en Chef de l'Armement (hydrographe)	19

Deuxième partie

Mission Hydrographique de Polynésie française (1 ^{er} mai 1971 - 24 juin 1973), par M. François HABERT, Ingénieur de l'Armement (hydrographe)	29
Mission Hydrographique de l'Atlantique (15 mai 1972 - 20 septembre 1974), par M. Jean-Nicolas PASQUAY, Ingénieur en Chef de l'Armement (hydrographe)	61



PREMIÈRE PARTIE

DE L'ORIGINE ET LA DISTRIBUTION DE L'EAU REMONTÉE A LA SURFACE AU LARGE DE LA CÔTE NORD-OUEST AFRICAINE

par

Matthias TOMCZAK jr.

The University of Liverpool, Department of Oceanography (*)

RÉSUMÉ

A partir de l'analyse des diagrammes T/S des eaux superficielles dans la région 7° N, à 27° N et 20° W à la côte africaine, on montre que l'origine des eaux d'upwelling côtier est l'Eau Centrale Nord-Atlantique (ECNA) au Nord du cap Blanc et l'Eau Centrale Sud-Atlantique (ECSA) au Sud du cap Blanc. A ces deux sources correspondent deux systèmes d'upwelling, séparés à la latitude du cap Blanc, (21° N), par une zone de mélange très étroite. Le système Nord est permanent, alors que le système Sud n'existe qu'en hiver, la zone de mélange définissant la limite Sud du système Nord en été.

ABSTRACT

On the origin and distribution of the upwelled water off the coast of North-West Africa: Based on T/S analysis of the surface waters of the region 7° N to 27° N and 20° W to the African coast it is shown that the origin of the coastal upwelled water is North Atlantic Central Water (ECNA) north of Cap Blanc and South Atlantic Central Water (ECSA) south of cap Blanc. Two different upwelling systems correspond to the two sources which are separated by a mixing zone of very limited extent at the latitude of cap Blanc (21° N). The northern system is permanent while the southern system exists in winter only. During summer, the southern limit of the northern system is defined by the location of the mixing zone.

INTRODUCTION

La région d'upwelling de l'Afrique du Nord-Ouest est caractérisée par une hydrologie singulière en ses divers aspects. Peut-être les aspects les plus importants sont-ils les suivants: La variation annuelle de l'extension de la région influencée par l'upwelling est très marquée, et l'eau qui remonte à la surface par suite de l'upwelling provient de sources différentes. Une description complète du cycle annuel a été présentée par Wooster, Bakun et McLain (1976) à partir d'un traitement statistique des observations des navires marchands, et aussi

par Schemainda, Nehring et Schulz (1975) qui utilisaient les données des expéditions effectuées en toutes saisons pendant plusieurs années. Une discussion concernant les masses d'eau différentes de la région a été publiée par Allain (1970).

Selon l'opinion de ce dernier auteur — qui a d'ailleurs été appuyée par plusieurs campagnes scientifiques depuis sa publication — les eaux qui occupent les profondeurs moyennes (de 100 à 600 m) sont l'Eau Centrale Nord-Atlantique (ECNA) et l'Eau Centrale Sud-Atlantique (ECSA) définies, par exemple, dans Sverdrup, Johnson et Fleming (1942). L'ECNA se trouve au Nord de la latitude du cap Blanc (21° N), alors que l'ECSA s'avance jusqu'à

(*) Manuscrit reçu en août 1977.

cette latitude et plus au Nord au-dessus de l'ECNA, de sorte que se développe une couche de mélange entre l'ECNA et l'ECSA fortement inclinée. Ainsi, dans les diagrammes T/S des stations hydrologiques de la région entre 20° et 25° N, les valeurs de la température et de la salinité se groupent, du haut en bas, le long de la ligne caractéristique de l'ECSA d'abord, se détournent rapidement vers celle de l'ECNA et continuent ensuite le long de cette ligne.

Si l'on admet que l'eau qui remonte jusqu'à la surface provient d'une profondeur d'environ 200 m — des observations soutenant cette hypothèse seront présentées dans la présente étude —; ECNA et ECSA sont les sources de l'eau côtière de la surface. Cela dit, la question se pose de savoir s'il est possible de distinguer une masse d'eau de surface de provenance ECNA d'une autre de provenance ECSA. La réponse n'est pas aisée : à 200 m de profondeur, la température de l'ECNA et de l'ECSA est pratiquement la même, et la différence de salinité de l'ECNA et de l'ECSA est de l'ordre de 0,5‰. Considérant que les échanges entre l'atmosphère et l'océan peuvent aisément changer les caractéristiques des masses d'eau, les conditions pour déterminer l'origine de ces eaux, basées sur de si petites différences, sont assez mauvaises. Elles ne deviennent pas meilleures avec les caractéristiques chimiques comme le phosphate ou le silicate : Les différences entre l'ECNA et l'ECSA y sont plus marquées, mais elles sont effacées plus rapidement à la surface par l'activité biologique.

La première preuve qu'il est possible de classer les masses d'eau de la surface selon leur origine a été présentée par une étude d'observations obtenues entre les îles Canaries et le cap Vert (Tomczak jr., 1977). Les enregistrements continus de température et de salinité obtenus deux fois par semaine et utilisés dans cette étude mettent en évidence l'existence d'un front de salinité à la surface situé auprès du cap Blanc, qui sépare l'eau d'origine ECNA de celle d'origine ECSA. Le front se manifeste très nettement dans le diagramme T/S construit pour la température et la salinité superficielle. Ce résultat est à l'origine de la présente étude, qui a pour but la classification des masses d'eaux de surface à partir du diagramme T/S et par conséquent un jugement de l'intensité de l'upwelling dans la région selon les saisons. Pour effectuer ce travail, il fallait disposer d'observations dans toute la région et en toutes les saisons, et il fallait comprendre la signification du diagramme T/S dans des domaines où la température et la salinité ne peuvent plus être considérées comme conservatives. En ce qui concerne les observations, il n'existe pas beaucoup d'expéditions couvrant toute la région; cependant, les expéditions des navires scientifiques « *Alexander von Humboldt* » et « *Discovery* » et la campagne CINECA (Cooperative Investigation of the Northern Part of the Eastern Central Atlantic) réunissent suffisamment de données. S'agissant du diagramme T/S et de son application aux eaux superficielles, le paragraphe suivant en discutera la pertinence en se basant sur les observations de la région.

CLASSIFICATION DES EAUX SUPERFICIELLES

Dans le diagramme T/S, les valeurs de la température et de la salinité des eaux superficielles de la région 8° N à 26° N couvrent une plage très étendue. Cependant, les variations les plus importantes sont les variations saisonnières. Par exemple, les deux diagrammes T/S de la figure 1 comprennent toutes les observations effectuées entre 1970 et 1973 par le navire « *Alexander von Humboldt* ». Ils montrent que les variations atmosphériques saison-

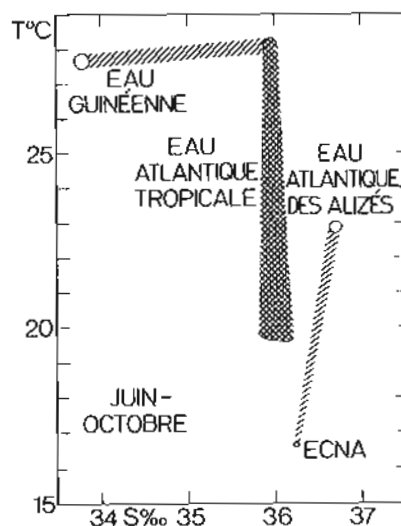


FIGURE 1 a

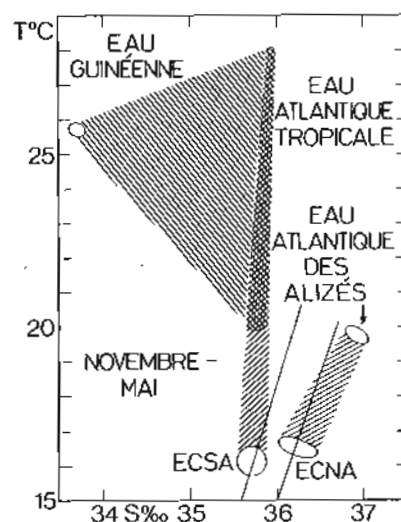


FIGURE 1 b

FIG. 1. — Diagrammes T/S des eaux superficielles entre 7° N et 27° N à l'Est de 20° W ; a) situation d'été, b) situation d'hiver. Dans la région considérée, l'eau du golfe de Guinée ne se manifeste qu'avec une salinité supérieure à 33,7‰. Les lignes faibles de b) représentent la délimitation de l'ECNA et ECSA de Sverdrup et al.

nières sont le facteur principal déterminant la température et, de façon moins importante, la salinité des eaux superficielles.

Les principales masses d'eau de la région sont les suivantes : Au Sud, l'eau du golfe de Guinée, relativement moins salée (35,75‰), a des températures de 25,8° C en hiver et de 27,8° C en été. L'eau Atlantique tropicale, avec 35,7 - 35,9‰ de salinité en hiver et 36‰ en été, a des températures qui reflètent le gradient thermique de l'atmosphère entre 15° N et 21° N; ainsi, il est représenté par une bande de températures de 20° à 28° C laquelle, on se le rappelle, n'indique aucun processus de mélange normalement attribué à des relations linéaires entre T et S. L'eau atlantique des alizés, avec 36,9‰ de salinité en hiver et 36,7‰ en été, est définie par la température de la région de 25° N qui est de 20° C en hiver et de 23° C en été.

Au-dessous de 18° C, il existe deux masses d'eau à la surface de l'Atlantique dans la région, qui n'occupent qu'une partie très étroite le long de la côte. L'une d'elles, évidemment ECNA d'origine, peut être observée toute l'année, tandis que l'autre, d'origine ECSA, est seulement observée en hiver. Le fait que la température de 16,5° C ne change pas avec les saisons indique clairement que les deux masses d'eau représentent les ECNA et ECSA remontées à la surface.

A partir des diagrammes T/S qui définissent l'ECNA et l'ECSA (voir Sverdrup, Johnson et Fleming, 1942) il est possible de déterminer la profondeur d'origine des eaux de remontée. A quelque distance de la côte, des températures de 16° - 17° C sont observées à 200 m de profondeur environ. Cela doit être alors la profondeur d'origine de ces eaux côtières. En plus, les valeurs intermédiaires entre la source Nord et les eaux des alizés ou entre la source Sud et les eaux tropicales, ne suivent pas les diagrammes T/S de l'ECNA et de l'ECSA, ce qui montre que la source des eaux remontées à la surface n'est pas très étendue verticalement, et que les valeurs intermédiaires observées représentent un mélange des eaux de remontée avec les eaux de surface normales.

A toute profondeur, le diagramme T/S peut être utilisé pour déterminer les quantités des deux masses d'eau qui font partie du mélange. A la surface, cela pose des problèmes parce que la radiation solaire peut produire une augmentation de la température de — par exemple — l'ECNA, semblable à la variation de la température produite par le mélange avec l'eau des alizés. La précipitation et l'évaporation produisent des effets correspondants sur la salinité. Or, il est peu probable que les deux influences atmosphériques se traduisent par une transition linéaire entre l'ECNA et les eaux des alizés. Nous avons supposé alors, pour déterminer la distribution des eaux superficielles au large de la côte Nord-Ouest Africaine, que l'influence atmosphérique est négligeable en comparaison du processus de mélange horizontal, et pour déterminer quantitativement la distribution, nous avons procédé de la façon suivante :

Nous définissons comme 100 % d'eau de remontée toute observation d'ECNA et d'ECSA à la surface, et de 0 % toute observation des eaux des alizés et des eaux tropicales. Ainsi, 0 % dans la région tropicale comprend les températures de 20° à 28° C. En plus, 100 % d'eau du golfe de Guinée sont définis par rapport à l'eau tropicale, et les lignes des différents pourcentages sont des parallèles à la caractéristique de l'eau tropicale.

De cette manière il est possible de construire des courbes donnant des pourcentages de l'ECNA, de l'ECSA et de l'eau Guinéenne. Cela devient possible parce que les trois systèmes : ECNA — eau des alizés, ECSA — eau tropicale, et eau tropicale — eau Guinéenne, ne se chevauchent pratiquement pas. Sur le diagramme T/S il faut noter que les valeurs de base pour la quantification sont différentes en hiver et en été.

DISTRIBUTION DES EAUX SUPERFICIELLES

Nous avons vérifié la validité du diagramme schématique de la figure 1 par l'étude détaillée de la variation saisonnière, utilisant d'abord les observations du navire « *Alexander von Humboldt* » publiées par Schemainda, Schulz et Nehring (1972), Nehring, Schemainda et Schulz (1973), Schulz, Schemainda et Nehring (1973), Nehring, Schemainda et Schulz (1974), Schulz, Schemainda et Nehring (1975) et Nehring, Schemainda et Schulz (1975). Les figures 2 montrent la distribution des différentes masses d'eau. La région d'ECNA au Nord du cap Blanc est séparée de la région d'ECSA entre cap Blanc et cap Vert par une zone de mélange très étroite. Au Sud du cap Vert se trouve l'eau du golfe de Guinée. Les diagrammes T/S présentent toutes les observations utilisées pour obtenir la distribution régionale, les valeurs de la région « ZM » correspondent aux stations dans la zone de mélange, près du cap Blanc.

On y voit que l'upwelling existe pendant toute l'année au Nord du cap Blanc, produisant la remontée d'ECNA avec intensité variable. Il est difficile de dire quand l'upwelling d'ECNA est le plus fort. Au contraire, l'upwelling d'ECSA, au Sud du cap Blanc, n'existe qu'en hiver. De juin à octobre, toute la région du cap Blanc au cap Vert est occupée par l'eau tropicale. Les isothermes de la figure 2a ne donnent aucune indication d'upwelling d'ECSA pour août-septembre. En octobre (fig. 2b), il n'y a qu'une station près du cap Blanc avec upwelling manifeste d'ECSA, mais les isothermes signifient le développement de l'upwelling, et une station à 19° N près de la côte, présente des valeurs caractéristiques de la zone de mélange ZM.

En novembre, (fig. 2c) l'upwelling d'ECSA s'intensifie et s'élargit vers le Sud. En même temps, l'eau du golfe de Guinée qui occupait la région au Sud

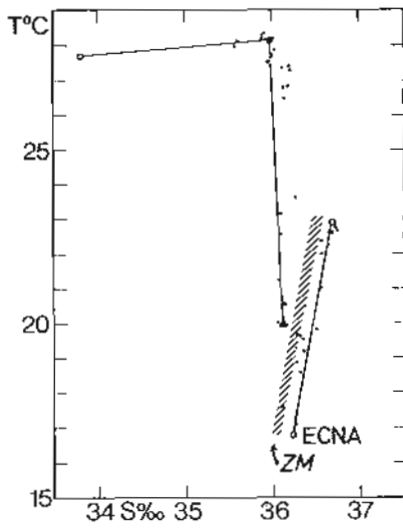
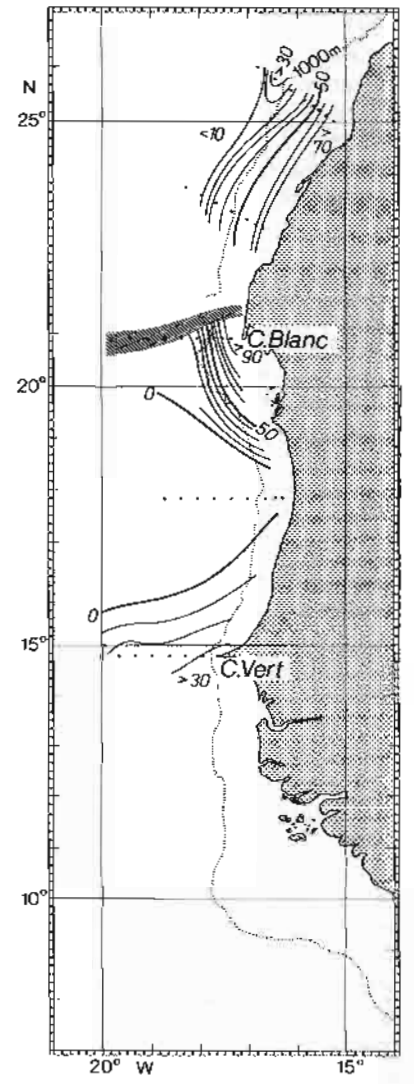
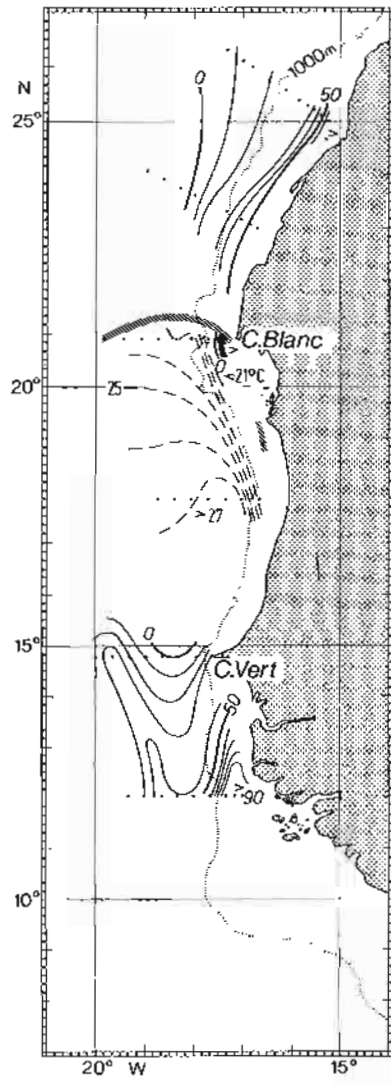
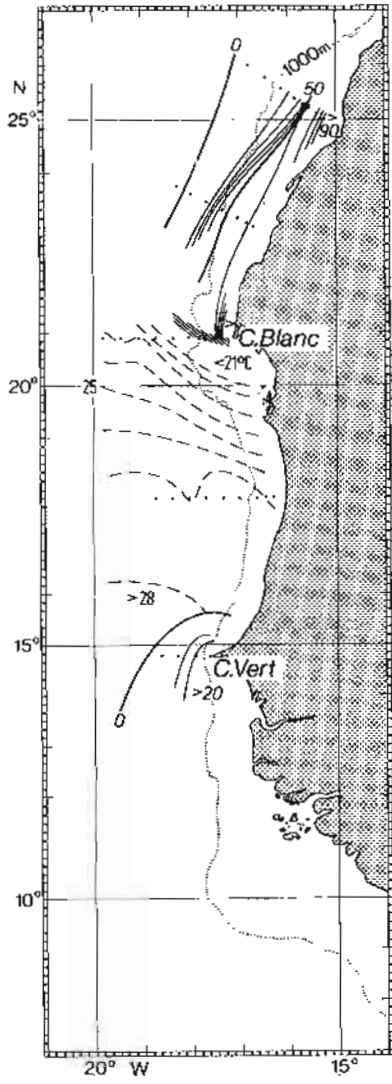


FIGURE 2a

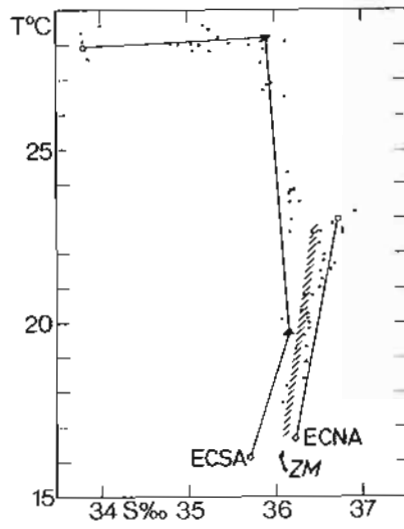


FIGURE 2b

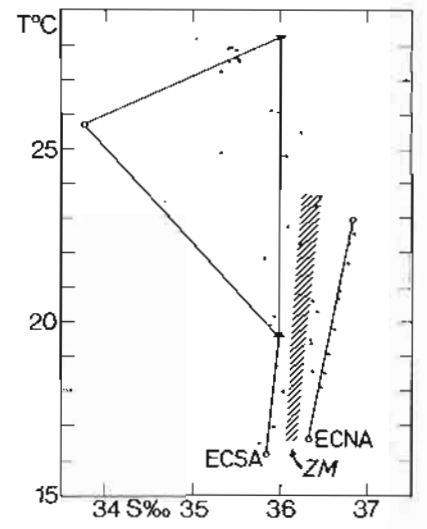


FIGURE 2c

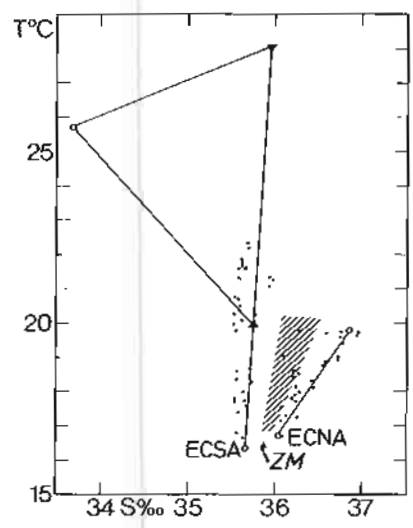
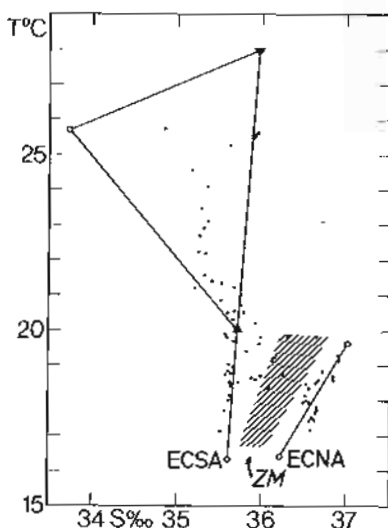
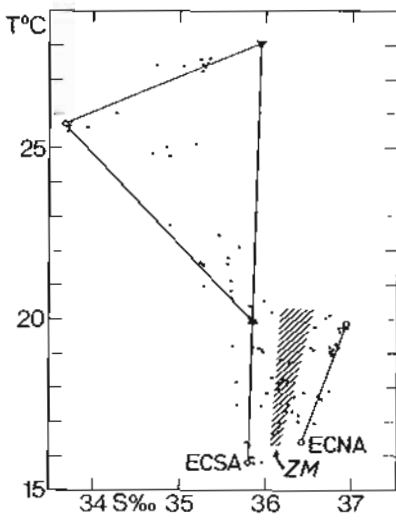
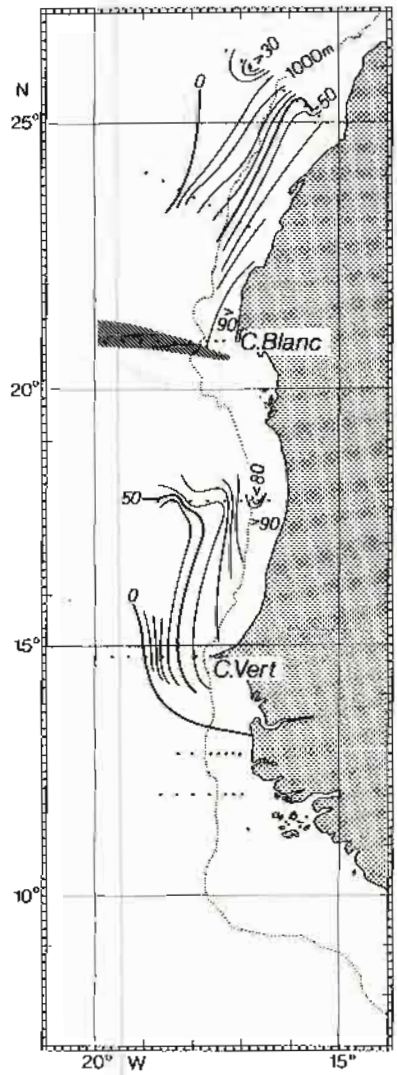
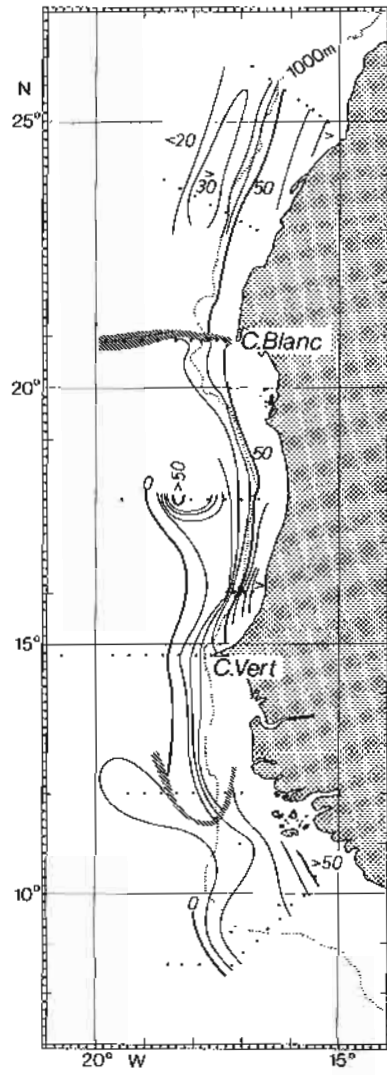
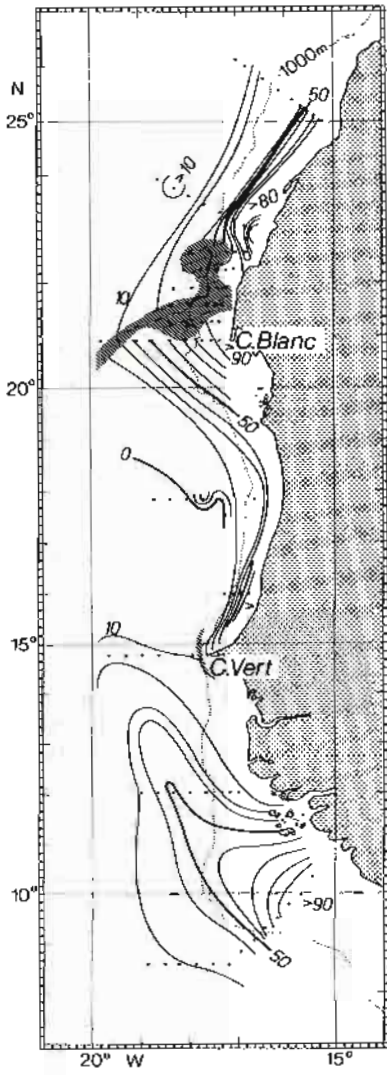


FIGURE 2d

FIGURE 2e

FIGURE 2f

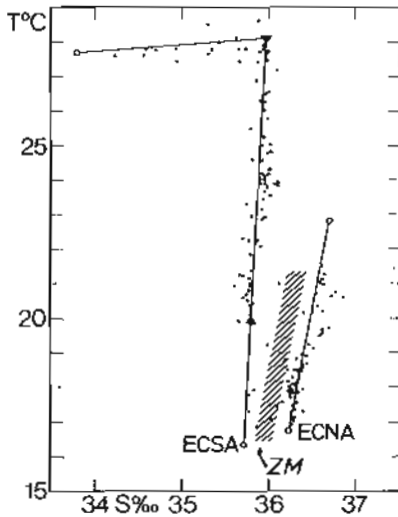
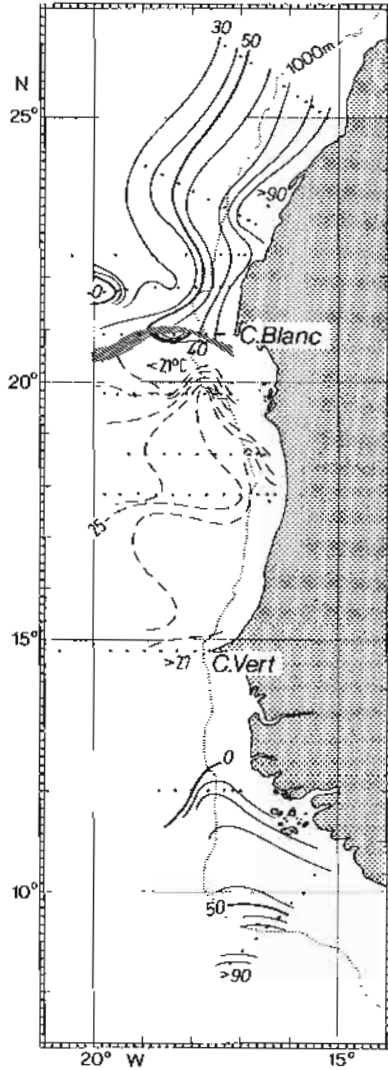


FIGURE 2g

du cap Vert s'avance vers le Nord et gagne sa position la plus avancée. En décembre (fig. 2d) l'upwelling d'ECNA s'étend jusqu'au cap Vert, y touchant la région de l'eau Guinéenne. L'upwelling d'ECNA avance plus au Sud, toujours en contact avec l'eau Guinéenne, jusqu'à 12° N où elle arrive en février-mars (fig. 2e). En avril (fig. 2f), l'eau Guinéenne ne se trouve plus au Nord de 12° N; l'upwelling d'ECNA, toujours très fort, se retire lentement vers le Nord. En juin-juillet (fig. 2g), de l'upwelling d'ECNA, il ne reste qu'une seule station près du cap Blanc, pendant que l'eau du golfe de Guinée commence à regagner la région au Sud du cap Vert.

Cela est le cycle annuel de l'upwelling Nord-Ouest africain, déduit des données de l'« *Alexander von Humboldt* ». Evidemment, la couverture de la région par ces stations, bien que suffisante pour détecter cet upwelling n'en permet pas une description plus précise. En particulier, la description de la zone de mélange auprès du cap Blanc n'est pas du tout suffisante. Il y a seulement une campagne, celle du 22 décembre 1972 au 1^{er} janvier 1973 (fig. 2d), qui offre plus de détail sur la région du cap Blanc, et les observations prouvent que la zone de mélange est assez étendue et présente une forme irrégulière. Il est probable que dans les autres mois la situation n'est pas très différente. Ce qu'on peut dire, toutefois, c'est que la zone de mélange existe pendant toute l'année et se trouve toujours à 21° N.

Les données de l'« *Alexander von Humboldt* » sont tout à fait suffisantes pour décrire le cycle annuel. Nous nous sommes limités alors à l'étude de trois autres campagnes pour vérifier la validité du résultat. La figure 3 montre la distribution des masses d'eau à partir des données des campagnes 26 et 48 du navire « *Discovery* » en 1969 (fig. 3a) et en 1972 (fig. 3b) et des données des navires « *Thalassa* » et « *Cornide de Saavedra* » obtenues en 1973 pendant la campagne CINECA (fig. 3c) fournies par le Service Hydrographique (Charlottenlund). On remarque une correspondance en général mais des différences dans le détail. Les températures élevées de l'eau des alizés de 1969 indiquent qu'en avril-mai la situation observée est celle du changement d'hiver à l'été. En effet, elles sont pratiquement les mêmes qu'en juillet-août de 1972 qui, de l'autre côté, sont relativement basses, en comparaison avec la situation d'été déduite par l'« *Alexander von Humboldt* ».

FIG. 2. — Distribution des masses d'eau d'upwelling exprimée en pourcentages d'ECNA au Nord de 21° N et d'ECNA au Sud de 21° N. Les hachures indiquent les zones de mélange des différents systèmes des masses d'eau. Pour les saisons où il n'y a pas d'upwelling d'ECNA, la figure indique, outre le système ECNA — eau des alizés et l'eau du golfe de Guinée, la température superficielle de l'eau tropicale (isothermes en traits tiretés).

a) 27-8 au 8-9 1970 ; b) 28-9 au 17-10 1971 ; c) 28-10 au 8-11 1970 ; d) 22-12 1972 au 10-1 1973 ; e) 23-2 au 14-3 1973 ; f) 13-4 au 26-4 1971 ; g) 20-6 au 5-8 1972.

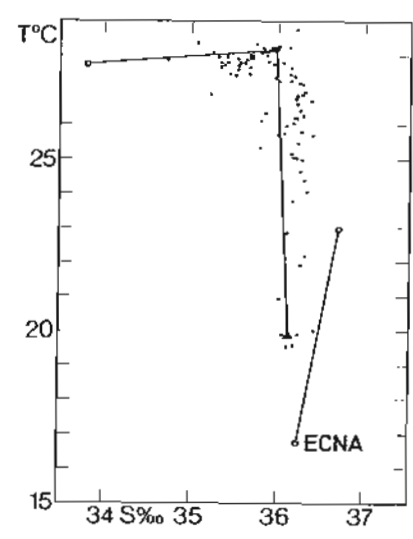
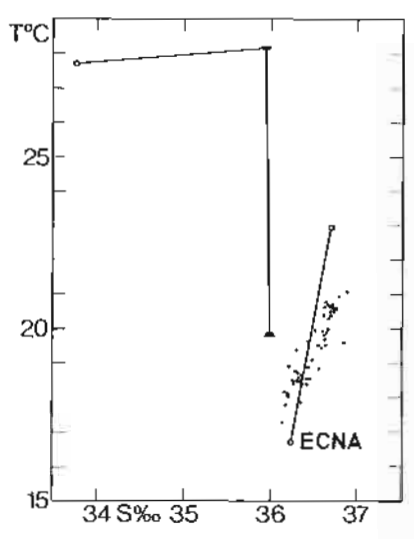
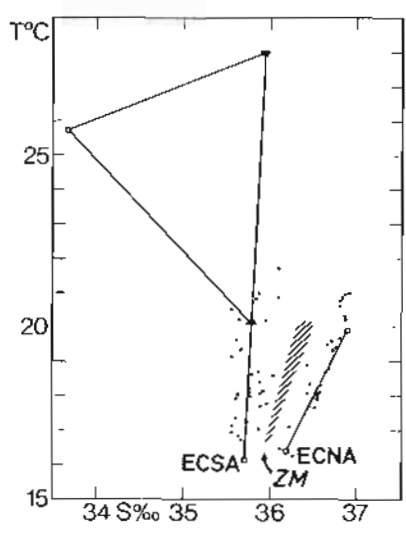
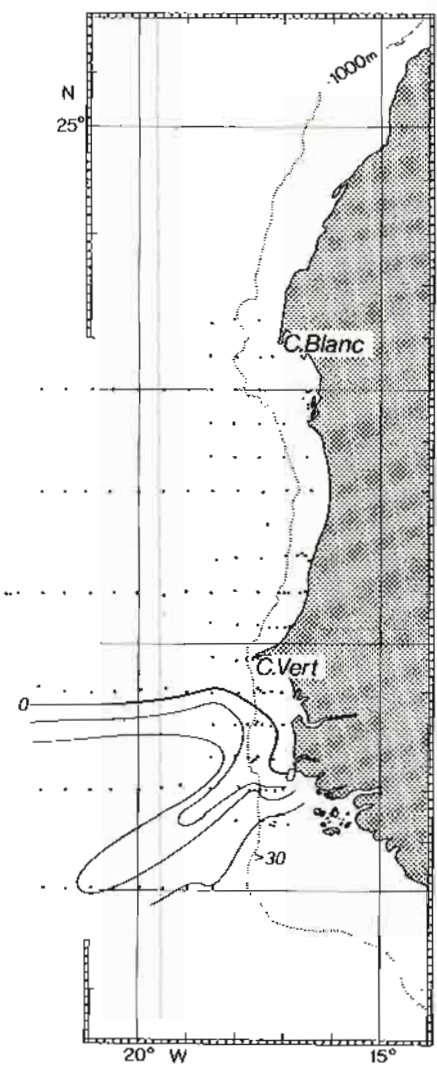
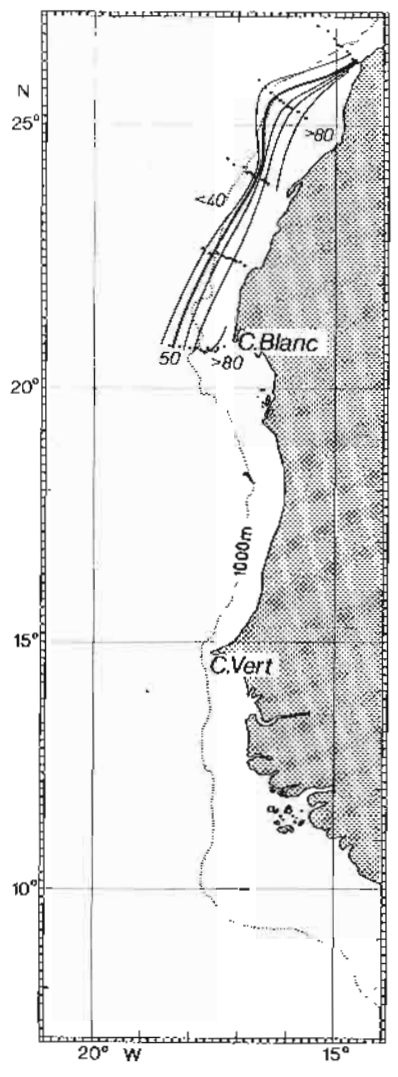
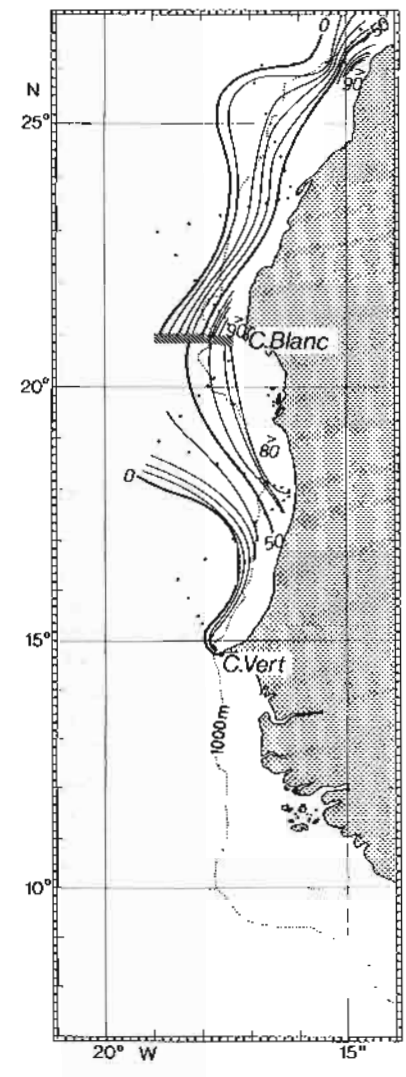


FIGURE 3a

FIGURE 3b

FIGURE 3c

FIG. 3. — Distribution des masses d'eau exprimée en pourcentages d'eau d'upwelling (ECNA) et d'eau du golfe de Guinée (au Sud du cap Vert).
 a) *Discovery*, campagne n° 26, avril-mai 1969.
 b) *Discovery*, campagne n° 48, juillet-août 1972.
 c) *Thalassa* et *Cornide de Saavedra*, campagne CINECA, juillet-août 1973.

Les divergences dans le détail ne peuvent être expliquées qu'à partir d'observations plus fréquentes dans l'espace et peut-être aussi dans le temps. Il est probable qu'un examen utilisant les observations des navires marchands pourrait donner des résultats plus détaillés que la présente investigation. A présent, on peut constater que la distribution des masses d'eau déduite des données de l'« *Alexander von Humboldt* » est vérifiée par les autres campagnes qualitativement, mais que les résultats quantitatifs (les pourcentages dans les figures 2 et 3) ne sont pas très précis.

Pour démontrer la limite de validité des diagrammes T/S de surface nous avons présenté, dans la figure 4, le diagramme T/S des observations du « *Meteor* » effectuées en 1973 dans la campagne CINECA, au Nord de la région (entre 30° et 36° N, c'est-à-dire entre les îles Canaries et le détroit de Gibraltar). On y observe une différence principale entre les points T/S du « *Meteor* » et la ligne du système ECNA — eau des alizés. Cela indique que les diagrammes T/S de la figure 1 ne peuvent servir que pour l'analyse de la distribution des eaux d'upwelling au Sud des îles Canaries. Pour étendre l'analyse à l'upwelling plus au Nord, il faudrait établir les diagrammes correspondants, ce qui exige de nouveau des observations dans cette région pour toutes les saisons.

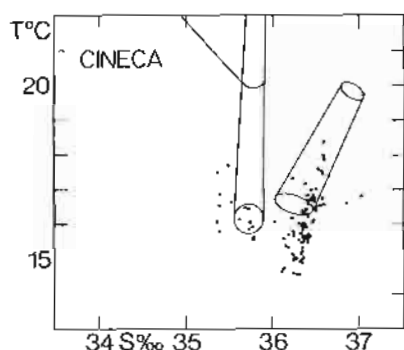


FIG. 4. — Diagramme T/S des eaux superficielles entre 30° N et 36° N à l'Est de 20° W, janvier-mars 1973 (campagne CINECA, navire *Meteor*). Les courbes rappellent la distribution des masses d'eau entre 7° N et 27° N. expliquée dans la figure 1.

CONCLUSION

Nous avons étudié la distribution des masses d'eau à la surface de la région de l'upwelling Nord-Ouest Africain. Le résultat — la permanence de l'upwelling au Nord du cap Blanc et la variation annuelle au Sud du même cap — n'est pas tout à fait nouveau. Toutefois, il faut noter que la séparation permanente de deux systèmes d'upwelling,

avec deux sources distinctes de l'eau remontée, à la latitude du cap Blanc n'est pas mentionnée clairement dans la littérature. Il existe beaucoup d'études donnant des cartes de la température, de la salinité et d'autres paramètres considérant toute la région entre 8° N et 26° N comme uniforme. Pour la température, une telle méthode donne de bons résultats, les températures caractéristiques des deux sources étant égales. Pour la salinité, le front proche du cap Blanc s'efface si on ne tient pas compte de l'existence de deux systèmes séparés. Les conséquences sont différentes si on juge l'intensité de l'upwelling à partir de la température et de la salinité sans tenir compte des caractéristiques chimiques des deux sources.

Il est bien connu que les concentrations en sels nutritifs de l'ECNA et de l'ECSA sont très différentes. Comme preuve, la figure 5 donne les distributions moyennes du phosphate et du silicate, construites à partir des rares stations de la région avec des observations chimiques, en relation avec la température entre 100 m et 600 m de profondeur qui est la profondeur occupée par l'ECNA et l'ECSA, respectivement. On y voit que la même température à la surface correspond, au Nord et au Sud du cap Blanc, à des situations biologiques très différentes.

Il faut donc tenir compte, dans tout examen de l'upwelling Nord-Ouest Africain, de l'existence de deux systèmes nettement séparés autour du cap Blanc qui utilisent deux sources d'eau très différentes dans leurs caractéristiques chimiques et qui ont alors des effets très différents sur la production biologique.

BIBLIOGRAPHIE

- ALLAIN Ch., 1970. — Observations hydrologiques sur le talus du banc d'Arguin en décembre 1962 (Campagne de la *Thalassa*, du 2 novembre au 21 décembre 1962). *Rap. Procès-Verbaux Cons. Internat. Expl. Océans*, 159, 86-89.
- NEHRING D., R. SCHEMAINDA et S. SCHULZ, 1973. — Beiträge der DDR zur Erforschung der küstennahen Wasserauftriebsprozesse im Ostteil des nördlichen Zentralatlantiks Teil II: Das ozeanographische Beobachtungsmaterial der Messfahrt vom 23.3. bis 25.6.1971. *Geod. Geoph. Veröff.*, R. IV, H. 9.
- NEHRING D., R. SCHEMAINDA et S. SCHULZ, 1974. — Beiträge der DDR zur Erforschung der küstennahen Wasserauftriebsprozesse im Ostteil des nördlichen Zentralatlantiks Teil IV: Das ozeanographische Beobachtungsmaterial der Messfahrt vom 7.6. bis 7.9.1971. *Geod. Geoph. Veröff.*, R. IV, H. 12.
- NEHRING D., R. SCHEMAINDA et S. SCHULZ, 1975. — Beiträge der DDR zur Erforschung der küstennahen Wasserauftriebsprozesse im Ostteil des nördlichen Zentralatlantiks Teil Vb: Das ozeanographische Beobachtungsmaterial des Reiseabschnitts vom 4.2. bis 18.4.1973. *Geod. Geoph. Veröff.*, R. IV, H. 15.
- SCHEMAINDA R., S. SCHULZ et D. NEHRING, 1972. — Beiträge der DDR zur Erforschung der küstennahen Wasserauftriebsprozesse im Ostteil des nördlichen Zentralatlantiks Teil I: Das ozeanographische Beobachtungsmaterial der Messfahrt 1970. *Geod. Geoph. Veröff.*, R. IV, H. 7.

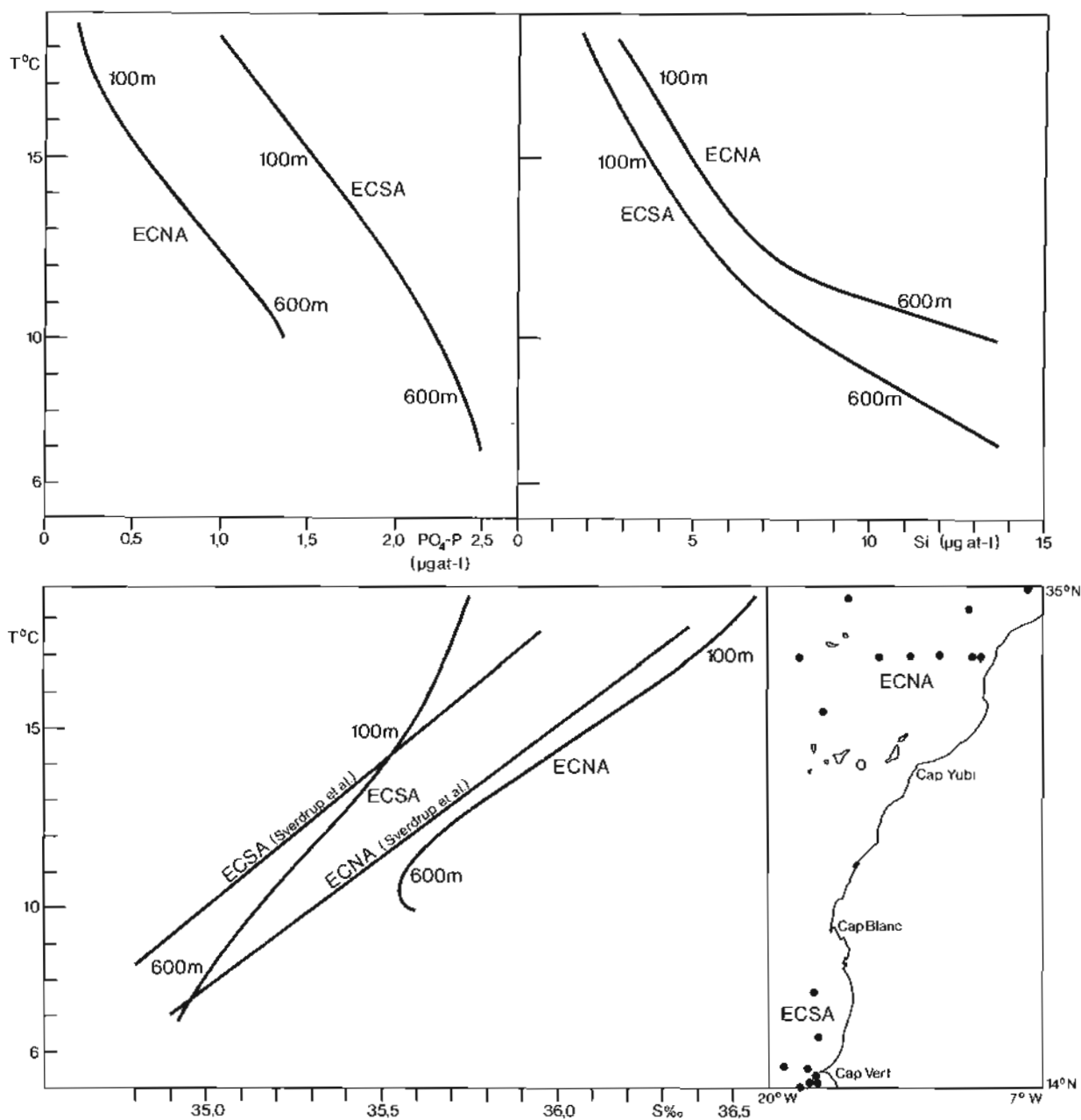


FIG. 5. — Diagrammes T/S, T/PO₄-P et T/Si de l'ECNA entre 30° N et 35° N et de l'ECSA entre 14° N et 18°30' N, construits à partir des distributions moyennes, avec la densité *in situ* comme référence, des stations indiquées : pour l'ECNA, distribution moyenne de 6 stations du *Discovery* de 1957, 3 stations de l'*Atlantis* de 1948 et 1 station de l'*Albatross* de 1948. Pour l'ECSA, distribution moyenne de 8 stations du *Mikhail Lomonossov* de 1959. Toutes les stations sont dans les fiches du Centre de Données Mondial « A » à Washington.

Nota : Les stations du *Mikhail Lomonossov* utilisées pour la figure 5 font partie des données utilisées par O.H. Oren (Results of the UNDP (SF) / FAO regional fisheries survey in West Africa. Report N° 3. Silicates in the Canary Current area. Mar. Biol. 17, 4-6; 1972) qui conclut aussi que le contenu en silicate de l'ECSA est inférieur à celui de l'ECNA.

Après avoir mis sous presse le présent travail, des études qui utilisent les données de plus récentes campagnes, ont montré que le contenu en silicate de l'ECSA est supérieur à celui de l'ECNA.

SCHEMAINDA R., S. SCHULZ et D. NEHRING, 1975. — Ozeanologische Untersuchungen zum Produktionspotential der nordwestafrikanischen Wasserauftriebsregion 1970-1973. *Geod. Geoph. Veröff.*, R. IV, H. 16.

SCHULZ S., R. SCHEMAINDA et D. NEHRING, 1973. — Beiträge der DDR zur Erforschung der küstennahen Wasserauftriebsprozesse im Ostteil des nördlichen Zentralatlantiks Teil III: Das ozeanographische Beobachtungsmaterial der Messfahrt vom 16.9. bis 17.12.1971. *Geod. Geoph. Veröff.*, R. IV, H. 10.

- SCHULZ S., R. SCHEMAINDA et D. NEHRING, 1975. — Beiträge der ODR zur Erforschung der küstennahen Wasserauftriebsprozesse im Ostteil des nördlichen Zentralatlantiks Teil Va: Das ozeanographische Beobachtungsmaterial des Reiseabschnitts vom 16.11.1972 bis 3.2.1973. *Geod. Geoph. Veröff.*, R. IV, H. 14.
- SVERDRUP H.U., M.W. JOHNSON et R.H. FLEMING, 1942. — *The Oceans; their physics, chemistry and general biology*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 1088 p.
- TOMCZAK M. Jr., 1977. — Continuous measurement of near-surface temperature and salinity in the NW African upwelling region between Canary Islands and Cap Vert during the winter of 1971-1972. *Deep-Sea Res.*, **24**, 1103-1119.
- WOOSTER W.S., A. BAKUN et D.R. MCLAIN, 1976. — The seasonal upwelling cycle along the eastern boundary of the North Atlantic. *J. Mar. Res.*, **34**, 131-141.

PROPRIÉTÉ DES SYSTÈMES CONTINUS ET INVARIANTS PAR TRANSLATION, SOU MIS A DES ENTRÉES A COMPOSANTES PÉRIODIQUES

Application à une formule globale de prédiction de la marée

par

M. Yves DESNOËS

Ingénieur de l'Armement (hydrographe) (*)

La propriété utilisée dans la présente note, bien que probablement connue des mathématiciens, n'est pas mentionnée dans les ouvrages de marée. Il a donc semblé utile d'en donner une démonstration qui, malgré son manque de rigueur absolue, devrait satisfaire le physicien et l'ingénieur.

1. Propriété intéressante des systèmes continus et invariants par translation.

Considérons un tel système que nous supposons avoir une entrée $e(t)$ et une sortie $s(t)$, t étant le temps.

Si $e(t)$ peut se mettre sous forme d'une somme de fonctions sinusoïdales, $s(t)$ peut également se mettre sous forme d'une somme de fonctions sinusoïdales dont les fréquences sont des combinaisons linéaires des fréquences des composantes de $e(t)$, les coefficients de ces combinaisons étant entiers.

Démonstration

a) Hypothèses.

Nous supposons que le système peut être décrit par un opérateur A qui fait correspondre à toute fonction e , intégrable sur \mathbb{R} et à valeurs finies, une fonction s de même nature.

Aux fonctions e et s peuvent être associées des distributions; ces distributions sont tempérées et possèdent donc une transformée de Fourier.

L'opérateur A est supposé continu et invariant par translation. La continuité signifie que, si une suite $\{e_n\}$ tend vers une limite e , la suite $\{s_n\} = \{A(e_n)\}$ tend vers $s = A(e)$.

e_n , e , s_n et s étant pris au sens des distributions.

b) Cas des fréquences rationnelles.

Notons ω_i les fréquences des composantes de e .

Comme les ω_i sont rationnels, ils possèdent un plus grand commun diviseur, c'est-à-dire qu'il existe une fréquence ω_0 et une suite de nombres $\{n_i\}$ premiers entre eux tels que :

$$n_i \omega_0 = \omega_i \quad \forall i \quad (\text{les } n_i \text{ sont entiers})$$

Il revient au même de dire que $1/\omega_0$ est le plus petit commun multiple des $1/\omega_i$, c'est-à-dire que $1/\omega_0$ est la période de $e(t)$.

Comme le système est invariant par translation, $1/\omega_0$ est aussi période de $s(t)$ qui est donc somme de composantes sinusoïdales dont les fréquences sont multiples de ω_0 .

Toutes les combinaisons linéaires des ω_i sont des multiples de ω_0 .

Réciproquement, tous les multiples de ω_0 sont des combinaisons linéaires des ω_i (Il suffit de trouver

(*) Manuscrit reçu en décembre 1976.

une combinaison $\sum \lambda_i n_i$ égale à 1 (λ_i entier $\forall i$), ce qui est possible puisque les n_i sont premiers entre eux).

La propriété se trouve donc démontrée.

c) Cas des fréquences quelconques (réelles).

Quel que soit ω_i , on peut définir une suite $\{\omega_{i,j}\}$ de rationnels qui tendent vers ω_i lorsque j tend vers l'infini.

La transformée de Fourier (T.F.) de e_j est composée de masses de Dirac aux fréquences $\omega_{i,j}$ et $-\omega_{i,j}$ (on choisit e_j tel que $\{e_j\} \rightarrow e$).

La T.F. de s_j est composée de masses de Dirac dont les fréquences sont des multiples des $\omega_{i,j}$.

Lorsque $j \rightarrow \infty$, toute suite de combinaisons linéaires $\{\sum \lambda_i \omega_{i,j}\}$ tend vers $\sum \lambda_i \omega_i$ (λ_i entier $\forall i$).

La T.F. de $s(t)$ sera donc composée de masses de Dirac dont les abscisses seront des combinaisons linéaires $\sum \lambda_i \omega_i$, λ_i entier.

La propriété est maintenant démontrée pour toute combinaison de fréquences ω_i finie.

2. Formulation pratique.

On remarque que, en notant $\hat{e}(\nu)$ la T.F. de $e(t)$, la suite des produits de convolution

$$\hat{e}(\nu) \otimes \hat{e}, \hat{e} \otimes \hat{e} \otimes \hat{e}, \dots$$

renferme toutes les fréquences combinaisons linéaires (à coefficients entiers) des ω_i qui composent e ; chaque fréquence est d'ailleurs trouvée plusieurs fois (on n'oubliera pas que $e(t)$, signal réel, a une T.F. hermitienne; e possède donc les fréquences ω_i et $-\omega_i$).

On en déduit que s peut se mettre sous la forme :

$$s(t) = C + h_1 \otimes e(t) + h_2 \otimes e^2(t) + \dots + h_n \otimes e^n(t) \dots \dots \quad (1)$$

C désigne une constante, le signe \otimes le produit de convolution, et les h_n des fonctions à déterminer.

Lorsque le système est supposé linéaire, tous les h_n sont nuls sauf h_1 qui est alors indépendant de $e(t)$.

Dans le cas général, les h_n ne sont pas indépendants de $e(t)$, ce qui réduit l'intérêt de la formule (1).

Il suffit que les h_n soient définis aux fréquences des e^n ; il n'y a donc pas unicité, ce qui n'empêche pas la relation (1) d'être utilisable.

3. Application à la marée.

Le potentiel pouvant être mis sous forme d'une somme de sinusoides, et le système étant supposé continu et invariant par translation, on peut tenter

d'appliquer la formule (1) en la discrétisant, c'est-à-dire en la mettant sous la forme :

$$s(t_j) = c + \sum_{l=-n_1}^{n_1} h_1^l e(t_j - l) + \sum_{l=-n_2}^{n_2} h_2^l e^2(t_j - l) + \dots + \sum_{l=-n_k}^{n_k} h_k^l e^k(t_j - l) + \dots \quad (2)$$

Cette formule a été appliquée à un potentiel légèrement modifié en tenant compte de notre connaissance de la marée à Brest (on a fait varier les amplitudes et les phases linéairement en fonction de la fréquence de manière à se rapprocher de la solution); les coefficients ont été calculés pour la marée du Havre à partir de 12 mois d'observations en 1974 et 1975. On a fait varier k de 1 à 4 et les n_k ont été choisis égaux à 5, ce qui donne un total de 45 inconnues. Chaque point d'observation donnant une équation, le système a été résolu par les moindres carrés en supposant les erreurs sur les hauteurs successives indépendantes (ce qui ne peut être qu'une approximation). L'écart quadratique moyen donné par la résolution du système est 13,2 cm.

La validité de la formule a été vérifiée en faisant une prédiction sur l'année 1938 et en calculant l'écart-type de la marée observée (réduite du niveau moyen) par rapport à cette marée prédite: On a trouvé une valeur de 14,4 cm, ce qui montre bien la stabilité de la formule employée.

A titre de comparaison, les valeurs trouvées pour des prédictions harmoniques à 48 et 100 ondes sont 13 cm et 11,2 cm respectivement. La formule (2) donne donc une précision comparable à celle d'une prédiction harmonique de type classique, mais moindre que celle d'une prédiction harmonique fine. Bien que les 100 ondes mentionnées aient été déterminées sur deux années (1963 et 1964), la mauvaise qualité des observations permet de supposer qu'elles ne sont pas significativement plus précises que les ondes que l'on peut déterminer par l'analyse d'une année de bonnes observations.

On a essayé d'améliorer la précision en augmentant les nombres n_k de coefficients: l'ordinateur du S.H.O.M. est trop lent et a une capacité de mémoire trop faible pour permettre une augmentation suffisante; pour $n_1 = n_2 = n_3 = n_4 = 9$, les erreurs de troncature rendent déjà le système instable, et il n'est pas possible de passer en double précision (taille limitée à 64 kilo-octets).

4. Orientations possibles.

Il est douteux que l'on puisse obtenir une prédiction significativement meilleure que celle d'une bonne analyse harmonique.

Il faudrait par contre étudier la validité de la formule appliquée à de courtes périodes d'obser-

vation (quelques mois) : une analyse fine devient alors impossible et l'on peut penser qu'une méthode globale serait meilleure.

Il faudrait également considérer l'application d'une telle méthode aux marées de ports voisins ; il doit être possible d'améliorer ainsi les concordances.

Enfin on peut essayer d'utiliser la formule (2) pour étudier la variation de la marée en fonction d'autres

paramètres, le débit d'un fleuve par exemple, à condition que ces paramètres restent constants sur un temps assez long pour permettre le calcul des coefficients h_k^t .

On peut ensuite représenter ces coefficients en fonction du paramètre considéré, ou la transformée de Fourier des fonctions h_k aux fréquences de la marée, car ces fonctions risquent d'être mal déterminées pour les autres fréquences.

PRINCIPES APPLIQUÉS ET MÉTHODES UTILISÉES POUR L'ÉTABLISSEMENT DES TABLES PERMANENTES DES HAUTEURS D'EAU

par

M. Jean-Nicolas PASQUAY

Ingénieur en Chef de l'Armement (hydrographe) (*)

1. INTRODUCTION

Le présent exposé a pour but d'indiquer les principes appliqués et les méthodes utilisées pour l'établissement de la nouvelle table permanente des hauteurs d'eau du Service Hydrographique et Océanographique de la Marine. Il comporte en particulier, la procédure qui permet de réaliser les courbes (ou tableaux) de concordance des pleines mers (P.M.) ou basses mers (B.M.) entre deux ports. L'établissement des concordances des P.M. et B.M. est en effet une des étapes importantes de la chaîne des traitements aboutissant à la table permanente des hauteurs d'eau.

2. HYPOTHÈSES SIMPLIFICATRICES DE BASE

2.1. On admet qu'à une hauteur de P.M. (ou de B.M.) donnée dans le port de référence R (Brest dans le cas de nos tables) correspond une portion de courbe de marée unique (limitée aux B.M. (ou P.M.) voisines) dans le port secondaire S.

De plus à une heure de P.M. (ou de B.M.) donnée dans le port de référence R correspond une heure de P.M. (ou de B.M.) unique dans le port secondaire S.

Il s'agit là d'hypothèses simplificatrices qui ne seraient vérifiées que pour des marées rigoureusement « semblables » en R et S (*). C'est en raison

de l'existence sur nos côtes d'un groupe semi-diurne dominant, qu'une pareille approximation est possible.

2.2. Approximation du principe de concordance appliqué aux P.M. et B.M.

Il faut noter qu'une hauteur de P.M. (ou de B.M.) donnée à Brest ne correspond pas à un groupe semi-diurne donné, mais à des combinaisons diverses d'un groupe semi-diurne et d'un groupe diurne dans des phases relatives diverses (abstraction faite des ondes à longue période). Or, les groupes semi-diurne et diurne ne se trouvent pas en S dans les phases relatives qu'ils ont en R. Remarquons aussi que les ondes de petits fonds variables d'un port à l'autre, constituent un facteur de dispersion supplémentaire. Donc à une hauteur de P.M. (ou de B.M.) donnée au port R correspond un ensemble de hauteurs dans le port S, situées dans un intervalle dont l'amplitude est variable selon le couple de ports choisis. Conventionnellement on adoptera comme hauteur correspondante ou concordante en S, la hauteur relative au « milieu » de l'intervalle, ou plus exactement au barycentre des points représentatifs des hauteurs en S. Ces points sont affectés de poids fonction de la distance au « milieu approché ». L'intervalle est d'autant plus réduit que les marées en S et R sont plus proches de la similitude.

(*) Pour la notion de « marées semblables », voir « La Méthode des Concordances et l'Analyse Harmonique par les constantes approchées », par M.M. Eyriès, *Annales Hydrographiques*, 4^e Série, Tome VII, année 1956.

(*) Manuscrit reçu en mai 1976.

2.3. Généralisation du principe de concordance.

Ce qui vient d'être dit de la concordance entre les P.M. (ou les B.M.) des deux ports, s'étend aux courbes de marée elles-mêmes.

Dans ces conditions on aboutit aux hypothèses énoncées au 2.1. et qui sont à la base de la table permanente des hauteurs d'eau.

3. PRINCIPES DE L'ÉTABLISSEMENT DE LA TABLE DES HAUTEURS D'EAU

3.1. Courbes de marée rapportées à la B.M. (ou P.M.) voisine ou courbes des hauteurs relatives.

Les variations du niveau de la mer dues aux conditions météorologiques ne permettent pas une correspondance aisée entre les éléments de la marée observée ou prédite à Brest et les hauteurs d'eau, rapportées au zéro hydrographique, observées dans le port secondaire S. La dispersion introduite par les conditions météorologiques est importante, que l'on parte de hauteurs d'eau observées à Brest (donc soumises aux conditions météorologiques) ou que l'on parte de hauteurs d'eau prédites (donc affranchies des conditions météorologiques).

Si au calage des hauteurs par rapport au zéro hydrographique (calage absolu) on substitue un calage relatif par rapport à la B.M. (ou P.M.) observée voisine, on diminue considérablement l'effet dispersif des conditions météorologiques. Ces conditions se traduisent en effet, généralement par une surcote ou une décote affectant globalement une portion de courbe de marée correspondant à des intervalles de temps assez longs, allant de quelques heures à un jour et plus.

En définitive on associera à une hauteur de B.M. (ou de P.M.) donnée prédite à Brest, une courbe de marée unique en S rapportée à la B.M. (ou la P.M.) concordante.

3.2. Courbes et tableaux de concordance des B.M. (et P.M.) prédits à Brest avec les B.M. (et P.M.) dans le port secondaire S.

Les hauteurs d'eau observées en S subissent des corrections destinées à les affranchir autant que possible des conditions météorologiques. Les nouvelles hauteurs obtenues en S sont appelées hauteurs réduites corrigées, hauteurs qui serviront à l'établissement des concordances en heure et en hauteur avec les P.M. et B.M. prédites à Brest.

3.3. Courbes et tableaux de marée du port S rapportés au zéro hydrographique et à l'heure de la B.M. (ou de la P.M.).

Les courbes sont déduites des courbes des hauteurs relatives définies au 3.1 par utilisation des tableaux de concordance du port S définis au 3.2. De sorte que l'on aura associé à une hauteur de B.M. (ou de P.M.) donnée à Brest une courbe de marée unique en S rapportée au zéro hydrographique en ce qui concerne les hauteurs, et à la B.M. (ou la P.M.) en ce qui concerne les heures.

4. APPLICATION DES PRINCIPES PRÉCÉDENTS

4.1. Détermination des courbes et tableaux de hauteurs relatives, rapportés aux B.M. du port S.

4.1.1. Données de départ.

Ces données sont :

— Hauteurs (en cm) et heures des P.M. et B.M. prédites à Brest.

— Hauteurs horaires observées au port S pour un ensemble de jours complets consécutifs ou non. (Dans la pratique les programmes établis permettent de traiter en une seule fois un maximum de 370 jours).

4.1.2. Tableaux des hauteurs relatives, rapportées à la B.M. du port S, en fonction de la hauteur de B.M. prédite à Brest.

4.1.2.1. Définition des hauteurs relatives E_i dans le port S.

Sur une portion de courbe de marée du port S considérons une B.M. particulière et relevons les hauteurs d'eau H aux heures suivantes :

B.M. - 8 h ; B.M. - 7 h ; B.M. - 6 h ... B.M.,
B.M. + 1 h, ... B.M. + 8 h.

Nous appellerons hauteur relative E_i la quantité positive :

$$E_i = H(\text{B.M.} + i \text{ heures}) - H(\text{B.M.})$$

où : $i = (-8, -7 \dots +7, +8)$ (1)

(1) Nota. Dans la pratique on se limitera fréquemment à l'intervalle $i = (-4, -3 \dots +3, +4)$, c'est-à-dire à une portion de courbe comprenant la B.M. On fera de même en ce qui concerne la P.M. Par ailleurs, pour une description plus fine de la courbe de marée, on a déterminé en fait les hauteurs relatives toutes les demi-heures.

4.1.2.2. Tableau donnant les hauteurs relatives E_i du port S en fonction de la hauteur de B.M. prédite à Brest.

Considérons une B.M. particulière prédite à Brest de hauteur connue H_R et d'instant connu $T_{R.}$

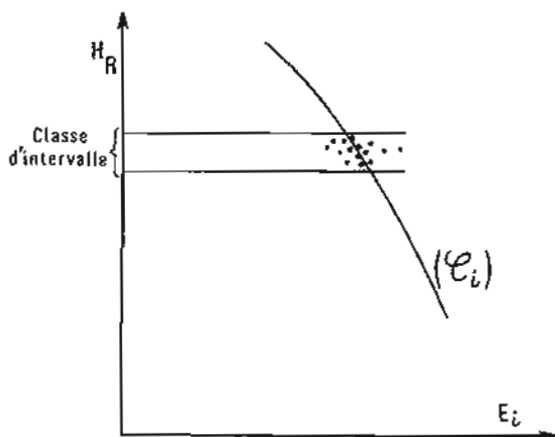
A cette B.M. correspond au port S une B.M. d'instant théorique connu par les tables de concordance des B.M.. On déterminera l'instant réel de la B.M. au port S en prenant la valeur de l'instant théorique de la B.M. comme valeur approchée de l'instant réel. On déterminera l'heure et la hauteur de la B.M. réelle par interpolation parabolique à partir des hauteurs horaires voisines.

On peut alors calculer sans difficulté les 17 hauteurs relatives E_i associées à H_R (la hauteur d'eau à un instant quelconque se calculant par interpolation parabolique à partir des hauteurs horaires voisines). La hauteur H_R et les 17 hauteurs E_i associées constituent une ligne du tableau des hauteurs relatives. Si K désigne le numéro de l'une quelconque des B.M. de Brest on obtiendra le tableau : $H_R(K), E_{-8}(K), E_{-7}(K), \dots, E_1(K), \dots, E_7(K), E_8(K)$ où $K = 1, 2, 3, \dots, N$.

N désignant le nombre de B.M. prises en compte. Les K lignes constituent le tableau des hauteurs relatives.

4.1.2.3. Représentation graphique des résultats obtenus.

L'ensemble des points dont les coordonnées dans un système d'axes rectangulaires sont $H_R(K), E_i(K)$, pour i fixé, se répartissent selon un « nuage » le long d'une ligne (C_i) qui donne E_i en fonction de H_R .



Les points sont pointés par une machine à tracer.

Les courbes (C_i) sont tracées en s'aidant des centres de gravité des points situés dans des classes d'intervalles sur H_R .

La planche 1 correspond à un montage photographique (en réduction) des courbes (C_i) obtenues à Calais de B.M. - 4 heures à B.M. - 1 heure. Les croix correspondent aux centres de gravité.

4.1.3. Tracé des courbes-types de hauteurs relatives, rapportées aux B.M. du port S.

Pour chacune des 13 classes de hauteurs H_R de B.M. à Brest (H_R varie de 0,75 m à 3,75 m par sauts de 0,25 m) on détermine les E_i au moyen des courbes (C_i) définies précédemment. On peut ainsi tracer 13 courbes-types de marée rapportées aux B.M., tant en heure qu'en hauteur.

La planche 2 comporte le tracé de 13 courbes-types, rapportées aux B.M. de Calais, ainsi que 13 courbes-types, rapportées aux P.M. de Calais. (En réduction par rapport aux courbes originales).

4.2. Etablissement des concordances entre les P.M. et B.M. prédites à Brest et les P.M. et B.M. observées dans le port S.

4.2.1. Opérations sur les hauteurs horaires observées au port (S).

4.2.1.1. Calcul des hauteurs réduites brutes.

Pour éliminer les effets météorologiques, les dérives éventuelles du marégraphe, et provisoirement les ondes à longue période, on opère comme suit :

Tout d'abord on détermine pour chaque heure un « niveau moyen » $N(t)$ se rapportant à cette heure. (*)

Soit N_m le niveau moyen au port S supposé connu (déterminé à partir d'une ou plusieurs années d'observations).

On calcule pour chaque heure t la différence :

$$\Delta(t) = N(t) - N_m$$

A partir de la hauteur $H(t)$ observée à l'heure t on définit une hauteur réduite brute $H_{rb}(t)$ par :

$$H_{rb}(t) = H(t) - \Delta(t)$$

$H_{rb}(t)$ ne comporte plus l'effet des ondes à longue période, on ne peut donc faire la concordance des hauteurs réduites brutes avec les hauteurs d'eau prédites à Brest qui comportent les ondes S_a et S_{sa} .

4.2.1.2. Calcul des hauteurs réduites corrigées.

On régénère les ondes S_a et S_{sa} du port S en admettant qu'elles ont même valeur qu'à Brest. (**)

(*) Le niveau moyen $N(t)$ centré sur l'heure t s'obtient par un filtre numérique à poids symétrique par rapport à l'heure t . (Voir *Annales Hydrographiques*, 5^e Série, Vol. 2, pages 54 à 56).

(**) On néglige ainsi le terme mensuel de la formule de Chazallon $-0,075 \hat{r}^2 (1 - 3 \sin^2 D)$ en mètres. Mais l'effet de ce terme s'élimine pratiquement lorsque l'on utilise une année d'observations.

COURBES (C_i) DE HAUTEURS RELATIVES A CALAIS

RÉFÉRENCE BASSE MER

(En ordonnée les hauteurs de P. M. prédites à BREST)

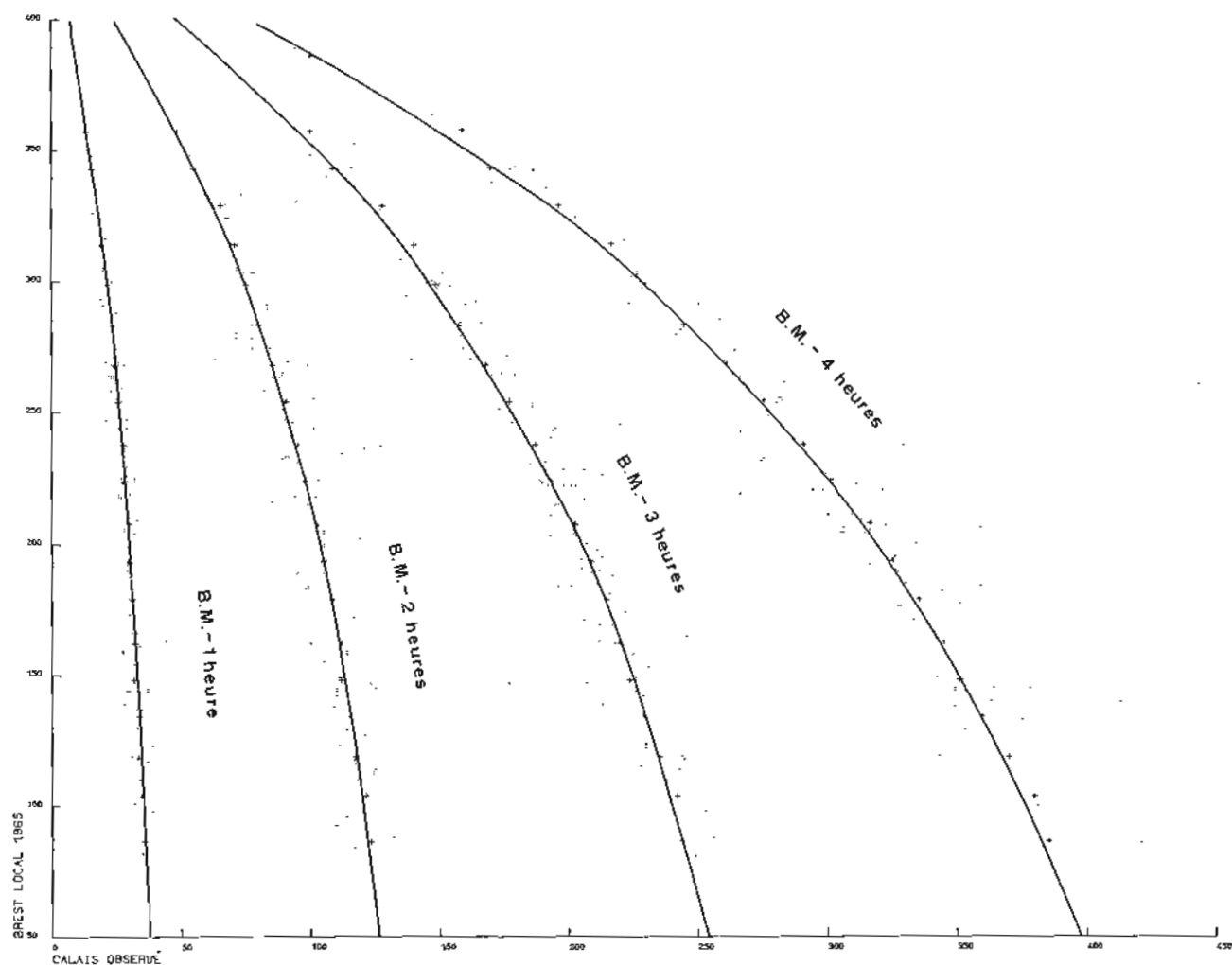


Planche 1

Ces ondes ajoutées à $H_{rb}(t)$ donnent une hauteur réduite corrigée :

$$H_r(t) = H_{rb}(t) + 5,8 \cos(h - 229^\circ 28') + 2,8 \cos 2(h - 70^\circ 38')$$

Où les hauteurs sont exprimées en cm, et h désigne la longitude moyenne du soleil.

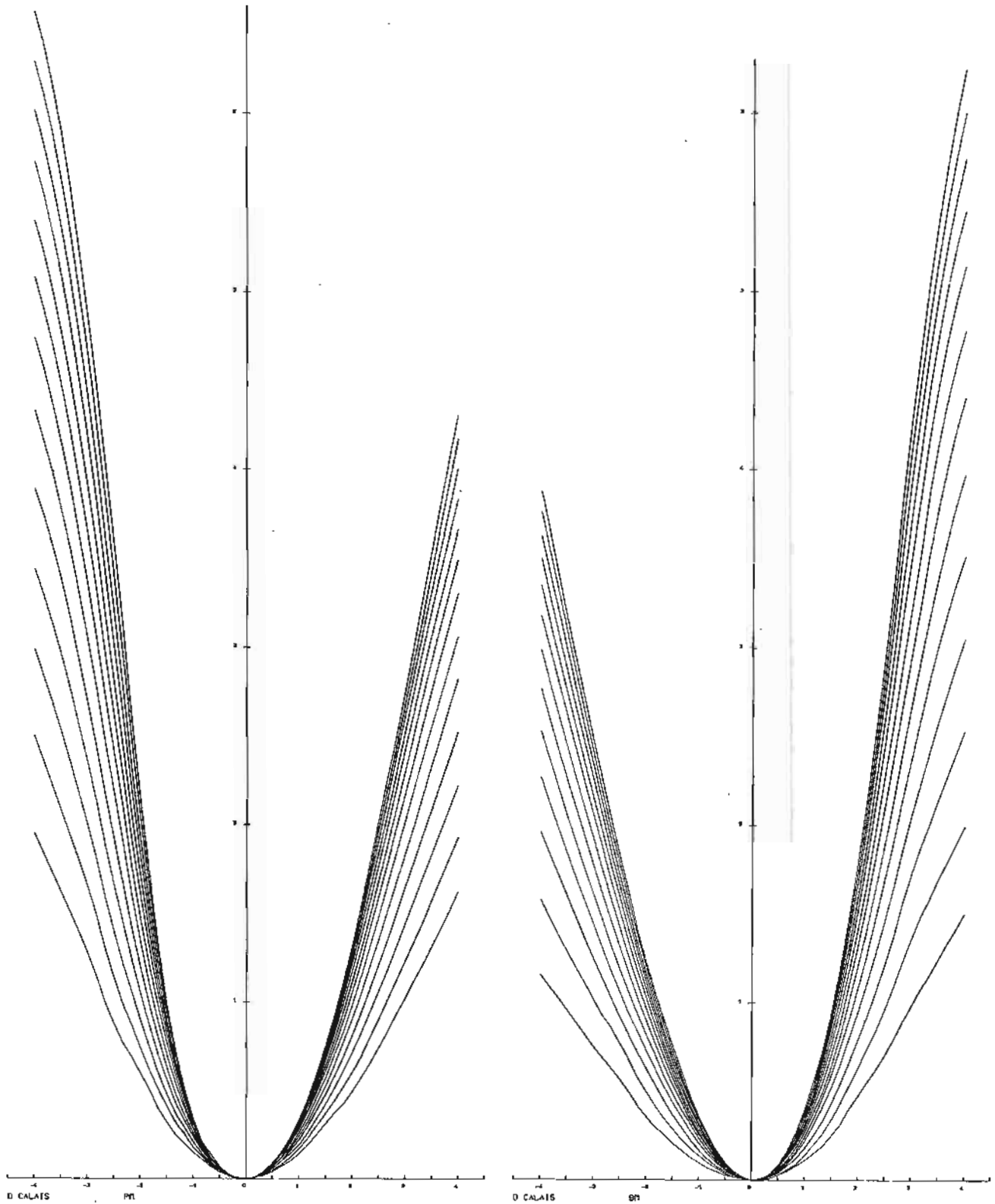
Les termes à longue période ont été déterminés par l'Ingénieur Hydrographe en Chef Chazallon (voir l'ouvrage de M. Courtier, Données numériques concernant les Marées sur les côtes de France, pages 17 et 29).

4.2.2. Courbes de concordance des hauteurs de B.M. et P.M.

A partir des hauteurs horaires réduites corrigées du port S on calcule les B.M. (et P.M.) réduites corrigées.

A une hauteur de B.M. prédite à Brest on associe la hauteur correspondante de B.M. réduite corrigée au port S. Le couple de nombres obtenus peut être représenté par un point dans un système d'axe rectangulaire. On tracera pour un ensemble de don-

COURBES TYPES DE HAUTEURS RELATIVES À CALAIS



Courbes rapportées à la R.M. CALAIS

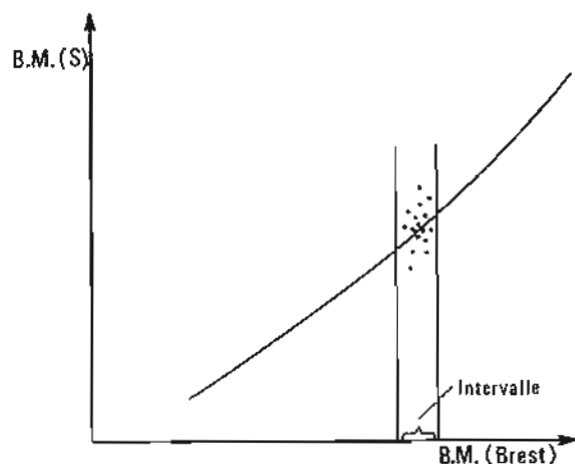
(hauteurs relatives D)

Courbes rapportées à la B.M. CALAIS

(hauteurs relatives E)

Planche 2

nées le nuage de points, et en définitive la courbe de concordance des B.M. en s'aidant des centres de gravité des points situés dans un petit intervalle de l'axe des hauteurs de B.M. à Brest.



On définira de même la courbe de concordance des hauteurs de P.M..

4.2.3. Courbes de concordance des heures de P.M. et B.M..

On partira comme pour les hauteurs des heures des B.M. (et P.M.) réduites corrigées. Leur définition est tout à fait analogue à celles des courbes de concordance en hauteur. A noter que l'on se limite à l'intervalle 0-12 h. La planche 3 donne (en réduction) un exemple de tracé relatif à la concordance Brest-Calais (pour les B.M.) tel qu'il est obtenu par les moyens informatiques de l'Etablissement Principal du Service Hydrographique et Océanographique de la Marine. Les croix représentent des centres de gravité de portions de nuages de points.

4.3. Détermination des courbes-types, rapportées au zéro hydrographique et à l'heure de la B.M. du port S.

A la hauteur H_R de B.M. à Brest la concordance définie au 4.2.2. fait correspondre la hauteur H_S de B.M. au port S. Il suffit d'ajouter H_S aux ordonnées E_i de la courbe-type de hauteur relative correspondante (cf. 4.1.3.) pour obtenir une courbe-type rapportée au zéro hydrographique. Cette courbe-type est « tabulée » et constitue une partie de la table des hauteurs d'eau (partie se référant à la B.M.).

4.4. Détermination des courbes-types, rapportées au zéro hydrographique et à l'heure de la P.M. du port S.

Ces courbes s'obtiennent par une procédure analogue à celle qui permet de déterminer les courbes-types définies au 4.3.

On commence, en particulier, par définir des hauteurs relatives D_i rapportées à la P.M. du port S :

$$D_i = H(P.M.) - H(P.M. + i)$$

où

$$i = (-8, -7 \dots +7, +8)$$

On passe au calage des hauteurs par rapport au zéro hydrographique en tenant compte de la concordance en hauteur des P.M. du port S avec les P.M. de Brest.

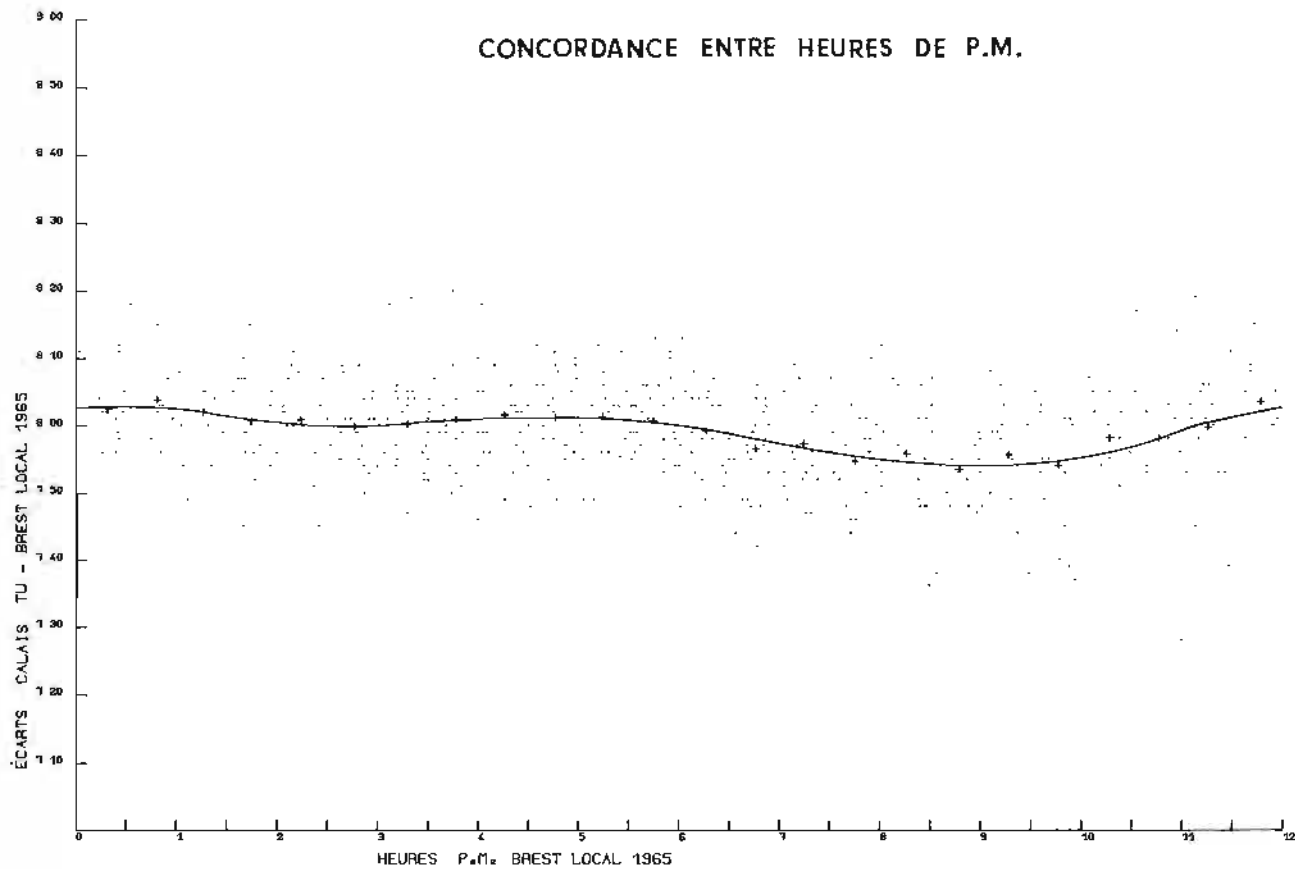
4.5. Remarques.

Dans la table des hauteurs d'eau on a généralement pris comme référence la P.M. et la B.M., décrivant la courbe de marée de P.M. — 4 heures à P.M. + 4 heures et de B.M. — 4 heures à B.M. + 4 heures.

Toutefois lorsque l'heure de la P.M. est mal définie (exemple : Le Havre) il convient de se rapporter exclusivement à la B.M. A noter que les intervalles de temps de part et d'autres de la B.M. sont alors généralement très dissymétriques : la montée s'effectuant plus vite que la baisse.

CONCORDANCE BREST - CALAIS

CONCORDANCE ENTRE HEURES DE P.M.



CONCORDANCE ENTRE HAUTEURS DE P. M.

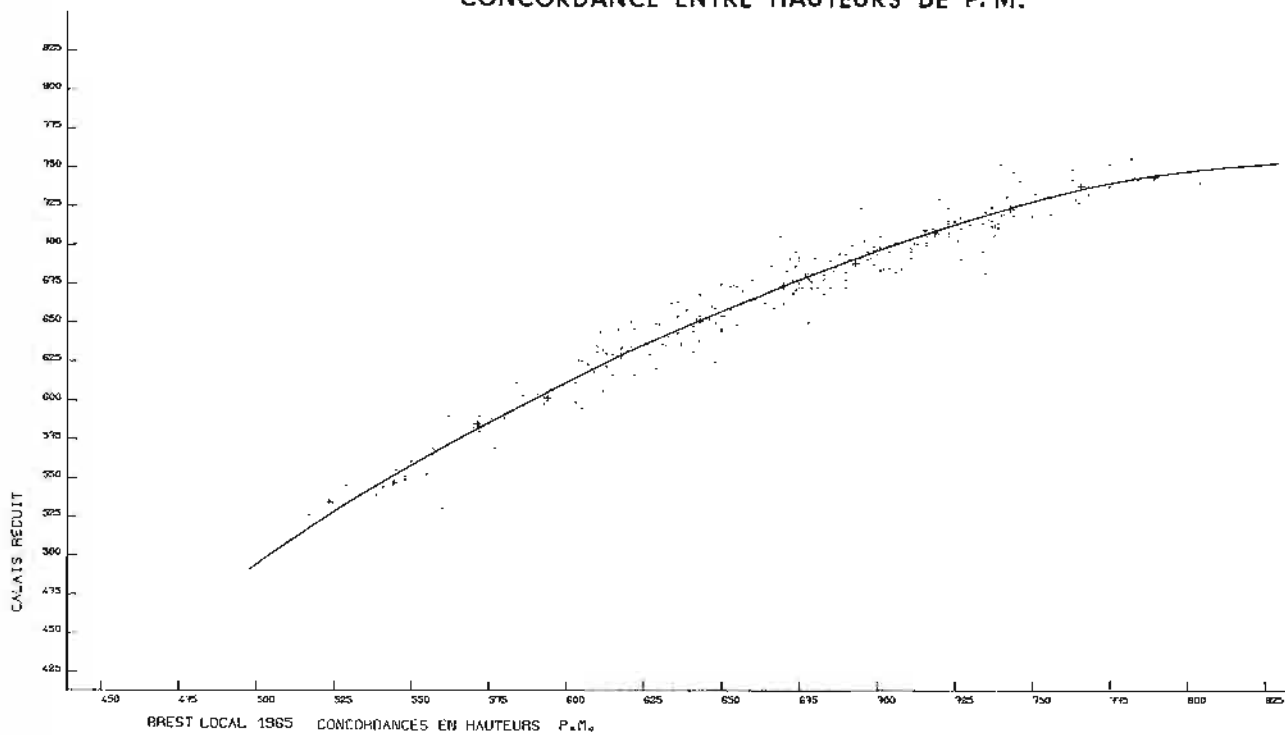
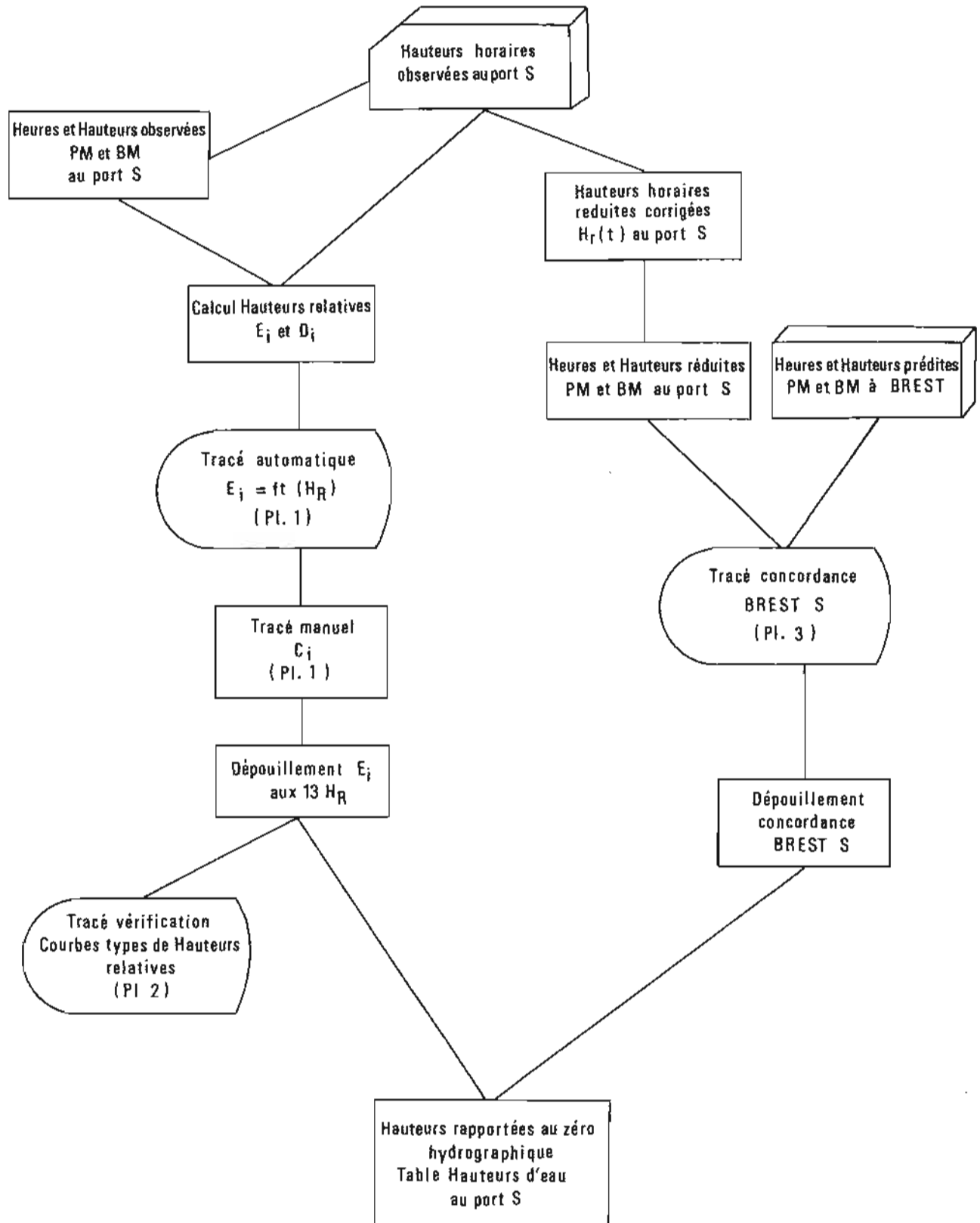


Planche 3

Table des hauteurs d'eau
Chaîne de traitement des observations



DEUXIÈME PARTIE

—

MISSION HYDROGRAPHIQUE DE POLYNÉSIE FRANÇAISE

(1^{er} mai 1971 - 24 juin 1973)

par

M. François HABERT

Ingénieur de l'Armement (hydrographe)

SOMMAIRE

INTRODUCTION.

Chapitre I. — MOYENS ET INSTRUMENTS.

1. Embarcations.
2. Véhicules.
3. Locaux.
4. Instruments.
 - 4.1. Sondeurs.
 - 4.2. Marégraphes.
 - 4.3. Courantométrie.
 - 4.4. Instruments de géodésie.
 - 4.5. Emetteurs-récepteurs V.H.F.

Chapitre II. — TAHITI.

1. Généralités.
 - 1.1. Géodésie.
 - 1.2. Bathymétrie.
 - 1.3. Topographie.
 - 1.4. Marée.
 - 1.5. Magnétisme.
 - 1.6. Amers et balisage.
2. Détail des travaux.
 - 2.1. Côte Sud de Tahiti : de la pointe Maraa (Paea) à la passe Teavaraa (Mataiea).
 - 2.2. Côte Sud de Tahiti : de Mataiea à Papeari.
 - 2.3. Côte Est de Tahiti : de Tiarei à Pueu.
3. Travaux divers.
 - 3.1. Mesures de courant à Vairao.
 - 3.2. Recherches de hauts-fonds.

Annexe I. — Observatoires de marée à Tahiti.

Annexe II. — Répertoire des coordonnées des points durables et des amers.

Annexe III. — Position de la borne I.G.N. de Motu Nono (Côte Est de Tahiti).

Annexe IV. — Valeurs de la déclinaison magnétique observée à Tahiti.

Chapitre III. — MOOREA.

1. Géodésie.
2. Bathymétrie.
3. Topographie.
4. Marée.
5. Magnétisme.
6. Amers et balisage.

Chapitre IV. — LEVÉS DU LARGE.

1. Entre Tahiti et Mehetia.
 - 1.1. Positionnement de *La Paimpolaise*.
 - 1.2. Bathymétrie.
 - 1.3. Résultats des sondages et conclusions.
2. Aux Tuamotu.
 - 2.1. Bathymétrie.
 - 2.2. Sondeur.
3. Au Sud-Est des îles Marquises.
 - 3.1. Bathymétrie.
 - 3.2. Sondeur.

Chapitre V. — ILES MARQUISES : EIAO ET HATUTAA.

1. Conditions générales d'exécution.
2. Géodésie.
3. Bathymétrie.
4. Marée.

Annexe I. — Répertoire des points triangulés.

Chapitre VI. — MESURES DE COURANT A FANGATAUFA.

1. Objet de la Mission.
2. Méthode.
3. Résultats des observations.

INTRODUCTION

Ce rapport rend compte des travaux effectués de mai 1971 à juin 1973. Pendant cette période, la Mission Hydrographique de Polynésie française (M. H.P.F.) a fonctionné au sein de la Marine à Papeete et était basée dans les locaux de la Station Navale.

Les moyens flottants étaient ainsi limités : des embarcations pour les levés côtiers, des bâtiments de haute mer, divers, pour les levés au large (stationnaires de la Marine à Papeete, bâtiments du Centre d'Expérimentation du Pacifique (C.E.P.) et du Centre National pour l'Exploitation des Océans (CNEXO).

L'effectif de la Mission était de quatorze hommes :

- un ingénieur principal de l'Armement (hydrographe), Directeur;
- six officiers-mariniers, dont quatre hydrographes;
- sept quartiers-maîtres et matelots, dont quatre Polynésiens.

Le personnel métropolitain, volontaire pour servir outre-mer, affecté pour deux ans, pouvait recevoir une bonne formation aux travaux hydrographiques. Une session pour l'obtention du certificat d'aide-hydrographe a eu lieu en avril 1973. Il faut noter

au passage le rôle déterminant joué par les Polynésiens qui, connaissant parfaitement les îles et les eaux coralliennes, rendaient de grands services à la Mission.

1 — Levés côtiers :

- à Tahiti, sur la côte Sud, du 26 mai au 7 juillet 1971 et du 7 septembre au 13 octobre 1971;
- à Tahiti, sur la côte Est, du 17 janvier au 16 juin 1972;
- à Moorea du 12 février au 13 avril 1973;
- aux îles Marquises, à Eiao et Hatutaa, du 28 août au 11 octobre 1972.

2 — Levés de sonde au large :

- Entre Tahiti et Mehetia du 15 au 18 mars et du 27 au 31 mars 1972 dans l'archipel des Tuamotu occidentales du 17 au 23 janvier et du 3 au 17 février 1972 au Sud-Est de l'archipel des îles Marquises du 10 août au 29 septembre 1972.

3 — Travaux divers :

- à Tahiti, des mesures de courant à Vairao du 31 août au 9 septembre 1971;
- à Tahiti, des recherches de hauts-fonds sur la côte Sud en juin 1972 et sur la côte Nord en janvier 1973.
- à Fangataufa, des mesures de courant du 15 au 23 mai 1973.

CHAPITRE I

MOYENS ET INSTRUMENTS

1. EMBARCATIONS.

La Mission ne disposait plus de bâtiment de haute mer depuis le départ du B.H. 2 *Boussole*, mais seulement d'embarcations : une pinasse, un youyou de cinq mètres, une « plate » et un « speed-boat ». Ces embarcations étaient armées pour la sonde à l'intérieur des lagons, la topographie des récifs de corail, les transits, la triangulation et les travaux annexes.

L'embarcation principale était la pinasse, provenant de la Direction des Centres d'Expérimentation Nucléaires (DIRCEN) et affectée à la Mission en octobre 1971; propulsée par un moteur Diesel Couach de soixante-dix chevaux, équipée d'un sondeur Kelvin Hugues MS 26 F à base hors-bord, elle s'est révélée une très bonne embarcation de sonde.

Les autres embarcations étaient propulsées par des moteurs hors-bord Evinrude ou Johnson de vingt chevaux et équipées de sondeurs Kelvin Hugues MS 26 F à base hors-bord.

Toutes étaient soumises à de rudes épreuves et vieillissaient rapidement. Les coques, en particulier, souffraient du corail, des mouillages de fortune et étaient rongées par les tarets. Leur entretien courant était effectué par le personnel de la Mission et les grosses réparations par la Direction des Constructions et Armes Navales (D.C.A.N.) de Papeete. Leur bonne conduite dans les eaux coralliennes, surtout dans les lagons parsemés de « pâtés » de coraux affleurants était délicate et demandait une longue expérience que seuls possèdent les baleiniers polynésiens.

2. VÉHICULES.

Conformément au plan d'armement, la Mission disposait d'une camionnette Renault 4L qui, à Tahiti, était tout à fait insuffisante pour transporter le personnel et le matériel depuis la base de Papeete jusqu'aux sites des levés, éloignés d'une quarantaine de kilomètres. A Tahiti, le C.E.P. acceptait de prêter, pendant la durée des travaux, un camion Renault tous terrains.

3. LOCAUX.

A Papeete, la M.H.P.F. était installée à la Station Navale où elle disposait des locaux suivants :

- à la caserne Bir-Hackeim : un bureau, un secrétariat, une salle de dessin, un laboratoire photographique, un local de reproduction;
- à la base de la Marine à Fare Ute : deux magasins, un atelier machines;
- dans l'arsenal : un hangar où était entreposé le bois nécessaire à la construction des signaux de sonde.

Ces locaux étaient bien adaptés aux besoins de la Mission.

4. INSTRUMENTS.

4.1. Sondeurs.

Les sondeurs étaient des Kelvin Hugues MS 26 F à base hors-bord alimentés par des batteries au plomb de cent vingt ampères/heure, ce qui assurait une journée de sonde. Sur le terrain, ces batteries étaient rechargées soit par chargeurs alimentés sur le secteur quand il existait, soit par groupes électrogènes Bernard. Soumises à des décharges profondes à chaque séance de sonde, elles se sulfataient prématurément. Des batteries de plus grande capacité auraient été très lourdes et difficiles à manipuler dans les embarcations.

La D.C.A.N. de Papeete assurait les grosses réparations des sondeurs et l'approvisionnement en pièces de rechange.

4.2. Marégraphes.

La marée était observée sur le terrain au moyen des marégraphes Ott R 16 réglés pour un tour de tambour par jour, associés à des échelles de marée voisines. A Tahiti, la Mission observait en permanence la marée dans la baie de Matavai, port de référence, au moyen d'un marégraphe Stevens. A partir du mois d'octobre 1972, un marégraphe Ott R 20 à enregistrement sur bande perforée fut associé au Stevens.

4.3. Courantométrie.

Les courantomètres étaient des Mécaboliier 12033 à enregistrement photographique au dixième d'heure.

4.4. Instruments de géodésie.

La Mission était équipée de façon classique : théodolites Wild T3 et T2, mires invar, niveaux

Nak 2, de deux ensembles telluromètre MR A3 et de cercles hydrographiques Le Petit et Poulin à crémaillère.

L'atmosphère chaude et humide associée à l'air marin étant très corrosive, ces appareils devaient être entretenus soigneusement pour lutter contre le piquage des optiques et la moisissure des limbes.

4.5. Emetteurs-récepteurs V.H.F.

Pendant les séances de sonde en radioguidage, les liaisons entre les stations à terre et l'embarcation étaient assurées au moyen d'ensembles émetteurs-

récepteurs V.H.F. ANPRC 10. Ces appareils utilisés quotidiennement sur le terrain, dans des conditions sévères, avaient des pannes fréquentes. Ces pannes, occasionnant le plus souvent l'interruption des séances de sonde, furent à la longue responsables pour une bonne part du retard dans l'avancement des travaux. Trois à quatre appareils, sur un total de douze, étaient en permanence en réparation. En mars 1972, le Directeur des Applications Militaires dans le Pacifique a bien voulu prêter des ensembles V.H.F. MF 613 et les ANPR C 10 ont pu être alors abandonnés. Ces appareils là se sont révélés plus fiables que les ANPR C 10.

CHAPITRE II

TAHITI

1. GÉNÉRALITÉS.

La Mission a effectué trois levés indépendants à Tahiti :

Sur la côte Sud :

— de la pointe Maraa à Mataiea,

— de Mataiea à Papeari.

Sur la côte Est :

— de Tiarei à Pueu.

Les méthodes utilisées et une description du lagon tahitien sont indiquées ci-dessous afin d'éviter des répétitions au cours des paragraphes traitant de chaque levé.

1.1. Géodésie.

Les travaux de triangulation ont été rattachés au système géodésique de l'Institut Géographique National (I.G.N.) de 1951 de Tahiti Moorea. La méthode a consisté à resserrer le réseau de l'I.G.N. le long de la côte en implantant des points complémentaires espacés de deux à cinq kilomètres à partir desquels étaient placés les signaux de sonde, le balisage et les amers. Des polygonations tendues entre deux points de l'I.G.N. distants en général de dix à quinze kilomètres étaient effectuées par portées de deux à cinq kilomètres.

A chaque sommet de la polygonation les angles étaient mesurés au théodolite Wild T2 à quatre tours d'horizon. Les distances étaient mesurées au telluromètre MR A 3 par une série de mesures de vingt fréquences à chaque extrémité. Les fermetures étaient importantes, comme le montre le tableau suivant analysant les résultats obtenus sur quatre polygonations dont deux effectuées à Moorea (à titre de comparaison).

L'erreur par kilomètre de portée apparaît toujours positive et sa moyenne est de onze centimètres. Il n'a pas été possible, pour expliquer ces erreurs qui semblent systématiques, d'incriminer :

- la mesure de l'indice de réfraction de l'air, les températures et les pressions atmosphériques observées aux extrémités de chaque portée ayant toujours conduit à la détermination de valeurs très stables de l'indice de réfraction dont la moyenne à Tahiti et Moorea était de 1,000 378, les valeurs extrêmes ne s'écartant pas de plus de quatre millièmes;
- les réflexions parasites sur la surface de la mer;
- les déviations de la verticale.

Les coordonnées des sommets des polygonations ont été compensées en ajoutant des corrections progressives proportionnelles à la longueur parcourue et à l'erreur de fermeture, de façon à avoir une correction nulle aux points de fermeture.

1.2. Bathymétrie pour l'ensemble des levés de Tahiti.

Les instructions techniques prescrivaient des sondages réguliers en effectuant :

- à l'intérieur du lagon un profil tous les cent mètres;
- dans les passes un profil tous les cinquante mètres;
- pas de levé à l'extérieur.

Pour mieux comprendre les techniques et méthodes employées pour effectuer les levés prescrits, il paraît important d'indiquer sommairement la configuration générale du lagon tahitien.

Le lagon est la zone maritime située entre la côte et le récif barrière. Et allant de la côte vers le large, il comprend :

Polygonation	Δx (mètres)	Δy (mètres)	Distance totale (mètres)	Erreur de fermeture (mètres)	Erreur par kilomètre (centimètres)
<i>Tahiti</i>					
Maraa 2 - Mapeti 1	+ 1,39 m	+ 0,93 m	16 800 m	1,60 m	+ 10 cm
Mapeti 1 - Faarei	+ 0,58 m	- 1,01 m	10 404 m	1,25 m	+ 12 cm
<i>Moorea</i>					
Motu Ahi-Ahutau Ouest	+ 1,43 m	- 0,04 m	10 656 m	1,45 m	+ 14 cm
Ahutau Ouest-Ilot Tarehu	- 0,87 m	- 0,62 m	13 048 m	1,20 m	+ 9 cm

— Le récif frangeant terre, zone de corail mort immergé à moins d'un mètre. Il s'étend de quelques mètres à quelques dizaines de mètres. Le marnage à Tahiti étant de cinquante centimètres, il ne découvre pas, mais affleure à basse mer. Il n'y a pratiquement pas d'estran.

— L'eau libre, le « bleu ». A la chute du récif frangeant terre, le fond passe brusquement de un à quinze ou vingt mètres, puis augmente régulièrement jusqu'à une quarantaine de mètres. Le « bleu » est plus ou moins parsemé de formations coralliennes, simples « pâtés » ou massifs de quelques dizaines de mètres, qui s'élèvent comme des colonnes depuis le fond. Les têtes de ces pâtés ont des immersions variables. Au voisinage de la surface, ils sont de réels dangers pour la navigation, difficiles à voir et aussi durs que la pierre. Leur positionnement et la détermination de leur immersion constituent une opération délicate pour les levés hydrographiques des lagons.

Parfois, il n'y a pas de « bleu » : le lagon se resserre et le récif frangeant terre s'étend jusqu'à la barrière.

— Le récif extérieur. Les fonds diminuent jusqu'à une quinzaine de mètres et le récif extérieur s'élève brusquement. C'est une zone corallienne, immergée à environ un mètre, qui s'étend jusqu'à la barrière.

— La barrière, dont la distance à la côte varie de quelques centaines à quelques milliers de mètres. Le récif barrière fréquemment forme un bourrelet corallien rattaché au récif frangeant mer. Côté large, il descend avec une forte pente jusqu'à une vingtaine de mètres.

— La houle du large brise sur le récif barrière. A marée basse celui-ci découvre d'une vingtaine de centimètres. Parfois, il est immergé à cinq ou six mètres, mais existe toujours.

Le récif barrière et le récif frangeant mer sont parfois largement entaillés : ce sont les passes qui vont de la simple faille pour embarcations jusqu'à de larges passes profondes où peuvent s'engager de grands bâtiments, comme à Vairao.

Le lagon et les passes étaient sondés selon des profils radioguidés en embarcation. La vitesse de rotation du style du sondeur était réglée pour annuler la correction progressive d'étalonnage, ce qui conduisait à une valeur de deux cent cinquante six tours par minute, soit une célérité du son de mille cinq cent trente six mètres par seconde.

Pendant les phases de recherches de hauts-fonds et d'obstructions, la Mission recherchait les anciens « pâtés » portés sur les cartes marines puis essayait d'en découvrir d'autres à l'aide de l'examen stéréoscopique des photographies aériennes au huit millième de la Société Française de Topographie (SOFRATOP) et des bandes de sonde.

1.3. Topographie.

La SOFRATOP avait réalisé en 1967 une couverture photographique au huit millième de la zone

côtière de Tahiti, à l'exception de la presqu'île de Tairapu. C'est à partir de ces photographies qu'a été effectuée la topographie.

Certaines parties du récif barrière hors de la couverture aérienne ont été levées en cheminant à pied et en stationnant au cercle hydrographique. Le dessin a été fait par redressement des photographies à la chambre claire américaine, ou à partir de la construction classique des stations lorsqu'il n'y avait pas de photographies.

La représentation du corail sur les minutes de dessin de topographie est conforme aux prescriptions de l'ouvrage numéro neuf du Service Hydrographique et Océanographique de la Marine. Le corail affleurant est représenté en noir, le corail immergé en noir plus fin.

La toponymie est issue du recueil des toponymes à Raiatea Tahaa (D'Anglejan-Chatillon), document le plus récent de la Commission de toponymie du Territoire, de la carte de l'I.G.N. au 1/40 000 et des cartes marines. En cas de litige entre deux toponymes se rapportant au même lieu, le recueil des toponymes à Raiatea Tahaa a fait foi.

1.4. Marée.

La baie de Matavai, bien ouverte et proche de Papeete, était le port de référence de Tahiti. L'observatoire est permanent. Sur les zones de levés, la marée était observée pendant la durée des travaux et les niveaux de réduction des sondes adoptés en concordance avec celui de Matavai. Au voisinage de chaque observatoire, la Mission a posé au moins un repère de nivellement durable rattaché au nivellement général de Tahiti (N.G.T.) de l'I.G.N. 1966.



L'annexe I à ce chapitre donne des précisions sur l'observatoire de Matavai et celui de Fare-Ute qui était en service avant celui de Matavai.

1.5. Magnétisme.

Au cours de chaque levé, la déclinaison magnétique fut observée en plusieurs points de la côte au théodolite boussole Wild To. Chaque station durait deux heures. Les valeurs observées étaient réduites à partir de l'observatoire permanent de l'Office de Recherches Scientifiques des Territoires d'Outre-Mer (ORSTOM) de Tahiti (Pamatai).

Les résultats obtenus ont été, pour chaque station, rédigés sur les fiches réglementaires et les résultats d'ensemble apparaissent en annexe IV à ce chapitre.

1.6. Amers et balisage.

Le lagon est normalement balisé dans le système polynésien qui comprend deux types de balises :
— celles qui portent une marque hémisphérique  sont laissées à terre;
— celles qui portent un triangle renversé 

sont laissées au large. En fait, le balisage des côtes levées par la Mission était ancien et les balises signalaient seulement les massifs coralliens sans porter de marques distinctives. Elles étaient constituées soit par des troncs de pyramide en ciment d'environ 1,30 m de hauteur au-dessus de l'eau, soit par des piquets en fer ou en bois.

Le balisage a été levé à partir des photographies de la SOFRATOP quand il apparaissait, ou en stationnant près des balises, puis représenté sur les minutes de dessin de topographie.

Après avoir été choisis, les amers ont été placés, représentés sur les minutes de dessin de topographie et chacun d'eux a fait l'objet d'une fiche réglementaire.

2. DÉTAIL DES TRAVAUX SUR LES CÔTES DE TAHITI.

2.1. Côte Sud de Tahiti : de la pointe Maraa (Paea) à la passe Teavaraa (Mataiea). (Planche 1)

Du 26 mai au 7 juillet 1971, la Mission a séjourné à Papara pour continuer le levé de la côte Sud de

Tahiti depuis la jonction avec le levé Souquièrè (*) entrepris en 1971, à la pointe Maraa, jusqu'à la passe Teavaraa à Mataiea.

Le lagon et les passes ont été sondés avec un youyou équipé d'un sondeur Kelvin Hugues à base hors-bord.

2.1.1. Géodésie (Planche 2)

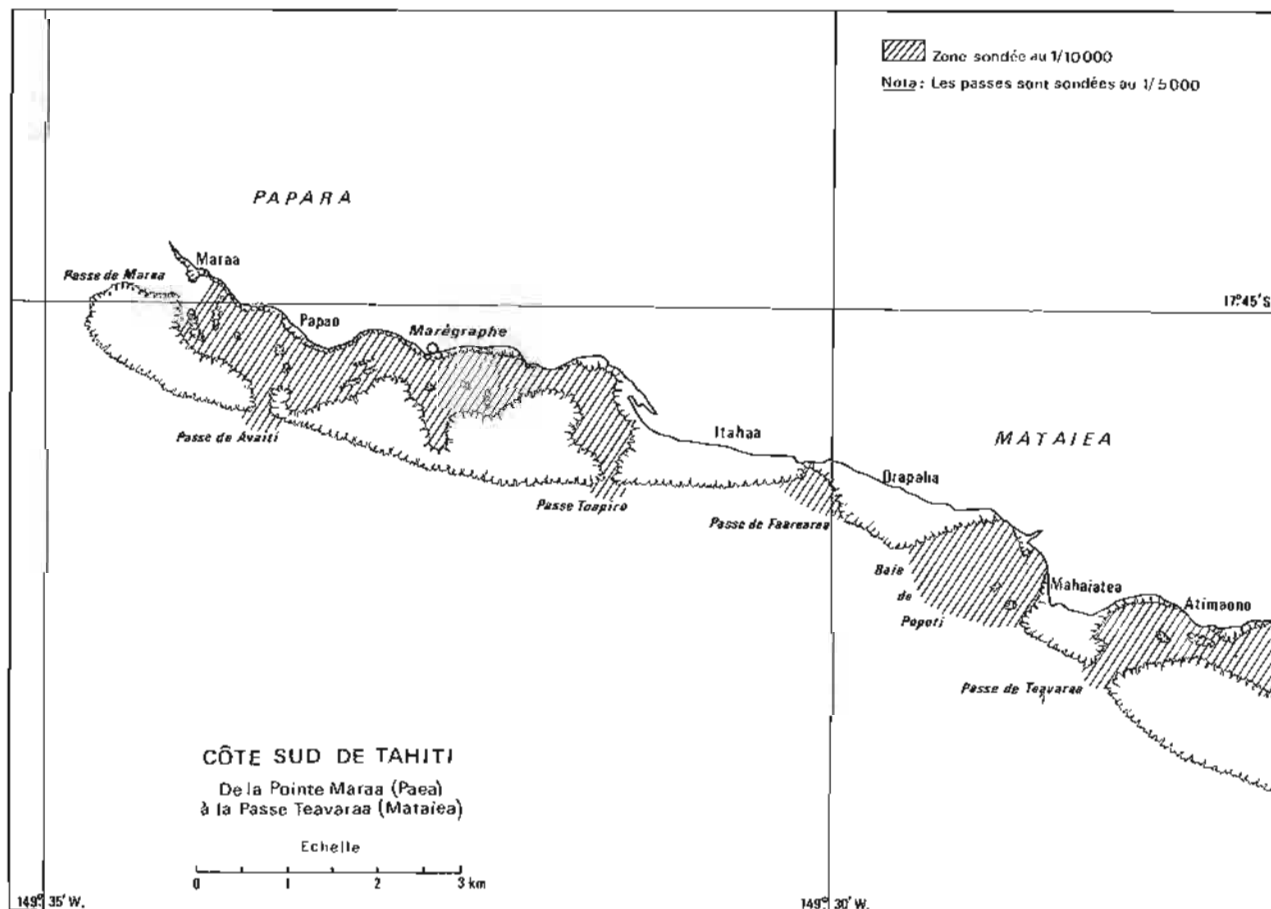
La méthode employée est conforme à celle qui est décrite au paragraphe 1.1. Les coordonnées des points durables et des amers sont indiquées en annexe II.

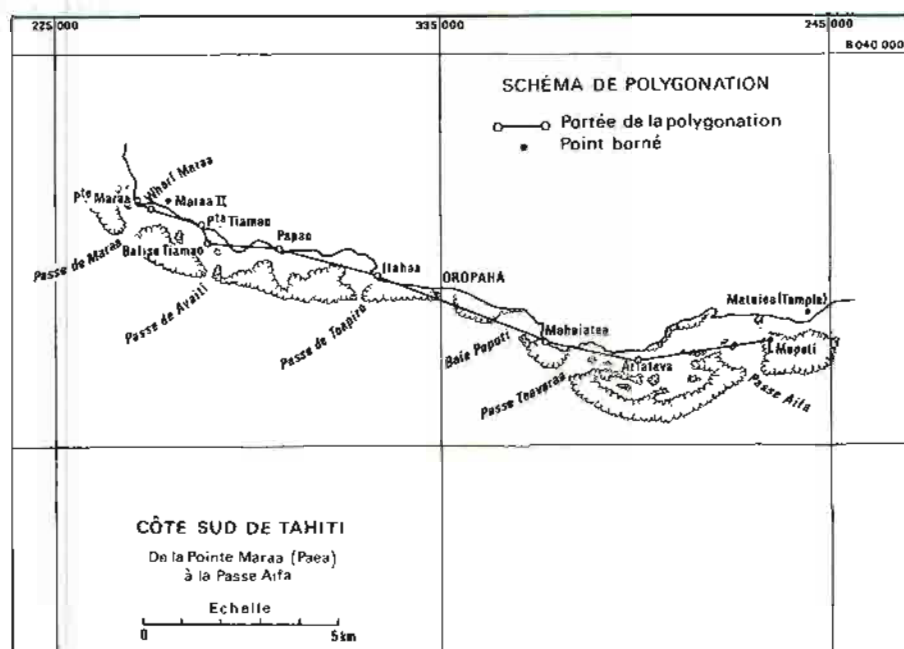
2.1.2. Bathymétrie.

Le lagon de Papara, les baies de Faarearea et de Popoti, l'entrée Ouest du lagon de Mataiea ont été sondés selon un profil tous les cent mètres. Les passes de Toapiro, Avaiti et Teavaraa qui donnent accès au lagon de Papara sont étroites, d'une largeur de vingt mètres environ, d'une profondeur de quatre à cinq mètres.

La baie de Faarearea n'est qu'une échancrure dans le récif.

(*) Mission Hydrographique de Polynésie française, 1970-1971, par l'ingénieur de l'Armement (hydrographe), Souquièrè. *Annales Hydrographiques*, 5^e série, n° 741, p. 83.





PL. 2

La baie de Popoti est ouverte sur le large. Par vent du Sud, la mer brise sur des pâtés de coraux immergés à l'entrée Sud-Est de la baie.

Ces trois passes ne sont accessibles que par beau temps à des embarcations.

Par vent du Sud, la mer brise avec force sur le récif barrière et les passes ne se distinguent même plus du récif.

Les neuf hauts-fonds portés sur la carte marine française 3064 ont été cherchés et retrouvés à des cotes voisines de celles de la carte. Neuf hauts-fonds apparus à l'examen des photos aériennes ont été trouvés et cotés.

Documents rédigés.

Une minute d'écriture des sondes au 1/10 000 : De Maraa à Toapiro.

Une minute d'écriture des sondes au 1/10 000 : De Faarearea à Teavaraa.

2.1.3. Topographie.

La côte a été levée par piquage et redressement des photos aériennes, sauf une portion du récif barrière de Papara, entre Toapiro et Avaiti, levée par cheminement et stations de topographie.

La toponymie a été inscrite sur les minutes de dessin de topographie. Elle correspond à celle de la carte en service, mis à part trois toponymes, pour lesquels nous avons préféré adopter les dénominations préconisées par le recueil de d'Anglejan-Chatillon : Avaiti qui devient Toapiro; Toapiro qui devient Avaiti; Popote qui devient Popoti.

Documents rédigés.

Une minute de dessin de topographie au 1/10 000 : De Maraa à Toapiro.

Une minute de dessin de topographie au 1/10 000 : De Toapiro à Teavaraa.

2.1.4. Marée (Planche 3)

La marée a été observée à Papara du 26 mai au 10 juillet 1971, sur le wharf de Monsieur Maffret (kilomètre 31,7). Le niveau de réduction des sondes adopté en concordance avec celui de Matavai est situé à 1,44 m sous le coin Est du slip et du quai.

Dans la nuit du 31 mai au 1^{er} juin, une tempête du Sud a emporté le wharf sur lequel se trouvaient le marégraphe et l'échelle. L'observation a été interrompue du 31 mai au 6 juin et reprise sur une deuxième échelle à partir du 6 juin.

Repères de nivellement	Cotes au-dessus du niveau de réduction des sondes
Repère A : repère du N.G.T. 1965, numéro 45	6,26 m
Repère B : coin Est du slip et du quai	1,44 m

Document rédigé : une fiche de marée Papara 1971.

2.1.5. Magnétisme.

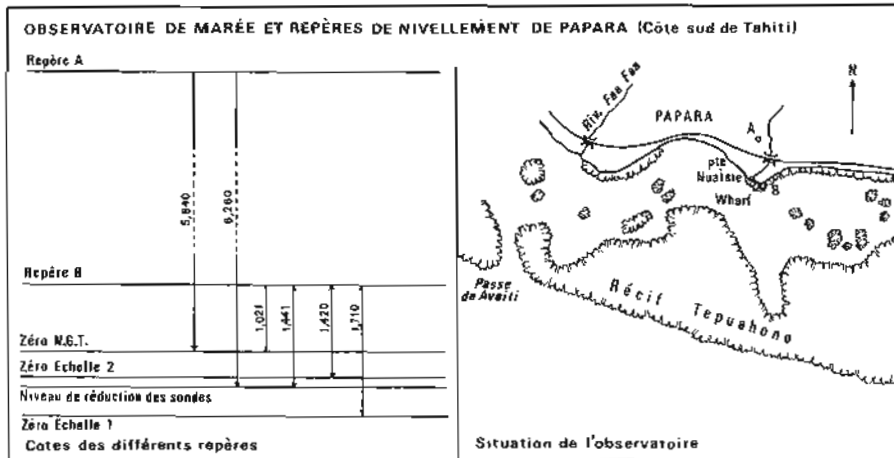
Les résultats globaux des observations apparaissent en annexe IV.

Documents rédigés : cinq fiches de magnétisme.

2.1.6. Balisage et amers.

Il y a un seul amer peu visible sur cette côte, le temple de Mataiea.

L'église de Mataiea est masquée par la végétation.



PL. 3

2.2. Côte Sud de Tahiti : de Mataiea à Papeari.

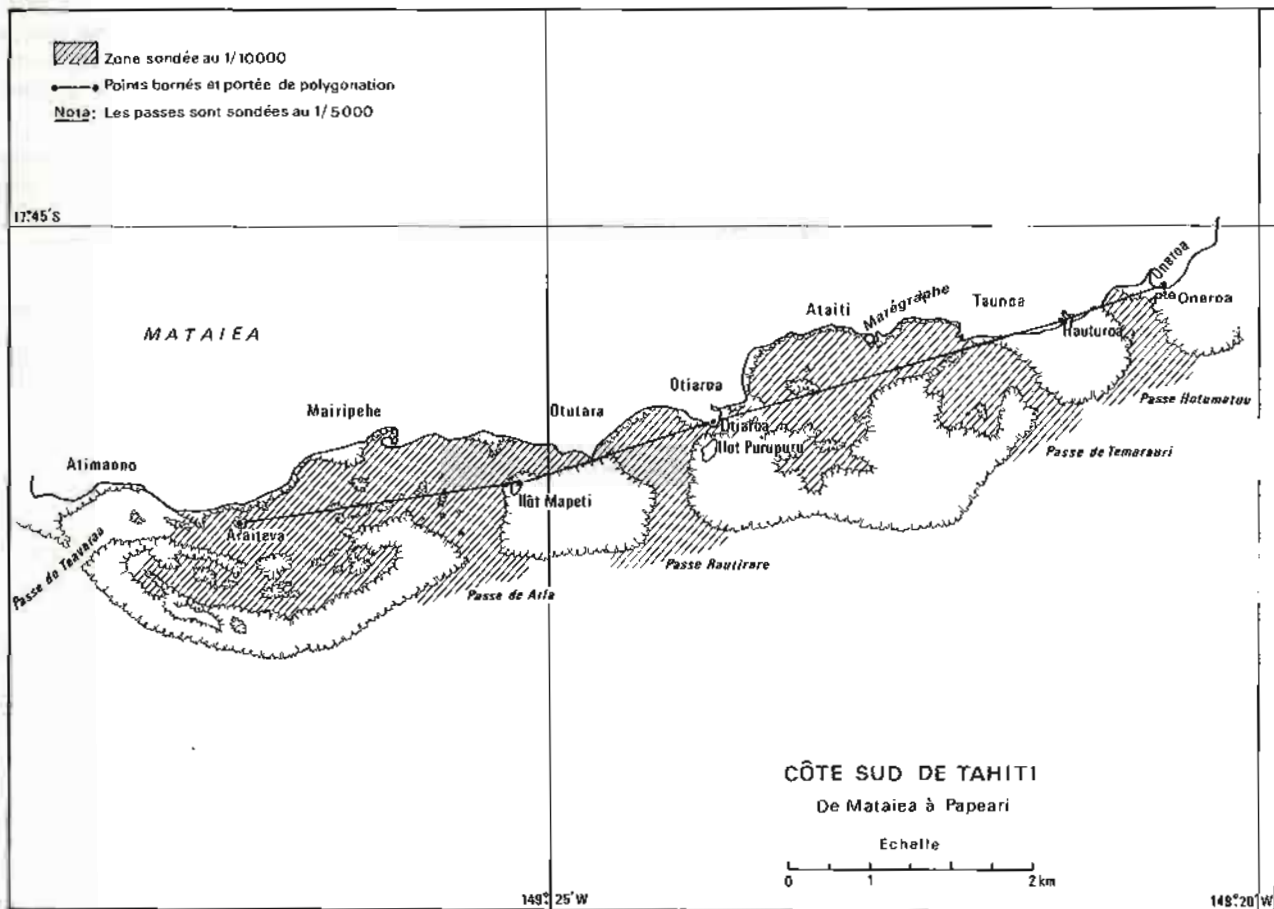
C'est la suite du levé de la côte Sud, jusqu'à sa jonction avec le levé d'Anglejan-Chatillon 1958 (*), fait dans les mêmes conditions que le précédent,

(*) Mission Hydrographique de Polynésie française (1956-1960), par le Capitaine de corvette, d'Anglejan-Chatillon, *Annales Hydrographiques*, 4^e Série, tome XII, p. 15.

du 7 septembre au 13 octobre 1971. La zone levée est représentée sur la planche 4.

2.2.1. Géodésie.

La méthode employée est conforme à celle décrite au paragraphe 1.1. et le schéma de polygonation est figuré sur la planche 4. Les coordonnées des amers et des points durables sont indiqués en annexe II.



PL. 4

2.2.2. Bathymétrie.

Le lagon de Mataiea jusqu'à la passe Rautirare, le lagon de Papeari et la passe Hotumatuu ont été sondés selon un profil tous les cent mètres.

Les passes Rautirare et Aifa donnent accès au lagon de Papeari. La passe Rautirare est la plus grande passe de la côte entre Papara et Papeari. Elle est accessible à des bonitiers, mais, comme les autres, est impraticable par vent du Sud.

Vingt et une recherches de hauts-fonds ont été exécutées. Les hauts-fonds portés sur les cartes marines françaises 3064 et 6525 ont été retrouvés.

Documents rédigés.

Une minute d'écriture des sondes au 1/10 000 : de Teavaraa à Rautirare.

Une minute d'écriture des sondes au 1/10 000 : de Rautirare à Teputa.

2.2.3. Topographie.

La côte a été levée à partir des photographies de la SOFRATOP, sauf certaines parties du récif barrière hors couverture devant Atimaono et Ataiti qui ont été levées par la méthode classique sans photographies.

Documents rédigés.

Une minute de dessin de topographie au 1/10 000 : de Teavaraa à Rautirare.

Une minute de dessin de topographie au 1/10 000 : de Rautirare à Teputa.

2.2.4. Marée (Planche 5).

Les sondes ont été réduites à partir de la marée observée du 20 septembre au 21 octobre 1971 sur le « wharf » de Monsieur Foreman (kilomètre 50). Le niveau de réduction des sondes a été adopté à 1,14 m sous l'angle du quai Est.

Repères de nivellement
Cotes au-dessus
du niveau de réduction
des sondes

Repère N.G.T. numéro 66 scellé dans la partie Sud-Est de l'ancien pont sur la rivière Maraa	+ 2,48 m
Angle du quai Est du « fare » Foreman	+ 1,14 m

Document rédigé : une fiche de marée Mataiea 1971.

2.2.5. Magnétisme.

Les résultats des observations sont indiqués en annexe IV.

Documents rédigés : quatre fiches de magnétisme.

2.2.6. Amers et balisage.

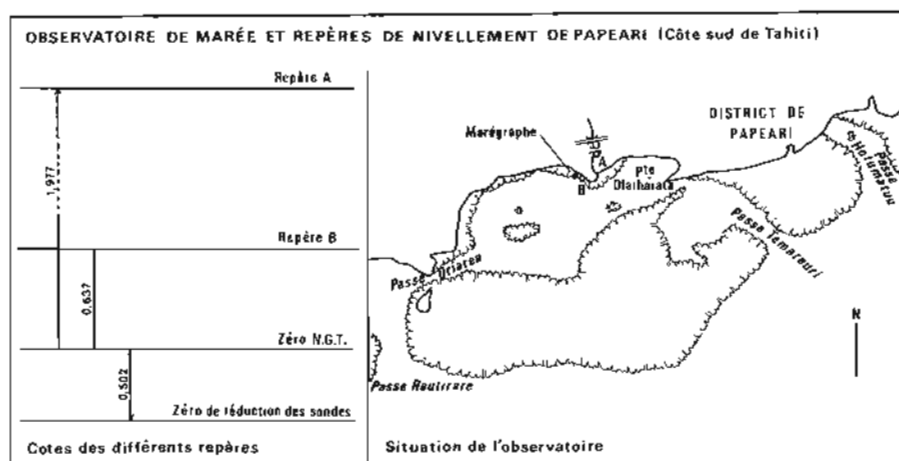
Il y a un seul amer peu visible sur cette portion de côte : le musée Gauguin.

2.3. Côte Est de Tahiti : de Tiarei à Pueu.

Du 17 janvier au 16 juin 1972, la Mission a effectué un levé sur la côte Est de Tahiti, de Tiarei à sa jonction avec le levé Souquière 1971, à Pueu à sa jonction avec le levé Chartier (*) 1968. Les travaux ont progressé de façon irrégulière, allant même jusqu'à leur arrêt provisoire en raison d'une avarie à la pinasse en février, des conditions météorologiques très mauvaises en avril, et des avaries incessantes des émetteurs récepteurs V.H.F.

Les travaux ont pu reprendre à un rythme normal à la fin d'avril, c'est-à-dire à la fin de la saison des pluies et après remplacement des postes radio portatifs ANPRC 10.

(*) Mission Hydrographique de Polynésie française, 1968-1969, par l'Ingénieur de l'Armement (hydrographe), Chartier, *Annales Hydrographiques*, 4^e Série, tome XVI, p. 173.



PL. 5

2.3.1. Géodésie.

Entre Tiarei et Pueu, les points géodésiques côtiers suivants ont été retrouvés :

- borne Loma de la Triangulation M.H.P.F. 1970 (rapport Souquière), rattachée au réseau I.G.N.
- îlot Variararu (ou îlot de Hitiaa), borne I.G.N. de premier ordre.
- Temple de Hitiaa, point I.G.N. de troisième ordre.
- Motu Nono, borne I.G.N. de deuxième ordre.
- Aline, borne de la triangulation M.H.P.F. 1968 (rapport Pieretti), rattachée au réseau I.G.N.

Entre Hitiaa et Motu Nono, il n'y avait aucun point côtier sur une douzaine de kilomètres. A partir des points précédents, cinq points complémentaires ont

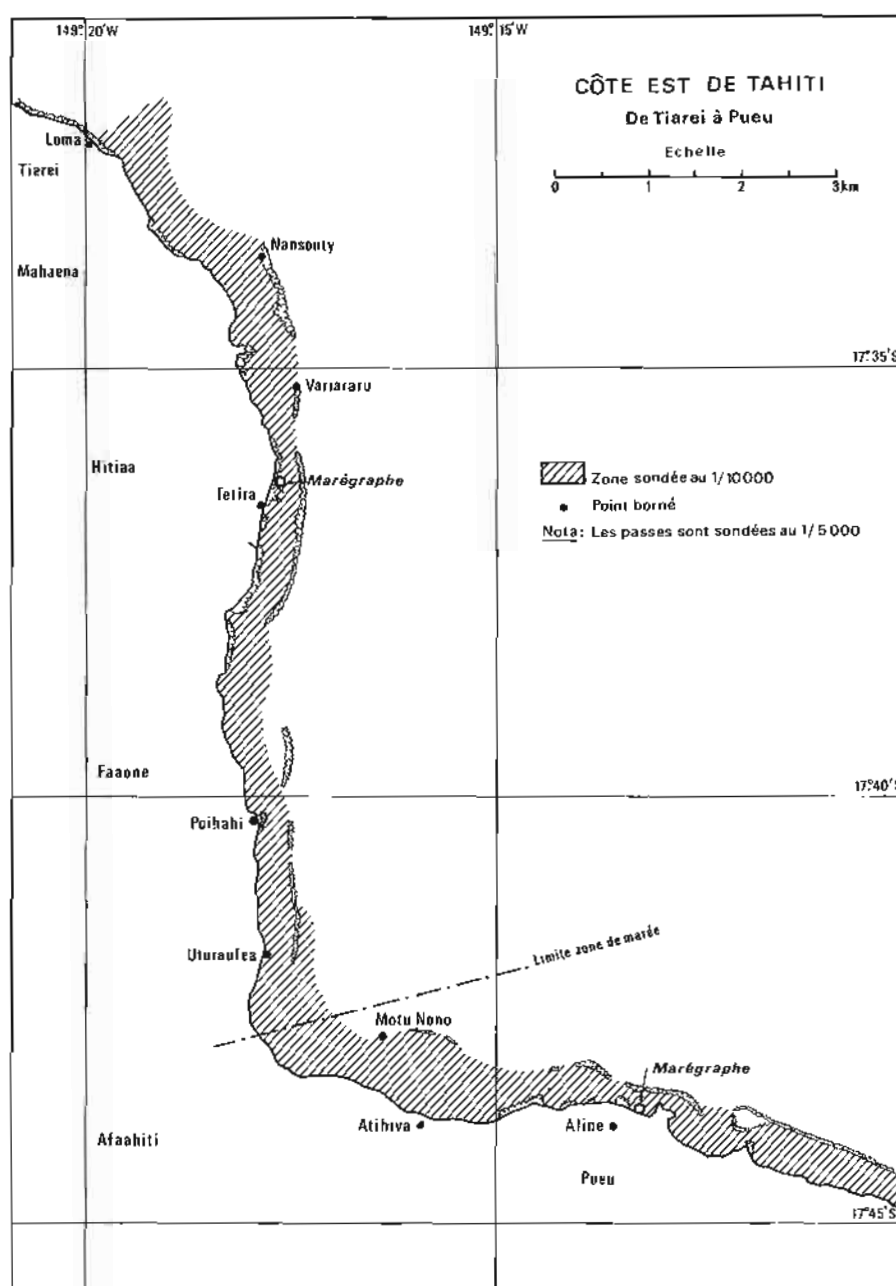
été triangulés sur la côte et les îlots du récif : Nansouty, Tetira, Poihahi, Uturaufea, Atihiva. Les points triangulés sont représentés sur la planche 2 et leurs coordonnées sont données en annexe II.

Au cours de cette triangulation, une anomalie sur la position de la borne I.G.N. de Motu Nono est apparue. Des précisions sur la position de cette borne sont données en annexe III.

2.3.2. Bathymétrie (Planche 6).

Entre Tiarei et Pueu, le lagon tahitien se présente sous toutes ses formes :

- récif immergé à Tiarei, au Sud-Est du banc de l'Artémis et dans la baie de Afaahiti.



PL. 6

— lagon, récif barrière avec passes à Hitiaa, Faaone et Pueu.

Le lagon est étroit, sauf dans la baie de Afaahiti, et peu favorable à la navigation.

Trois hauts-fonds portés sur les cartes n'ont pas été retrouvés :

— un haut-fond de quatre mètres à deux mille quatre cents mètres dans le trois cent de l'îlot Nansouty.

— un haut-fond de huit mètres à deux mille trente mètres dans le cent cinquante de l'îlot Nansouty, porté sur la carte marine française 3823 mais non sur la 3411. Ce haut-fond, situé du côté large du récif barrière à Puuru, n'a pas pu être distingué de la barrière elle-même.

— Un danger marqué + dans la passe de la Boudeuse.

Dans les passes et les parties ouvertes vers le large, les profils de sonde étaient suivis jusqu'à la perte du fond, vers quatre-vingts mètres. Ils étaient repris vers la terre dès réception de l'écho, vers soixante-dix mètres.

La pente sur le talus est très forte, d'environ quarante pour cent.

La bathymétrie a été rédigée au dix millième, y compris celle des passes qui avaient été sondées selon un profil tous les cinquante mètres.

Documents rédigés.

Une minute d'écriture des sondes au 1/10 000 : de Tiarei à Hitiaa.

Une minute d'écriture des sondes au 1/10 000 : de Hitiaa à Faaone.

Une minute d'écriture des sondes au 1/10 000 : de Faaone à Pueu.

2.3.3. Topographie.

La topographie a été faite à partir des photographies de la SOFRATOP, sauf certaines portions du récif barrière hors de la couverture. Les îlots du récif barrière de Hitiaa et Faaone étaient érodés et en cours de disparition. Les îlots Variararu et Oputotara ont disparu. L'îlot Puuru ne portait plus que quelques cocotiers morts.

Documents rédigés.

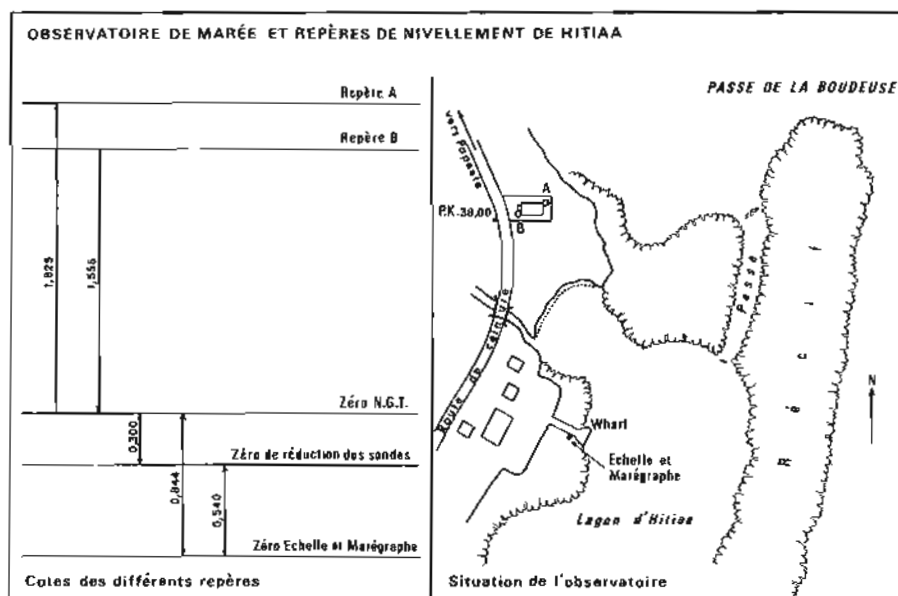
Une minute de dessin de topographie au 1/10 000 : de Tiarei à Hitiaa.

Une minute de dessin de topographie au 1/10 000 : de Hitiaa à Faaone.

Une minute de dessin de topographie au 1/10 000 : de Faaone à Pueu.

2.3.4. Marée (Planche 7).

De Hitiaa à Afaahiti, les sondes ont été réduites à partir d'un observatoire installé à Hitiaa, sur le « wharf » de Monsieur Dexter, à quelques dizaines de mètres de l'observatoire installé en 1957 par la Mission Hydrographique des Etablissements Français d'Océanie (M.H.E.F.O.). Les instructions techniques prescrivaient des observations de marée à Hitiaa pour lever une incertitude concernant l'adoption du zéro des sondes (Bonnafont) en 1957. La M.H.E.F.O. avait observé la marée du 7 septembre au 21 novembre 1957. Le zéro de l'échelle était alors situé à deux mètres vingt-neuf sous le repère scellé à l'angle Nord-Est du temple de Hitiaa. La courbe de concordance entre Matavai et Hitiaa semblait indiquer que le zéro hydrographique était à la graduation zéro mètre quarante-deux de l'échelle de marée. Ceci était insuffisant pour situer le zéro de réduction des sondes de 1957.



En 1972, après une période d'observations du 17 janvier au 17 février, le niveau de réduction des sondes a été adopté à un mètre quatre-vingt-dix sous le repère du temple de Hitiaa. Le niveau de réduction des sondes 1972 se situe donc à zéro mètre quarante-trois au-dessus du zéro de l'échelle de 1957.

L'échelle de marée de la concordance 1957 est donc bien l'échelle de marée 1957 et les niveaux de réduction des sondes 1957 et 1972 coïncident à un centimètre près. L'observation a duré du 17 janvier au 13 mai 1972.

Repères de nivellement	Cotes au-dessus du niveau de réduction des sondes
Repère du N.G.T. du temple de Hitiaa	2,13 m
Repère M.H.E.F.O. du temple de Hitiaa	1,86 m

De Afaahiti à Pueu, les sondes ont été réduites à partir d'un observatoire situé sur le « Wharf » de la Chefferie de Pueu. La M.H.P.F. y avait déjà observé la marée du 11 mai au 20 juin 1968 (rapport Chartier). Le niveau de réduction des sondes et les repères de 1968 ont été repris en 1972.

L'observation a duré du 16 mai au 30 juin 1972.

Repères de nivellement	Cotes au-dessus du niveau de réduction des sondes
Repère du N.G.T. de la maison de réunion	1,86 m
Repère M.H.P.F. du bloc sanitaire de la Chefferie	0,97 m

Documents rédigés.

- Une fiche de marée Hitiaa 1972.
- Une fiche de marée Pueu 1972.

2.3.5. Magnétisme.

Les résultats globaux sont indiqués en annexe IV. La Mission avait exécuté une station sur la borne Loma en décembre 1970. (Rapport Souquière).

Après une station sur la même borne en juin 1972, la variation annuelle a pu être observée : elle était de 2,2 minutes.

Documents rédigés.

- Huit fiches de magnétisme.

2.3.6. Amers et balisage.

A Tiarei, il y a un amer bien visible, le temple de Mahaena.

De Hitiaa à Faaone, deux amers peu visibles : le temple de Hitiaa et le pylône de Hitiaa.

Les falaises de Paritautia sont remarquables.

De Faaone à Pueu, les temples de Aoutchora et Pahua sont peu visibles.

Le temple de Pueu est bien visible.

3. TRAVAUX DIVERS EFFECTUÉS A TAHITI EN DEHORS DES LEVÉS CÔTIERS.

3.1. Mesures de courant à Vairao.

Du 31 août au 9 septembre 1971, la Mission a effectué une série de mesures de courant au point fixe dans le lagon de Vairao. Ces mesures de courant faisaient partie d'une étude hydrologique du bassin de Vairao en vue de l'implantation d'une station de pompage destinée à alimenter les bassins d'élevage de la station expérimentale d'aquaculture de Vairao.

3.1.1. Méthode d'observation.

Cinq courantomètres Mécaboliér à enregistrement photographique au dixième d'heure ont été mouillés aux points suivants (Planche 8).

- dans la passe Teavamotu : une station à cinq mètres, l'autre à quinze mètres;
- sur le récif Toaroa : une station à cinq mètres ;
- à la sortie du chenal de Pehoa : une station à cinq mètres, l'autre à quinze mètres.

La période d'observation du 31 août au 9 septembre ne permettait pas d'observer le courant dans toutes les situations de marée et météorologiques, qui étaient les suivantes à cette époque :

- marée : morte-eau le 28 août, vive-eau le 4 septembre.
- météorologie : mer calme, sans houle ni clapot, vent nul ou faible d'Est de un à quatre mètres par seconde à l'intérieur du lagon ; mer deux à trois, houle de un à trois mètres de creux du côté océan.

La marée était observée à Matavai, la météorologie à Papeete. Sur cinq appareils, trois seulement ont fonctionné correctement : ceux de la passe Teavamotu et celui du récif Toaroa. Les deux courantomètres du chenal de Pehoa n'ont fonctionné qu'en direction.

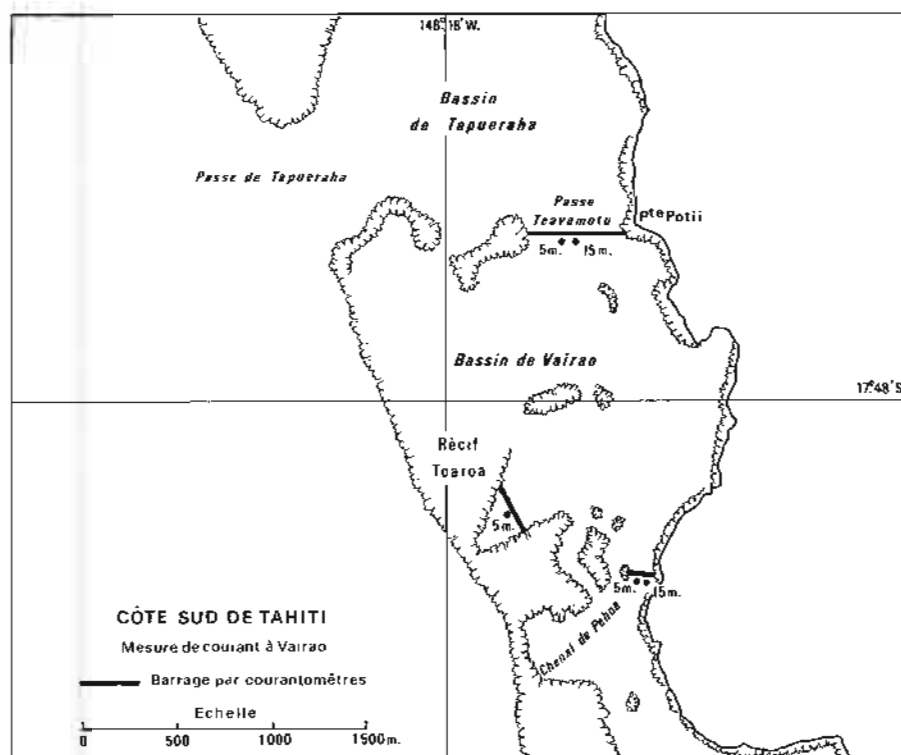
Les dossiers des stations traitées à l'Etablissement Principal du Service Hydrographique et Océanographique de la Marine (E.P.S.H.O.M.) ont reçu les numéros 534 (passe de Teavamotu, station à cinq mètres), 535 (passe de Teavamotu, station à quinze mètres) et 536 (récif Toaroa, station à cinq mètres). Les stations du chenal de Pehoa ont été traitées localement en direction seulement.

3.1.2. Résultats des mesures.

Du 31 août au 9 septembre 1971, il est possible de définir deux périodes principales :

- Première période : du 31 août au 6 septembre. La vitesse du courant est très faible, ou nulle, aux trois stations.
- Deuxième période : du 6 au 9 septembre. La vitesse du courant n'est pas nulle.

Dans la passe Teavamotu, à cinq mètres, le courant varie de dix à vingt-cinq centimètres par



PL. 8

seconde et porte au trois cent quarante : à quinze mètres, il est un peu plus faible, variant de cinq à vingt centimètres par seconde, et portant au trois cent quarante.

A la sortie du chenal de Pehoa, à cinq et quinze mètres, la vitesse est estimée inférieure à quinze centimètres par seconde et la direction oscille entre trois cent quarante et quarante.

Sur le récif Toaroa, la vitesse est à peu près nulle.

La corrélation entre le courant et la marée n'est pas très marquée; en particulier on observe pas de renverse de courant. Le bassin de Vairao se remplit par le chenal de Pehoa et se vide par la passe de Teavamotu.

L'échancrure de Toaroa n'est pas un point d'échange avec le large. L'effet de marée est masqué par le remplissage du lagon dû au déferlement de la houle sur le récif barrière. Ce remplissage crée la circulation du Sud vers le Nord.

3.2. Recherches de hauts-fonds.

La Mission a effectué des recherches de hauts-fonds qui n'avaient pas été faites au cours du levé Souquière 1970, sur la côte Sud en juin 1972, sur la côte Nord en janvier 1973.

3.2.1. Côte Sud.

3.2.1.1. Dans la passe Maraa (Cartes S.H. 3064).

Pâté à 4 m retrouvé à 6,60 m : tête de corail.

Pâté à 5,9 m retrouvé à 6,20 m : tête de corail.

3.2.1.2. A l'embouchure de la Punaruu (Carte S.H. 1261).

Pâté à 13 m retrouvé à 11 m : plateau corallien.

Pâté à 6,6 m retrouvé à 6 m : tête de corail.

Pâté à 1 m retrouvé à 0,90 m : plateau corallien.

Les sondes ont été réduites de la marée observée au marégraphe de Papara utilisé en juin 1972 et la rédaction faite sur les minutes d'écriture des sondes signées par M. Souquière.

3.2.2. Côte Nord.

Une recherche de haut-fond destinée à compléter le levé Souquière à Papenoo a abouti à la découverte d'une cote de 7,60 m au point de coordonnées MTU : X = 246 490; Y = 8 061 430.

La sonde a été réduite de la marée observée sur l'échelle de Matavai dont le zéro hydrographique est à la graduation 0,40 m.

ANNEXE I

OBSERVATOIRES DE MARÉE A TAHITI

Au mois de septembre 1971, la Mission a contrôlé le nivellement des échelles de marée de Matavai et de Fare Ute et mis à jour les nombreux repères de nivellement qui avaient été mis en place par les Missions précédentes.

1. OBSERVATOIRE DE MATAVAI. (Planche 9).

La Mission observait la marée à Matavai depuis 1957 sur un marégraphe Stevens associé à une échelle de marée. Le 23 novembre 1972, un marégraphe Ott R 20 a été installée et fonctionnait en même temps que le Stevens.

L'observatoire était rattaché à trois repères	Cotes au-dessus du niveau de réduction des sondes
A. Le repère fondamental du temple de Matavai	3,20 m
B. Seuil de la porte d'entrée du tombeau Pomare	2,58 m
C. Repère scellé sur la marche inférieure de l'abri du marégraphe	0,948 m

Le repère fondamental A est le repère de base adopté par l'I.G.N. pour le nivellement général de Tahiti dont le zéro est le niveau moyen à Matavai. Ce dernier a été adopté à 2,91 mètres sous le

repère fondamental du temple à partir de six mois d'observations en 1957 et de trois ans en 1958, 1959 et 1960.

Document rédigé : une fiche de marée Matavai 1971.

2. OBSERVATOIRE DE FARE UTE. (Planche 10).

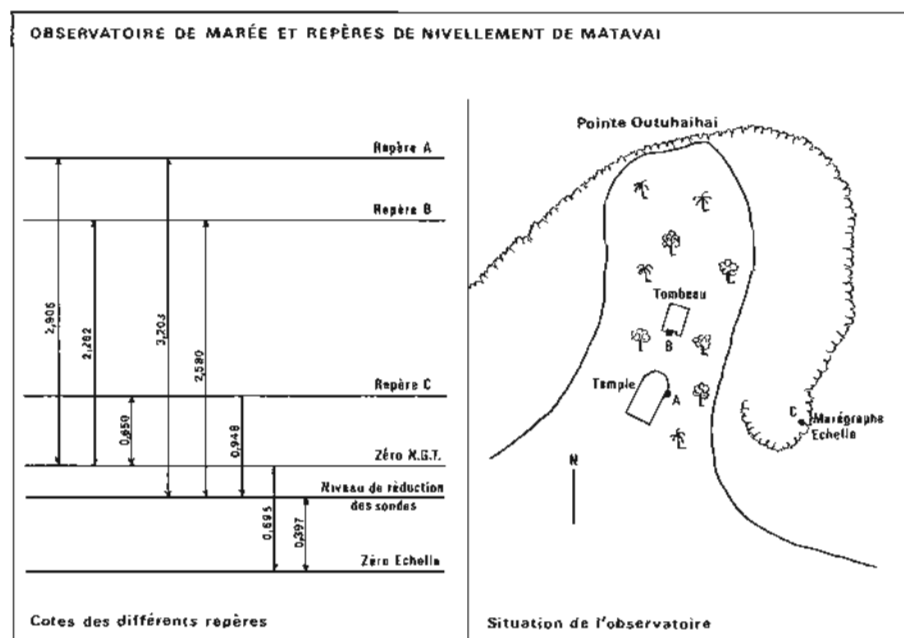
L'observatoire de Fare Ute était, avant celui de Matavai, la référence à Tahiti.

Le niveau de réduction des sondes à Fare Ute est défini par rapport à de nombreux repères : certains ont disparu, d'autres sont détériorés, cinq ont été conservés sur un total de quatorze. A la suite de l'inventaire 1971, le répertoire est le suivant. Les baptêmes des repères sont ceux des rapports d'Anglejan-Chatillon et Pieretti.

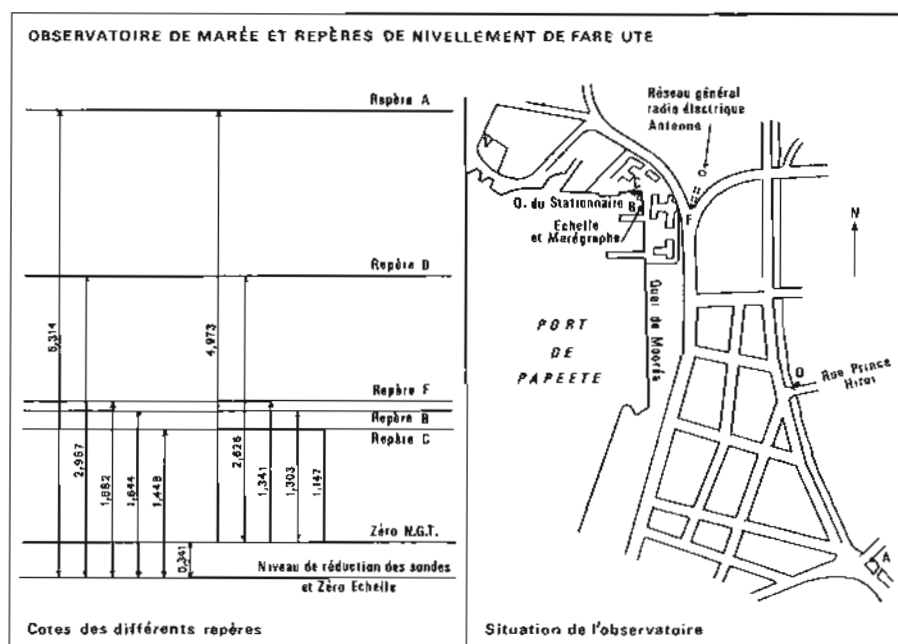
2.1. Repères anciens disparus.

Repère de base F2: choisi en 1936 (*) à 0,50 mètre en contre-bas d'un trait horizontal de

(*) Le zéro des sondes de 1936 passe par la graduation zéro de l'échelle de marée en cuivre scellée à l'angle Nord-Ouest de l'apponnement des vedettes à Fare Ute.



PL. 9



PL. 10

22 centimètres de long gravé sur la paroi verticale du quai en face de l'ancienne poste à l'angle Nord-Est. Quai reconstruit.

Repère G2 : partie supérieure d'un goujon scellé dans le ciment du quai de l'ancienne poste au-dessus du repère précédent, à la cote 0,81 mètre au-dessus du zéro de réduction. Quai reconstruit.

Repère J2 : partie supérieure d'un canon servant de bitte d'amarrage à 2,70 mètre dans l'Est de la borne Astrolabe à la cote 1,46 mètre au-dessus du zéro 1936. Canon disparu.

Repère K2 : Partie supérieure d'un goujon scellé dans le mur extérieur du bâtiment de la Marine quai Bir Hackeim à la cote 1,70 mètre au-dessus du zéro 1936. Façade refaite.

Repère C2 : partie supérieure d'un goujon à l'angle Nord-Ouest des chambres des officiers-mariniers de Fare Ute à la cote 1,28 mètre au-dessus du zéro 1936. Bâtiment détruit.

Repère N2 : partie supérieure d'un goujon à l'angle Nord-Est d'un bâtiment en dur surélevé au centre de la base de Fare Ute à la cote 1,87 mètre au-dessus du zéro 1936. Bâtiment détruit.

2.2. Repères anciens détériorés.

Repère H2 : partie supérieure d'un goujon à l'angle sur le dessus de la borne Astrolabe à la cote 1,57 mètre au-dessus du zéro 1936.

Repère L2 : partie supérieure d'un goujon à l'angle Est de l'appontement du Stationnaire (actuellement quai des remorqueurs) à la cote 1,23 mètre au-dessus du zéro 1936.

Repère D2 : partie d'un goujon à l'angle Nord-Ouest de l'appontement des vedettes à la cote 1,02 mètre au-dessus du zéro 1936.

2.3. Repères en place utilisables.

Les cinq repères suivants ont été conservés et portés sur la fiche de marée de novembre 1971.

	Cotes au-dessus du niveau de réduction des sondes
A. Repère I.G.N. du pont de l'Est	5,31 m
B. Douille scellée dans le quai de la Marine à 1 m de l'échelle ..	1,64 m
C. Douille scellée dans le quai de la Marine à 6 m de l'échelle ..	1,49 m
D. Douille du pont de l'Est	2,97 m
F. Boulon scellé dans le pilier Ouest de l'entrée du Réseau Général radioélectrique à Fare Ute	1,68 m

Document rédigé :

Une fiche de marée Fare Ute novembre 1971.

ANNEXE II

TAHITI : RÉPERTOIRE DES COORDONNÉES DES POINTS DURABLES ET DES AMERS

Nom	Désignation	X	Y	Observations
Côte Sud				
<i>Paea</i>				
Pointe Maraa	borne : croix gravée	226 606, 35	8 036 455, 02	
Wharf Maraa	bitte d'amarrage : axe	226 983, 76	8 036 348, 55	
<i>Papara</i>				
Pointe Tiamao	borne : croix gravée	228 202, 51	8 035 585, 61	
Balise de Tiamao	balise : axe	228 621, 12	8 035 132, 21	
Papao	borne : axe du piquet	230 336, 77	8 035 077, 02	
Itahaa	borne : douille scellée	232 984, 14	8 034 285, 72	
<i>Mataiea</i>				
Mahaiatea	borne : douille scellée	237 377, 91	8 032 442, 38	
Araiteva	balise : axe	239 942, 79	8 032 072, 69	
temple de Mataiea	dôme : axe	244 470, 3	8 033 335, 9	amer peu visible
<i>Papeari</i>				
Otiaroa	borne : croix gravée	245 851, 22	8 033 377, 61	
Musée Gauguin	toit : axe	249 121, 1	8 034 565, 7	amer peu visible
Hauturoa	borne : axe du piquet	250 091, 89	8 034 659, 83	
Oneroa	borne : axe du piquet	251 454, 29	8 035 168, 66	
Côte Est				
<i>Mahaena</i>				
Temple de Mahaena	axe du clocher	253 421, 4	8 056 041, 4	amer bien visible
Hot Nansouty	borne	255 562, 3	8 055 578, 1	
<i>Hitiaa</i>				
Tetira	borne	255 668, 6	8 049 437, 5	
<i>Faone</i>				
Poihahi	borne	255 643, 9	8 043 675, 9	
Uturaufea	borne	255 787, 0	8 040 672, 7	
<i>Afaahiti</i>				
Motu Nono	borne marquée I.G.N.	258 319, 77	8 038 902, 85	
<i>Pueu</i>				
Temple de Aoutchora	axe du clocher	257 036	8 038 019	amer peu visible
Temple de Pahua	axe du clocher	257 318	8 038 023	amer peu visible
Temple de Pueu	axe du clocher	263 874, 7	8 037 342, 1	amer peu visible

ANNEXE III

POSITION DE LA BORNE I.G.N. DE MOTU NONO (CÔTE EST DE TAHITI)

Sur l'îlot Motu Nono, il existait trois bornes :
 — Nono placé par l'I.G.N. en 1951 (Répertoire I.G.N. des îles de la Société 1951, page 4, n° 21).
 — Nono 1 et Nono 2 distants de six mètres quatre vingt huit, placées par la M.H.P.F. en 1966 (Rapport 1966 et fiches de géodésie Nono 1, 2, Tautira, Tahiti 1966).

Au cours de la triangulation effectuée sur la côte Est de Tahiti en 1972, les points complémentaires de Poihahi, Tetira et Uturafea ont été placés par relevements directs et inverses et mesures de distances issues des points I.G.N. de Variararu, Motu Nono et Hitiia. Les lieux issus de Motu Nono se sont révélés incohérents par rapport à l'ensemble des lieux issus des autres points I.G.N.

Au cours de la recherche des causes de cette incohérence, la borne Motu Nono I.G.N. a été rattachée aux bornes voisines Nono 1 et Nono 2 et ses coordonnées calculées à partir des coordonnées Pieretti 1966 de Nono 1 et Nono 2. Le calcul a montré la divergence suivante :

	X	Y
Nono I.G.N.	258 314 04	8 038 872 56
Nono M.H.P.F. 1972	258 319 77	8 038 902 85
Différences	5 73	30 29

Le calcul de la triangulation de Poihahi, Tetira et Uturafea repris à partir des coordonnées Pieretti 1966 a complètement réduit l'incohérence, ce qui a conduit à conclure que les coordonnées I.G.N. 1951 de la borne Motu Nono ne correspondaient pas à la borne retrouvée.

Il faut remarquer à ce sujet les deux points suivants :

- la description de la borne Motu Nono n'était pas tout à fait conforme à celle du répertoire et, en particulier, portait l'inscription gravée « I.G.N. 1952 »;
- il semblerait, étant donné la proximité des bornes Nono 1 et Nono 2 et l'ampleur de l'erreur, que le problème ait été résolu en 1966, bien que le rapport Pieretti 1966 n'en fasse pas mention. En 1968, M. Chartier n'avait utilisé sur le Motu Nono que les points et les coordonnées 1966.

ANNEXE IV
VALEURS DE LA DÉCLINAISON MAGNÉTIQUE OBSERVÉE A TAHITI

Points d'observation	Valeurs réduites	Dates	Nature des points	Observations
<i>Côte Sud</i>				
<i>Papara</i>				
Papao	11°30'4 Est	juillet 1971	borne M.H.P.F.	
Itahaa	11°28'4 Est	juillet 1971	borne M.H.P.F.	
Mahaiatea	11°57'4 Est	juillet 1971	borne M.H.P.F.	
Popoti	11°54'6 Est	juillet 1971	borne M.H.P.F.	
Atimaono	11°39'8 Est	juillet 1971	borne M.H.P.F.	
<i>Mataiea</i>				
Araiteva	12°05'8 Est	mars 1972	borne M.H.P.F.	voisinage d'un piquet en fer
Manua	11°20'7 Est	mars 1972	borne M.H.P.F.	
Otiaroa	11°41'4 Est	mars 1972	borne M.H.P.F.	
<i>Papeari</i>				
Motu ouu	10°34'2 Est	mars 1972	borne M.H.P.F.	
<i>Côte Est</i>				
<i>Mahaena</i>				
Loma	10°41'1 Est	juin 1972	borne M.H.P.F.	en décembre 1970: 10°37'8 Est
Nansouty	12°34'0 Est	juin 1972	borne M.H.P.F.	
<i>Hitiaa</i>				
Tetira	12°30'9 Est	juin 1972	borne M.H.P.F.	
<i>Faone</i>				
Poihahi	12°09'3 Est	juin 1972	borne M.H.P.F.	
Uturaufea	12°37'3 Est	juin 1972	borne M.H.P.F.	
<i>Afaahiti</i>				
Motu Nono	11°16'4 Est	juin 1972	borne I.G.N.	
<i>Pueu</i>				
Atihiva	12°40'1 Est	juin 1972	borne M.H.P.F.	
Aline	09°52'2 Est	juin 1972	borne M.H.P.F.	

CHAPITRE III

MOOREA

Les travaux comprennent le levé de la côte Ouest de Maatea à Papetoai :

- Bathymétrie du lagon et des passes.
- Topographie du trait de côte et du récif.
- Positionnement des amers et du balisage.

Ils ont été effectués en deux périodes séparées par un levé aux îles Marquises : du 1^{er} au 31 août 1972 et du 12 février au 13 avril 1973.

1. GÉODÉSIE. (Planche 11)

La triangulation a été effectuée dans le système géodésique I.G.N. 1951, rattaché à Tahiti, en projection M.T.U. fuseau 6. Le réseau I.G.N. a été resserré sur la côte au moyen de deux polygonations au telluromètre et au théodolite.

La première, comprenant quatre portées, allait de la borne S.H. 1961 (rapport de Batz de Trenquelion) du motu Ahi à la borne I.G.N. de Ahutau Ouest. Sa longueur était de dix mille six cent cinquante six mètres et la fermeture sur le motu Ahi de 1,43 mètre en abscisse et de -0,04 mètre en ordonnée.

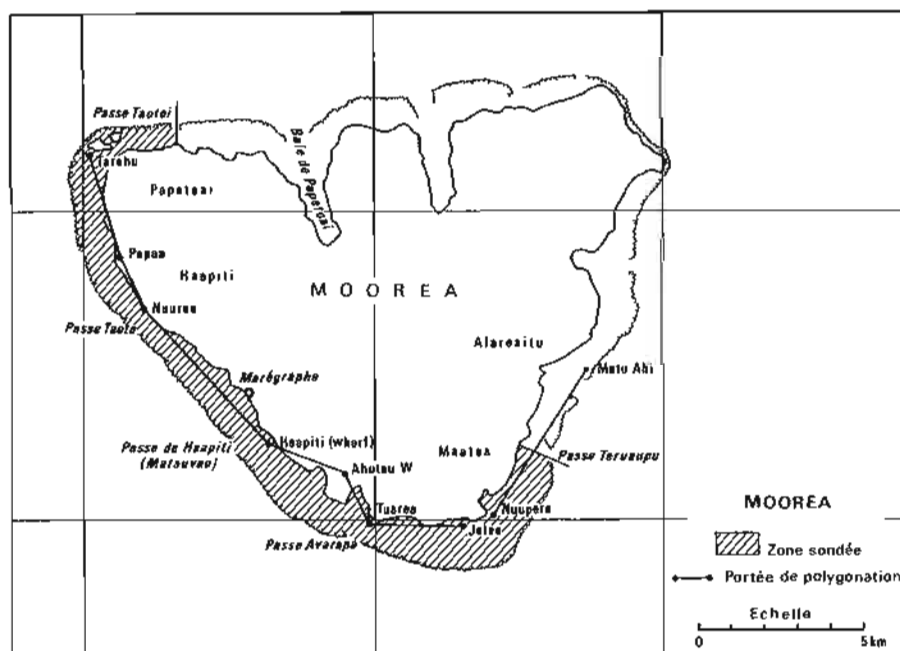
La deuxième entre Ahutau Ouest et l'îlot Tarchu était de treize mille quarante huit mètres et comprenait également quatre portées.

La fermeture sur l'îlot Tarchu était de -0,87 mètre en abscisse et de +0,62 mètre en ordonnée.

Les fermetures étaient réparties proportionnellement à la distance de chaque portée.

Les bornes côtières I.G.N. de Motu Ahi, Haapiti récif, Haapiti Wharf, Haapiti madrépore n'ont pas été retrouvées malgré des recherches poussées.

Nom	Désignation	X	Y	Observations
<i>Tuarea</i>	borne	198 526, 83	8 052 770, 79	
Wharf de Haapiti	borne	195 684, 76	8 054 688, 51	
<i>Popaa</i>	borne	190 799, 75	8 060 122, 92	
Temple de Haapiti	axe du clocher	195 131, 5	8 055 950, 5	amer peu visible



PL 11

2. BATHYMÉTRIE. (Planche 11)

Les instructions techniques prescrivaient de définir les zones du lagon ayant accès au large où la profondeur minimale était de quatre mètres permettant la navigation et le mouillage de petits bâtiments.

La côte Ouest de Moorea comporte quatre passes :
— deux pour petits bâtiments : Haapiti et Avarapa ;
— deux pour embarcations : Teruaupu et Taota.

Ces passes donnent accès à de bons mouillages, mais la navigation à l'intérieur du lagon de Moorea n'est possible que pour de grosses embarcations.

La partie navigable du lagon se réduit en effet à un chenal très étroit d'environ deux mètres de profondeur, situé entre le récif frangeant terre et le récif barrière qui, à Moorea, sont très étendus.

Le levé du chenal a été complété par un levé à larges mailles (un profil tous les 500 mètres) de la zone non navigable couverte par les récifs faiblement immergés.

Les hauts-fonds inscrits sur la carte marine ont été systématiquement recherchés. Le tableau ci-dessous fournit les résultats obtenus :

Désignation	Cote de la carte	Cote trouvée	Observations
Maro	3	1,8	même position
Teaurua	(0,2)	0,6	même position
Matueiri rahi	3	7	même position
Chenal de Maatea	8	-	pas trouvé le 8, peut être le 6,9 en sonde régulière
Baie de Vairapa	7	5,5	même position
Passe de Haapiti	1,5	1,2	même position
Passe de Haapiti	3	0,5	même position

Documents rédigés :

Une minute d'écriture des sondes au 1/10 000 : de Maatea à Haapiti.

Une minute d'écriture des sondes au 1/10 000 : de Haapiti à Papetoai.

3. TOPOGRAPHIE (Planche 11).

Le trait de côte et le contour des récifs ont été restitués à la chambre claire américaine à partir des photographies au 1/20 000 de l'I.G.N.. Cette restitution s'est limitée au contour des pâtés coralliens situés dans les zones navigables et au strict contour des récifs.

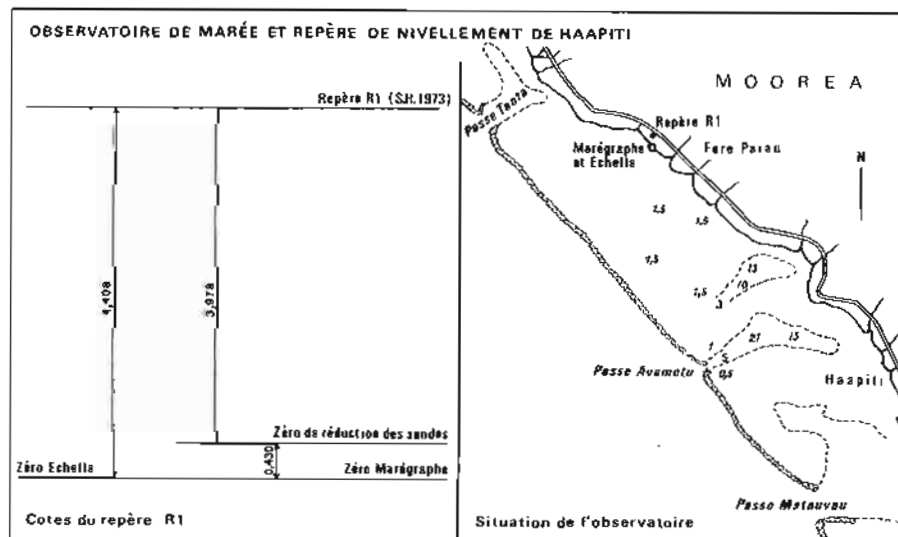
Documents rédigés :

Une minute de topographie au 1/10 000 : de Maatea à Haapiti.

Une minute de topographie au 1/10 000 : de Haapiti à Papatoai.

4. MARÉE (Planche 12)

La marée a été observée du 14 février au 9 avril :
— à Papetoai au même emplacement qu'en 1966 (rapport Chartier) et 1970 (rapport Souquière) ;



PL. 12

— à Haapiti entre la passe Taota et la passe de Haapiti.

Les sondes ont été réduites de la marée observée à Haapiti. Le niveau de réduction des sondes a été déterminé par concordance avec la marée observée à Haapiti. Le niveau de réduction des sondes a été déterminé par concordance avec la marée observée à Papetoi et observée à la graduation 0,43 de l'échelle mise en place, graduation située à 3,98 mètres sous le repère S.H. du « fare » Parau.

Le niveau de réduction des sondes 1966 à Pape-toai se situe à 1,37 mètre sous le repère du temple (douille scellée en 1966 à la base Nord-Ouest du temple).

Un seul repère a pu être mis en place à Haapiti sur le pilier du « fare » de monsieur Parau. Il n'y avait en effet à proximité de l'observatoire ni quai, ni bâtiment en dur, ni rocher où sceller un repère artificiel et le sol sableux n'offrait pas de repère naturel. Le repère du « fare » Parau ne semble pas durable au delà d'une dizaine d'années.

Documents rédigés :

Une fiche de marée Haapiti 1973.

Une fiche de marée Papetoi 1973.

5. MAGNÉTISME.

Le tableau suivant rassemble les résultats des observations de la déclinaison en avril 1973. Ces valeurs sont réduites à l'observatoire de l'O.R.S.T. O.M. de Tahiti (Pamatai) en avril 1973.

Stations	Nature de Stations	Valeurs
Maatea : jetée	extrémité de la jetée	11°25'1 Est
Maatea : Tuarea	borne M.H.P.F.	12°21'3 Est
Haapiti : Wharf	borne M.H.P.F.	14°03'2 Est
Haapiti : Popaa	borne M.H.P.F.	11°56'6 Est
Papetoi : Tehau	Pointe	13°08'2 Est

6. AMERS ET BALISAGE.

Le lagon est balisé dans le système polynésien. Ce balisage définit un chenal d'environ deux mètres de profondeur, très étroit (de quelques dizaines de mètres à quelques mètres), où peuvent s'engager de grosses embarcations ou des vedettes.

Environ cent vingt balises ont été placées par visées et stations au cercle hydrographique entre la passe Teruaapu et la passe Taotoi. Les positions de ces balises ont été construites graphiquement et elles ont été portées sur les minutes de topographie.

CHAPITRE IV

LEVÉS DU LARGE

1. SONDE ENTRE TAHITI ET MEHETIA.

Les travaux prescrits par les instructions techniques consistaient à effectuer la recherche des deux hauts-fonds suivants :

— un haut-fond de cent quatre-vingts mètres dans des fonds de trois mille sept cents mètres à la position 148° 33' Ouest, 18° 20' Sud signalé sur la carte marine française 6000 (Archipel des Tuamotu);

— un haut-fond de quatre-vingt-deux mètres dans des fonds de trois mille sept cents mètres à la position 148° 45' Ouest, 17° 51' Sud signalé sur les cartes marines américaines;

et de réaliser un levé d'exploration dans cette zone marquée par une importante activité sismique enregistrée par le laboratoire de géophysique de Tahiti (Pamatai).

Ces travaux ont été réalisés par *La Paimpolaise*, bâtiment stationnaire de la Marine en Polynésie, en deux périodes du 15 au 18 mars et du 27 au 31 mars 1972.

1.1. Positionnement de « La Paimpolaise ».

Pour effectuer ces travaux loin de terre, en l'absence de radiolocalisation, il n'a pas été possible d'utiliser les méthodes classiques de positionnement (radioguidage), ni par suite d'atteindre pour ce dernier la précision hydrographique.

Pour se placer, *La Paimpolaise* a observé des distances au radar et des relèvements au compas sur l'île de Mehetia qui se trouvait à une cinquantaine de kilomètres.

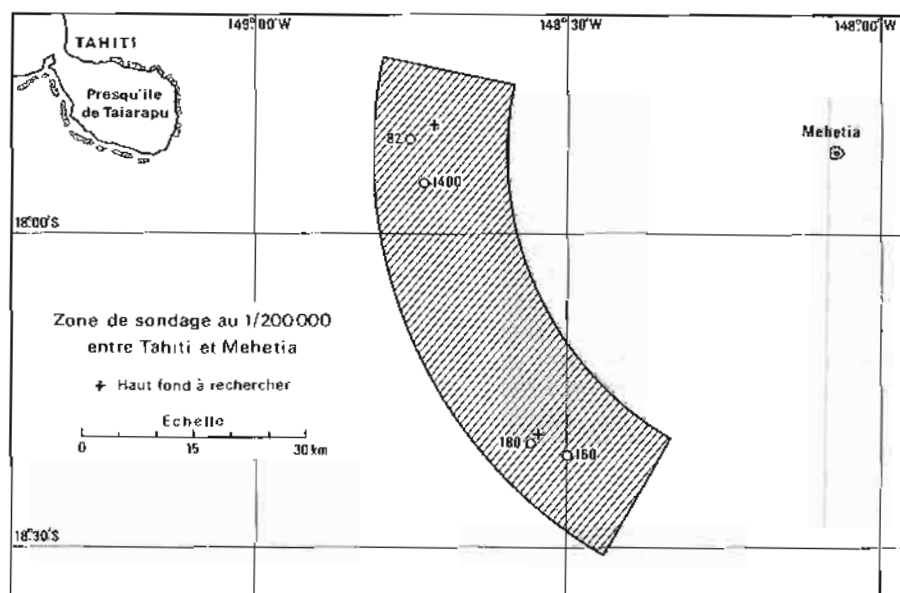
Les distances brutes radar et les relèvements vrais compas ont été construits sur une projection M.T.U. (fuseau 6) au 1/200 000. La position de Mehetia avait été adoptée par piquage du sommet de l'île sur la carte marine française 6034 (Archipel de la Société).

La précision obtenue sur la position du bâtiment est grossièrement de l'ordre du kilomètre.

1.2. Bathymétrie. (Planche 13)

La Paimpolaise a sondé sur profils circulaires centrés sur Mehetia espacés de un mille, en gardant la distance radar constante. Au voisinage des hauts-fonds, des profils perpendiculaires aux précédents ont été suivis à relèvement constant sur Mehetia et espacés de un mille. Ces derniers profils ont été parcourus de l'Est vers l'Ouest, car il n'y avait pas d'écho au sondeur dans l'autre sens en remontant l'alizé. L'imprécision du positionnement ne permettait pas de resserrer davantage les profils.

Le sondeur était un Kelvin Hugues MS 26 H réglé pour une célérité du son de mille cinq cents mètres par seconde (dix tours par minute).



PL. 13

1.3. Résultats des sondages et conclusions.

1.3.1. Le haut-fond de cent quatre-vingts mètres a été trouvé à cent soixante mètres à la position 18° 44' Ouest, 17° 55' Sud dans les fonds de trois mille sept cents mètres.

Ce haut-fond doit être porté sur la carte avec la mention « position approximative ».

1.3.2. Le haut-fond de quatre-vingt-deux mètres signalé sur les cartes marines américaines n'a pas été retrouvé. Par contre dans le voisinage, un haut-fond de mille quatre cents mètres a été trouvé dans les fonds de trois mille sept cents mètres.

Il n'est pas possible de conclure sur l'existence ou la non existence de ce haut-fond de quatre-vingt-deux mètres à cause :

- des mauvaises conditions de travail et de l'incertitude du positionnement ne permettant pas de resserrer de façon valable les profils;
- de la mauvaise qualité des échos obtenus au sondeur liée aux conditions de mer;
- enfin et surtout de la très forte pente qui serait de cinquante pour cent.

Document rédigé :

Une minute d'écriture des sondes au 1/200 000.

2. GRANDE SONDE AUX TUAMOTU.

Le Centre National d'Exploitation des Océans (CNEXO) avait demandé le concours de la Mission pour améliorer sa connaissance de la bathymétrie dans les zones de grands fonds où il opérait. Des équipes ont embarqué sur *La Coquille* (*) aux Tuamotu occidentales du 17 au 23 janvier et du 3 au 17 février 1972 puis sur le *Coriolis* (**) au Sud-Est des îles Marquises du 10 août au 29 septembre 1972.

2.1. Bathymétrie. (Planche 14)

La Coquille effectuant une campagne d'océanographie a sondé pendant les transits reliant deux stations d'océanographie ou deux îles. Treize profils ont été ainsi parcourus à l'estime, recalés en vue des îles ou sur des points astronomiques. L'incertitude sur la position était de quatre ou cinq milles. Le levé a été rédigé sur un canevas Mercator au 1/1 150 000. Les treize profils suivis ne forment pas un levé régulier et les seules données de contrôle sont les sondes situées aux intersections des profils. Le recoupement est bon en général sauf à l'intersection des profils 3 et 8 où la différence des cotes obtenues atteint 1 200 mètres. Le profil 8 a

(*) Bâtiment océanographique du C.E.P.

(**) Bâtiment océanographique du CNEXO.

été conduit à l'estime uniquement à partir d'un point de calage initial. Aucune recherche de hauts-fonds n'a été effectuée.

2.2. Le sondeur Atlas AN 601 Tiefsclot de *La Coquille* a été utilisé :

- pendant la première sortie en janvier 1972 sur les gammes de mesure 1 (0 à 3 000 mètres) et 2 (3 000 à 6 000 mètres);
- pendant la deuxième sortie en février 1972 sur les gammes de mesure 1 (0 à 2 000 mètres) 2 (2 000 à 4 000 mètres) et 3 (4 000 à 6 000 mètres).

Sur chaque gamme choisie, le désphasage de l'émission d'une valeur égale à cette gamme (2 000 ou 3 000 mètres) pouvait être effectué quatre fois. La vitesse du sondeur réglé pour une célérité du son de mille cinq cents mètres par seconde a été contrôlée pendant la première partie de la Mission à l'aide du fréquencemètre; celui-ci ne se stabilisait qu'après cinq minutes au moins de fonctionnement du sondeur.

Pendant la seconde partie de la Mission, ce contrôle était complété par un comptage du nombre d'impulsions pendant huit minutes de rotation du style (45 impulsions pour 1 500 mètres par seconde).

Ce comptage était effectué en écoutant le haut-parleur et en observant les marques d'émission sur le papier d'enregistrement avançant à 300 millimètres par heure. Cette méthode était plus précise que celle du fréquencemètre. Le zéro de l'émission a été enregistré au début et en fin du profil.

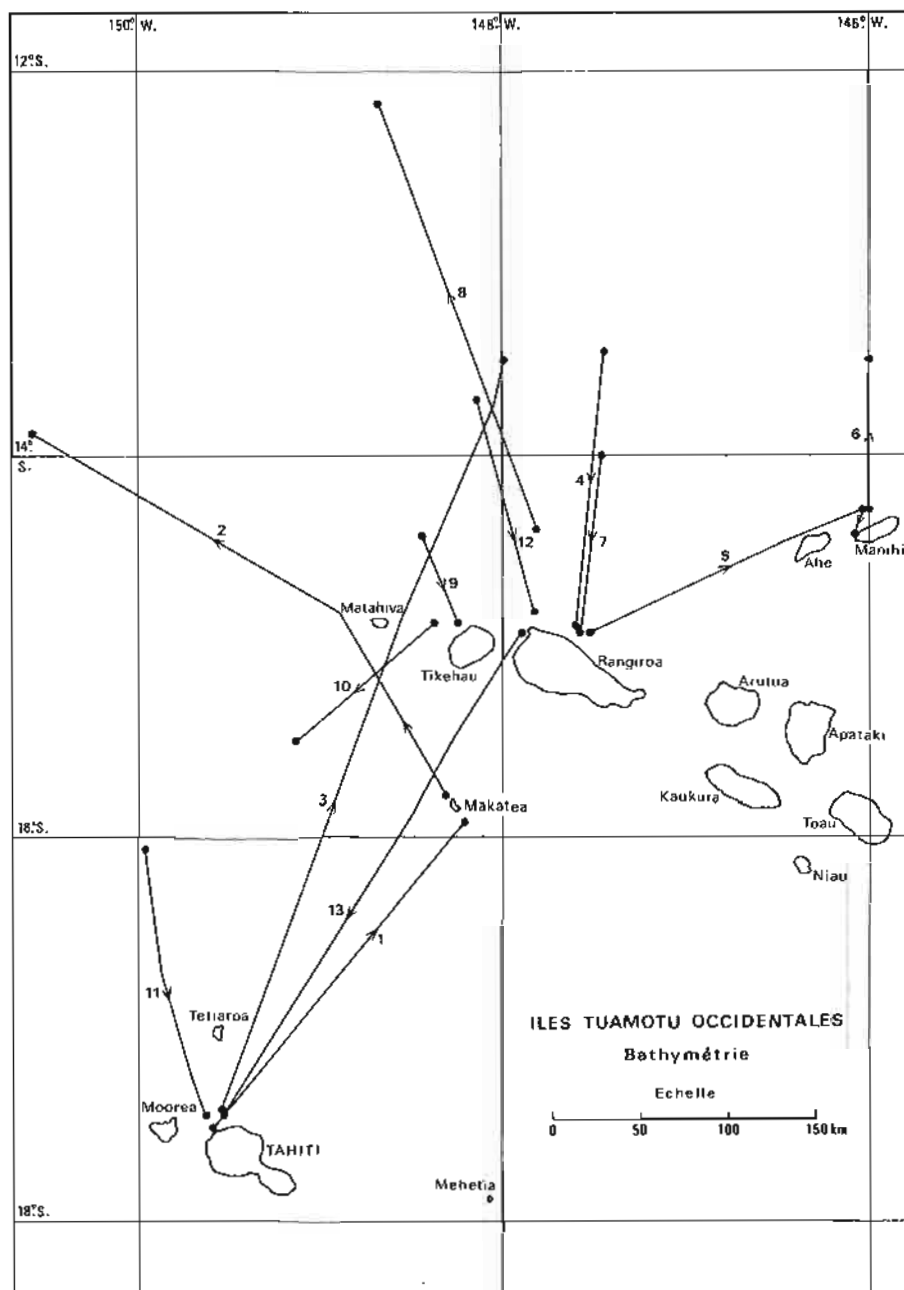
3. GRANDE SONDE AU SUD-EST DES ÎLES MARQUISES.

3.1. Bathymétrie. (Planche 15)

Cette campagne couvrait une très vaste zone allant des îles Marquises aux Tuamotu orientales. Les profils de sonde étaient les routes suivies d'une station océanographique à la suivante, ou en transit entre les ports d'escale et les zones de travail.

Le positionnement était assuré par un système de navigation par satellite comprenant un récepteur et un calculateur. Les latitudes et les longitudes issues du calculateur étaient prélevées toutes les demi-heures, à chaque changement de route ou de vitesse et en début et en fin de profil. Aucune correction n'a été ajoutée aux données brutes du calculateur.

La construction a été faite sur des tirages ozalid issus d'un gabarit Mercator au 1/1 000 000 sur support transparent, l'écriture sur trois minutes sur support stabiphane, en projection Mercator au 1/1 000 000. La vitesse de déroulement de la bande de sonde était de cent soixante-quatorze millimètres par heure. En projection au 1/1 000 000, la distance parcourue en une heure à dix nœuds représentait dix-huit millimètres cinq. L'échelle de



PL. 14

la rédaction était un peu petite et les sondes les plus significatives ont été écrites, la place étant insuffisante pour une écriture selon les normes classiques.

Documents rédigés : trois minutes d'écriture des sondes au 1/1 000 000.

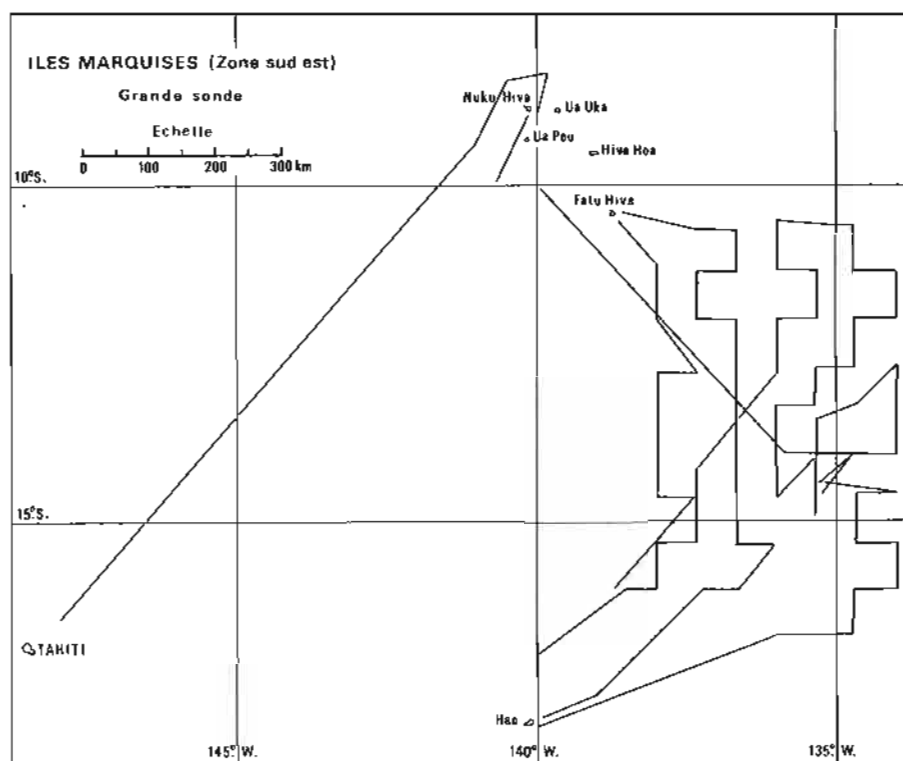
3.2. Sondeur.

Le sondeur était un Edo 333 C 29. Les échelles utilisées en sonde correspondaient à des vitesses de balayage du style de :

— une seconde soit une largeur de 400 brasses ou 0,05 seconde par intervalle ;

— deux secondes cinq soit une largeur de 1 000 brasses ou 0,100 seconde par intervalle.

Le sondeur a été utilisé sur l'échelle de mille brasses, avec la possibilité de déphaser huit fois l'émission de cinq cents brasses. La bande d'enregistrement avait quarante-huit centimètres de largeur ; un millimètre sur la bande correspondait donc à une différence d'immersion de trois mètres quatre-vingts. Le dépouillement de ces bandes en secondes pour une célérité de huit cents brasses par seconde était commode puisque l'intervalle entre deux marques de temps était de 0,100 seconde correspondant à dix millimètres sur la bande. Une table de z (mètres) = T (secondes) \times 750 permettait de passer des temps aux profondeurs en mètres.



PL. 15

L'Etablissement Principal du Service Hydrographique et Océanographique de la Marine a adressé une table de la fonction $M = 15/8 B$ donnant la profondeur M en mètres pour une célérité de 1 500 mètres par seconde connaissant la profondeur B en brasses pour huit cents brasses par seconde.

Un dépouilleur de bande de sonde en brasses a été fabriqué localement. Les enregistrements étaient d'excellente qualité jusqu'à 4 500 mètres de profondeur.

CHAPITRE V

ÎLES MARQUISES - EIAO ET HATUTAA

La Mission a séjourné à Eiao du 28 août au 11 octobre 1972 pour y effectuer un levé hydrographique qui comprenait trois parties :

- un levé régulier par des profils espacés de cinq cents mètres du plateau bordant l'archipel de Eiao Hatutaa ;
- des levés portuaires à grande échelle dans certaines baies de Eiao et de Hatutaa.
- un rattachement des repères de nivellement au réseau altimétrique de Eiao.

1. CONDITIONS GÉNÉRALES D'EXECUTION.

Les moyens rassemblés pour le levé étaient, outre ceux propres à la Mission, un stationnaire de la Marine en Polynésie, *La Paimpolaise* puis *La Lorientaise*.

L'*Ouragan* (*), mouillé à Eiao pendant la plus grande partie du séjour, a soutenu la Mission sur le plan logistique (logement du personnel, ravitaillement, dépannage, etc.).

Les stationnaires ont effectué les travaux suivants :
La Paimpolaise : transport d'une partie du personnel et du matériel de Papeete à Eiao.

Sondages de reconnaissance sur le plateau.
Observation de la marée.

La Lorientaise : levé régulier du plateau continental jusqu'au talus.

Observation de la marée.

Transport d'une partie du personnel de Eiao à Papeete.

Les deux îles de Eiao et Hatutaa sont des terrains volcaniques d'accès particulièrement difficile aux reliefs abrupts et couverts d'une végétation serrée d'épineux à travers laquelle la progression des équipes à terre fut extrêmement pénible.

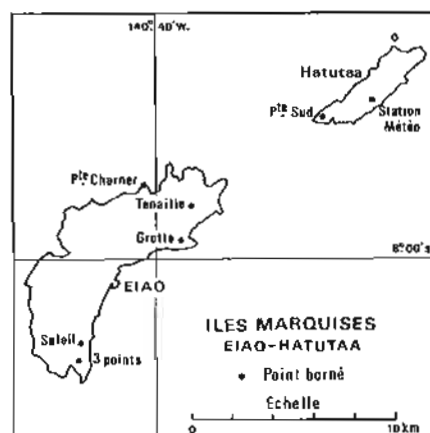
Le seul point d'eau de Eiao se trouvait en outre dans la baie de Vaituha.

Toute l'implantation et les observations géodésiques ont été faites à pied à partir de camps de base installés sur les deux îles. Pendant la sonde, le Commandant de l'*Ouragan* a accordé une dizaine d'heures de vol d'hélicoptère qui ont bien facilité l'accès aux stations à terre.

2. GÉODÉSIE (Planche 16).

En 1972, l'Institut Géographique National avait implanté un réseau géodésique à partir du point

(*) Transport de chalands de débarquement du C.E.P.



PL. 16

astronomique de la Mission Géodésique des Tuamotu 1951 de la baie de Vaituha. La Mission a étendu ce réseau jusqu'à la zone côtière pour placer les stations de radioguidage. La triangulation a été faite au théodolite Wild T2 à quatre tours d'horizon.

Sept points de quatrième ordre seulement ont pu être bornés. L'Ouest et le Sud d'Eiao n'ont pu être bornés par manque de moyens.

La planche 16 indique la position des points triangulés bornés dont le répertoire est fourni en annexe I.

3. BATHYMÉTRIE (Planche 17).

Les travaux bathymétriques effectués ont comporté :

— une reconnaissance sur profils espacés de deux mille mètres pour déterminer en première approximation la topographie du plateau qui entoure Eiao et Hatutaa ;

— un sondage régulier sur des profils espacés de cinq cents mètres du plateau continental jusqu'au talus ;

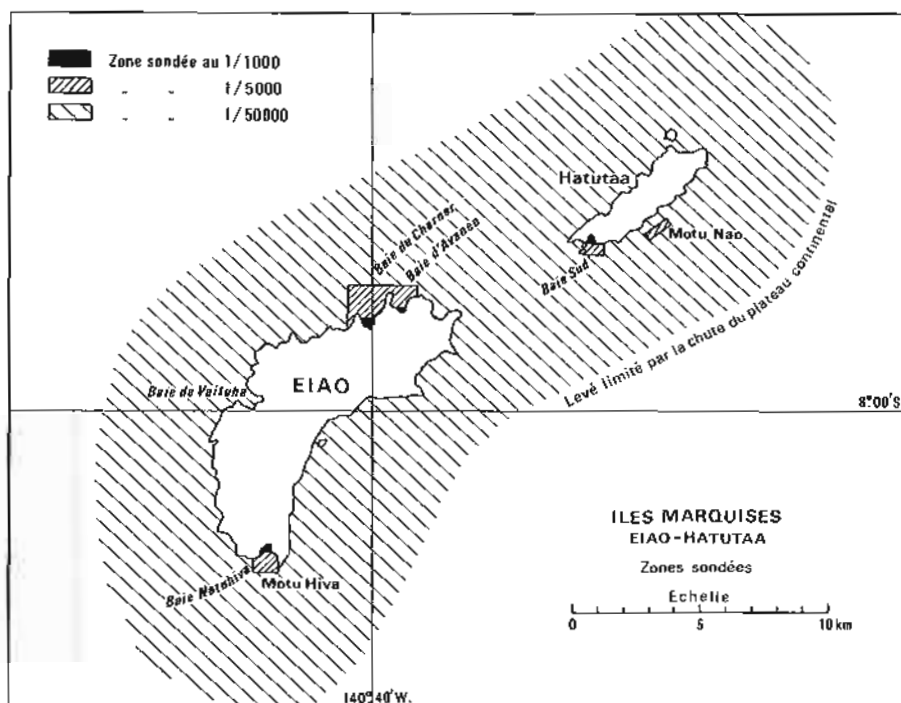
— un sondage régulier sur profils espacés de cinquante mètres dans les baies du Charner, d'Avaneo et de Motu Hiva à Eiao et dans la baie du Sud à Hatutaa ;

— un sondage sur profils espacés de dix mètres au fond de ces baies ;

— des prélèvements de natures de fonds ;

— un levé sur profils espacés de cinquante mètres du plateau Motu Nao au Sud-Est de Hatutaa.

Les Instructions Techniques prescrivaient en outre le levé sur profils espacés de deux cents mètres



PL. 17

de la région située entre les deux îles. Cette zone a été sondée sur des profils espacés de cinq cents mètres. L'extrême régularité du fond qui se maintient partout à cinquante trois mètres ne justifiait pas un resserrement des profils tous les deux cents mètres.

Les sondeurs Kelvin Hugues MS 26 H des stationnaires (*La Paimpolaise* et *La Lorientaise*) étaient réglés pour une célérité de mille cinq mètres par seconde.

La chute du plateau s'amorçait entre soixante et quatre-vingt mètres d'immersion sauf au Sud et à l'Ouest de Eiao où elle se situait à cent mètres. La pente était si forte après le début de la chute (supérieure à cinquante pour cent) que les bâtiments perdaient systématiquement le fond. Sur le plateau, les fonds variaient doucement et régulièrement de trente à soixante-dix mètres. La côte était très accore et il y avait souvent trente mètres au pied des falaises. La difficulté du bâtiment sondeur était de poursuivre les profils vers la terre jusqu'à la limite extrême. *La Lorientaise* avait pris le parti de virer à partir de cinq cents mètres de la côte.

Une recherche de haut-fond a été faite au Sud-Est de Hatutaa sur un petit plateau de deux milles mètres de long, non signalé sur les cartes marines, situé dans des fonds de quarante mètres près de la chute du plateau.

Les profils étaient espacés de cinquante mètres et la sonde minimum trouvée a été de six mètres cinquante.

Les baies ont été sondées en youyou équipé d'un sondeur Kelvin Hugues MS 26 F à base hors-bord

réglé pour une célérité du son de mille cinq cents mètres par seconde. (L'examen des étalonnages à la barre a montré que la célérité du son était de mille cinq cent trente mètres par seconde).

La sonde au millième n'a été faite qu'au fond des baies où il n'y a en général pas de falaises. Les abords immédiats des falaises n'ont pu être sondés en raison du ressac interdisant l'approche de toute embarcation.

Les bâtiments et embarcations en sonde ont été positionnés en radioguidage à partir d'une station-guide et de deux traversières. Il aurait été très difficile de transporter dans les montagnes de Eiao et de Hatutaa le bois nécessaire à la fabrication de grands signaux de sonde visibles de loin, aucun signal naturel n'existant le long des côtes.

Documents rédigés :

- une minute d'écriture des sondes au 1/50 000 : Eiao, Hatutaa ;
- une minute d'écriture des sondes au 1/5 000 : baies du Charner, d'Avaneo, de Motu Hiva et de Hatutaa.
- une minute d'écriture des sondes au 1/5 000 : les mêmes baies.
- une minute d'écriture des sondes au 1/5 000 : plateau Motu Nao.

4. MARÉE (Planche 18).

Il était prévu initialement d'installer deux observatoires de marée l'un à Eiao l'autre à Hatutaa. L'existence d'un violent ressac le long des falaises

engendrant un clapot important dans les baies a rendu difficile l'implantation de ces observatoires. En particulier, nulle part il n'a été possible d'installer des marégraphes Ott R 16.

A Eiao, une échelle a pu être installée au fond de la baie du Charner. La marée y a été observée, de jour seulement, du 1^{er} septembre au 5 octobre, l'accès de nuit à l'échelle étant trop dangereux.

Aucun site acceptable, même pour une échelle de marée, n'a pu être trouvé à Hatutaa.

Toutes les sondes ont été réduites à partir de la marée observée dans la baie du Charner. Le niveau de réduction des sondes a été choisi à dix centimètres sous le niveau des plus basses mers observées, soit à quatre mètres sous le repère principal de nivellement de la baie du Charner. Le niveau moyen approché en septembre a été trouvé à 0,91 mètre au-dessus du niveau de réduction des sondes. Le marnage moyen en septembre était de un mètre quinze :

— plus grand marnage observé : 1,40 mètre le 21 septembre en vive-eau ;

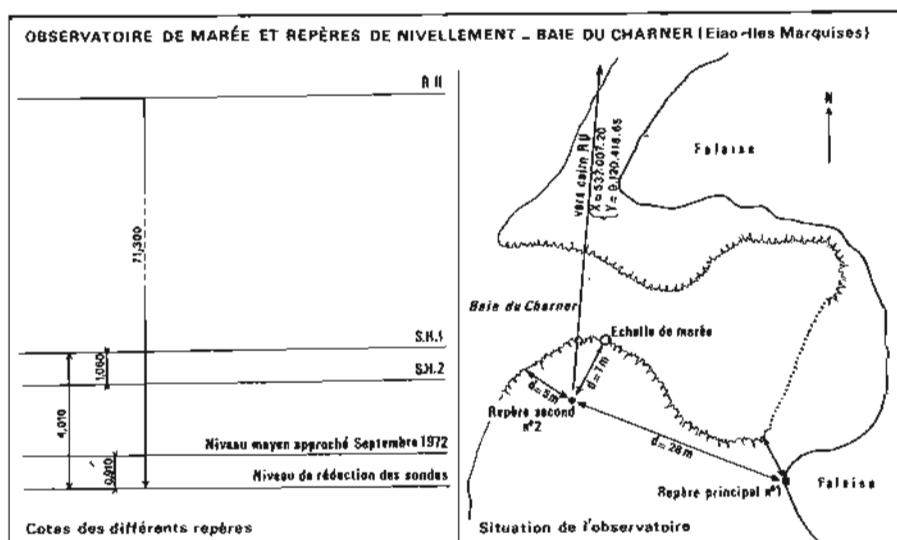
— plus faible marnage observé : 0,68 mètre le 15 septembre.

— marnage en morte-eau du 7 septembre : 1,30 mètre ;

— marnage en morte-eau du 6 octobre : 1,20 m.

Deux repères de nivellement S.H. 1 et S.H. 2 ont été posés en baie du Charner près de l'échelle de marée (planche 18). Le repère a été rattaché au repère d'altimétrie R11 de l'I.G.N. par visées zénithales et se situe à 67,20 mètres au-dessous du repère R11 I.G.N.

La cote du repère R11 était de 70,8 mètres. Le répertoire des points géodésiques et des repères de nivellement de l'I.G.N. indique que l'origine des altitudes est voisine du niveau moyen. D'après ce rattachement et l'observation de la marée par la mission la cote du repère R11 se situerait à 70,39 mètres au-dessus du niveau moyen. Des observations de la marée de longue durée seraient nécessaires pour adopter définitivement un niveau moyen et par suite la cote du repère S.H.



P1 18

ANNEXE I

ÎLES MARQUISES - EIAO ET HATUTAA

Répertoire des points triangulés
Système géodésique I.G.N. 1972 M.T.U. fuseau n° 7

Nom du point	Désignation	X	Y
<i>Eiao</i>			
Tenaille	borne	538 393, 04	9 118 487, 73
Grotte	tube scellé dans une borne	537 604, 68	9 117 000, 73
Soleil	tube scellé dans une borne	532 656, 13	9 112 442, 12
Trois Points	tube scellé dans un cairn	532 865, 26	9 111 294, 86
Pointe Charner	tube scellé dans un cairn	535 831, 59	9 119 503, 54
<i>Hatutaa</i>			
Pointe Sud	tube scellé dans une borne	544 654, 25	9 123 492, 7
Station météo	borne	547 522, 4	9 124 708, 9

CHAPITRE VI

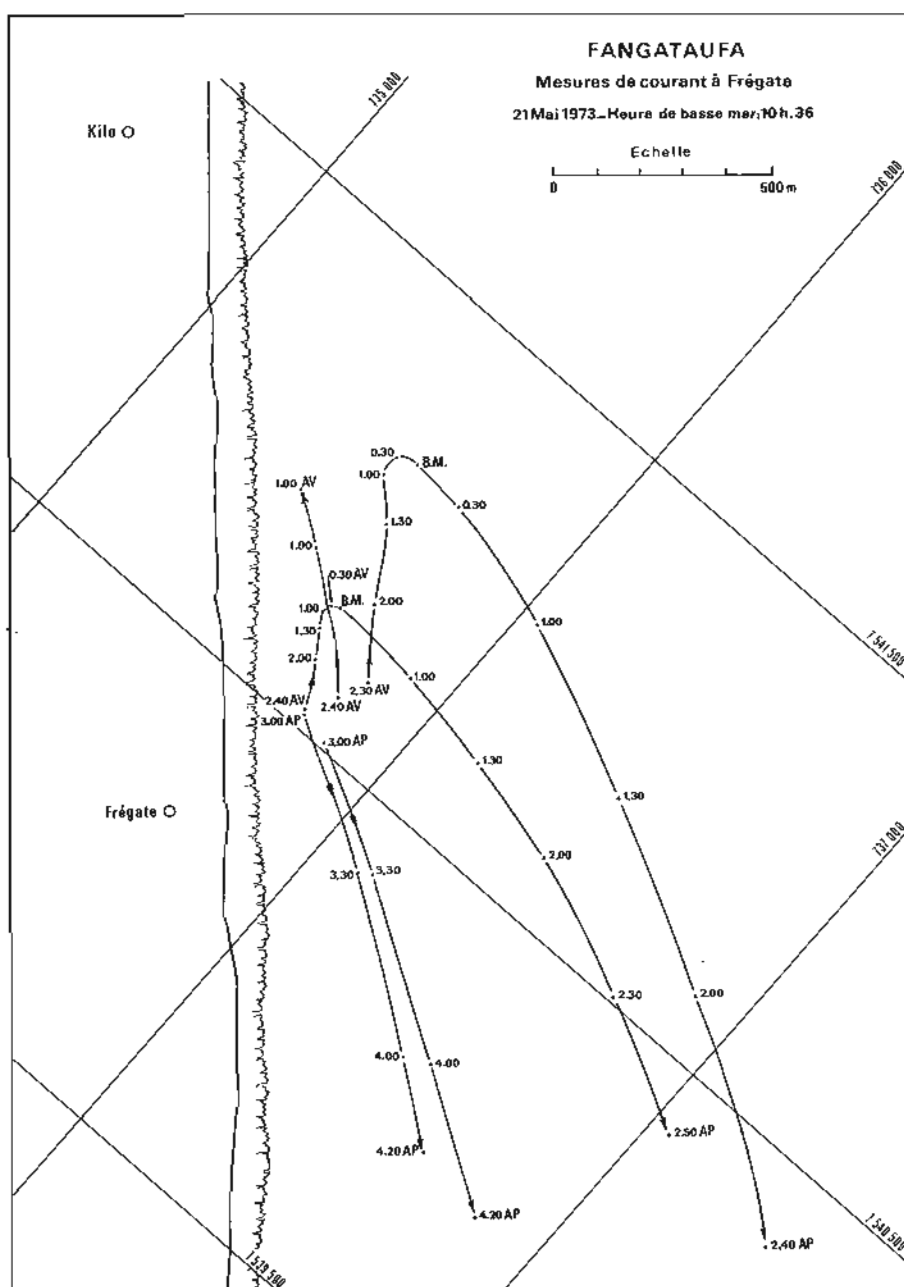
MESURES DE COURANT A FANGATAUFA

(Planche 19)

1. OBJET DE LA MISSION.

La Mission s'est rendu à Fangataufa du 15 au 23 mai 1973 pour y effectuer des mesures de cou-

rants de surface dans la zone de Frégate, côte Océan. Les mesures étaient destinées à fournir des éléments de décision pour choisir les positions d'un point d'aspiration de l'eau de mer et d'un point de rejet d'eaux usées dans cette zone.



PL. 19

L'objet de la Mission était d'observer le sens et la vitesse du courant dans la région de Frégate. La durée de la campagne bien que limitée a permis d'obtenir des données assez précises à partir des situations météorologiques et de marée du moment.

Les mesures ont été effectuées avec l'aide du remorqueur de port *Passereau* de la Direction du Port de Mururoa.

2. MÉTHODE.

Le courant fut observé à l'aide de bouées dérivantes placées à différentes distances de la côte, entre soixante et deux mille mètres. Leurs positions étaient relevées à intervalles réguliers pour restituer ultérieurement leurs trajectoires.

La Mission a fabriqué elle-même les bouées dérivantes : leurs œuvres vives étaient très développées et leurs œuvres mortes réduites pour dériver sous l'action du courant seulement.

L'élément sensible au courant était constitué de quatre planches assemblées en croisillons de 1,20 m de long et 0,50 m de large. Pour réduire la prise au vent, les bouées étaient lestées de façon à annuler à peu près leur flottabilité. Le réglage de ces lests

fut assez délicat. Elles ont bien fonctionné et ont même remonté au vent. Les positions ont été observées dans le système géodésique « M.H.P.F. 1966 rattaché Mururoa » défini dans le rapport Revel.

3. RÉSULTATS DES OBSERVATIONS.

Il y a eu cinq journées d'observations par beau temps : vent de Nord-Ouest de un à quatre mètres par seconde, mer belle, houles faibles du Nord et du Sud. Le courant devant Frégate est un courant périodique de marée.

Le courant de flot porte vers le Nord-Ouest parallèlement à la côte avec une légère tendance à porter vers le large. Sa vitesse moyenne était de 0,4 nœuds à l'époque des observations (coefficient moyen de la marée : 70).

Le courant de jusant porte vers le Sud-Est parallèlement à la côte avec une tendance à porter vers le large. Sa vitesse était de 0,4 nœuds.

La planche 19 montre les trajectoires de quatre bouées observées pendant la journée du 21 mai. La renverse est bien marquée et a lieu une demi-heure avant la basse mer.

MISSION HYDROGRAPHIQUE DE L'ATLANTIQUE

(15 mai 1972 - 20 septembre 1974)

par

M. Jean-Nicolas PASQUAY

Ingénieur en Chef de l'Armement (hydrographe)

SOMMAIRE

Chapitre I. — GÉNÉRALITÉS.

- I.1. Organisation générale.
- I.2. Personnel.
- I.3. Moyens à terre et moyens de transports.
 - Véhicules.
 - Moyens aériens.
- I.4. Moyens flottants.
- I.5. Sondeurs.
- I.6. Liaisons radio.

Chapitre II. — RADIOLOCALISATION.

- II.1. Généralités.
- II.2. Chaîne Toran-3G.
 - II.2.1. Configuration et caractéristiques de la chaîne Toran-3G en 1972.
 - II.2.2. Etalonnage et contrôle de la chaîne 3G (1972).
 - II.2.3. Configuration et caractéristiques de la chaîne Toran-3G en 1973.
 - II.2.4. Etalonnage et contrôle de la chaîne 3G (1973).
 - II.2.5. Destinée de la chaîne Toran-3G en 1974.
- II.3. Chaîne Toran-3D.
 - II.3.1. Configuration et caractéristiques de la chaîne 3D en 1972.
 - II.3.2. Etalonnage et contrôle de la chaîne 3D.
 - II.3.3. Configuration et caractéristiques de la chaîne 3D en 1973-1974.
- II.4. Chaîne Toran-P-10 de l'Iroise.
 - II.4.1. Configuration et caractéristiques de la chaîne Toran-P-10 de l'Iroise.
 - II.4.2. Etalonnage et contrôle de la chaîne.
- II.5. Chaîne Toran-P-10 de la région des îles de Glénan.
 - II.5.1. Configuration et caractéristiques de la chaîne P-10 des îles de Glénan.
 - II.5.2. Etalonnage et contrôle de la chaîne.
 - II.5.3. Utilisation du matériel Toran-P-10.
- II.6. Chaîne Toran de la baie de Seine.
 - II.6.1. Configuration et caractéristiques de la chaîne Toran de la baie de Seine.
 - II.6.2. Etalonnage et contrôle de la chaîne Toran.
- II.7. Chaîne Toran du Port Autonome de Dunkerque.
 - II.7.1. Configuration et caractéristiques de la chaîne Toran.
 - II.7.2. Etalonnage et contrôle de la chaîne Toran.
- II.8. Chaîne Decca-HI-FIX de la Manche Est.
 - II.8.1. Configuration et caractéristiques de la chaîne.
 - II.8.2. Etalonnage et contrôle de la chaîne.

- II.9. Chaîne Decca-HI-FIX de la mer du Nord.
 - II.9.1. Configuration et caractéristiques de la chaîne.
 - II.9.2. Calcul des mappes et des positions HI-FIX.
 - II.9.3. Etalonnage et contrôle de la chaîne.

Chapitre III. — LEVÉ RÉGULIER DES ATERRAGES DE BREST.

- III.1. Généralités.
- III.2. Méthodes employées et déroulement des travaux.
 - Campagne 1972.
 - Campagne 1973.
 - Observations de courant.
- III.3. Rédaction des travaux.
 - III.3.1. Réduction des sondages.
 - III.3.2. Aspect général des fonds.
 - III.3.3. Rédaction et documents produits.

Chapitre IV. — LEVÉ RÉGULIER DE L'ENTRÉE DE LA MANCHE.

- IV.1. Généralités.
- IV.2. Méthodes employées et déroulement des travaux.
- IV.3. Rédaction des travaux.

Chapitre V. — LEVÉ CÔTIER DE LA BAIE DE DOUARNEZ ET DES ABORDS DE SEIN.

- V.1. Généralités.
- V.2. Méthodes employées et déroulement des travaux.
 - V.2.1. Localisation.
 - V.2.2. Sondages.
 - V.2.3. Recherches de hauts-fonds.
 - V.2.4. Topographie.
 - V.2.5. Déroulement des travaux.
- V.3. Rédaction des travaux.
 - V.3.1. Réduction des sondages.
 - V.3.2. Résultats.
 - V.3.3. Documents produits.

Chapitre VI. — LEVÉ DES ABORDS DE CONCARNEAU ET DES ÎLES DE GLÉNAN.

- VI.1. Généralités.
- VI.2. Méthodes employées et déroulement des travaux.
 - VI.2.1. Localisation.
 - VI.2.2. Sondages.

- VI.2.3. Topographie.
- VI.2.4. Mesures de courant.
- VI.2.5. Déroulement des travaux.

VI.3. Rédaction - Résultats.

Chapitre VII. — LEVÉ DE LA MANCHE EST.

- VII.1. Généralités.
- VII.2. Méthodes employées, type d'activité et déroulement des travaux.
 - VII.2.1. Localisation.
 - VII.2.2. Sondages.
 - VII.2.3. Mesures de courant
 - VII.2.4. Révision d'amers.
 - VII.2.5. Positions des bouées.
 - VII.2.6. Déroulement des travaux.
- VII.3. Rédaction.

Chapitre VIII. — LEVÉ DANS LE PAS-DE-CALAIS ET EN MER DU NORD.

- VIII.1. Généralités.
- VIII.2. Méthodes employées, types d'activité et déroulement des travaux.
 - VIII.2.1. Localisation.
 - VIII.2.2. Sondages.
 - VIII.2.3. Positions des bouées.
 - VIII.2.4. Epaves.
 - VIII.2.5. Révisions d'amers.
 - VIII.2.6. Mesures de courant.
 - VIII.2.7. Déroulement des travaux.
- VIII.3. Rédaction - Résultats.

Chapitre IX. — LEVÉ EN BAIE DE SEINE.

- IX.1. Généralités.
- IX.2. Méthodes employées, types d'activité.
 - IX.2.1. Localisation.
 - IX.2.2. Sondages.
 - IX.2.3. Mesures de courant.
 - IX.2.4. Epaves détectées au sondeur vertical.
 - IX.2.5. Exploration au sondeur latéral Edgerton.
- IX.3. Rédaction.

Chapitre X. — TRAVAUX DIVERS.

- X.1. Levé de vérification en Penfeld.
- X.2. Levé de détail près de l'île Longue.
- X.3. Levé de la zone de remblai de Roscanvel.
- X.4. Recherches de hauts-fonds en rade de Brest.
- X.5. Recherches de hauts-fonds sur le plateau des Fillettes et ses abords.
- X.6. Travaux géodésiques à l'île Longue.
- X.7. Participation à la recherche de l'épave d'un hélicoptère.
- X.8. Evaluation de la précision des systèmes de radiolocalisation Trispondeur-Decca et Syledis.

Chapitre XI. — OBSERVATION DE LA MARÉE.

- XI.1. Dunkerque (Port).
- XI.2. Dunkerque (Avant-Port Ouest).
- XI.3. Calais.
- XI.4. Boulogne.
- XI.5. Dieppe.
- XI.6. Antifer.
- XI.7. Le Havre.
- XI.8. Cherbourg (Port militaire).

- XI.9. Roscoff.
- XI.10. Le Conquet.
- XI.11. Ile Longue.
- XI.12. Morgat.
- XI.13. Douarnenez.
- XI.14. Sein.
- XI.15. Concarneau.
- XI.16. Port-Tudy.

Annexe I. — VÉRIFICATION D'UN MODÈLE DE MARÉE EN MANCHE OUEST PAR DES RÉSULTATS DE SONDAGE.

1. Interprétation des discordances observées aux croisements des profils de sonde.
2. Traitement effectué.
3. Résultats.

Annexe II. — DÉTERMINATION DES COURANTS DE SURFACE PAR UTILISATION DE LA LOCALISATION PRÉCISE AU COURS DES SONDAGES RÉGULIERS ÉTENDUS.

1. Introduction.
2. Principes de la détermination du vecteur courant.
3. Programme.
4. Résultats obtenus.

Annexe III. — RADIOLOCALISATION.

1. Le système de radiolocalisation Decca-HI-FIX.
2. Evaluation de la précision du système Trispondeur-Decca.
3. Evaluation de la précision du système Syledis.
4. Antenne commune à deux réseaux Toran-3G fonctionnant en mode Z.

Annexe IV. — LES BÂTIMENTS HYDROGRAPHIQUES « L'ESPÉRANCE » ET « L'ESTAFETTE ».

- Généralités.
- Caractéristiques principales.
- Propulsion.
- Energie électrique.
- Equipements et locaux spécifiques.
- Drôme.
- Effectifs et locaux d'habitation.
- Observations diverses.

Annexe V. — LES CHASSEURS DE MINES ET L'HYDROGRAPHIE.

Annexe VI. — AMERS ET POINTS REPÉRÉS.

1. Amers aux abords de Concarneau et des îles de Glénan.
2. Points repérés aux abords de Concarneau et des îles de Glénan.
3. Amers aux abords de Douarnenez, de Sein et du raz de Sein.
4. Points repérés aux abords de Douarnenez, de Sein et du raz de Sein.
5. Amers aux abords de Brest.
6. Points repérés aux abords de Brest.
7. Amers entre Dieppe et le cap Gris-Nez.
8. Amers entre le cap Gris-Nez et Dunkerque.
9. Points repérés entre le cap Gris-Nez et Dunkerque.

CHAPITRE I

GÉNÉRALITÉS

I.1. Organisation générale.

La Mission Hydrographique de l'Atlantique (M.H.A.) comportait un élément naval, initialement de quatre, puis de trois bâtiments hydrographiques. L'organisation générale de la Mission n'était pas très différente de celle décrite par mes prédécesseurs (*).

Quelques points peuvent cependant être soulignés.

Le Directeur embarquait à bord des différents bâtiments hydrographiques chaque fois que cela était possible, et souhaitable pour la bonne conduite de la Mission. Il en a été de même des Ingénieurs affectés à la Mission ou en stage. De sorte que les relations avec les commandants et officiers des bâtiments furent suivies et aisées.

Les officiers-marinières hydrographes de la M.H.A. étaient répartis en équipes affectées aux bâtiments. Un bâtiment donné recevait toujours la même équipe (ou fraction d'équipe). Cette disposition facilitait les relations entre le personnel des bords et les officiers-marinières hydrographes.

Une partie de la rédaction des travaux était faite à bord (construction de la sonde côtière, dépouillement des bandes de sonde). Le reste était traité à la base de Toulbroc'h. A noter que la proximité de l'Établissement Principal du Service Hydrographique a grandement facilité le traitement des observations pour lequel le concours de son centre de calcul était précieux, pour ne pas dire indispensable, si l'on considère le volume des données traitées.

Conformément aux nouveaux textes relatifs à l'organisation des missions, le Directeur de Mission exerçait les fonctions de chef de corps pour les officiers-marinières hydrographes. Les quelques servitudes supplémentaires qu'entraînent ces fonctions sont largement compensées par la clarté que crée cette formule dans les rapports entre le Directeur et les officiers-marinières hydrographes d'une part, et les rapports entre le Directeur et les commandants des bâtiments ou de la base d'autre part.

I.2. Personnel.

L'Ingénieur en Chef de l'Armement (Hydrographe) Pasquay, Directeur de la Mission était assisté par un ou deux ingénieurs adjoints :

(*) *Annales Hydrographiques*, 5^e Série, Tome I, 1 (année 1973, I.C.A. Roubertou).

Annales Hydrographiques, 5^e Série, Tome III, 1 (année 1975, I.C.A. Demerliac).

— M. Revel, Ingénieur Principal de l'Armement (Hydrographe) jusqu'en juillet 1972.

— M. Souquière, Ingénieur de l'Armement (Hydrographe) à partir de juillet 1972 jusqu'en septembre 1974.

— M. Guyon, Lieutenant de Vaisseau, à partir de septembre 1972 jusqu'en février 1974.

Les bâtiments hydrographiques suivants ont été commandés par les officiers dont les noms suivent :

— *L'Espérance* :

Lieutenant de Vaisseau Roussille jusqu'au 11 août 1972.

Lieutenant de Vaisseau Perrier du 12 août 1972 au 24 juin 1974.

Lieutenant de Vaisseau Guillou à partir du 25 juin 1974.

— *L'Estatette* :

Lieutenant de Vaisseau, puis Capitaine de Corvette Cochevelou jusqu'au 20 août 1973.

Lieutenant de Vaisseau Beauvois à partir du 21 août 1973.

— *La Découverte* :

Lieutenant de Vaisseau Monaque jusqu'au 27 juillet 1972.

Lieutenant de Vaisseau Dalibot à partir du 28 juillet 1972.

— *L'Astrolabe* :

Officier des Equipages Benoit jusqu'au 20 septembre 1973.

Officier des Equipages Corbel à partir du 21 septembre 1973.

La base de la M.H.A., située à Toulbroc'h était commandée par l'Officier Principal des Equipages (Hydrographe) Redon jusqu'en mars 1973, puis par l'Officier des Equipages (Manœuvrier) Thomas.

Un certain nombre d'officiers de réserve de la branche scientifique, ont été affectés à la base de la M.H.A., directement à la disposition du Directeur de Mission. Il s'agit de MM. Haussy, Cariou, Delacourt, Forestier, Lebras et Durgeat. De plus, la Mission Océanographique de l'Atlantique (M.O.A.) mit à notre disposition M. Vatry en remplacement de M. Forestier, qui ne fit qu'une courte affectation. Ce personnel participa à des degrés divers à la surveillance et au dépannage des stations de radio-navigation, au traitement des données recueillies à la mer, et à quelques missions à la mer ou à terre.

Le plan d'armement de la M.H.A. comportait initialement 20 officiers-marinières (17 à partir de mars 1974). L'effectif réel, assez variable, a été constamment supérieur au plan d'armement : il a été de 31 dans les périodes fastes et n'a jamais été inférieur à 25. L'armement des bâtiments en personnel hydrographe n'absorbant pas la totalité de l'effectif, il était possible de maintenir constamment un échelon, de composition variable, à la base pour la rédaction des travaux. Cette situation favorable nous permit d'absorber progressivement l'important retard qu'accusait la rédaction en mai 1972.

Les équipes à terre chargées du radioguidage, de la triangulation, de la topographie et de l'implantation de marégraphe étaient aussi réduites que possible, dans un souci d'économie de personnel et de frais de déplacement.

Pour l'entretien et l'exploitation de ses chaînes de radiolocalisation, la Mission disposait de M. de Kerpoisson, Ingénieur contractuel des Constructions Navales et de M. Moal, technicien à statut ouvrier. L'achèvement en 1973 du levé des atterrages de Brest ne rendait plus indispensable la présence de deux spécialistes. La constitution d'un détachement de radiolocalisation à longue portée (matériel de la chaîne Toran-3G) fut décidée. Dans ces conditions, M. Moal fut détaché pour emploi à la Mission Océanographique de Méditerranée, à partir d'avril 1974, pour l'installation, la surveillance et l'entretien d'un réseau Toran-3G sur les côtes méditerranéennes.

1.3. Moyens à terre et moyens de transport.

L'aspect de la base de Toulbroc'h s'est progressivement amélioré selon les possibilités de crédit et les initiatives des commandants. On peut estimer que si les locaux ne correspondaient pas encore aux normes nouvelles en 1974, le logement est devenu décent et les installations sanitaires presque convenables.

A noter qu'il fut question, pendant l'été 1972, de mettre à notre disposition une partie du Dépôt des Equipages de Brest, la base de Toulbroc'h recevant une autre affectation. En définitive, cette solution coûteuse, qui n'apportait pas d'amélioration pour la Mission, n'a pas été retenue.

Véhicules.

Les véhicules de la Mission étaient dans l'ensemble en bon état, mais la composition du parc n'était pas satisfaisante. La Mission disposait jusqu'en 1973, en particulier, de trois camions. Faute de véhicules légers en nombre suffisant, elle employait ces camions dans des conditions où les premiers auraient fait l'affaire. On mit fin à ce gaspillage en remplaçant deux camions par des véhicules plus légers.

Le plan d'armement fut en définitive le suivant :
 — 4 voitures de liaison (Break Peugeot 404).
 — 4 camionnettes (3 citroën HY - 1 Peugeot 404 C).
 — 1 camion (Saviem 4 × 4).

Moyens aériens.

Pour les dépannages et interventions diverses sur les stations de radiolocalisation implantées en Irlande et en Grande-Bretagne, nous fîmes appel, comme les années précédentes, aux moyens de transport de l'Aéronavale. La Marine avait obtenu, pour les deux pays, une autorisation permanente de survol. Les délais d'interventions étaient, de ce fait, ramenée à 24 heures.

1.4. Moyens flottants.

En mai 1972 le groupe des bâtiments de la M.H.A. comportait 4 navires : *La Découverte*, *L'Espérance*, *L'Estafette* et *l'Astrolabe*.

— *L'Estafette* effectua sa première sortie pour travaux hydrographiques à la fin du mois de mai 1972. A cette époque, les travaux de refonte du bâtiment étaient loin d'être achevés : la grosse difficulté rencontrée étant la mise au point de la centrale hydraulique et de la grue. Cette mise au point s'annonçant comme longue et délicate nous décidâmes l'emploi du bâtiment, sans plus attendre, en sondage au large (atterrages de Brest), sondages au cours desquels la mise à l'eau des embarcations hydrographiques n'était pas nécessaire. Le bâtiment eut, de ce fait, une activité hydrographique non continue; de fréquentes indisponibilités au port pour l'achèvement des travaux de refonte, coupèrent le rythme du travail à la mer. Après une longue indisponibilité de novembre 1972 à avril 1973, la mise au point de la centrale hydraulique fut enfin achevée et le bâtiment devint entièrement opérationnel en mai 1973.

Le bâtiment quitta Brest à destination du Pacifique en février 1974 pour être d'abord affecté à la Mission Hydrographique de Polynésie, puis à la Mission Océanographique du Pacifique.

— *L'Espérance*, intégrée au groupe des bâtiments de la Mission depuis décembre 1971 devait subir, au cours de l'hivernage 1972-1973, une dernière phase de refonte pour disposer d'une centrale hydraulique, d'une grue (pour la mise à l'eau des vedettes hydrographiques) d'un portique et d'un treuil lourd (pour la mise à l'eau d'un Sonal) ainsi que de locaux spécifiques. La description de ce bâtiment après refonte est donnée en Annexe IV. Elle est, à quelques détails près, celle de *L'Estafette*.

En 1972, le bâtiment participa principalement aux travaux de sondage des atterrages de Brest. A cette période d'intense activité succéda une très longue période d'indisponibilité pour refonte, de novembre 1972 à juin 1973. Bien que la mise au point de la centrale hydraulique et de la grue n'eut pas été achevée, en juin 1973, le bâtiment participa en juin-juillet 1973 aux travaux hydrographiques. Ce n'est qu'en septembre 1973 que l'installation hydraulique fut enfin au point. Le bâtiment reprit alors une activité intense en Manche Est et dans le Pas-de-Calais.

— *La Découverte*, bâtiment vétuste, a rendu d'excellents services, que ce soit en sondages au large ou en sondages côtiers. Sa vitesse réduite et sa grosse consommation en combustibles ne lui donnaient cependant pas une autonomie et des possibilités de rendement en sondages au large, comparables à celles de *L'Espérance*. La condamnation du bâtiment était prévue pour le début de l'année 1973. Mais il fut maintenu en service jusqu'à l'automne 1974, dans de bonnes conditions de rendement.

— *L'Astrolabe* a été décrite sommairement dans le rapport de mission de M. Demerliac (*). Mentionnons une modification obtenue en 1973 : la salle à manger des officiers-mariniers a été agrandie, ce qui a permis d'améliorer la vie à bord pour ce personnel.

Le principal défaut de ce bâtiment est sa capacité de logement insuffisante. Le plan d'armement du bâtiment proprement dit comporte un personnel relativement nombreux. Ce personnel permanent, une fois logé, il ne reste qu'une place insuffisante pour le personnel hydrographe. Une bonne partie des hydrographes utilisaient la salle de dessin comme dortoir.

1.5. Sondeurs.

Un judicieux effort d'acquisition de sondeurs Atlas-Deso-10 a été entrepris au cours des dernières années pour équiper les bâtiments et leurs embarcations.

(*) *Annales Hydrographiques*, 5^e Série, Tome III, 1 (année 1975, I.C.A. Demerliac).

Les sondeurs Hugues MS 26 F et G sont ainsi progressivement remplacés par des sondeurs à la fois plus précis et plus fiables.

La situation décrite ci-dessous est relative à l'année 1974. *L'Espérance* était équipée des sondeurs Atlas-Deso-10 et Elac-Deneb. Ses embarcations étaient équipées de sondeurs Hugues.

L'Estafette était équipée des sondeurs Atlas-Deso-10 et Elac-Deneb. Ses embarcations reçurent, avant le départ du bâtiment vers le Pacifique, des sondeurs Atlas-Deso-10.

L'Astrolabe, ainsi que ses embarcations, était dotée de sondeurs Atlas-Deso-10.

La Découverte, outre sa dotation d'origine (Elac-Castor, Elac-Arcturus et Edo) possédait un sondeur Atlas-Deso-10, qui fut le seul employé en fait. Ses embarcations comportaient des sondeurs Hugues.

1.6. Liaisons radio.

Pour les liaisons techniques entre bâtiments hydrographes, ou entre les bâtiments et la base de Toulbroc'h, les émetteurs-récepteurs TRMM-3A, type BLU, rendirent d'appréciables services. L'année 1973 vit la disparition des regrettés postes portatifs SCR 300. Leur remplacement par des postes ANPRC-10, dernier modèle, permit en définitive d'avoir des liaisons de qualité comparable aux liaisons sur SCR 300.

A partir de 1973, l'introduction progressive des postes TRPP-13 marqua un progrès par rapport à tout le matériel portatif antérieur. Dans ce nouveau matériel, le délicat et ancien problème de l'accord en continu entre postes est résolu par le choix d'une gamme discontinue. Le gain de portée et de « lisibilité » par rapport à l'ANPRC-10 est important.

CHAPITRE II

RADIOLOCALISATION

II.1. Généralités.

La Mission disposait de matériel de radiolocalisation Toran-3D (depuis 1966) et Toran-3G (depuis 1968). Dans son rapport, l'Ingénieur en Chef de l'Armement Roubertou (*) donne des indications très complètes sur ces matériels et leur utilisation. On parlera ici des configurations des chaînes Toran-3D et 3G employées en 1972-1973-1974.

En 1973 la Mission fit connaissance avec le matériel Toran-P-10 (récepteurs et émetteurs). La même

(*) *Annales Hydrographiques*, 5^e Série, Tome I, 1 (année 1973, I.C.A. Roubertou).

année nous utilisâmes pour la première fois du matériel de radiolocalisation Decca-Hi-FIX, à l'occasion du levé franco-britannique en Manche Est. Enfin, la Mission fut amenée à se servir de chaînes Toran de radiolocalisation dont elle n'avait pas la charge : chaîne Toran-P-10 de l'Iroise, chaîne Toran de la baie de Seine, chaîne Toran de Dunkerque.

II.2. Chaîne Toran-3G.

II.2.1. Configuration et caractéristique de la chaîne Toran-3G en 1972.

Elles sont données dans les tableaux qui suivent :

Réseau 1	Émetteur Nord	Émetteur Sud	Référence
Nom	Browhead (Irlande)	Woolpack (Scilly)	Guisseny (Finistère)
Position Euro - 50	51° 27' , 35 502 N 9° 45' , 43 252 W	49° 54' , 65 903 N 6° 19' , 19 265 W	48° 38' , 21 907 N 4° 27' , 27 988 W
Position Mercator (*)	x = 393 . 209, 35 y = 492 . 985, 13	x = 651 . 009, 14 y = 310 . 584, 27	x = 790 . 900, 15 y = 164 . 544, 22
Fréquence	1977, 500 khz	1977, 580 khz	1778, 000 khz

Réseau 2	Émetteur Nord	Émetteur Sud	Référence
Nom	Blackhead (G.B.)	Kelerdut (Finistère)	Mengam
Position Euro - 50	50° 00' , 90 565 N 5° 06' , 83 203 W	48° 38' , 20 898 N 4° 32' , 47 557 W	48° 20' , 87 746 N 4° 35' , 39 135 W
Position Mercator (*)	x = 741 . 459, 96 y = 322 . 688, 54	x = 748 . 405, 54 y = 164 . 525, 25	x = 780 . 760, 81 y = 131 . 931, 79
Fréquence	1760, 500 khz	1760, 580 khz	1988, 000 khz

(*) Nota : Pour la définition de la projection de Mercator utilisée, on se reportera aux *Annales Hydrographiques*, 5^{ème} Série, Tome I, 1, page 24 (I.C.A. Roubertou, 1973).

Réseau 3	Émetteur Nord	Émetteur Sud	Référence
Nom	Kerlouan (Finistère)	Tronoën (Finistère)	Toulbroc'h
Position Euro - 50	48° 40' , 54 473 N 4° 21' , 12 768 W	47° 51' , 04 680 N 4° 20' , 76 952 W	48° 20' , 72 012 N 4° 37' , 50 808 W
Position Mercator	x = 798 . 590, 40 y = 168 . 932, 08	x = 799 . 044, 35 y = 76 . 265, 07	x = 778 . 114, 90 y = 131 . 636, 75
Fréquence	1902, 000 khz	1902, 080 khz	1735, 000 khz

La planche 1 donne un schéma de l'implantation des stations.

La chaîne était équipée d'un système de lever d'ambiguïté à commutation de fréquence (première et deuxième fréquence de lever d'ambiguïté). Les différences de mesures de phase sur la fondamentale (F) d'une part, l'une et l'autre des deux fréquences LA 1 et LA 2 de lever d'ambiguïté d'autre part, définissaient deux niveaux de lever d'ambiguïté.

Les fréquences de lever d'ambiguïté étaient les suivantes :

$$LA\ 1 = 1\ 690,5\ \text{khz}, \quad LA\ 2 = 2\ 033\ \text{khz}$$

Le cycle d'émissions successives était le suivant :

$$F\ (10s),\ LA1\ (10s),\ F\ (10s),\ LA2\ (10s),\ F\ (10s).$$

La commutation des émetteurs foyers des récepteurs (récepteurs mobiles, récepteurs de compensation) est synchronisée par l'apparition d'un signal à 145 hz sur la fréquence de référence. Ceci impose de recevoir la fréquence de référence à proximité immédiate des émetteurs foyers. Le système de lever d'ambiguïté fonctionna de façon satisfaisante.

II.2.2. Etalonnage et contrôle de la chaîne 3 G.

Un étalonnage eût lieu au printemps 1972 par comparaison des phases théoriques correspondant

à des points dont la position était connue au mètre près et des phases observées sur ces points. On utilisa la méthode traditionnelle de la localisation optique d'un bâtiment porteur d'un récepteur. Son inconvénient est de ne pouvoir se faire qu'à proximité immédiate des côtes.

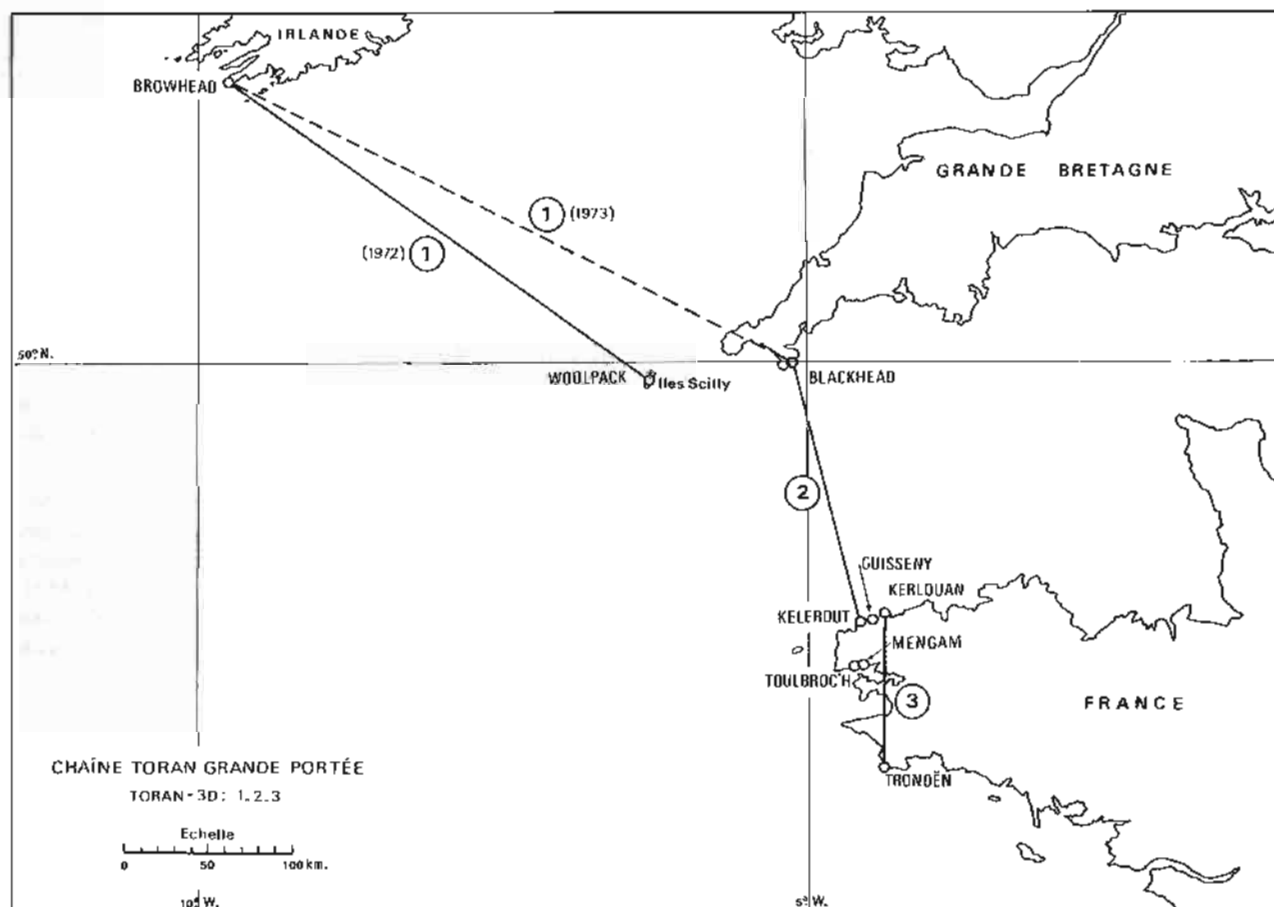
Nous attachâmes la plus grande importance à l'exploitation des lectures des phasemètres à la coupure des lignes d'ombre des réseaux, ce qui permet de vérifier les constantes d'étalonnage adoptées à la suite des opérations précédentes. La précaution à prendre, consiste à ne pas passer trop près de l'émetteur le plus proche, de façon à ce que le rapport des champs reçus des émetteurs foyers Nord et Sud ait une valeur convenable. Il est intéressant de couper une même ligne d'ombre, à diverses distances des émetteurs.

Rappelons que la relation rattachant la phase observée à la phase théorique correspondante s'écrit :

$$\varphi\ \text{théo.} = \varphi\ \text{obs.} + CCR + CTT_N - CTT_S$$

dans laquelle :

- CCR est la constante de calage du réseau.
- CTT_N est la correction du trajet terrestre relative à l'émetteur Nord.
- CTT_S est la correction de trajet terrestre relative à l'émetteur Sud.



PL. 1

Les corrections de trajet terrestre sont obtenues au moyen de la méthode décrite par M. Roubertou. Les phases théoriques sont calculées en utilisant une vitesse de propagation des ondes de 299 680 km/s.

Les coupures successives d'une même ligne d'ombre à diverses époques permettent de vérifier la stabilité des émissions du réseau correspondant. Mais on peut également contrôler en permanence cette stabilité. Dans ce but nous installâmes pendant l'été 1972 un récepteur Toran au Dépôt des Equipages de Brest. Nous y recevions de façon convenable les trois réseaux Toran-3 G et constatâmes que les fluctuations de phase ne dépassaient pas 5 centimètres de tour. Le contrôle quasi-permanent au point fixe ainsi effectué nous rassura sur la stabilité des réseaux pendant nos travaux, et a posteriori sur la stabilité probable des réseaux utilisés par nos prédécesseurs.

II.2.3. Configuration et caractéristiques de la chaîne 3 G en 1973.

Pour permettre l'utilisation du site de Woolpack (îles Scilly) par les hydrographes britanniques, nous étudiâmes une nouvelle configuration de la chaîne Toran-3 G. Il nous parut intéressant, pour éviter de

nouvelles recherches de terrain en Grande-Bretagne, d'utiliser la station d'émission de Blackhead comme point commun aux réseaux 1 et 2. Il s'agissait d'utiliser la même antenne pour 2 émetteurs appartenant à deux réseaux distincts.

Il se posait d'abord un problème de fréquence : la fréquence fondamentale du réseau 1 (1977,5 khz) étant trop proche de la fréquence de référence du réseau 2 (1988 khz), il n'était pas possible de télécommander l'émetteur de Blackhead par l'émetteur du Mengam. On changea donc la fréquence du Mengam qui devint 1886,5 khz.

Il se posait ensuite le problème de l'émission, à partir d'une antenne unique à Blackhead, des fréquences fondamentales des réseaux 1 et 2, en couplant deux émetteurs sur l'antenne d'émission déjà en place. Il fallait enfin pouvoir émettre les fréquences de lever d'ambiguïté. On trouva en Annexe III le principe du système, imaginé en octobre 1972 par les spécialistes de la Mission, réalisé par la société Sercel sur notre demande pendant l'hiver 1972-1973, et satisfaisant aux exigences formulées ci-dessus.

En définitive la configuration fut celle indiquée dans le tableau suivant :

Réseau 1	Émetteur Nord	Émetteur Sud	Référence
Nom	Browhead (Irlande)	Blackhead (G.B.)	Guisseny (Finistère)
Fréquence	1977, 420 khz	1977, 500 khz	1778, 000 khz

Réseau 2	Émetteur Nord	Émetteur Sud	Référence
Nom	Blackhead (G.B.)	Kelerdut (Finistère)	Mengam
Fréquence	1760, 500 khz	1760, 580 khz	1886, 500 khz

Le réseau 3 est identique à celui utilisé en 1972. Les fréquences de lever d'ambiguïté sont les mêmes qu'en 1972.

II.2.4. Etalonnage et contrôle de la chaîne 3 G.

L'étalonnage fut effectué par coupure des lignes d'ombre des réseaux. Le réseau 1 était le seul à avoir changé de géométrie pendant l'hiver 1972-1973. Les emplacements des récepteurs de compensation des réseaux 2 et 3 avaient changé, mais comme nous disposions des enregistrements des phases au Dépôt des Equipages de Brest avant et après ce changement, il était possible d'en déduire les modifications des constantes de calage de ces réseaux (CCR).

L'opération d'étalonnage, effectuée par *L'Estafette*, par coupure des lignes d'ombre porta aussi bien sur les fréquences fondamentales que sur les fréquences de lever d'ambiguïté.

Le contrôle de la stabilité des réseaux fut effectué, pendant l'année 1973, dans les mêmes conditions qu'au cours de l'année précédente.

II.2.5. Destinée de la chaîne Toran-3 G en 1974.

Les réseaux 1 et 2 furent démontés pendant l'automne 1973, et le matériel stocké à Toulbroc'h après révision complète.

Un réseau complet fut mis à la disposition de la Mission Océanographique de Méditerranée, au printemps 1974. Le réseau 3 resta en fonction pendant l'année 1974; il fut utilisé à la fois par la M.H.A. pour son levé en Manche Ouest et par la Mission Océanographique de l'Atlantique pour divers travaux aux abords de Brest.

II.3. Chaîne Toran-3D.

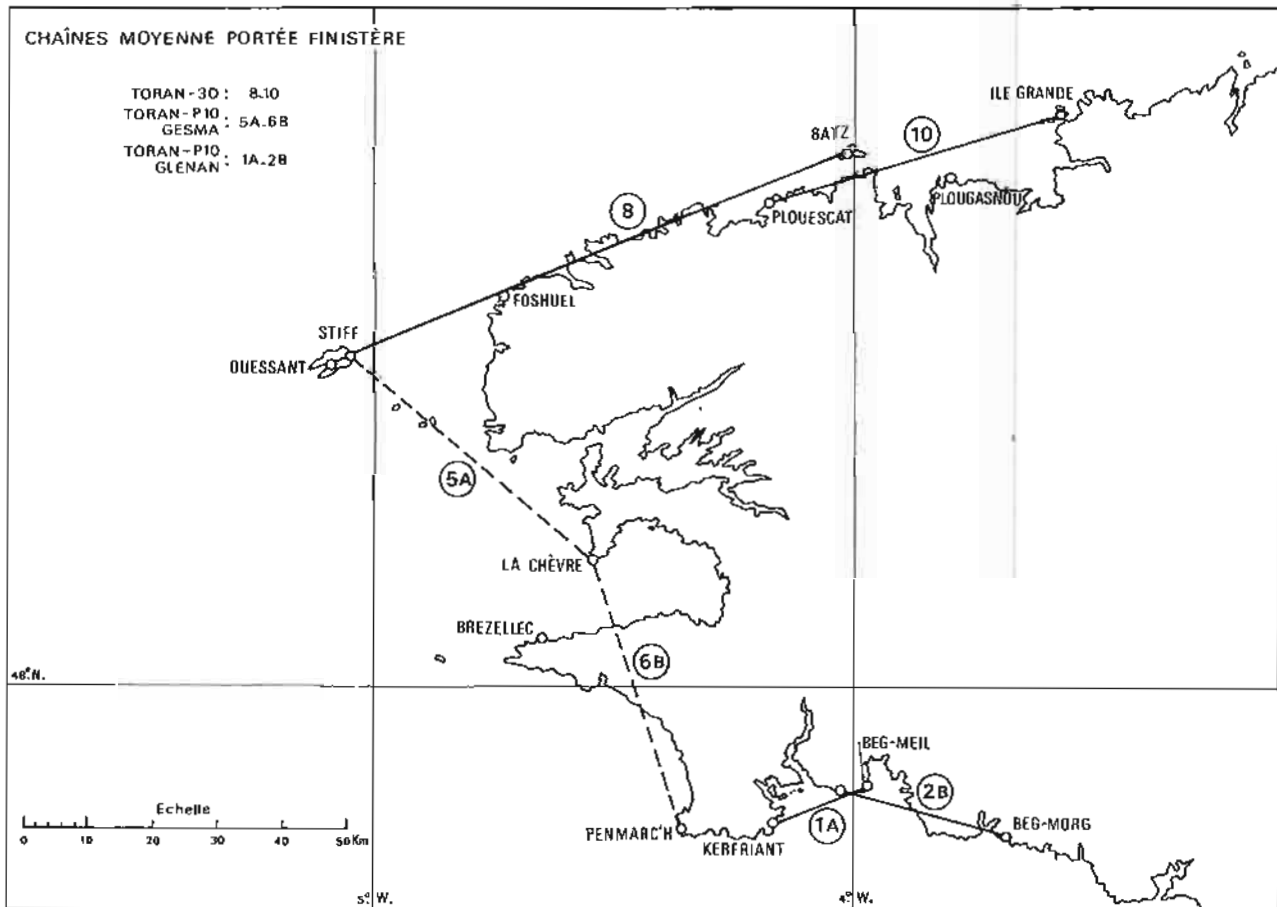
II.3.1. Configuration et caractéristiques de la chaîne 3D en 1972.

La configuration et les caractéristiques de la chaîne sont données dans les tableaux qui suivent :

Réseau 8	Émetteur Nord	Émetteur Sud	Référence
Nom	Ile de Batz	Ouessant	Foshuel
Position Euro - 50	48° 44' 48" , 524 N 4° 02' 17" , 652 W	48° 27' 26" , 500 N 5° 06' 33" , 000 W	48° 33' 04" , 643 N 4° 43' 48" , 569 W
Position (*) Mercator	x = 822 . 132, 25 y = 176 . 985, 91	x = 741 . 812, 46 y = 144 . 254, 38	x = 770 . 238, 35 y = 154 . 854, 95
Fréquence	1851, 000 khz	1851, 080 khz	1665, 500 khz

Réseau 10	Émetteur Nord	Émetteur Sud	Référence
Nom	Ile Grande	Plouescat	Plougasnou
Position Euro - 50	48° 48' 09" , 551 N 3° 34' 58" , 991 W	48° 41' 14" , 482 N 4° 11' 06" , 405 W	48° 42' 45" , 429 N 3° 47' 57" , 598 W
Position (*) Mercator	x = 856 . 271, 02 y = 183 . 322, 26	x = 811 . 116, 56 y = 170 . 247, 11	x = 840 . 050, 04 y = 173 . 109, 46
Fréquence	1922, 000 khz	1922, 080 khz	1788, 000 khz

(*) Nota : Pour la définition de la projection de Mercator utilisée, on se reportera aux *Annales Hydrographiques*, 5^e Série, Tome I, 1, page 24 (I.C.A. Roubertou, 1973).



PL. 2

La planche 2 donne l'implantation des stations.

Remarques :

1) Un 3^e réseau 3D était en place en 1972 (La Chèvre, la Torche, Coumodoc). Il n'a pas servi pour les levés effectués.

2) La chaîne ne comportait pas de lever d'ambiguïté.

II.3.2. Etalonnage et contrôle de la chaîne 3D.

L'étalonnage fut effectué au printemps 1972, par localisation optique (à proximité de la côte Nord du Finistère) d'un bâtiment porteur d'un récepteur Toran. La Mission hydrographique de Dragage compléta ce travail par localisation simultanée de *La Recherche* au moyen du Trident et du Toran. Cette méthode donnait la possibilité de choisir des points d'étalonnage plus au large, dans des zones où un bon épanouissement des hyperboles Toran permettait une détermination des phases à 2 ou 3 cm de tour près, malgré l'imprécision du Trident (position à 5 ou 10 m près).

Le contrôle de la stabilité des réseaux fut assuré par l'enregistrement des phases au point fixe (Dépôt des Equipages de Brest).

II.3.3. Configuration et caractéristiques de la chaîne 3D en 1973-1974.

La seule modification, effectuée pendant l'hiver 1972-1973, fut le changement de la fréquence de

référence de Foshuel, qui devint 1 700 khz. La géométrie des réseaux 8 et 10 fut la même de 1972 à 1974.

II.4. Chaîne Toran-P-10 de l'Iroise (Chaîne GESMA).

Le Groupe d'Etudes Sous-Marines de l'Atlantique (GESMA) avait acheté à la fin de l'année 1972 un ensemble de radiolocalisation Toran-P-10 pour ses besoins propres. Nous apportâmes divers concours à cet organisme qui, en retour, se montra très coopératif. Nous conseillâmes la GESMA pour le choix des implantations des émetteurs ainsi que celui des fréquences. La Mission détermina les positions des antennes des émetteurs (janvier 1973) et effectua l'étalonnage de la chaîne.

II.4.1. Configuration et caractéristiques de la chaîne Toran-P-10 de l'Iroise.

La configuration et les caractéristiques de la chaîne de l'Iroise sont indiquées dans les tableaux qui suivent :

Réseau 5A	Émetteur Nord	Émetteur Sud	Référence
Nom	Le Stiff	La Chèvre	Brezellec
Coordonnées Lambert II	x = 54 . 004, 72 y = 411 . 762, 58	x = 88 . 092, 41 y = 374 . 773, 60	x = 78 . 750, 00 y = 364 . 400, 00
Fréquence	1624, 920 khz	1625, 000 khz	1857, 000 khz

Réseau 6B	Émetteur Nord	Émetteur Sud	Référence
Nom	La Chèvre	Penmarc'h	Brezellec
Coordonnées Lambert II		x = 97 . 795, 23 y = 332 . 343, 39	
Fréquence	1625, 000 khz	1625, 200 khz	1857, 000 khz

La chaîne fonctionnait en mode V avec un émetteur foyer commun à la Chèvre.

La planche 2 donne l'implantation des émetteurs.

II.4.2. Etalonnage et contrôle de la chaîne.

L'étalonnage eut lieu en avril et mai 1973, par visées de terre d'un bâtiment muni d'un récepteur Toran. Il y eut 20 stations à la mer, comportant chacune une série de 5 mesures indépendantes.

Les stations se répartissent entre la pointe Saint-Mathieu et l'île de Sein, et entre cette dernière et le cap de la Chèvre. Les prolongements Nord et Sud des 2 lignes de base des réseaux furent coupés.

L'ensemble des observations fut très cohérent. L'on dressa, à l'intention du GESMA, une carte des corrections de trajet terrestre (CTT) par secteur.

Le contrôle de la stabilité des réseaux par coupure des lignes d'ombre (prolongements des lignes de base) pendant la période du levé des abords du raz de Sein et de Sein fut très fréquent. Si un écart significatif (plus de 5 centièmes de tour) par rapport aux valeurs observées aux coupures des lignes d'ombre lors de la séance d'étalonnage était constaté, on adoptait une constante de calage (CCR) nouvelle qui tenait compte de cet écart. On a pu effectivement constater une dérive lente ne dépassant toutefois pas 10 centièmes de tour.

II.5. Chaîne Toran-P-10 de la région des îles de Glénan.

Au printemps 1973, la Mission reçut une chaîne de radiolocalisation Toran-P-10 et un récepteur type P. Dès que nous fûmes avisés de l'acquisition de ce matériel, nous fîmes une demande de modification de nos récepteurs Toran type E pour leur permettre de recevoir et d'exploiter les signaux en provenance d'une chaîne fonctionnant en mode V ou X (cas de

la chaîne Toran-P-10). Ce matériel récent n'avait jamais été utilisé par une mission hydrographique. En raison de l'expérience qu'avaient nos techniciens des matériels Toran précédents, un court stage à la Société Sercel leur suffit pour la mise en route du matériel.

II.5.1. Configuration et caractéristiques de la chaîne P-10 des îles de Glénan.

Nous installâmes en mars 1973, la chaîne dont les caractéristiques sont données dans les tableaux qui suivent :

Réseau 1A	Émetteur Nord	Émetteur Sud	Référence
Nom	Beg - Meil	Kerfriant	Mousterlin
Coordonnées Lambert II	x = 128 . 133, 82 y = 336 . 243, 18	x = 112 . 689, 79 y = 331 . 991, 26	x = 123 . 360, 57 y = 335 . 640, 45
Fréquence	1988, 000 khz	1988, 080 khz	1714,500 khz

Réseau 2B	Émetteur Nord	Émetteur Sud	Référence
Nom	Mousterlin	Beg - Morg	Kerfriant
Coordonnées Lambert II	x = 123 . 360, 57 y = 335 . 640, 45	x = 149 . 374, 38 y = 325 . 936, 88	x = 112 . 689, 79 y = 331 . 991, 26
Fréquence	1714, 500 khz	1714, 700 khz	1988, 080 khz

La chaîne fonctionnait en mode X.

Choix des sites :

On a choisi des sites en bordure de mer, bien dégagés dans un rayon de 50 m, en veillant en particulier à l'absence de masque dans la direction utile du rayonnement.

Principales caractéristiques communes aux installations :

Le coffret de l'émetteur était placé au pied de l'antenne, sans protection particulière. La distance séparant le récepteur de compensation de l'émetteur associé était de 50 m. Cette distance est suffisante, car l'écart entre les fréquences émises et reçues est supérieur à 250 khz.

En ce qui concerne l'alimentation, nous utilisons deux solutions :

- l'alimentation classique avec batteries de faible capacité en tampon et un chargeur. Les batteries étaient disposées à côté de l'émetteur, le chargeur à une cinquantaine de mètres de celles-ci;
- l'alimentation à partir de batteries à l'eau de mer (Cipel 3 084).

II.5.2. Etalonnage et contrôle de la chaîne.

L'étalonnage eut lieu en avril 1973, par visées de terre du bâtiment porteur d'un récepteur Toran. Il y eut dix stations à la mer comportant chacune une

série de cinq mesures indépendantes. On exploita également les valeurs indiquées par les phasemètres à la coupure des lignes d'ombre.

On contrôla la stabilité des réseaux en coupant fréquemment les lignes d'ombre pendant la période du levé des abords de Concarneau et des îles de Glénan. Cette stabilité fut satisfaisante : l'écart entre les valeurs extrêmes observées était de 10 centièmes de tour pour l'un des réseaux et de 6 centièmes pour l'autre.

II.5.3. Utilisation du matériel Toran-P-10.

Le récepteur type P.

Le récepteur digitalisé type P permet la réception de cinq chaînes Toran, mode X ou mode V, par simple commutation. Lorsque le récepteur type P est équipé d'un additif type CZD, il permet de recevoir cinq réseaux Toran, mode Z. A bord des bâtiments, le récepteur type P était alimenté en 24 volts continus, à partir de batteries indépendantes.

Les indications du récepteur type P ont été comparées aux indications d'un récepteur type E, installé à bord du bâtiment et relié à la même antenne. On a constaté que l'accrochage des réseaux était difficile sur le récepteur type P, lorsque la fréquence de battement était incorrecte, alors que le récepteur type E était plus « tolérant ». On a observé un décalage de 2 à 3 centièmes de tour entre les

réponses des deux récepteurs sur le prolongement des lignes de base, c'est-à-dire vraisemblablement lorsque le taux de modulation du signal reçu était très faible.

Utilisation à bord d'une vedette hydrographique.

L'utilisation du récepteur type P à bord des vedettes hydrographiques a nécessité, outre l'installation de diverses fixations, la pose d'une plaque de masse en cuivre sur la coque, à l'aplomb de l'antenne de réception. Le récepteur est très sensible aux émissions V.H.F.

Les récepteurs portatifs ANPRC-10 et TRPP-8 utilisés à bord de la vedette perturbaient le récepteur Toran-P-10 en provoquant des « sauts d'hyperbole ». Le système de charge (génératrice et conjoncteur disjoncteur) à bord des vedettes n'est pas satisfaisant et provoque des décrochages fréquents.

Pour suivre un profil à phase constante, l'homme de barre dispose d'un « indicateur droite-gauche ». Malgré les boîtes de protection confectionnées par la Mission pour protéger cet indicateur, on constate que ce matériel résiste mal aux conditions d'utilisation à bord d'une vedette.

L'absence d'enregistrement analogique graphique associé au récepteur est gênante pour la conser-

vation des phases à bord de la vedette. Les nombreux décrochages font perdre beaucoup de temps. Le calage initial et la vérification du calage du récepteur sont faits au départ du bord et au retour à bord par comparaison avec les indications du récepteur type E installé à la passerelle.

II.6. Chaîne Toran de la baie de Seine.

Pour le levé d'une zone d'accès au futur terminal pétrolier d'Antifer, on se servit en 1974 de la chaîne Toran couvrant la baie de Seine et appartenant au Port Automne du Havre. La Mission avait déjà eu l'occasion de s'intéresser à cette chaîne et à son mode d'utilisation en 1973. Le fonctionnement de la chaîne, à cette époque, n'était pas entièrement satisfaisant. Nous demandâmes au Port Autonome de remédier à cette situation, de sorte que la chaîne fonctionna convenablement en 1974.

II.6.1. Configuration et caractéristiques de la chaîne Toran de la baie de Seine.

La configuration et les caractéristiques de cette chaîne sont données dans les tableaux suivants :

Réseau (A)	Émetteur Nord	Émetteur Sud	Référence
Nom	Gatteville	Ouistreham	Antifer
Coordonnées Lambert I	x = 340 . 231, 40 y = 228 . 068, 30	x = 412 . 014, 71 y = 178 . 755, 71	
Fréquence	1884, 000 khz	1884, 080 khz	1816, 000 khz

Réseau (B)	Émetteur Nord	Émetteur Sud	Référence
Nom	Antifer	Ver - sur - Mer	Gatteville
Coordonnées Lambert I	x = 443 . 362, 15 y = 222 . 671, 13	x = 392 . 565, 01 y = 186 . 164, 57	
Fréquence	1816, 000 khz	1816, 200 khz	1884, 000 khz

La chaîne fonctionnait en mode X.

La planche 3 donne l'implantation des émetteurs.

II.6.2. Etalonnage et contrôle de la chaîne Toran.

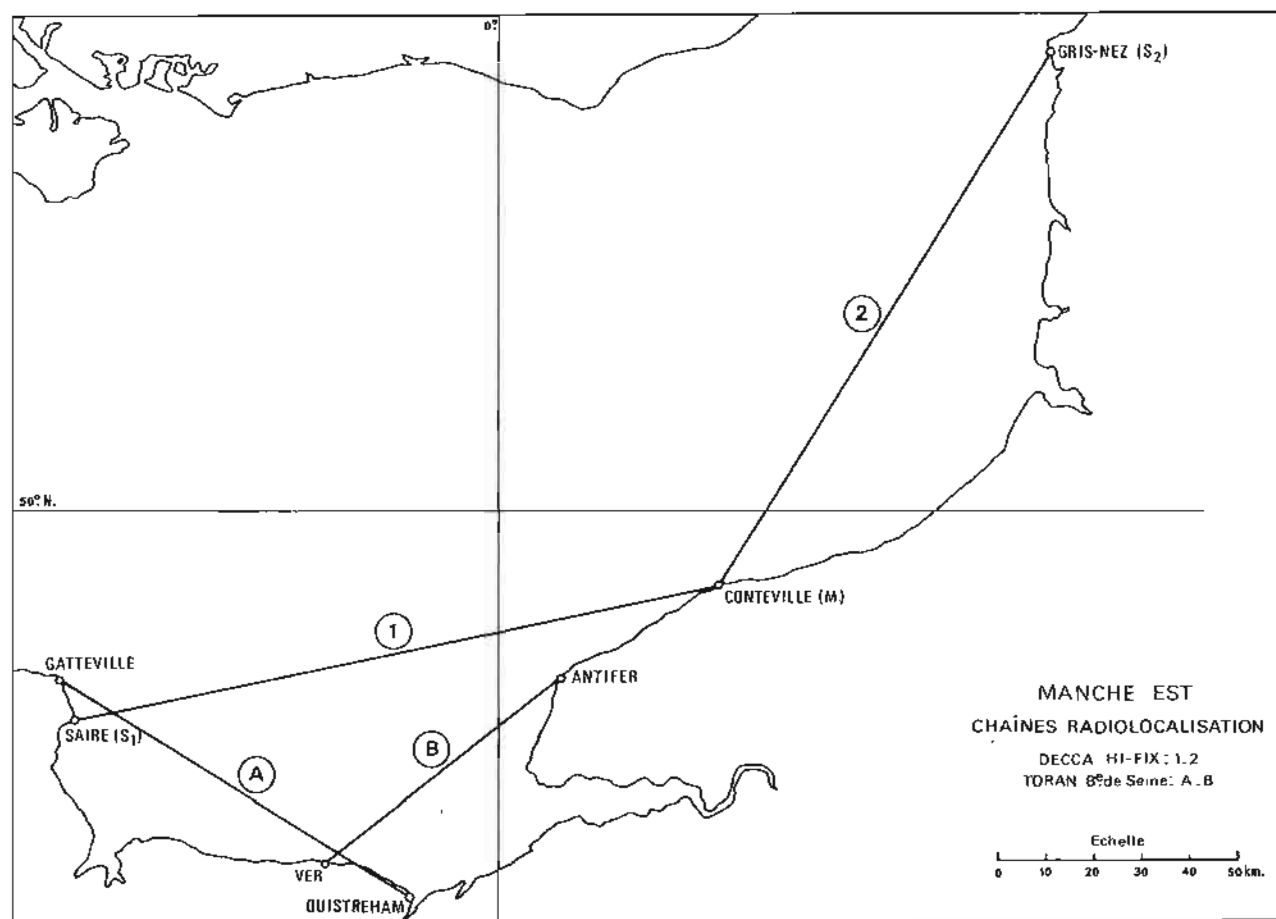
La Mission n'a pas effectué d'opérations d'étalonnage. Nous nous sommes servis des résultats de l'étalonnage effectué en 1973, résultats dont l'examen critique avait été fait à cette époque par notre adjoint.

Toutefois, le Port Autonome du Havre ayant repris en 1974 un certain nombre de points défectueux dans l'installation de la chaîne, il s'agissait de savoir, avant le démarrage de notre levé, si les constantes de calage des réseaux avaient changé. Nous

évaluâmes ces modifications en revenant en 1974 en un point bien déterminé en lequel des observations avaient été faites en 1973 (Echelle de l'accès au musoir de la digue Sud du Havre). De plus le bâtiment notait les valeurs lues aux phasemètres lorsqu'en passant à proximité du feu de la digue Sud, il relevait cet amer dans les directions des hyperboles Toran passant par l'amer. Les valeurs observées en coupant les lignes d'ombre Nord des deux réseaux participèrent également à la détermination des nouvelles CCR des réseaux.

Particularité de l'émetteur de Ouistreham :

Le parcours terrestre entre cet émetteur et le récepteur de compensation (référence) qui lui est



PL. 3

associé est de longueur variable suivant l'heure de la marée.

Il en résulte une certaine instabilité du réseau :
— insensible dans la région située à l'Est du méridien de Ouistreham, car les parcours terrestres variables se trouvent presque semblables entre l'émetteur et le récepteur mobile d'une part et l'émetteur et le récepteur de compensation d'autre part. Ce dernier joue alors pleinement son rôle.

— voisin de 3 centimètres de tour dans la partie du levé situé à l'Ouest du méridien d'Ouistreham ;
— qui peut atteindre 6 centimètres pour les régions situées encore plus à l'Ouest.

Le calcul des CTT tient compte de la valeur moyenne des parcours terrestres variables intervenant sur le trajet émetteur-récepteur de compensation.

II.7. Chaîne Toran du Port Autonome de Dunkerque.

Le Port Autonome de Dunkerque dispose d'une chaîne Toran fonctionnant en mode V, et que nous eûmes l'occasion d'utiliser concurremment avec la chaîne Decca-HI-FIX - South Rijnmond lors de notre levé en mer du Nord, et plus spécialement au cours du levé entre Calais et Gravelines.

II.7.1. Configuration et caractéristiques de la chaîne Toran.

La configuration et les caractéristiques de cette chaîne sont données dans les tableaux suivants :

Réseau (A)	Émetteur Nord	Émetteur Sud	Référence
Nom	Bray - Dunes	Bourbourg	Clipon
Coordonnées Lambert I	x = 614 . 544, 03 y = 376 . 658, 69	x = 590 . 122, 98 y = 361 . 564, 23	
Fréquence	1990, 080 khz	1990, 000 khz	1825, 000 khz

Réseau (B)	Émetteur Nord	Émetteur Sud	Référence
Nom	Bourbourg	Calais	Clipon
Coordonnées Lambert I		x = 565 . 122,94 y = 363 . 717,69	
Fréquence	1990,000 khz	1990,200 khz	1825,000 khz

On remarquera que le foyer Sud du réseau (A) fonctionne à une fréquence inférieure à la fréquence du foyer Nord, contrairement aux conventions habituelles. De sorte que les numéros des hyperboles de ce réseau vont croissant du foyer Sud au foyer Nord.

La planche 4 donne l'implantation des émetteurs.

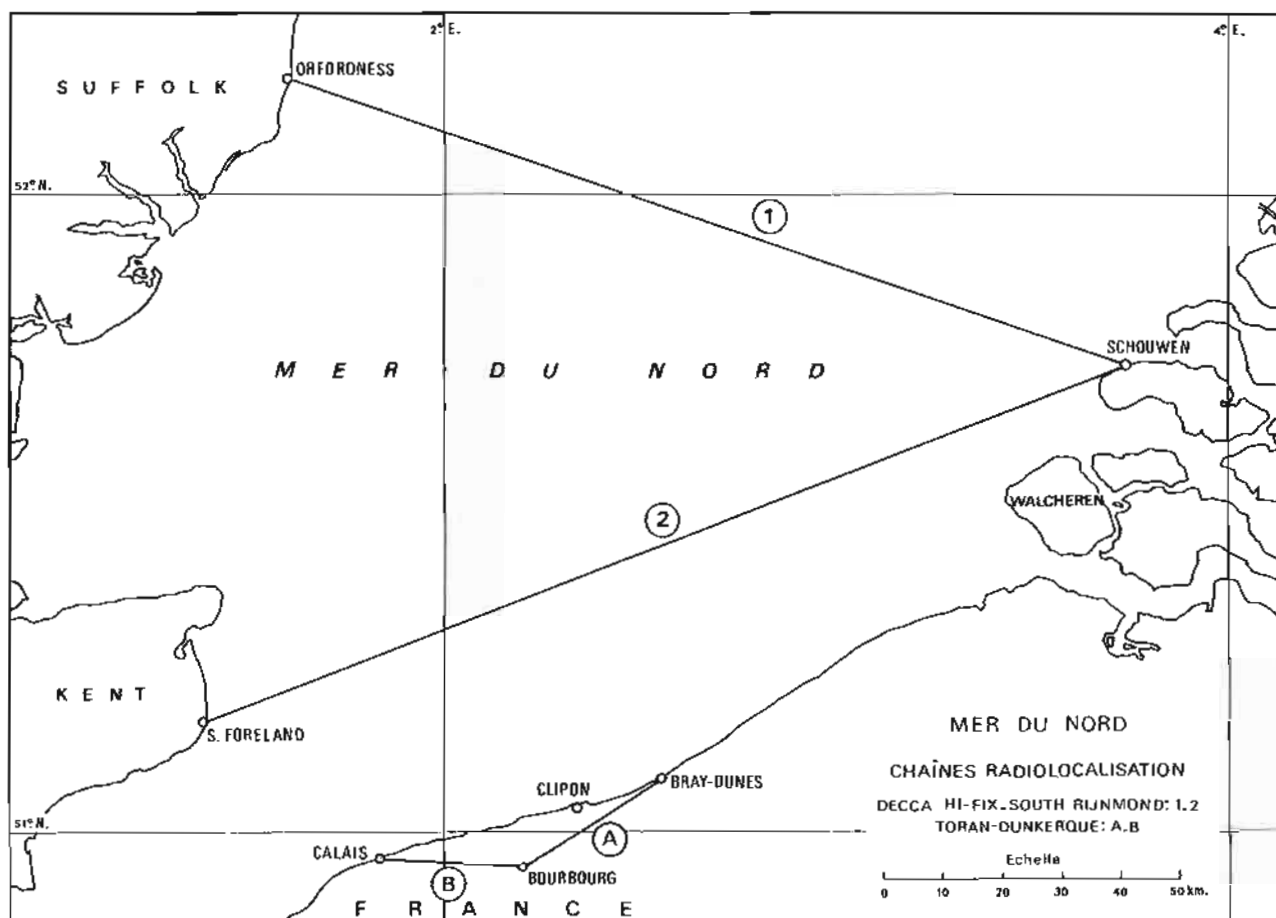
II.7.2. Etalonnage et contrôle de la chaîne.

La Mission étalonna cette chaîne en même temps que la chaîne Decca-HI-FIX-South Rijnmond en avril 1974. L'Espérance, porteuse de deux récepteurs (Toran et Decca-HI-FIX), était visée de terre. Le bâtiment stoppa successivement en 13 points de station, chaque station comportant une série d'au moins 5 mesures indépendantes sur chacune des deux chaînes. Les stations sont réparties entre le cap Gris-Nez et Gravelines.

Le seul contrôle de stabilité de la chaîne qui ait pu être effectué ne concernait que le réseau B. On coupa très fréquemment le prolongement Ouest de la ligne de base du réseau B. Entre les valeurs Toran observées au printemps et celles de l'été on constate une variation dépassant légèrement 10 centièmes de tour. On tint compte de ce décalage pour la rédaction des travaux.

II.8. Chaîne Decca HI-FIX de la Manche Est.

Cette chaîne fut implantée en France, à l'initiative du Service Hydrographique Britannique, pour les besoins du levé franco-britannique en Manche Est. Les positions des antennes des émetteurs ont été



PL. 4

déterminées par les Britanniques. Le fonctionnement de la chaîne débuta en septembre 1973. Les stations furent armées par du personnel de la maison Decca avec lequel nous étions en liaison radio. Nous eûmes d'ailleurs l'occasion de faire appel à ce personnel pour le dépannage de notre récepteur HI-FIX à bord de *L'Espérance*, récepteur qui nous était prêté par la Royal Navy. La chaîne fonctionna en

permanence de septembre 1973 jusqu'au 20 novembre 1973. Elle fut remise en route en mai 1974 et fonctionna jusqu'à la fin du mois d'octobre 1974.

11.8.1. Configuration et caractéristiques de la chaîne HI-FIX Manche Est.

La configuration et les caractéristiques de la chaîne sont données dans le tableau qui suit :

	Émetteur Maître (M)	Émetteur Asservi (S1)	Émetteur Asservi (S2)
Nom	Conteville (St Valéry - en - Caux)	Pointe de Saïre	Gris - Nez
Position Euro - 50	49° 51' 26" , 150 N 0° 36' 56" , 247 E	49° 36' 21" , 371 N 1° 13' 40" , 540 W	50° 51' 36" , 628 N 1° 35' 09" , 772 E
Coordonnées Lambert I	x = 476 . 163, 02 y = 241 . 230, 87	x = 342 . 387, 02 y = 217 . 961, 47	x = 547 . 031, 72 y = 351 . 631, 07
	1984, 1 khz		

La planche 3 donne l'implantation des émetteurs.

11.8.2. Etalonnage et contrôle de la chaîne.

Nous n'effectuâmes pas d'étalonnage complet de la chaîne. Les Britanniques nous communiquèrent les résultats de leurs opérations d'étalonnage. Nous fîmes quelques stations de vérification au cercle hydrographique en rade de Boulogne. Nous franchîmes la ligne d'ombre Nord du réseau 2 et la ligne d'ombre Sud du réseau 1. Nous exploitâmes de nombreuses observations de phase sur les deux réseaux au passage à proximité du feu de la digue Carnot (Boulogne). On passait à moins de 300 m de ce feu, qui était relevé au degré près dans les directions des hyperboles des deux réseaux passant par ce feu. Nous constatâmes un léger glissement des valeurs observées entre 1973 et 1974, et l'on en tint compte pour l'adoption des constantes de calage des réseaux.

11.9. Chaîne Decca HI-FIX de la mer du Nord (South Rijnmond Chain).

Contrairement à la chaîne HI-FIX couvrant la Manche Est, la chaîne HI-FIX que nous utilisâmes en mer du Nord et dans le Pas-de-Calais est une chaîne dont l'implantation est assez ancienne, et qui fonctionne en permanence pour divers utilisateurs britanniques et hollandais. Nous avons eu connaissance de l'existence de cette chaîne lors d'une visite faite au Hydrographic Department à Taunton, en novembre 1973. Il était tout indiqué de se servir de cette chaîne pour notre levé de Grisnez au Sandettié en 1974, car elle complétait de façon avantageuse la chaîne Toran-Dunkerque, dont la portée n'était pas suffisante et la géométrie non adaptée pour couvrir convenablement la zone à lever.

11.9.1. Configuration et caractéristiques de la chaîne Decca-HI-FIX de la mer du Nord (South Rijnmond Chain).

La configuration et les caractéristiques de cette chaîne sont données dans le tableau qui suit :

	Émetteur Maître (M)	Émetteur Asservi (S1)	Émetteur Asservi (S2)
Nom	Schouwen (Pays - Bas)	Orfordness (G - B)	South Foreland (G - B)
Position Euro - 50	51° 44' 00" , 879 N 3° 44' 35" , 042 E	52° 11' 09" , 053 N 1° 37' 17" , 923 E	51° 10' 47" , 108 N 1° 24' 17" , 515 E
Coordonnées M.T.U. Fuseau 31	551 . 316, 38 5 . 731 . 786, 53	405 . 765, 26 5 . 782 . 725, 15	388 . 500, 80 5 . 671 . 140, 10
Coordonnées Lambert I	697 . 141, 73 449 . 323, 23	550 . 965, 43 499 . 011, 43	534 . 739, 47 387 . 169, 44
Fréquence	1934, 55 khz		

La planche 4 donne l'implantation des émetteurs.

II.9.2. Calcul des mappes et des positions HI-FIX.

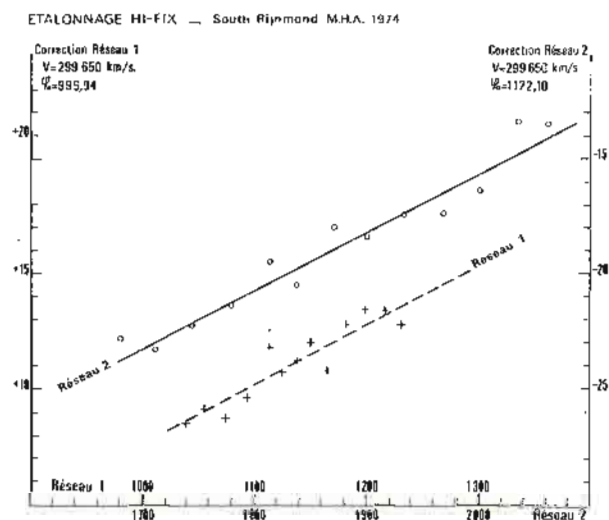
Les instructions techniques ayant prescrit l'utilisation de la projection Lambert I pour la rédaction du levé, le calcul des mappes et des positions HI-FIX fut effectué dans cette projection. Les émetteurs de Schouwen et d'Orfordness n'entrant pas dans les limites habituelles d'utilisation de la projection Lambert-I, et les distances entrant en jeu étant voisines de 200 km, il importait de s'assurer de l'erreur commise si l'on calculait les points HI-FIX en projection Lambert. Les comparaisons faites entre distances calculées sur l'ellipsoïde au moyen des coordonnées géographiques et distances calculées par les procédés en projection Lambert, ont montré que l'erreur introduite dans la zone du levé, était négligeable pour le réseau 1 et de 2 à 3 centièmes de tour sur le réseau 2.

II.9.3. Etalonnage et contrôle de la chaîne.

L'étalonnage de la chaîne, dans la zone du levé, eut lieu en avril 1974, en même temps que celui de la chaîne Toran-Dunkerque (cf. chap. II § 7). L'étalonnage se déroula dans d'excellentes conditions. Il porte au total sur 80 points optiques, regroupés en 13 stations. On calcula les phases théoriques en utilisant une vitesse de propagation des ondes de 299 650 km/s. On constata que la correction (phase calculée - phase observée) pour chaque réseau était fonction du numéro d'hyperbole (voir planche 5).

Notre interprétation de ce phénomène fut la suivante : la vitesse réelle de propagation des ondes était probablement voisine de 299 730 km/s et non de 299 650 km/s.

La vitesse de propagation utilisée en définitive pour les calculs de position est de 299 700 km/s.



PL. 5

CHAPITRE III

LEVÉ RÉGULIER DES ATERRAGES DE BREST

III.1. Généralités.

Ce levé poursuit et achève les travaux effectués de 1969 à avril 1972 sous les directions successives de MM. Roubertou, Comolet-Tirman et Demerliac. Il convient pour l'historique de ce long levé, et pour certains détails de se reporter aux rapports établis par ces ingénieurs (*).

La planche 6 indique les limites de la zone sondée par la M.H.A. de mai 1972 à juillet 1973 (achèvement complet du levé) et la situation de ce levé par rapport aux levés précités. A l'Ouest du méridien

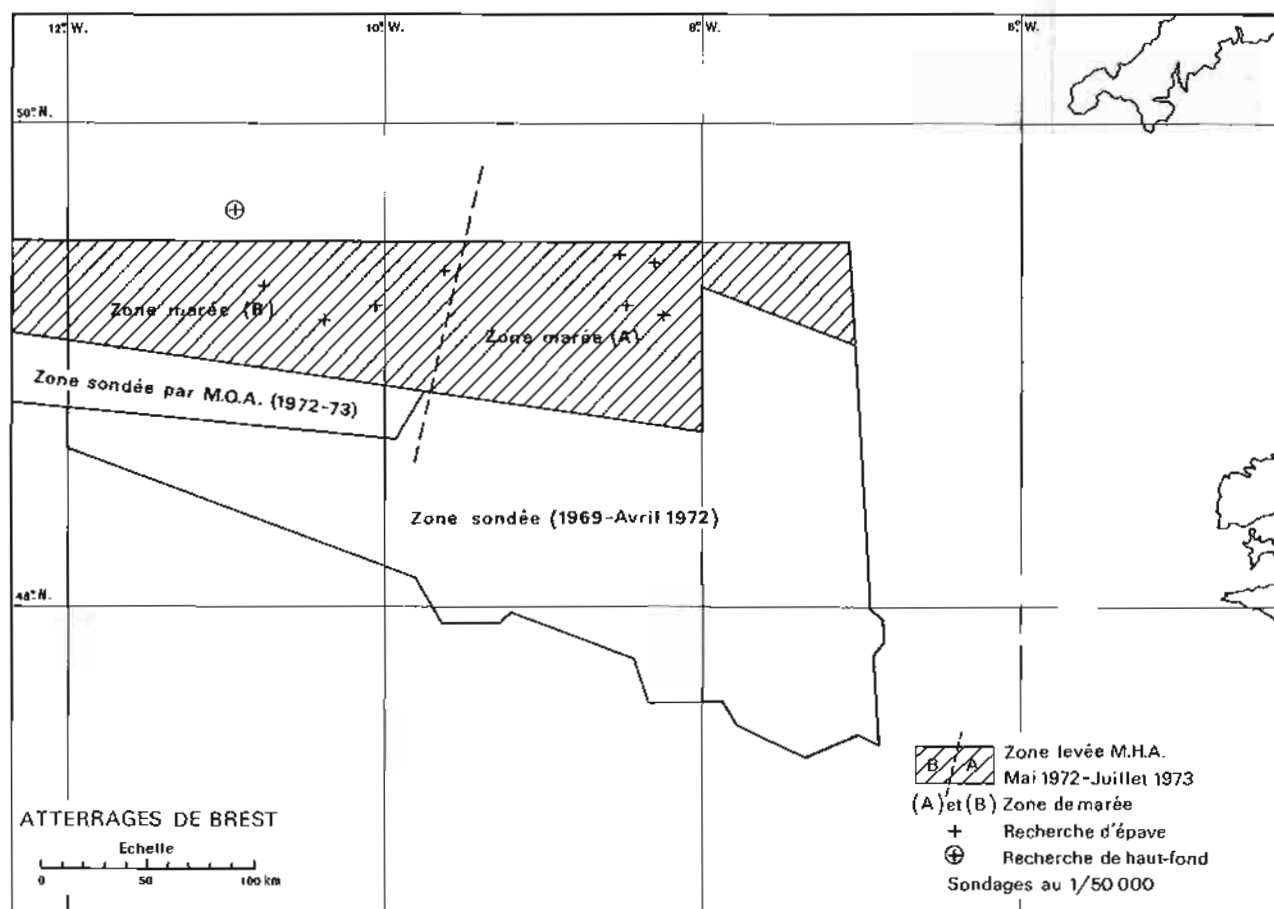
(*) *Annales Hydrographiques*, 5° Série, Tome I, 1 (année 1973, I.C.A. Roubertou).

Annales Hydrographiques, 5° Série, Tome III, 1 (année 1975, I.C.A. Demerliac).

10° W et au Sud de notre zone, la Mission Océanographique de l'Atlantique effectua à la même époque un levé dont les limites approximatives figurent sur la planche 6.

III.2. Méthodes employées et déroulement des travaux.

Les profils de sonde suivis sont à l'espacement 500 mètres. Il s'agit de portions d'hyperboles du réseau 3, de la chaîne Toran-3G. Les caractéristiques de la chaîne Toran-3G sont indiquées au chapitre II, (§ 2.). On utilisa des configurations de chaîne différentes en 1972 et 1973. L'espacement fixe choisi résulte des expériences des années antérieures.



PL. 6

Le problème fondamental à résoudre chaque jour était celui du bon calage des récepteurs Toran. Les stations à l'étranger n'émettant qu'après le lever du soleil et stoppant au coucher, et le réseau 3 implanté en France étant inexploitable de nuit (au-delà du méridien 8° W.), il convenait de se recalier chaque matin.

Le mouillage de bouées repères radarisables, après transport du calage de Brest jusqu'à la zone des travaux, permettait un calage convenable du réseau 3 et un calage approché à une unité (chenal) près sur les deux autres réseaux. Ce calage approché permettait de commencer la séance de sonde, puisque le réseau 3 était sûr. Le calage définitif n'était acquis qu'après exploitation des émissions, à heures fixes, des fréquences de lever d'ambiguïté. Initialement, pour les levers d'ambiguïté sur les trois réseaux, le bâtiment suivait, pendant les émissions relatives à un réseau une hyperbole de ce réseau de manière à rester à phase fixe. Ultérieurement, on profita d'une méthode mise au point par la Mission Océanographique de l'Atlantique, levant l'ambiguïté tout en restant en route sur une hyperbole du réseau 3 (réseau de sondage).

Le lever d'ambiguïté fonctionna de façon convenable. A heure fixe, dans l'après-midi, on renouvelait les émissions de lever d'ambiguïté pour confirmer le calage du matin.

En cas de difficulté de réception ou de doute, le bâtiment en sonde demandait par radio à la base des émissions de lever d'ambiguïté supplémentaires.

Le transport du calage de Brest à la zone de travail posa quelques problèmes pour les sondages au large, car le transport direct de la phase du réseau 3 n'était plus possible, la durée du transit dépassant alors 24 heures. Le passage sur des fonds caractéristiques permettait un recalage convenable de l'estime en fin de nuit de transit. Le lever d'ambiguïté du matin permettait un recalage sans erreur des trois réseaux, et le transit de jour s'effectuait en conservant ce calage jusqu'au mouillage d'une bouée repère, qui servait le lendemain pour le démarrage des sondages.

A noter que la détection de quelques épaves dans la zone du large aida également dans la confirmation des calages, ou les recalages des réseaux 1 et 2.

Campagne 1972 :

Cette campagne commença en avril 1972 et s'acheva fin octobre. Malgré des débuts difficiles, dûs principalement aux conditions météorologiques, on leva en définitive une surface très importante. La limite Ouest du levé 1972 est en gros représentée par le méridien 10° 50' W. *L'Espérance*, *L'Estafette* et *La Découverte* y participèrent, avec des périodes d'interruption liées aux indisponibilités des bâtiments et à d'autres travaux hydrographiques.

Campagne 1973 :

Le Service Hydrographique Britannique ayant manifesté, dès le printemps 1972, son désir d'utiliser le site de notre station Toran de Woolpack (îles

Scilly) pour l'implantation d'une station de radio-navigation nécessaire à ses propres levés, il fut décidé de déménager la station Toran de Woolpack pour l'installer à Blackhead (Cornouailles), où se trouvait déjà un émetteur du réseau 2. *La Découverte* effectua le démontage de la station et le transport du matériel des Scilly à Brest. Après une révision complète pendant l'hivernage 1972-1973, le matériel de la station fut transporté par le même bâtiment à Plymouth, pour mise en place à Blackhead. La géométrie de la nouvelle chaîne Toran restait très favorable pour les levés des atterages de Brest et le levé effectué en Manche Ouest, à la même époque.

La campagne 1973 fut assez courte : elle débuta en juin pour s'achever en juillet. Nous profitâmes ainsi des journées les plus longues, ce qui permit un avancement très rapide des travaux. *L'Estafette* et *L'Espérance* y participèrent successivement. Le travail s'acheva par 6 recherches d'épaves et une recherche de haut-fond.

Dans la zone de chute du plateau continental les cartes sont assez riches en hauts-fonds d'existence douteuse. Parmi ceux-là figurait un haut-fond de 73 m, dans des fonds environnants de 300 m, par L = 49° 41' N. et G = 11° 00' W., au Nord de la zone levée. L'espacement des profils de recherche (1 000 m) et l'allure des enregistrements obtenus au sondeur permettent d'affirmer que ce haut-fond n'existe pas dans une zone circulaire centrée sur la position présumée, et de rayon 2 milles. Le haut-fond 14 m (1947) indiqué sur les cartes au point L = 49° 20' N. et G = 11° 25' W. n'existe pas non plus.

Observations de courant.

Des observations de courant eurent lieu du 18 au 21 juillet 1973 aux 2 points suivants :

L = 49° 05', 3 N. — G = 10° 55', 4 W. par 5 m d'immersion.

L = 49° 05', 8 N. — G = 10° 54', 7 W. par 75 m d'immersion.

III.3. Rédaction des travaux.

III.3.1. Réduction des sondages.

Les sondages sur le plateau continental ont été exécutés au moyen de sondeurs Atlas-Deso-10 bien contrôlés et régulièrement étalonnés. A partir de la chute du plateau continental, on s'est servi de sondeurs Etac, type Deneb.

Dans les profondeurs inférieures à 200 m, les sondes sont réduites de hauteurs d'eau $h(t)$ calculées en fonction de la marée $H(t)$ observée au Conquet (cf. chap. XI).

Deux zones de réduction des sondages ont été adoptées (voir planche 6).

En zone A, $h(t)$ est donné par :
 $h(t) = 0,8 H(t + 5 \text{ mn})$.

En zone B, $h(t)$ est donné par :
 $h(t) = 0,37 H(t + 15 \text{ mn})$.

III.3.2. Aspect général des fonds.

Les fonds de la zone levée présentent des irrégularités nombreuses, les bouées Melville et une partie des bancs de Sole se trouvent dans la zone. La densité des sondages est cependant suffisante pour déceler les éventuelles remontées exceptionnelles du fond qu'il faudrait imaginer pour expliquer les hauts-fonds douteux mentionnés sur les anciennes cartes. Aucune remontée de ce genre n'a été observée dans toute l'étendue du levé 1972-1973.

La chute du plateau continental s'amorce aux environs de l'isobathe 200 mètres, où la pente atteint au maximum 1 ‰. La pente augmente plus au large pour atteindre par endroits 5 ‰ par fonds de 400 mètres, elle s'adoucit ensuite. Sur le méridien 12° 30' W. les fonds varient entre 1 400 mètres au Nord du levé et 1 100 m au Sud.

III.3.3. Rédaction et documents produits.

Pour diverses raisons, exposées en partie dans les rapports de MM. Demerliac et Roubertou le retard de la rédaction relative au levé des atterrages de Brest était considérable. Il s'agissait, en 1972, de construire en partie, d'écrire entièrement ou d'achever l'écriture des minutes correspondantes aux levés 1969-1970-1971.

Au total 38 minutes relatives aux années 1969-1971 ont été ainsi traitées et adressées au S.H.O.M. en janvier 1973.

Les travaux de 1972 ont donné lieu à la rédaction de 28 minutes, achevées en avril 1973.

Les travaux de 1973 se sont traduits par l'établissement de 10 minutes, achevées en janvier 1974.

De plus, on a établi 9 fiches d'épaves.

CHAPITRE IV

LEVÉ RÉGULIER DE L'ENTRÉE DE LA MANCHE

IV.1. Généralités.

Le levé concerne la moitié Sud de l'entrée de la Manche, il est limité à l'Ouest par la ligne atteinte par le levé Roubertou 1968-69 (*), au Nord par le parallèle 49° 30' N, à l'Est par le méridien 3° 52' W. et au Sud par la ligne des fonds de 50 m. La M.H.A. effectua en 1971 et au début de l'année 1972, sous la direction de M. Demerliac (**), une partie de ce travail. Les instructions techniques ne prévoyaient, pour 1972, que l'achèvement du levé au 1/50 000. Ce but fut atteint en octobre 1972.

Les minutes de rédaction établies en 1972-1973 révélèrent une structure très complexe du relief. Il nous parut intéressant d'étudier, en juillet 1973, quelques singularités du relief et de coter de façon précise un bon nombre de hauts-fonds mis en évidence au cours des levés 1971-1972. Nous arrivâmes à conclure que l'espacement des profils de sonde de 500 m ne permettait pas de détecter les amorces de la totalité des hauts-fonds de la zone. A la suite de remarques formulées à ce sujet dans notre rapport d'activité de juillet 1973, la direction du S.H.O.M. prescrivit un levé complémentaire destiné à couvrir la totalité de la zone par des profils de sonde espacés au maximum de 250 m. Les travaux commencèrent dès septembre 1973. Ils furent repris en 1974, mais ces travaux, n'ayant pas reçu un degré de priorité élevé dans la campagne 1974, ne furent menés que de façon occasionnelle, suivant les disponibilités résiduelles des bâtiments. La tâche principale se situait alors en baie de Seine, en Manche Est et en mer du Nord.

La planche 7 indique les limites des zones sondées sous les directions successives des Ingénieurs Demerliac et Pasquay.

IV.2. Méthodes employées et déroulement des travaux.

IV.2.1. Localisation.

Au cours des sondages la localisation des bâtiments était principalement assurée par la réception des réseaux 8 et 10 de la chaîne Toran-3D, implantée en Bretagne. Les caractéristiques et la con-

figuration de cette chaîne sont indiquées au chapitre II (§ 3). De plus, pendant les travaux des années 1972 et 1973, on se servait du réseau 2 de la chaîne Toran-3G, qui donnait ainsi un troisième lieu. Au cours des travaux de 1974 on se servait du réseau 3 de la chaîne Toran-3G. Les caractéristiques et la configuration de cette chaîne sont décrites au chapitre II (§ 2).

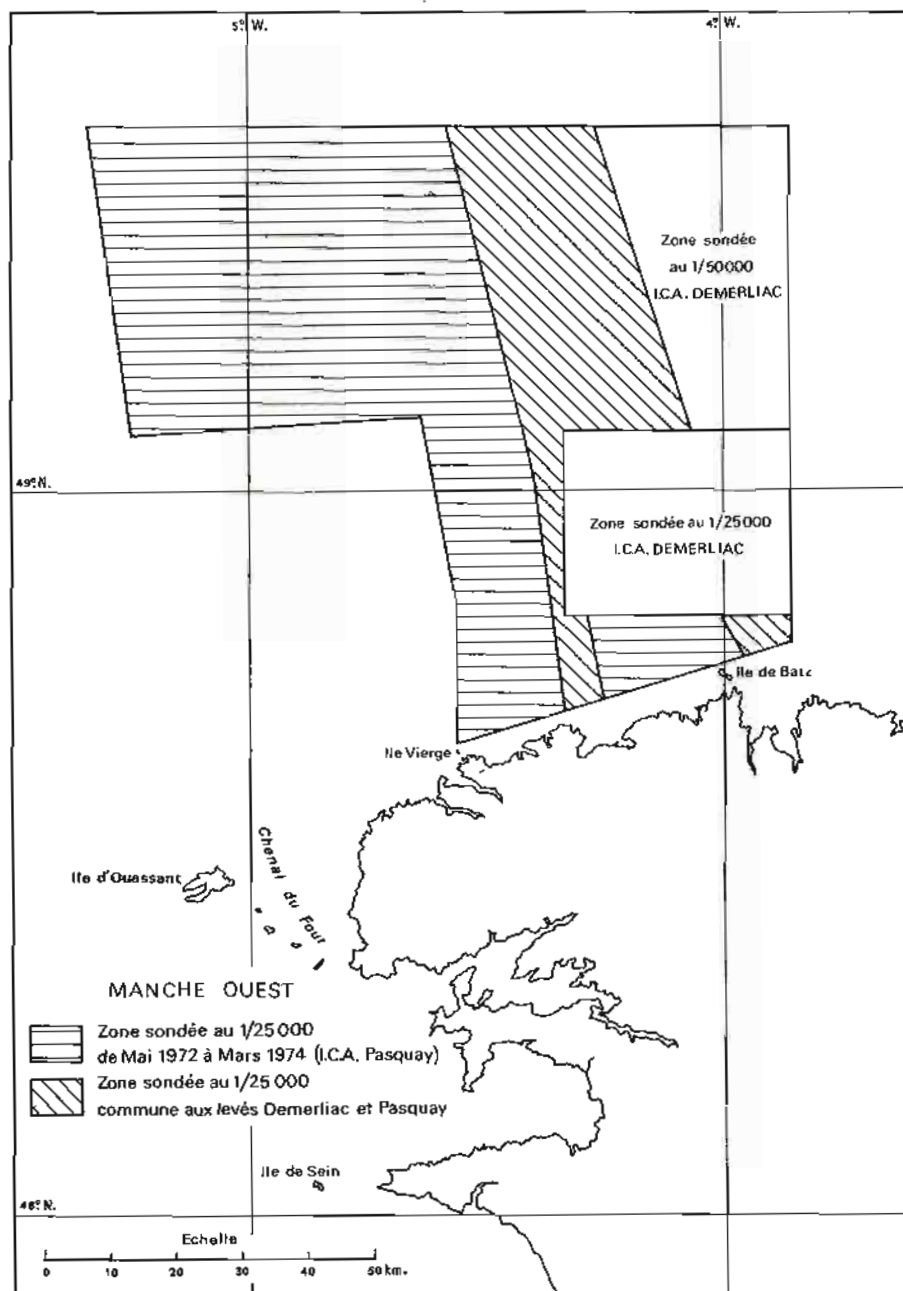
Le réseau 8 était généralement le réseau-guide, sauf dans la partie Est du levé, où le réseau 10 jouait ce rôle. Alors que les réseaux 8 et 10 étaient reçus de façon très satisfaisante de jour et un peu moins bien la nuit, le réseau 2 était stoppé pendant la nuit. Les sondages eurent lieu de jour et de nuit.

Le réseau 2 étant muni d'un lever d'ambiguïté, son calage ne posait pas de problème particulier. Pour le calage des réseaux 8 et 10, quelques déboires de 1971 et du début de la campagne 1972 furent évités grâce au passage systématique des bâtiments au large d'Ouessant au cours de leur transit de Brest vers les lieux de travaux. Ceci permettait un calage sûr des réseaux 8 et 10, calage qu'il était possible de conserver jusqu'à la zone des sondages. On avait en effet constaté que, lorsque les bâtiments empruntaient le chenal du Four, le calage du réseau 10 par coupure de la ligne d'ombre de ce réseau était possible, mais que des perturbations importantes de réception se produisaient dans la zone de l'île Vierge, entraînant la perte du calage. Le réseau 8, dont il n'était pas possible de couper la ligne d'ombre, dans ce cas, était calé sur amer, mais la réception des signaux de ce réseau était également perturbée dans le chenal du Four. On n'eut que rarement recours au calage sur amers.

Le passage sur les lignes d'ombre au large d'Ouessant présentait à la fois l'avantage de ne laisser subsister aucune ambiguïté sur le numéro de chenal (entier) et d'apporter de précieux renseignements sur la stabilité des réseaux par comparaison des phases observées (centièmes de tour) aux divers passages. Nous eûmes pour règle de vérifier le calage au moins une fois par jour. Un bon nombre d'épaves ayant été détectées, il suffisait, s'agissant d'une simple confirmation du calage, de suivre une portion d'hyperbole sur laquelle l'épave avait été trouvée, pour être assuré du bon calage. Grâce à ces précautions la rédaction de nos travaux ne posa aucun problème issu de la localisation, alors que la rédaction du levé effectué dans cette zone en 1971 par le *Dompair* nous causa beaucoup de tracas.

(*) *Annales Hydrographiques*, 5^e Série, Tome I, 1 (année 1973, I.C.A. Roubertou).

(**) *Annales Hydrographiques*, 5^e Série, Tome III, 1 (année 1975, I.C.A. Demerliac).



PL. 7

IV.2.2. Sondages.

L'*Astrolabe*, principal participant à ces travaux était équipé en 1972, d'un sondeur Hugues qui donna quelques soucis et dont le système de régulation de vitesse présentait les défauts bien connus de ce type de sondeur.

La *Découverte*, L'*Estafette* et L'*Espérance* utilisaient un sondeur Atlas-Deso-10 au fonctionnement très satisfaisant.

Afin de vérifier le modèle de marée indiqué dans les instructions techniques, nous effectuâmes des sondages sur des profils (hyperboles du réseau 2) coupant des profils du réseau général de sonde.

Les discordances constatées à l'intersection des lignes de sonde ont en fait plusieurs causes :

- l'imperfection des étalonnages des sondeurs;
- les sondeurs tournaient à une vitesse correspondant à la vitesse standard du son dans l'eau de mer de 1 500 m/s, alors que la vitesse réelle du son dans cette zone peut s'écarter sensiblement de cette valeur;
- les imperfections du modèle de marée;
- les imperfections de la localisation qui ont une incidence par relief irrégulier.

Une étude critique des discordances, qui sont en général inférieures au mètre, fut menée. L'Annexe II donne quelques indications sur les méthodes employées pour vérifier le modèle de marée.

IV.3. Rédaction des travaux.

IV.3.1. Réduction des sondages.

Nous donnons un développement assez long à la question de la réduction des sondages, car la procédure décrite ici est celle qui a été appliquée aux sondages en Manche Est et en mer du Nord.

Les instructions techniques prescrivaient, pour la réduction des sondes sur zone, l'emploi d'une hauteur d'eau calculée au moyen d'une formule du type :

$$h_{ij}(t) = k_j [H(t - \theta_i) - 0,29] \quad (1),$$

où les indices i et j caractérisent une sous-zone et $H(t)$ désigne la marée observée au Conquet.

Les courbes $\theta_i = \text{constante}$ sont des courbes d'égal retard de la pleine mer sur zone par rapport à la pleine mer au Conquet. L'espacement des θ_i est de 10 minutes de temps.

Les courbes $k_j = \text{constante}$ sont des courbes d'égal rapport du marnage sur zone au marnage au Conquet. L'espacement des k_j est de 0,05.

Le terme correctif $-0,29$ m résulte d'une concordance entre la marée observée au Conquet et la marée observée à Roscoff et réduite au zéro traditionnel à Roscoff.

La réduction des sondages au moyen de hauteurs d'eau calculées par sous-zone n'aurait pas été commode en raison du grand nombre de sous-zones. Pour aboutir à un calcul automatique de la hauteur d'eau en fonction de la position du bâtiment à un instant quelconque et des hauteurs horaires de marée observées au Conquet, il convenait de transformer l'ensemble des formules discontinues (1) en une formule unique continue, où k et θ sont des fonctions continues des coordonnées x, y de la position du bâtiment (x et y sont des coordonnées dans la projection de Mercator utilisée pour le levé des atterrages de Brest). La formule continue s'écrit :

$$h(x, y, t) = k(x, y) [H[t - \theta(x, y)] - 0,29] \quad (2)$$

k et θ sont donnés au moyen de polynômes du 3^e degré en x et y . Les coefficients de ces polynômes ont été déterminés par la méthode des moindres carrés appliquée aux k et θ donnés en nombre surabondant aux intersections des courbes θ_i et k_j . Les

valeurs des coefficients figurent sur les minutes de rédaction des sondages.

Les hauteurs d'eau calculées pour tous les tops de la séance de sonde apparaissent sur les listings correspondants. Comme on se réservait la possibilité de corriger éventuellement le modèle de marée, sans rendre les bandes de sonde illisibles, on séparait de façon stricte le dépouillement des bandes de sonde et la réduction de marée. Les sondes dépouillées, en ne tenant compte que des corrections d'étalonnage du sondeur, étaient notées sur des cahiers tenus à la manière ancienne. La marée calculée était recopiée, à partir des listings sur les « deuxièmes lignes » de ces cahiers, où les ondes réduites étaient ensuite calculées.

IV.3.2. Aspects du fond.

Le relief rencontré est tourmenté, il est caractérisé par de nombreuses dunes ayant l'allure d'un croissant (type barkhane). Les croissants sont en général ouverts au Sud-Ouest, ils présentent une dissymétrie marquée; leur pente est nettement plus raide au Sud-Ouest (20%) que vers l'extérieur (6%). Les dimensions moyennes horizontales des dunes, au pied de celles-ci sont les suivantes :

- écart entre les extrémités du croissant 800 m;
- épaisseur suivant l'axe du croissant 120 m.

Les dunes ont des hauteurs variables dépassant fréquemment 15 m. Le maximum de hauteur moyenne semble se produire vers 100 m de profondeur. La répartition spatiale de ces dunes n'obéit pas à une loi simple.

IV.3.3. Rédaction et documents produits.

En mai 1972 la rédaction des travaux de la campagne 1971 restait à faire. La validation des positions du bâtiment en sonde ne se fit que lentement. On en vint à bout en octobre 1972.

La rédaction des travaux des campagnes 1971-1972 fut achevée en mars 1973. Elle comportait 9 minutes de rédaction des sondages au 1/50 000 et 4 minutes de rédaction des sondages au 1/25 000.

La campagne 1973 donna lieu à l'établissement de 4 minutes de rédaction des sondages. Ces minutes ne comportent que les sondes correspondant à des accidents du relief. On y a indiqué des éléments de courbes de niveau autour des hauts-fonds, en tenant compte des minutes antérieures.

Nous laissâmes à notre successeur le soin d'achever la rédaction des travaux effectués en 1974.

CHAPITRE V

LEVÉ CÔTIER DE LA BAIE DE DOUARNENEZ ET DES ABORDS DE SEIN

V.1. Généralités.

Ce levé est la poursuite des levés côtiers, à l'échelle de 1/10 000, effectués sous les directions successives de MM. Roubertou et Demerliac (*). Nos travaux comportaient des recherches de hauts-fonds dans les zones sondées en 1971, à partir de l'anse de Dinan. Le levé des abords du cap de la Chèvre, où les conditions de mer sont dans l'ensemble assez rudes, fut un travail délicat.

Le levé de la chaussée de Sein représente un travail « sportif » en raison des conditions de mer difficiles que l'on y rencontre, même par beau temps. L'ensemble du levé comporte un important travail de recherches de hauts-fonds et de topographie.

Les planches 8 et 9 représentent les zones sondées.

V.2. Méthodes employées et déroulement des travaux.

V.2.1. Localisation.

Pour les sondages réguliers et les recherches de hauts-fonds en baie de Douarnenez, du cap de la Chèvre à la pointe de Brézellec, on fit généralement usage du radioguidage optique des embarcations.

A noter que pour la côte Sud de la baie de Douarnenez (entre la pointe de la Jument et la pointe de Penharn) où les fonds sont accores et les anses nombreuses, on radioguida les embarcations depuis le sémaphore du cap de la Chèvre. Bien qu'il s'agissait de visées longues (près de 15 km) nécessitant une bonne visibilité, l'économie réalisée par le choix d'un point de radioguidage unique, et d'un réseau de profils bien orthogonaux à la côte, était appréciable.

Pour les sondages à l'Ouest de la pointe de Brézellec, dans le raz de Sein et sur la chaussée de Sein, la localisation était assurée au moyen de la chaîne Toran-P-10 de l'Iroise. Les caractéristiques de cette chaîne appartenant au GESMA sont indiquées au chapitre II (§ 4). Nous étions, en 1973 et

au premier semestre 1974, les principaux utilisateurs de cette chaîne, dont le GESMA ne s'en servait qu'occasionnellement.

Le calage des récepteurs Toran s'effectuait comme suit. Le bâtiment, au cours de son transit de Brest vers la zone de travail coupait les lignes d'ombre des 2 réseaux Toran. La phase étant ensuite conservée à bord grâce à un enregistrement graphique permanent et continu (Linax). Le récepteur Toran-P-10 pour embarcation, utilisé sans enregistreur graphique, était calé au départ du bord par comparaison avec les phasemètres de passerelle. Au retour de l'embarcation une nouvelle comparaison avec le récepteur de passerelle permettait de s'assurer de la conservation du calage. Un certain nombre d'amers (touvelles en mer, notamment) permettaient également des vérifications de calage des récepteurs de bord ou d'embarcation.

V.2.2. Sondages.

Les embarcations de l'*Astrolabe* et de *La Découverte*, qui participèrent à ces travaux, étaient munies de sondeurs Hugues en 1972 et 1973, de sondeurs Atlas-Deso-10 en 1974. Les embarcations de *L'Estafette* comportaient des sondeurs Atlas-Deso-10. Les étalonnages à la barre avaient lieu de façon régulière. Certains sondages au large de la chaussée de Sein et dans le raz de Sein furent effectués avec les bâtiments eux-mêmes. L'étalonnage des sondeurs de passerelle était également effectué à la barre.

En raison de la violence des courants aux abords de Sein et dans le raz de Sein, le travail des embarcations fut difficile, même par beau temps. Les armements des embarcations coururent des risques certains. Il n'y eut, fort heureusement, aucun incident grave.

V.2.3. Recherches de hauts-fonds.

Remarque préliminaire :

Ce qui suit s'applique aussi bien en baie de Douarnenez et aux abords de Sein qu'au levé effectué aux abords de Concarneau et des îles de Glénan.

Considérations générales.

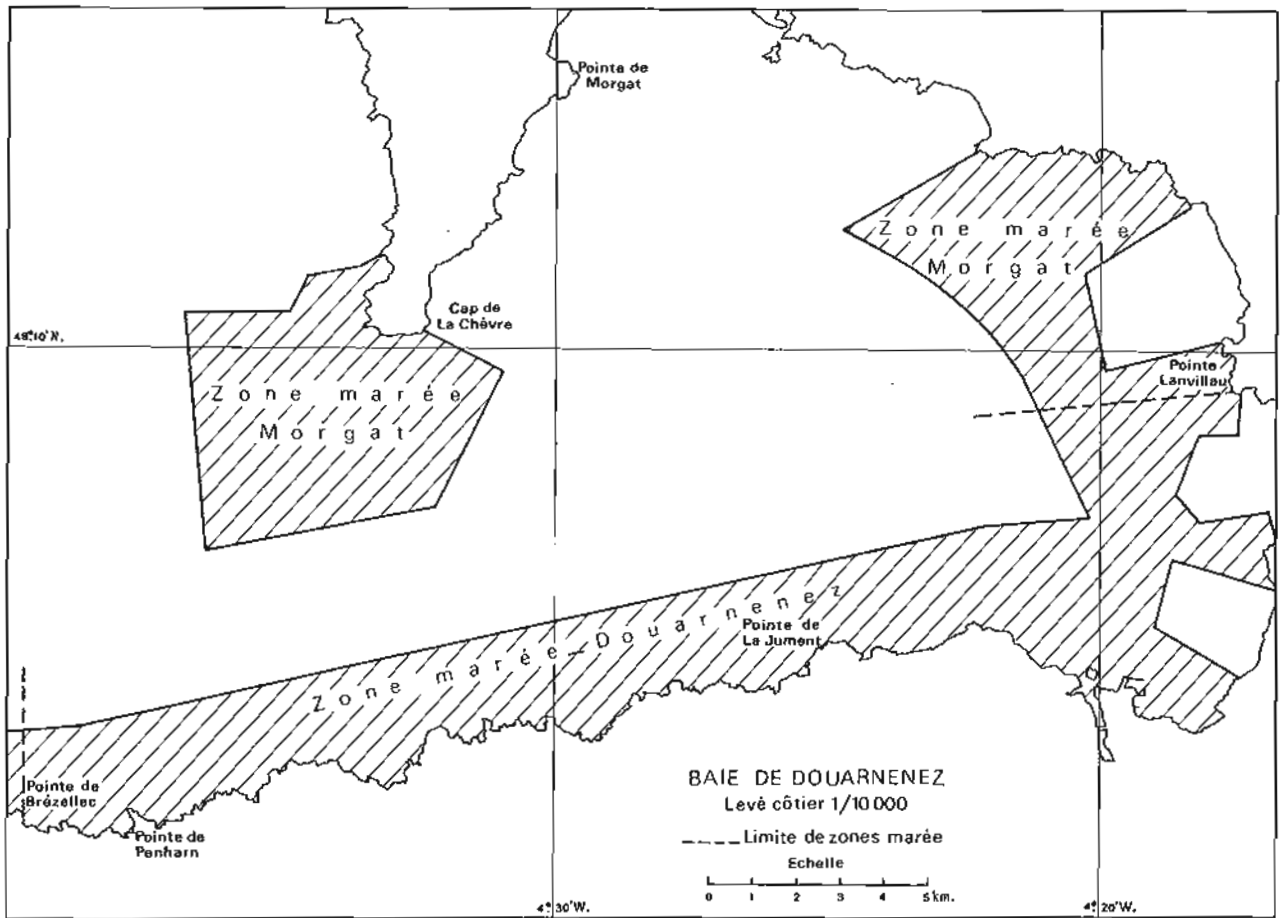
L'enquête auprès des pratiques n'a pas permis de trouver de hauts-fonds nouveaux.

Les recherches de hauts-fonds qui ont été entreprises peuvent être classées en deux catégories :

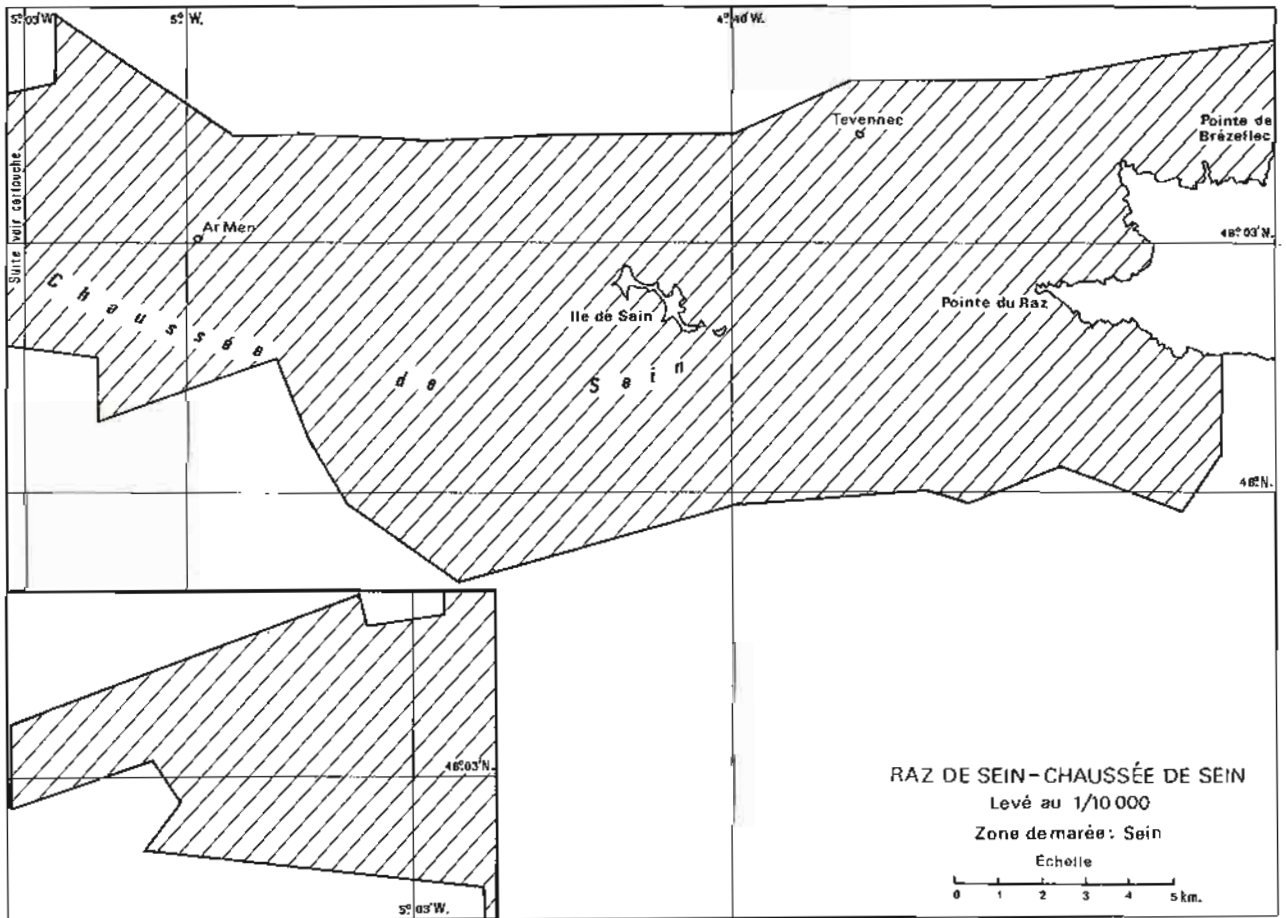
- celles effectuées à la suite de l'examen des bandes de sonde du levé régulier;
- celles correspondant à des hauts-fonds indiqués sur les cartes marines.

(*) *Annales Hydrographiques*, 5^e Série, Tome I, 1 (année 1973, I.C.A. Roubertou).

Annales Hydrographiques, 5^e Série, Tome III, 1 (année 1975, I.C.A. Demerliac).



PL. 8



PL. 9

Les recherches de la dernière catégorie ont confirmé, dans la majorité des cas, la réalité des hauts-fonds portés sur les cartes. Elles ont donné des cotes et des positions parfois différentes de celles indiquées sur les cartes (écart de position pouvant dépasser 100 m et écart de profondeur atteignant 1 m ou plus). Les recherches de hauts-fonds des deux catégories dans les zones rocheuses nous ont montré les difficultés importantes que l'on rencontre dans la cotation du point haut. Le résultat « s'améliorant » quand on reprend certaines recherches, c'est-à-dire quand on y consacre beaucoup de temps. Compte tenu de la complexité du relief, il n'a généralement pas été possible de conclure dans les délais normaux des levés à l'inexistence des hauts-fonds que l'on n'a pas retrouvés, ou à une cote inexacte, si l'on a approché cette cote par excès. Il ne paraît pas possible de supprimer des cartes, dans les zones tourmentées, les hauts-fonds douteux au sens que l'on vient de définir.

Les minutes de recherches indiquent les zones où les recherches de hauts-fonds ont eu lieu. Elles donnent une idée du volume de travail accompli dans ce domaine.

Il nous a paru plus utile de consacrer beaucoup de temps à la recherche de hauts-fonds que l'on peut qualifier de « relatifs », c'est-à-dire à des remontées notables dans des fonds 20 à 30 m, dont les sommets sont couverts de plus de 10 m d'eau. Ces hauts-fonds relatifs n'intéressaient guère les anciens hydrographes qui avaient fait surtout un inventaire soigné des hauts-fonds couverts de moins de 10 m d'eau. Remarquons cependant que cet inventaire est loin d'être exhaustif, comme en témoignent les nombreux hauts-fonds nouveaux, de brassiage inférieur à 10 m, que nous avons trouvés.

Particularités du levé.

Les fonds étant très tourmentés aux abords du cap de la Chèvre et aux abords de l'île de Sein, il était nécessaire de consacrer beaucoup de temps aux recherches de hauts-fonds dans ces zones. C'est une des conditions auxquelles doivent satisfaire de nos jours ce genre de levés côtiers, si l'on veut qu'ils constituent un progrès sensible par rapport aux levés anciens. En ce qui concerne la chaussée de Sein, seuls les hauts-fonds situés à la périphérie de la chaussée ont fait l'objet de recherches.

V.2.4. Topographie.

Pour l'établissement des minutes de topographie, on déterminait le trait de côte par station sur la laisse de pleine mer et piquage de photographies aériennes. Un bon nombre de stations au cercle hydrographique ou de relèvements au théodolite sur mires furent exécutés sur les plateaux rocheux et les roches découvrantes.

Une mention particulière doit être faite des méthodes employées pour déterminer la topographie de la chaussée de Sein. Il n'était pratiquement pas possible de déterminer par des méthodes optiques les positions des roches découvrantes de cette zone très complexe et éloignée de l'île de Sein et du

continent. Il était également trop dangereux de débarquer sur certaines roches pour y faire station.

Une embarcation munie d'un récepteur Toran-P-10 passait à proximité de la tête de roche à localiser et déterminait ses phases par des relèvements de la tête au compas. Une identification de la tête de roche correspondante était faite sur des photographies aériennes en couleur que nous avons pu faire exécuter en 1973 par l'Aéronavale. Cette identification était généralement difficile et n'était vraiment acquise qu'après mise en place provisoire des photographies et étude des positions relatives des diverses têtes de roche. On s'attachait, bien sûr, à reconnaître et à placer en priorité les têtes découvrantes ou de faible brassiage situées en bordure de la chaussée. Les positions des têtes de roche dans la partie centrale de la chaussée ont été déduites de la restitution des photographies. En raison du nombre insuffisant de points de calage, on utilisait par endroits une méthode de calage de proche en proche avec recalage sur points connus en bout des chaînes de photographies.

V.2.5. Déroulement des travaux.

En juin 1972 on commença par « boucher des trous » dans la zone sondée en 1971 entre l'anse de Dinan et le cap de la Chèvre et à effectuer des recherches de hauts-fonds dans ces parages.

Le levé fut repris à partir de septembre 1972. En mai 1973 le levé s'étendait du cap de la Chèvre à la pointe de Penharn en passant par Douarnenez. A partir de juin 1973 on utilisa principalement le Toran-P-10 pour la localisation des embarcations et bâtiments, ce qui augmenta de façon sensible le rythme de progression du levé. A la fin du mois d'octobre 1973 le levé régulier englobait le raz de Sein, l'île de Sein, la chaussée de Sein et la bouée au large d'Ar-Men. Restait pour l'année 1974 un très important travail de recherches de hauts-fonds.

Pour parfaire la connaissance des chenaux d'accès à Sein, nous jugeâmes opportun d'effectuer un levé de détail qui fut rédigé au 1/4 000.

Les travaux de recherches des hauts-fonds et de topographie, pour la zone s'étendant de la pointe de Brézellec à Ar-Men en passant par l'île de Sein, reprirent en mars 1974 et s'achevèrent au début du mois de juin 1974.

Le rapport des durées consacrées respectivement au levé régulier et aux recherches de hauts-fonds donne une idée du soin (nécessaire) avec lequel ont été exécutées ces dernières.

V.3. Rédaction des travaux.

V.3.1. Réduction des sondes.

Pour la réduction des sondes on a adopté 3 zones :

1) *Zone Morgat :*

Pour les sondages du cap de la Chèvre à la pointe de Lanvillau (ligne orientée au 265 issue de

cette pointe) les sondes ont été réduites de la marée observée à Morgat. (cf. chap. XI, § 12).

2) Zone Douarnenez :

Pour les sondages de la pointe de Lanvillau à la pointe de Brézellec (méridien 04° 40' W.) les sondes ont été réduites de la marée observée à Douarnenez (cf. chap. XI, § 13).

3) Zone Sein :

Pour les sondages de la pointe de Brézellec à la bouée de la chaussée de Sein les sondes ont été réduites de la marée observée à l'île de Sein (cf. chap. XI, § 14).

Les planches 8 et 9 comportent les limites de ces zones.

V.3.2. Résultats.

Les sondages réguliers et les recherches de hauts-fonds très nombreuses ont permis de situer et de coter un nombre assez important de hauts-fonds non portés sur les cartes, ou mal cotés ou situés de façon imprécise.

Les comparaisons entre les résultats des sondages et les cartes en service nous ont amenés à

signaler rapidement les principales nouveautés dangereuses à l'E.P.S.H.O.M. Les « découvertes » faites, justifient amplement, s'il en était besoin, l'utilité des levés côtiers nouveaux dans des zones « réputées connues ».

En raison des méthodes employées, le levé de la chaussée de Sein a conduit à l'établissement de minutes constituant un net progrès par rapport aux documents existants. Si un travail aussi détaillé ne trouve pas sa pleine justification du point de vue de la navigation, il apporte une contribution à une meilleure connaissance de ce chaos de roches. C'est ainsi que les cartes indiquent une passe d'Ar-Men qui n'est utilisée que par les pêcheurs de l'île de Sein. Les sondages ont permis, en particulier, de préciser les fonds dans ces parages. De toute manière, pour rendre cette passe praticable (par beau temps) il conviendrait de la baliser.

V.3.3. Documents produits.

Les travaux ont donné lieu à l'établissement de :

- 15 minutes de rédaction de la bathymétrie;
- 11 minutes de rédaction des recherches de hauts-fonds;
- 11 minutes de topographie;
- 72 fiches géodésiques ou fiches d'amers.

CHAPITRE VI

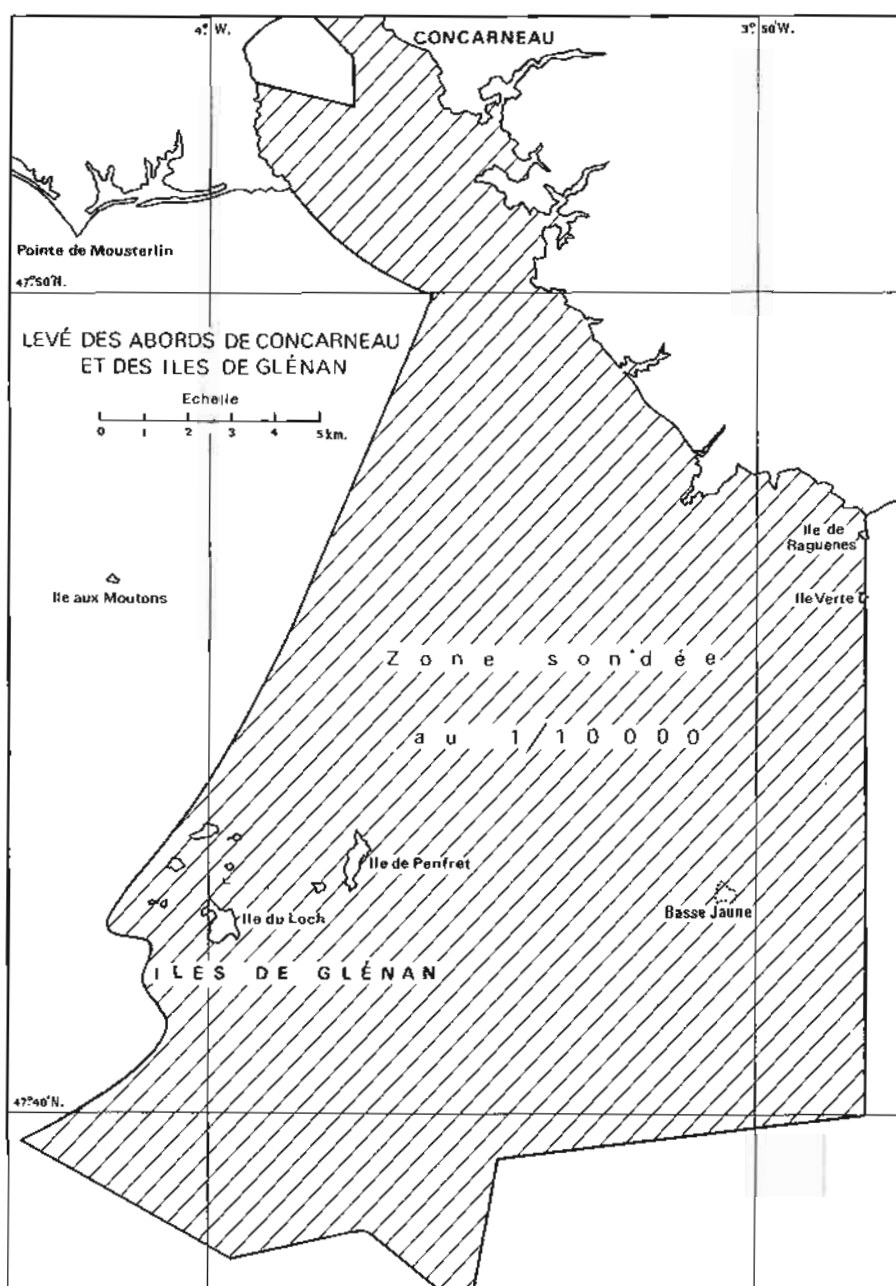
LEVÉ DES ABORDS DE CONCARNEAU ET DES ÎLES DE GLÉNAN

VI.1. Généralités.

Ce levé fait suite au levé effectué par la Mission Hydrographique de dragage, sous la direction de M. Pieretti, en 1971. La zone levée, à l'échelle de

1/10 000, comprend la baie de La Forêt englobe les îles de Glénan, est limitée au Sud par la ligne des fonds de 50 m et à l'Est par le méridien de l'île Verte (voir planche 10).

Le levé, commencé en mars 1973, fut achevé en décembre 1973. Le temps consacré aux recherches



PL. 10

de hauts-fonds et à la topographie des îles de Glénan est à peu près égal à la durée des sondages réguliers proprement dits. Un important travail de topographie côtière fut mené parallèlement aux sondages.

C'est à l'occasion de ce levé que fut utilisé pour la première fois par une mission hydrographique le récepteur Toran-P-10 en embarcation ainsi qu'une chaîne Toran-P-10 fonctionnant en « mode X ».

VI.2. Méthodes employées, types d'activité, déroulement des travaux.

VI.2.1. Localisation.

Pour le levé de la baie de La Forêt et des sondages côtiers, la localisation était principalement optique. L'embarcation était guidée et visée de terre. Un angle au cercle hydrographique était pris à son bord.

Pour le reste du levé, on utilisa la chaîne Toran-P-10, implantée dans ce but en mars 1973. La configuration et les caractéristiques de cette chaîne sont indiquées au chapitre II (§ 5).

Le calage du récepteur de passerelle s'effectuait par coupure des lignes d'ombre Nord et Sud du réseau 1 A, et par la coupure de la ligne d'ombre Nord du réseau 2 B (près de Bénodet). Le bâtiment ou les embarcations vérifiaient également le calage de leurs récepteurs sur amers (à l'intersection de 2 alignements, par exemple) que les sondages aient été effectués par une embarcation ou un bâtiment, un angle au cercle complétait la détermination du point, chaque fois que cela était possible.

VI.2.2. Sondages.

Les sondages ont été effectués soit par les embarcations, soit par les bâtiments eux-mêmes. Les bâtiments étaient équipés de sondeurs Atlas-Deso-10, alors que les embarcations de *La Découverte*, qui exécutèrent la majeure partie du levé, comportaient des sondeurs Hugues.

VI.2.3. Topographie.

La topographie côtière, dont l'objet principal était la détermination du trait de côte, fut exécutée par une petite équipe qui chemina de Beg-Meil à la hauteur de l'île de Raguènes en passant par Concarneau. La topographie des îles de Glénan, des roches isolées découvrantes et des plateaux rocheux, opération plus maritime, a été faite par des équipes partant du bord avec des embarcations de toutes sortes. Ce travail fut l'occasion pour la grande majorité des officiers-mariniers hydrographes de découvrir la pratique des méthodes classiques de topographie.

VI.2.4. Mesures de courant.

Des mesures de courant à 5 m d'immersion au moyen d'un courantomètre Mécabotier à enregis-

trement photographique (au 1/10 heure) ont été effectuées aux points et époques indiqués dans le tableau qui suit :

Positions	Dates des mesures
47° 44' 54" N, 3° 49' 42" W	10/5 au 12/5/73 12/5 au 17/5/73
47° 43' 18" N, 3° 50' 42" W	23/5 au 26/5/73 28/5 au 30/5/73
47° 44' 18" N, 3° 58' 36" W	5/6 au 7/6/73
47° 44' 06" N, 3° 58' 48" W	12/6 au 14/6/73
47° 37' 48" N, 3° 59' 30" W	18/6 au 21/6/73
47° 44' 12" N, 3° 58' 36" W	3/7 au 5/7/73
47° 47' 06" N, 3° 58' 12" W	5/7 au 7/7/73 21/8 au 30/8/73
47° 37' 42" N, 3° 59' 30" W	21/8 au 30/8/73
47° 40' 00" N, 3° 59' 36" W	19/10 au 26/10/73
47° 41' 27" N, 3° 58' 48" W	6/11 au 11/11/73
47° 47' 05" N, 3° 44' 15" W	22/4 au 24/4/73
47° 45' 55" N, 3° 39' 50" W	22/4 au 24/4/73

VI.2.5. Déroulement des travaux.

Le levé fut commencé par les embarcations de *La Découverte* en baie de la Forêt, en mars 1973 (localisation optique). Parallèlement, s'effectuaient à cette époque la mise au point et l'étalonnage de la chaîne Toran-P-10 que nous venions d'implanter. Dès que cela fut possible, nous utilisâmes cette chaîne pour les sondages aux abords des îles de Glénan. Les sondages strictement côtiers, pour lesquels la localisation optique était aisée, furent ainsi réservés, de façon à garder un chantier en cas d'indisponibilité du matériel Toran-P-10.

L'Estafette participa au levé en juin et juillet 1973. *L'Espérance* fit quelques recherches de hauts-fonds aux abords des îles de Glénan en décembre 1973, clôturant ce levé.

VI.3. Rédaction - Résultats.

VI.3.1. Réduction des sondages - Construction

Les sondes furent réduites de la marée observée à Concarneau (cf. chap. XI, § 15). La construction des positions des bâtiments et embarcations fut faite à la main, tant pour la localisation optique que pour la localisation radio-électrique. En raison de l'échelle du levé, il fut tenu compte, pour la répartition des sondes, de la distance séparant les bases des sondeurs des mâts portant les antennes Toran.

VI.3.2. Résultats.

Ce qui a été dit sur la complexité du relief, les recherches de hauts-fonds et l'intérêt de ces sondages, à propos du levé des abords de Sein est encore plus vrai ici. Pour l'interprétation cartographique des résultats du levé on se reportera au chapitre V, sous-paragraphe V.2.3.

Ne sont mentionnés dans ce qui suit que quelques aspects particuliers.

Ainsi, la découverte de hauts-fonds au voisinage de l'alignement recommandé « le pignon Est de la maison St-Nicolas par la droite du fort Cigogne à 311° », est un des résultats importants du levé. Cet alignement n'est malheureusement pas aussi facile à reconnaître qu'il ne l'était au début du siècle. De nouvelles maisons sont apparues dans l'île de St-Nicolas. Mais la grande maison de St-Nicolas se distingue des maisons nouvelles par son allure plus ancienne. Les dangers voisins de cet alignement sont :

- un haut-fond de 2,0 m au Nord de l'alignement à proximité de Méaban;
- un haut-fond de 5,6 m à proximité de Laon Ejen Hir;
- un haut fond de 2,6 m au Sud de l'alignement et à l'Est du Ruolh.

Il était tentant, à l'examen des cartes en service, quand on venait de l'Ouest par le chenal de Brimilec, de passer entre Laon Ejen Rond et Laon Ejen Hir, qui comportent des roches toujours découvrantes; il suffisait de passer à égale distance de ces ensembles rocheux. Les têtes de roches trouvées rendent une pareille route dangereuse pour des bâtiments cafant plus de 3 mètres. Une constatation analogue s'applique, avec une moindre acuité, au passage entre le Lué et le Ruohl ou entre le Lué et la basse an Ero. De sorte que l'on peut dire, malgré tout, que les anciennes routes restent recommandables, bien que ceux qui les pratiquaient n'avaient pas pleinement conscience des dangers qu'ils « frôlaient ».

A proximité du mouillage habituel dans l'Est de Penfret, nous avons trouvé un haut-fond de 4,4 m dans des fonds de 12 m.

VI.3.3. Documents établis.

Les documents suivants ont été établis :

- 9 minutes de rédaction de la bathymétrie;
- 8 minutes de rédaction des recherches de hauts-fonds;
- 4 minutes de rédaction de la topographie;
- 26 fiches d'amers;
- 16 fiches géodésiques.

CHAPITRE VII

LEVÉ DE LA MANCHE EST

VII.1. Généralités.

En application d'une convention établie en 1972 entre l'Hydrographic Department britannique et le S.H.O.M., concernant un levé coordonné en Manche, et comportant en particulier un partage de zones de responsabilité hydrographique, il fut décidé d'entreprendre le levé de la Manche Est, en commençant dans la zone Gris-Nez - Dungeness pour aller progressivement vers l'Ouest.

Une coordination entre les Britanniques et la Mission pour les époques du levé était indispensable, car nous utilisâmes, pour la localisation, une chaîne Decca-Hi-Fix implantée en France par l'Hydrographic Department et fonctionnant sous la surveillance du personnel de la maison Decca (cf. chap. II). Pour préparer cette opération nous avions des facilités de correspondance directe avec l'Hydrographic Department et eûmes l'occasion, pour la mise au point de certains détails, de rencontrer le Commandant (hydrographe) du H.M.S. *Beagle*, chargé du levé au large des côtes anglaises. Nous rencontrâmes auprès des officiers hydrographes britanniques une parfaite compréhension de nos problèmes et bénéficiâmes d'une aide efficace.

Le levé commença fin septembre 1973. La campagne 1973 s'acheva fin novembre. Les travaux dans cette zone repriront en juin 1974 et s'acheveront fin octobre 1974. Quand nous quittâmes la Mission, le levé s'étendait de Gris-Nez à Dieppe et au Nord d'Antifer (voir planche 11).

VII.2. Méthodes employées, type d'activité et déroulement des travaux.

VII.2.1. Localisation.

La localisation était assurée au moyen du système de radiolocalisation Decca-Hi-Fix. L'implantation de la chaîne Decca-Hi-Fix couvrant la Manche, les questions d'étalonnage et de calage sont indiquées au chapitre II, (§ 8). En ce qui concerne l'utilisation du système, on se reportera à l'annexe III.

Notons cependant, en ce qui concerne le calage du récepteur et le contrôle du calage, quelques particularités du levé. Le calage initial se faisait généralement sur le feu de la digue Carnot à Boulogne. Mais il eut été préjudiciable au rendement de revenir en ce point fréquemment. Nous observâmes

les phases HI-FIX associées aux bouées balisant le Colbart, la Bassurelle et le Vergoyer, à diverses heures du cycle de marée, et l'on put s'assurer que l'évitage de ces bouées ne dépassait généralement pas 80 mètres. Il était par la suite possible de contrôler les indications des phasemètres par passage à proximité de ces bouées. En effet, pour le réseau 1 les chenaux ont une largeur de 300 mètres environ, ce qui levait toute ambiguïté sur les indications du phasemètre correspondant. Une ambiguïté pouvait subsister sur le réseau 2, dont les chenaux ont une largeur de 100 mètres. Mais grâce aux phases observées et interprétées au moyen des prédictions de courant, il était possible d'avoir une certaine garantie concernant le contrôle. Généralement, on fut d'ailleurs assez heureux pour « fermer » les séances de sonde (avant panne) par un retour à proximité du feu de la digue Carnot, ce qui donnait une certitude sur le calage.

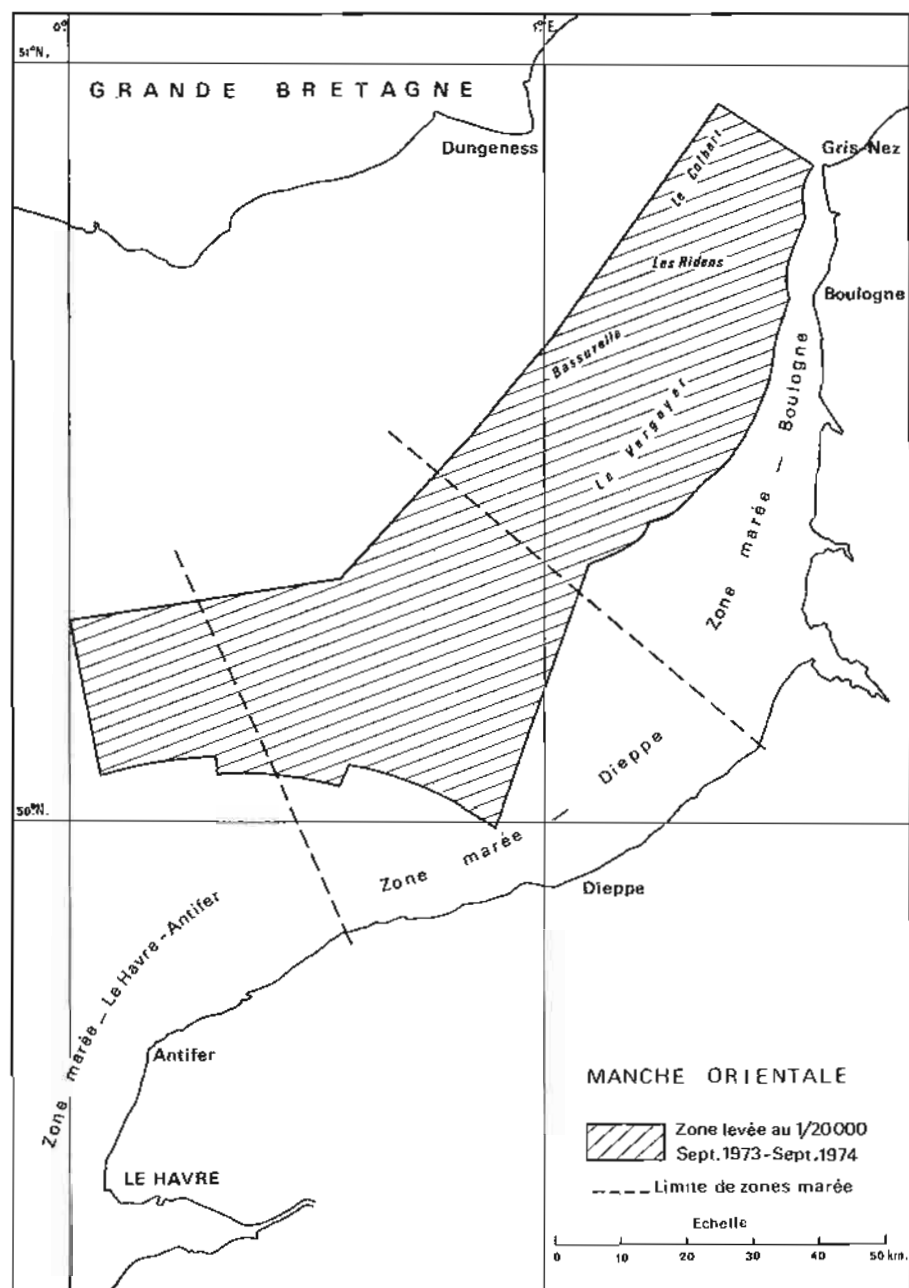
Au cours de la campagne 1974, nous utilisâmes fréquemment l'épave du *Daffodils* à 7 milles au Nord de Dieppe comme point de calage ou de contrôle de calage. Une autre épave située par 50° 12' N et 0° 46' E remplissait le même rôle, selon les circonstances. Cette procédure évitait de trop fréquents déplacements vers Boulogne quand nous sondions au large de Dieppe et d'Antifer.

VII.2.2. Sondages.

Les sondages furent exécutés par *L'Espérance* au moyen d'un sondeur Atlas-Deso-10. L'espacement maximum des profils de sonde est de 300 mètres dans les fonds de plus de 10 m, il est de 150 mètres dans les fonds inférieurs. Les routes suivies sont des hyperboles du réseau 2. Quelques profils de vérification ont été suivis en travers de ce réseau, afin de contrôler la cohérence des étalonnages des sondeurs et le modèle de marée. Le bâtiment sondait à la vitesse de 10 noeuds (pas 8), vitesse inférieure à la vitesse de croisière.

Les sondages se faisant en suivant des routes perpendiculaires au trafic normal dans le Pas-de-Calais, les risques d'abordage étaient élevés. Peu de bâtiments manœuvraient à la vue de nos marques ou feux d'hydrographie. La « tactique » employée en cas de risque d'abordage consistait à réduire l'allure tout en se maintenant sur l'hyperbole à suivre, puis à stopper ou à battre en arrière au besoin. Le bâtiment se trouva à plusieurs reprises en situation délicate.

Par ailleurs, les sondages sur les bancs ne pouvaient avoir lieu qu'au voisinage de la pleine mer.



PL. 11

VII.2.3. Mesures de courant.

Au cours des sondages on notait, à chaque top de position, le cap et la vitesse loch du bâtiment. La comparaison entre l'estime et la route suivie sur le fond, déduite de la localisation précise dont nous disposions, permet une évaluation du courant de surface. Ces résultats furent rapportés à l'heure de la pleine mer à Boulogne et l'on établit un programme dont le produit final consistait en le tracé des vecteurs courants sur 13 planches rapportées à la pleine mer à Boulogne. Les principes de cette détermination du courant et du traitement des observations à bord sont donnés en annexe II.

VII.2.4. Révision d'amers.

Une révision des amers de la côte entre Gris-Nez et le Tréport a été menée depuis la mer et à partir de la terre. Les coordonnées d'un certain nombre de points déjà déterminés par des Missions antérieures ont été modifiées de façon sensible.

13 fiches géodésiques ont été établies à cette occasion.

VII.2.5. Positions des bouées.

On a pu constater que les positions des bouées indiquées sur les cartes étaient souvent erronées et que les écarts entre les positions réelles et celles

des cartes dépassaient quelquefois 400 mètres. Ces anomalies ont été signalées au Service des Phares et Balises.

VII.2.6. Déroulement des travaux.

Le levé commença le 20 septembre 1973, après que la Société Decca eût installé un récepteur HI-FIX à bord de *L'Espérance* à Portsmouth. Commencé dans des conditions difficiles (pannes du récepteur HI-FIX, du gyro-compass, avarie de guindeau) le levé fit de nets progrès en octobre, où le temps fut assez favorable. Conformément au programme, la chaîne Decca-HI-FIX arrêta ses émissions le 22 novembre 1973. A l'issue de cette campagne 1973 le levé englobait le Colbart, les Ridens et la Bassurelle.

Il fut repris en juin 1974 par *L'Espérance*.

VII.3. Rédaction.

Réduction des sondages.

Au Nord de la droite orientée au 310°, issue du phare d'Ault, les sondes ont été réduites de la quantité :

$$h(t) = k(x,y) H [t + \theta(x,y)] \quad (1)$$

où $H(t)$ désigne la marée observée à Boulogne, et où $k(x,y)$ et $\theta(x,y)$ sont des polynômes du degré 3 en x et y , coordonnées Lambert I du point auquel s'applique la réduction de marée.

L'observatoire de marée de Boulogne est décrit au chapitre XI, (§ 4).

Pour obtenir plus de détails sur la méthode de réduction semi-automatique des sondages, on se reportera au chapitre IV, (§ 3).

Les valeurs numériques des coefficients des polynômes k et θ sont indiquées sur les minutes de rédaction de la bathymétrie. Elles proviennent des résultats des mesures effectuées au moyen du modèle réduit de la Manche (Laboratoire de Mécanique des Fluides de Grenoble). Ces résultats nous avaient été communiqués par l'E.P.S.H.O.M. pendant l'été 1973.

Entre la droite orientée au 310°, issue du phare d'Ault, et la droite orientée au 335° issue de la butte du Catelier on a pris une formule semblable à la formule (1), mais où $H(t)$ désigne la marée observée à Dieppe (cf. chap. XI, § 5) et où les polynômes k et θ ont été déduits d'une carte des lignes cotidales et d'égal marnage établie par l'E.P.S.H.O.M. en 1974. Cette carte s'inspire des documents britanniques. Ces données n'étant pas en accord avec les résultats du Laboratoire de Mécanique des Fluides de Grenoble, il n'y a pas homogénéité entre la marée calculée dans la zone Boulogne et la marée calculée dans la zone Dieppe.

A l'Ouest de la droite orientée au 335°, issue de la butte du Catelier, on a pris une formule semblable à la formule (1), mais dans laquelle $H(t)$ désigne la marée observée à Antifer (cf. chap. XI, § 6) et où les polynômes k et θ ont été déduits de la carte des lignes cotidales utilisée pour la zone de Dieppe.

CHAPITRE VIII

LEVÉ DANS LE PAS-DE-CALAIS ET EN MER DU NORD

VIII.1. Généralités.

Ce levé fait suite au levé effectué en Manche Est en 1973, levé qu'il rejoint au cap Gris-Nez. Sa limite Nord-Ouest correspond au partage des zones de responsabilité hydrographique entre la Grande-Bretagne et la France. Le levé comprend une partie du banc de Sandettié, l'Out Ruytingen et le Dyck Occidental. Une attention particulière a été portée à la zone du chenal d'accès à Dunkerque, depuis le bateau-feu du Dyck jusqu'au méridien de Gravelines. Les sondages dans cette zone faisaient l'objet d'une convention avec le Port Autonome de Dunkerque.

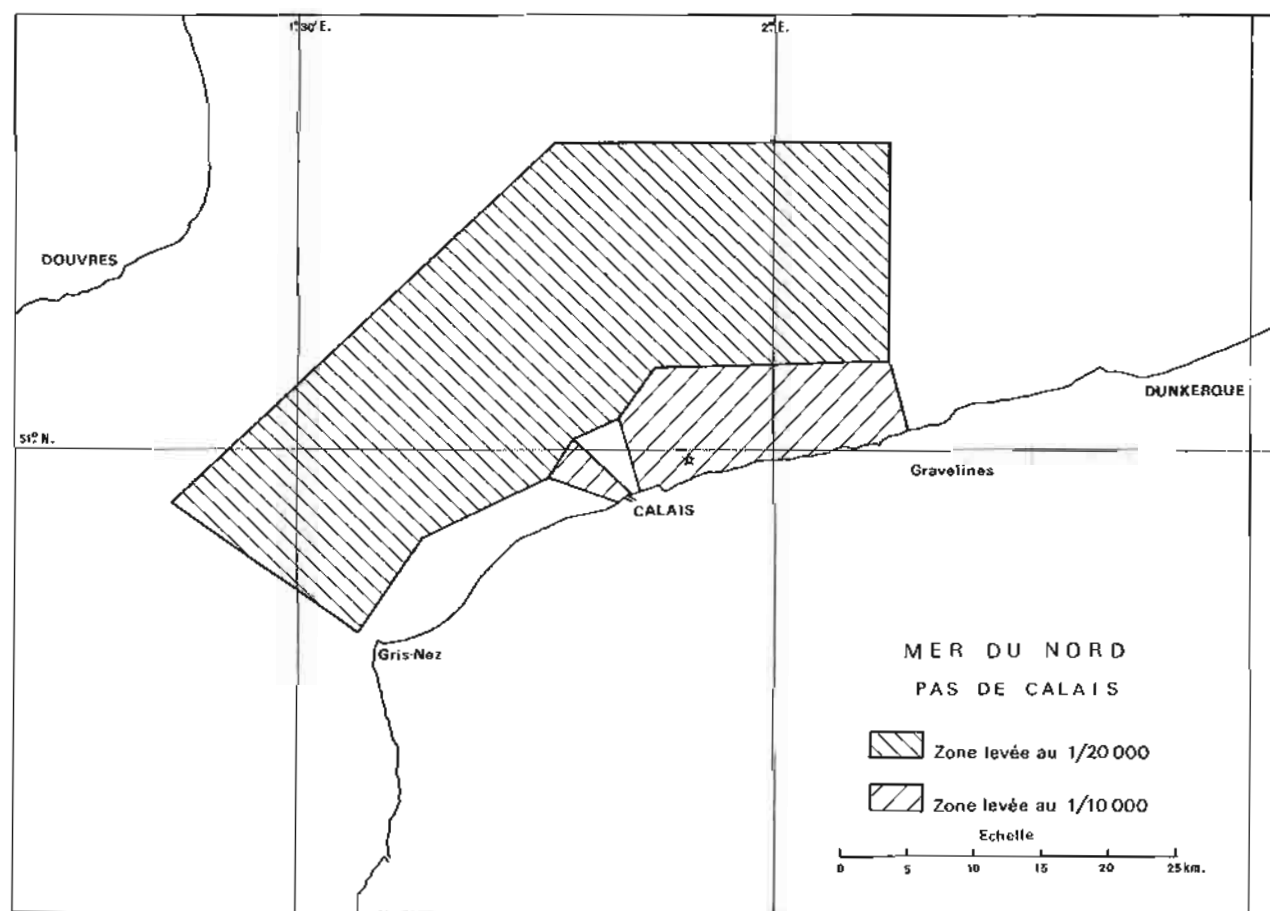
Le levé commença en avril 1974. Les sondages du large et de la zone côtière à l'Est de Calais étaient achevés au début du mois de septembre 1974. Nous donnâmes ensuite la priorité au levé

des ridens de la rade de Calais, en raison d'une demande urgente de vérification de la situation de ces ridens par le Service Maritime des Ponts et Chaussées du Pas-de-Calais. Les zones sondées figurent sur la planche 12.

VIII.2. Méthodes employées, type d'activité et déroulement des travaux.

VIII.2.1. Localisation.

Pour les sondages du large, la localisation était principalement assurée au moyen de la chaîne Decca-HI-FIX de la mer du Nord (South Rijnmond Chain) dont les caractéristiques sont indiquées au chapitre II, (§ 9). Nous nous servions accessoirement de la chaîne Toran du Port Autonome de Dunkerque,



PL. 12

dont nous recevions les signaux, exploitables de jour, mais assez déficients la nuit. La configuration de cette chaîne, décrite au chapitre II, (§ 7), n'en permettait l'utilisation précise qu'à l'Est de Calais. On en fit usage pour les travaux côtiers entre la pointe de la Walde et Gravelines. L'embarcation était alors munie d'un récepteur Toran-P-10.

Pour le levé du Pas-de-Calais, à l'Ouest de Calais la configuration des réseaux HI-FIX ne permettait pas une bonne détermination de la position avec le seul récepteur HI-FIX, ni d'ailleurs avec le récepteur Toran. On eut recours à un traversier optique : *L'Espérance* était visée au théodolite depuis le monument de la Dover Patrol.

Nous avons déjà souligné les difficultés que présentait la conservation du calage du récepteur HI-FIX. Le calage initial du récepteur HI-FIX se faisait sur les feux des jetées de Calais. Nous trouvâmes rapidement un bon nombre d'épaves qui nous permettaient de confirmer le calage sans retour devant Calais. Par ailleurs, nous nous servions de l'enregistrement des phases Toran pour vérifier le calage du HI-FIX par construction fréquente du point à 4 lieux (HI-FIX et Toran).

Le calage du récepteur Toran se faisait par coupure de la ligne d'ombre Ouest du réseau B, et par relèvement — distance, du feu Ouest de Calais, pour le calage du réseau A. A noter que l'un des émetteurs Toran étant situé au feu Ouest de Calais, il n'était pas possible d'avoir une réception convenable des signaux si l'on était trop près de ce feu.

Au cours des sondages côtiers aux abords immédiats de Calais, les embarcations étaient radioguidées. La localisation était alors purement optique, avec tous les inconvénients que cela comporte dans une région où les brumes sont très fréquentes.

VIII.2.2. Sondages.

Dans la zone du large l'espacement des profils de sonde est de 300 mètres, sauf sur les bancs où il est de 150 mètres. Quelques profils ont été sondés en travers du réseau général des profils réguliers afin de permettre des contrôles de cohérence. Dans la zone côtière et dans le chenal d'accès à Dunkerque l'espacement maximum des profils de sonde est de 100 mètres. Un bon nombre de recherches de hauts-fonds ont été entreprises dans cette zone.

Les sondages au large ont été entièrement effectués par *L'Espérance*. Les sondages sur les bancs posaient un problème de sécurité et nécessitaient un découpage optimum des horaires de sonde pour profiter au maximum des pleines mers. Tout ce qui a été dit des risques d'abordage au chapitre VII s'applique ici.

Les sondages du chenal d'accès à Dunkerque ont été exécutés par *L'Espérance* elle-même, les sondages côtiers et certaines recherches de hauts-fonds ont été effectués par les embarcations de *Astrolabe* et de *La Découverte*.

Dans tous les cas, l'étalonnage des sondeurs se faisait à la barre.

Les sondages ont été suivis de la détermination de la nature du fond.

VIII.2.3. Position des bouées.

Comme en Manche, on constata d'importants décalages entre les positions réelles des bouées et les positions indiquées sur les cartes. Les écarts relevés dépassent 1 000 m pour certaines bouées. Ces anomalies ont été signalées au Service des Phares et Balises.

La bouée signalant l'épave du *Jonrix* est bien à la position indiquée sur les cartes. Les recherches faites à proximité de la bouée n'ont pas permis de détecter l'épave au sondeur. On nous avait demandé de localiser l'épave du *Jonrix* pour connaître sa distance à la laisse de basse mer. La distance de la bouée à la laisse de basse mer est de 12,6 milles. Si cette bouée signale bien l'épave qui en serait distante de 100 m, on peut en conclure que l'épave est à plus de 12 milles de la laisse de basse mer.

VIII.2.4. Epaves.

Les épaves détectées ont donné lieu à des sondages complémentaires pour en préciser la cote. Aucune recherche systématique d'épaves n'a été entreprise. Les bâtiments participant au levé n'étaient pas équipés pour une telle opération.

14 fiches d'épave ont été établies.

VIII.2.5. Révision d'amers.

Une révision complète des amers entre Gris-Nez et Dunkerque a été effectuée. Une documentation comportant photographies de vues de côte et cartes marines a été constituée à la suite de ce travail. 50 fiches géodésiques ont été établies.

VIII.2.6. Mesures de courant.

Comme pour le levé de la Manche Orientale on nota à chaque top de position le cap et la vitesse loch du bâtiment pour déduire le courant de la localisation précise du bâtiment au cours des sondages.

Des mesures de courant à 5 mètres d'immersion au moyen de courantographes Mécaboliér à enregistrement photographique aux points et époques donnés dans le tableau qui suit.

Positions	Dates des mesures
51° 09' 36" N 1° 47' 18" E	du 30/4 au 5/5/1974
51° 10' 04" N 1° 48' 07" E	du 28/4 au 29/4/1974
51° 03' 05" N 1° 52' 30" E	du 4/5 au 9/5/1974
51° 03' 36" N 1° 52' 38" E	du 31/5 au 7/6/1974
51° 10' 07" N 1° 47' 39" E	du 1/6 au 7/6/1974

VIII.2.7. Déroulement des travaux.

Le levé commença en avril 1974, après que la maison Decca eût installé un récepteur HI-FIX à bord de *L'Espérance*, à Chatham. Le levé du Pas-

de-Calais proprement dit qui nécessita un complément optique pour la localisation, n'alla pas sans difficultés, car la visibilité était souvent médiocre. A la fin du mois de mai, le levé du large était achevé.

On termina le levé du chenal d'accès à Dunkerque au début du mois de juin. Le levé côtier, à terre du levé précédent, fut effectué par l'*Astrolabe* en juin et juillet. A cette époque *L'Espérance* avait repris le levé de la Manche Orientale. En septembre 1974, *La Découverte* effectua des recherches de hauts-fonds dans les zones précédemment sondées et commença le levé côtier aux abords de Calais.

VIII.3. Rédaction - Résultats.

VIII.3.1. Réduction des sondages.

La marée $h(t)$ sur le levé a été calculée en fonction de la marée observée à Calais ou à Dunkerque, selon que l'on se trouve à l'Ouest ou à l'Est d'une droite séparatrice orientée au 345° issue du feu de la Walde.

La relation donnant $h(t)$ au point de coordonnées Lambert (x, y) s'écrit :

$$h(t) = k(x, y) H [t + \theta(x, y)]$$

où $H(t)$ désigne la marée observée dans le port de référence et où $k(x, y)$ et $\theta(x, y)$ sont des polynômes de degré 3 en x et y . Ces polynômes, dont les coefficients figurent sur les minutes, ont été déterminés à partir d'une carte des lignes cotidales et des lignes d'égal marnage établie par l'E.P.S.H.O.M., carte s'inspirant des cartes britanniques. Pour plus de détail concernant la réduction des sondages on pourra se reporter au chapitre IV, (§ 3).

La description des observatoires de marée de Calais et de Dunkerque est donnée au chapitre XI.

Les zéros hydrographiques à Calais et à Dunkerque ne sont pas en concordance comme nous avons pu le constater sur une collection de 2 mois d'observations simultanées aux 2 ports. On constate qu'au zéro hydrographique à Dunkerque correspond la cote $+ 0,25$ m par rapport au zéro hydrographique à Calais. Il y a donc sur les minutes de bathymétrie une discontinuité de 0,2 m au voisinage de la séparatrice des 2 zones de marée.

VIII.3.2. Levé du chenal à Dunkerque — Levé des ridens de la rade de Calais.

La rédaction du levé du chenal d'accès à Dunkerque fut menée avec le maximum de diligence. Les documents le concernant parvinrent au Port Autonome de Dunkerque début septembre.

Le service Maritime des Ponts et Chaussées du département du Pas-de-Calais s'étant inquiété du talonnage de bâtiments aux abords Sud des ridens de la rade de Calais, nous donnâmes la priorité à un petit levé entre les bouées 8 et 10 du chenal d'accès à Calais.

On constata en effet, une progression de plus de 100 mètres vers le Sud des ridens de la rade depuis les sondages des années 1950-1960. Sur nos instructions, une minute provisoire établie à bord de *La Découverte*, et que nous n'avions pu contrôler préalablement, fut remise sans délai par ce bâtiment à la Direction du Port de Calais. Cette procédure expéditive avait été utilisée pour permettre au Port de Calais de déplacer dès que possible les bouées du chenal.

VIII.3.3. Echelle des minutes.

Les minutes de rédaction de la bathymétrie sont à l'échelle de 1/20 000 au large de l'isobathe 20 m, sauf dans la zone d'accès à Dunkerque où l'échelle est de 1/10 000. Les sondages côtiers proprement dits sont rédigés à l'échelle de 1/10 000.

CHAPITRE IX

LEVÉ EN BAIE DE SEINE

IX.1. Généralités.

Ce levé, objet d'une convention avec le Port Autonome du Havre concerne une zone d'accès au port pétrolier d'Antifer, schématisé par une bande orientée au $118^{\circ} 30'$, allant des fonds de 50 m aux fonds de 20 m et franchissant une zone de ridens. Les sondages eurent lieu du 16 mai au 15 juin 1974.

On compléta ce travail par une exploration au sondeur latéral. Cette exploration, effectuée à 80 % par nos soins, débuta à la fin du mois d'août 1974 et fut achevée sous la direction de notre successeur.

Les limites du levé figurent sur la planche 13.

IX.2. Méthodes employées, types d'activité.

IX.2.1. Localisation.

La localisation était assurée au moyen de la chaîne Toran de la baie de Seine, dont la configuration est décrite au chapitre II, (§ 6). Le fonctionnement de la chaîne était très satisfaisant. Les fluctuations nocturnes de la phase n'ont jamais dépassé 5 centièmes de tour. Les phases étaient constamment enregistrées à bord (Linax) et les vérifications fréquentes par passage au-dessus d'épaves placées préalablement avec un calage sûr ont permis de lever toute ambiguïté sur les entiers des phases-mètres. Le calage initial se faisait sur amer au Havre et à Cherbourg.

IX.2.2. Sondages.

Les profils suivis au cours des sondages réguliers sont des hyperboles du réseau B. L'espacement maximum de ces profils est de 100 m. Dans les zones à relief accidenté, où les sondages du levé régulier permettaient de conclure à l'existence possible de fonds moindres, on a suivi systématiquement des profils intercalaires au réseau régulier (espacement de 50 m ou de 20 m, selon les cas). Enfin, les principales « têtes » ont été précisées par des profils encore plus serrés.

On a sondé sur quelques profils traversiers au réseau général des profils de sonde, dans le but de vérifier la cohérence des sondages.

L'étalonnage du sondeur Atlas-Deso-10 du bâtiment sondeur était, comme d'habitude, exécuté à la barre.

IX.2.3. Mesures de courant.

Comme pour le levé de la Manche Orientale, on notait au cours des sondages, à chaque top de localisation, le cap et la vitesse loch du bâtiment, pour déduire le courant de marée de la localisation précise.

Les mesures de courant, à 10 m d'immersion, au moyen du courantographe Mécaboliér à enregistrement photographique, ont été effectuées aux points et époques indiqués dans le tableau qui suit :

Positions	Dates des mesures
49°45'48" N 0°09'54" W	du 18/5 au 26/5/74
49°43'12" N 0°20'48" W	du 4/6 au 14/6/74
49°40'06" N 0°04'00" E	du 24/8 au 28/8/74
49°44'36" N 0°04'30" W	du 10/9 au 11/9/74

IX.2.4. Epaves détectées au sondeur vertical.

Nous disposions, pour orienter les recherches d'obstructions et d'épaves, des indications du fichier d'épaves de l'E.P.S.H.O.M., comportant en particulier de nombreuses épaves détectées par les chasseurs de mines qui avaient déjà opéré dans une partie de la zone à lever. Les recherches par sondages sur profils serrés autour des positions présumées de ces épaves ont confirmé l'existence de 23 épaves sur les 25 figurant au fichier.

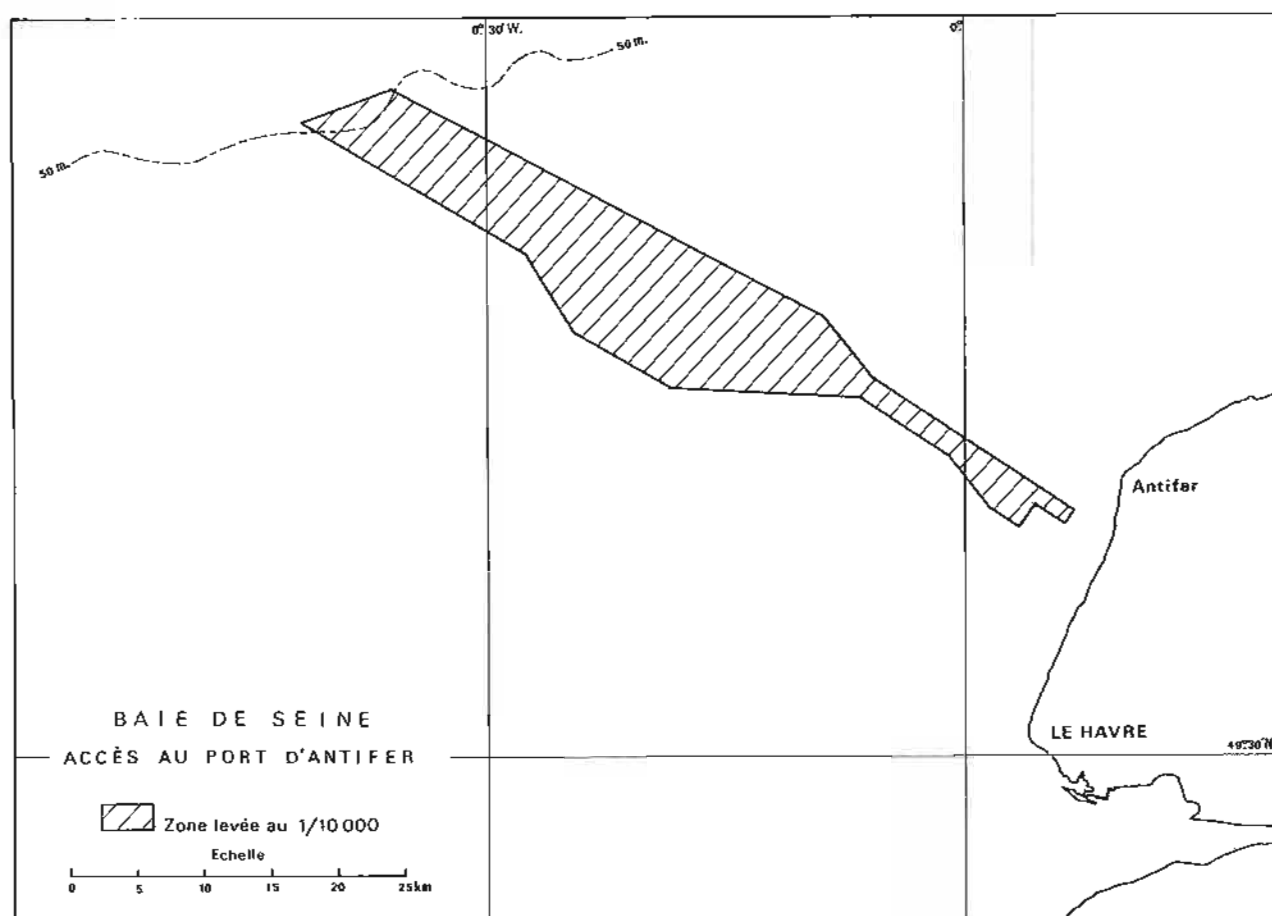
De plus, au cours des sondages, on a enregistré des échos susceptibles de provenir d'épaves ou d'obstructions. Des sondages serrés autour des positions où ces échos avaient été obtenus, n'ont pas toujours confirmé ces échos.

Au total on a établi 43 fiches d'épaves comportant des appréciations sur les échos enregistrés.

IX.2.5. Exploration au sondeur latéral Edgerton.

La Mission reçut, au mois de juin 1974, un sondeur latéral (Side Scan Sonar) construit par Edgerton, dont les premiers essais eurent lieu en baie de Douarnenez. On constata que la portée maximum pratique était de 250 mètres et que la définition de l'enregistrement était étroitement liée à la largeur de la bande explorée. La détection d'une épave dans un contexte rocheux est très problématique.

Comme les sondages de la zone d'approche d'Antifer avaient révélé que les fonds à l'Ouest des ridens étaient bien réguliers, et comme nous avons



PL. 13

détecté un grand nombre d'épaves de position, et quelquefois de dimensions, bien connues, il nous parut intéressant d'employer le sondeur latéral dans cette zone. Il s'agissait d'une expérimentation qui améliorerait en même temps la connaissance des épaves et obstructions des approches d'Antifer.

Pour effectuer ce travail d'exploration dans les meilleures conditions, le Port Autonome du Havre nous prêta une table traçante T5 associée au récepteur Toran. Nous pouvions ainsi suivre des routes rectilignes (différentes des hyperboles des réseaux Toran parallèles à l'axe du chenal, couvrant la zone avec le minimum d'évolutions du bâtiment. Les routes suivies étaient espacées de 200 m; la vitesse du bâtiment était de l'ordre de 5 à 6 noeuds. Les enregistrements étaient exploitables jusqu'à mer 4.

Toutes les épaves ou obstructions connues n'ont pas donné d'échos au sondeur latéral permettant de les classer épaves ou obstructions sûres. L'incertitude est relative aux épaves ou obstructions de petites dimensions (horizontales ou verticales). D'autres épaves connues ont donné des échos assez faibles, mais suffisant pour justifier ensuite des investigations au sondeur vertical. Par contre, huit obstructions nouvelles (en plus de celles signalées au IX.2.4.) ont été détectées au sondeur latéral, et classées ensuite comme certaines par investigations au sondeur vertical.

Ces résultats sont donc intéressants, mais il ne faut pas oublier que les fonds réguliers ont grandement facilité les détections d'épaves ou d'obstructions. Dans un fond rocheux, irrégulier, l'aide que peut apporter le sondeur latéral à la détection d'épaves est bien moindre, comme nous avons pu le constater en baie de Douarnenez. Dans ce cas la recherche, sur l'enregistrement du sondeur latéral, d'échos discrets provenant d'épaves parmi les échos structuraux provenant de l'aspect général du relief, est malaisée.

IX.3. Rédaction.

IX.3.1. Réduction des sondages.

Les sondes enregistrées ont été réduites de hauteurs d'eau calculées au moyen de la formule :

$$h(x,y,t) = k(x,y) - H[t + \theta(x,y)]$$

où : x,y désignent les coordonnées Lambert I du point de mesure, $H(t)$ désigne la hauteur d'eau observée à Antifer.

$k(x,y)$ et $\theta(x,y)$ sont des polynômes de degré trois en x et y , déduits des cartes de lignes cotidiales et d'égal marnage.

L'observatoire de marée d'Antifer est décrit au chapitre XI, (§ 6). Pour avoir plus de détails concernant la réduction semi-automatique des sondages, on pourra se reporter au chapitre IV, (§ 3).

On a vérifié la cohérence des sondages en sondant sur quelques profils traversant le réseau général des profils de sonde. On constate qu'aux croisements des lignes de sonde, dans la zone à fonds

réguliers, les discordances des sondes ne dépassent généralement pas 0,3 m.

IX.3.2. Documents établis.

Les documents suivants ont été établis rapidement à l'issue du levé :

- 15 minutes de bathymétrie à l'échelle de 1/10 000;
- 2 minutes de recherches des hauts-fonds;
- 43 fiches d'épaves.

CHAPITRE X

TRAVAUX DIVERS

En plus des grandes activités décrites aux paragraphes précédents, la Mission a effectué un certain nombre de travaux divers.

X.1. Levé de vérification en Penfeld.

Le levé effectué en Penfeld sous la direction de notre prédécesseur s'est achevé le 16 mai 1972. Nous en avons achevé la rédaction en juin. La Mission prêta ensuite son concours à la Direction du Port de Brest pour des plongées d'investigation en des points où des échos douteux avaient été enregistrés au cours des sondages de 1971 et de 1972.

X.2. Levé de détail près de l'île Longue.

La Mission a effectué, en juin 1972, un levé de détail près de l'île Longue, dans la zone représentée sur la planche 14. Ce levé comportait des sondages et la détermination de la nature du fond au plomb suiffé. L'espacement maximum des profils de sonde est de 10 m. Les sondes ont été réduites de la marée observée, pendant le levé, à l'échelle de marée installée à l'île Longue (cf. chap. XI, § 11).

Les 4 minutes de rédaction des sondages ont été communiquées à la 2^e Région Maritime, dès le mois d'août.

X.3. Levé de la zone de remblai de Roscanvel.

En février 1973, la Mission sonda la zone de remblai située entre la Pointe des Espagnols et Roscanvel (voir planche 14). L'espacement maximum des profils de sonde est de 100 m.

La minute de rédaction des sondages a été adressée à la 2^e Région Maritime, le 1^{er} mars.

X.4. Recherches de hauts-fonds en rade de Brest.

La Mission a recherché, en janvier 1974, deux hauts-fonds en rade de Brest, indiqués sur la carte marine 3799. Ces recherches ont donné les résultats suivants :

— La sonde 17 m portée sur la carte précitée dans le 141 et à 760 m de la pointe Sud de l'île Ronde n'a pas été retrouvée. Il n'y a pas de fond de 17 m à la position indiquée, ni dans son voisinage immédiat.

— La basse Fortunée située au Nord de l'île Longue est cotée 10,4 m.

En avril 1974 on détermina les principales têtes de la basse de l'Armorique et de la basse Renard, ainsi que quatre têtes secondaires dans les environs immédiats de ces basses.

— La tête de la basse de l'Armorique est à 3,8 m.

— La tête de la basse Renard est à 3,0 m.

Les sondes ont été réduites de la marée observée à Brest-Penfeld. Les résultats des travaux ont été communiqués rapidement par compte rendu périodique d'activité.

X.5. Recherche de hauts-fonds sur le plateau des Fillettes et ses abords.

Pendant une période d'indisponibilité accidentelle de *La Découverte*, les vedettes de ce bâtiment effectuèrent des recherches de hauts-fonds sur le plateau des Fillettes et la basse Hermine. Les instructions concernant ce travail indiquaient les sondes connues à vérifier. A la place des sondes 11,2 m et 15,1 m du plateau des Fillettes on trouva respectivement 10,5 m et 15,4 m.

Les sondes ont été réduites de la marée observée à Brest-Penfeld.

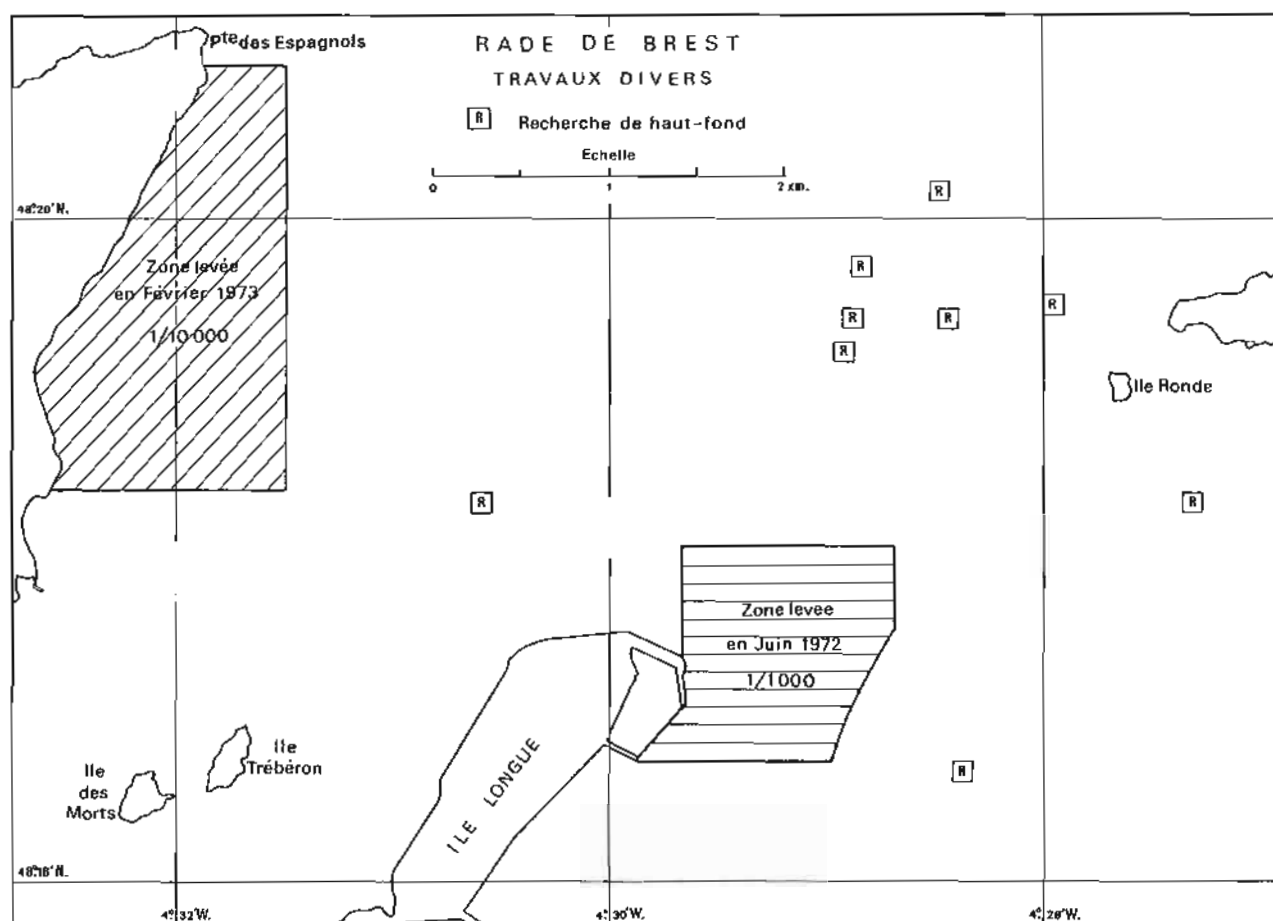
Les sondages sur la basse Hermine ne purent être achevés, en raison de travaux prioritaires.

X.6. Travaux géodésiques à l'île Longue.

La Mission a effectué, en mars 1973, des travaux géodésiques à l'île Longue.

X.7. Participation à la recherche de l'épave d'un hélicoptère.

Le 16 août 1973 un hélicoptère de la Marine Nationale disparaissait entre l'île de Sein et Tévennec. Nous proposâmes à l'autorité maritime locale l'utilisation de la chaîne de radionavigation Toran cou-



PL. 14

vrant l'Iroise (cf. chap. II, § 4) pour assurer une localisation précise et continue pendant les recherches de l'épave de l'hélicoptère.

Le 21 août nous appareillâmes, accompagnés de 2 officiers-mariniers hydrographes, à bord du chasseur de mines *Cérès*, équipé à cette occasion d'un récepteur Toran-P-10. Pour assurer une exploration systématique et sans lacune, la *Cérès* suivit des routes à espacement de 150 m, selon des hyperboles d'un réseau Toran, à la vitesse de 4 noeuds.

Dans l'après-midi du 21 août un écho intéressant fut obtenu, cet écho fut précisé dans la soirée. Le mercredi 22 août, les plongeurs de la *Cérès* cons-

tatèrent que l'écho précité correspondait bien à l'épave de l'hélicoptère, qui fut repêchée dans l'après-midi.

X.8. Evaluation de la précision des systèmes de radiolocalisation Trispondeur-Decca et Syledis.

La 2^e Région Maritime demanda en 1972 et 1973 le concours de la Mission pour l'évaluation des systèmes de radiolocalisation Trispondeur-Decca et Syledis (Sercel) (cf. Annexes III, § 2 et 3).

CHAPITRE XI

OBSERVATION DE LA MARÉE

La Mission a été amenée à se servir, pour la rédaction des sondages, d'observations de la marée en de nombreux points de nos côtes de Dunkerque à Concarneau. Elle avait, de plus, la charge d'installer, de niveler ou de contrôler en permanence certains observatoires de marée, même si elle ne se servait pas des observations correspondantes pour ses propres travaux hydrographiques.

Pour tous ces observatoires on a établi des fiches descriptives. Ces observatoires sont décrits dans un ordre géographique, sans considération de caractère (permanent ou occasionnel), de responsabilité ou d'utilité pour nos travaux à la mer.

XI.1. Dunkerque-Port.

Le Port Autonome de Dunkerque dispose d'un marégraphe St. Chamond-Granat, fonctionnant en permanence, installé à l'extrémité Nord du quai des Monitors à Dunkerque. La Mission a contrôlé les cotes des repères existants.

— Le zéro hydrographique à Dunkerque est à 9,504 m au-dessous du repère N.G.F. scellé à la base du grand phare, coté 6,204 m N.G.F. (Lallemand) ou 6,81 m I.G.N. 69. Le zéro hydrographique est donc à 3,30 m au-dessous du zéro N.G.F. (Lallemand).

— Le zéro de l'échelle de marée de l'écluse Watier est à 0,005 m au-dessus du zéro hydrographique.

— Les observations de marée à Dunkerque ont servi pour le calcul de la marée au large, nécessaire à la rédaction des sondages du levé en mer du Nord (cf. chap. VIII).

La planche 15 donne la situation de l'observatoire et des cotes des divers repères.

XI.2. Dunkerque Avant-Port Ouest.

En janvier 1974, le Port Autonome de Dunkerque installa un marégraphe enregistreur Seba dans l'Avant-Port Ouest de Dunkerque, à proximité de Clipon.

La Mission y implanta 2 repères et fit un nivellement. Le zéro hydrographique a été adopté par le Port Autonome à 3,56 m au-dessous du zéro N.G.F. (Lallemand) comme à Gravelines.

Le zéro hydrographique est à 11,065 m au-dessous du repère S.H. en bronze, scellé dans l'abri du marégraphe, coté 7,507 m N.G.F. (Lallemand).

La Mission n'a pas eu l'occasion de se servir de cet observatoire.

La planche 16 donne la situation de l'observatoire et les cotes des divers repères.

XI.3. Calais.

Le Service Maritime des Ponts et Chaussées du Pas-de-Calais dispose d'un marégraphe Ott-X-43, fonctionnant en permanence, installé à l'extrémité Nord du quai de marée. Une échelle de marée est située dans le puits du marégraphe (Echelle E2, sur la planche 17). Une échelle en céramique est située à proximité de l'écluse Carnot (Echelle E3, sur la planche 17).

Nivellement à Calais.

Des opérations de nivellement indépendantes partant respectivement des repères I.G.N.-NA L3-43 (repère B de la planche 17) et Na L3-43 (repère D de la planche 17) effectuées par la Mission en février 1974, ont conduit à des résultats en désaccord partiel avec les renseignements anciens connus. Ceci nous a amené à mettre en doute l'homogénéité des cotes des 2 repères et à évaluer la dénivellée entre ces repères.

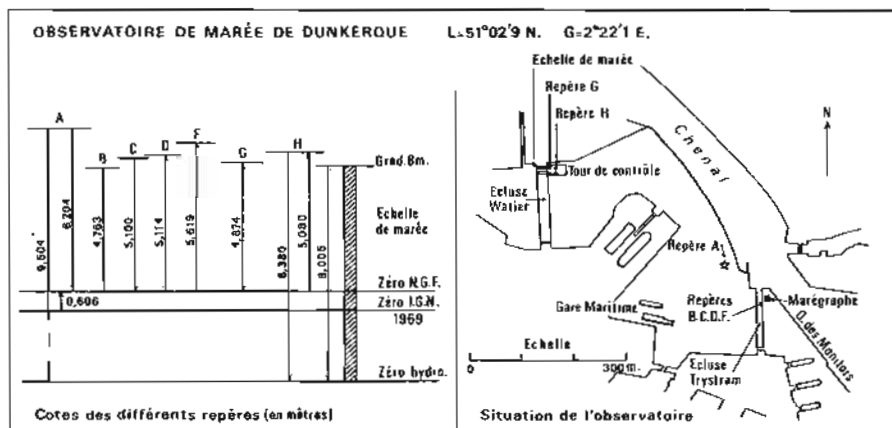
Pour interpréter l'ensemble de nos mesures de nivellement, il a paru logique de conserver les éléments connus suivants :

- altitude normale (I.G.N. 69) du repère D : 4,56 m ;
- différence entre altitude normale et cote N.G.F. (Lallemand) : 0,608 m ;
- zéro de l'échelle de l'écluse Carnot à 1,78 m au-dessous du zéro hydrographique ;
- zéro hydrographique à 4,067 m au-dessous du zéro N.G.F. (Lallemand).

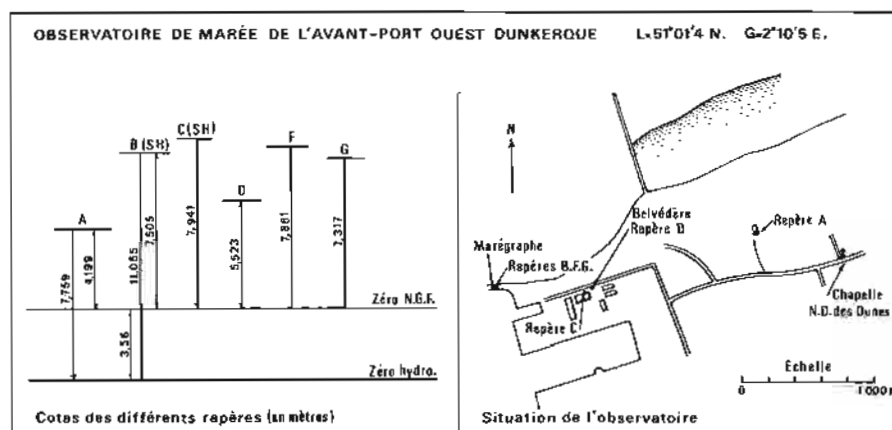
Le repère fondamental A, rivet scellé dans le couronnement du mur du quai du marégraphe est alors à 9,366 m au-dessus du zéro hydrographique et sa cote par rapport au zéro N.G.F. (Lallemand) est alors de + 5,299 m.

Le repère B reçoit alors l'altitude normale (I.G.N. 69) + 5,22 m et non + 5,35 m comme l'indiquait le document de l'Institut Géographique National.

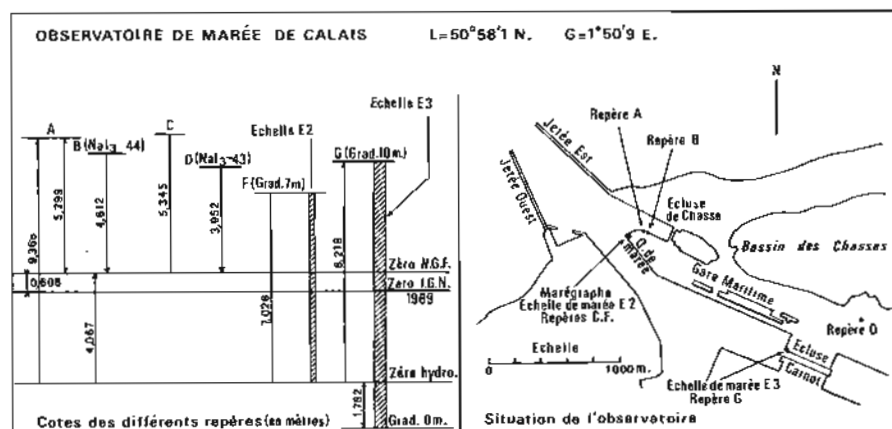
Le zéro hydrographique adopté en 1966 par le Groupement Etude du tunnel sous la Manche avait été à 9,438 m au-dessous du repère fondamental A.



PL. 15



PL. 16



PL. 17

Les observations de marée à Calais ont servi pour le calcul de la marée au large nécessaire à la réduction des sondages du levé en mer du Nord et dans le Pas-de-Calais (cf. chap. VIII).

XI.4. Boulogne.

La Mission a installé en septembre 1973, pour les besoins du levé en Manche Est, un marégraphe

Ott-R-16 à proximité de l'écluse Loubet, ainsi qu'une échelle de contrôle. Cet observatoire était encore en fonction en septembre 1974. Les Ponts et Chaussées prévoient la mise en place d'un observatoire de marée permanent à Boulogne.

Le zéro hydrographique à Boulogne est à 10,910 m au-dessous du repère I.G.N. (Nbc 1) scellé dans le mur du transformateur de la Chambre de Commerce, à proximité du pont Marguet, repère dont la cote I.G.N.-69 est de + 6,522 m. La dif-

férence entre les cotes I.G.N.-69 et les cotes N.G.F. (Lallemand) étant de 0,632 m, il en résulte que le zéro hydrographique est à 5,02 m au-dessous du zéro N.G.F. (Lallemand).

La planche 18 donne la situation de l'observatoire et les cotes des divers repères.

XI.5. Dieppe.

Le port de Dieppe dispose d'un marégraphe Brillié fonctionnant en permanence à l'extrémité Est du quai Henry IV.

La Mission a installé, en septembre 1973, une échelle de marée à proximité du marégraphe. Elle a contrôlé le nivellement des repères de l'observatoire de marée.

Le zéro hydrographique à Dieppe est à 10,33 m au-dessous du repère I.G.N.-Ncp 32 scellé dans le quai près du marégraphe (repère A sur la planche 19), repère dont la cote I.G.N.-69 est de 5,900 m.

La différence entre les cotes I.G.N.-69 et les cotes N.G.F. (Lallemand) étant de 0,46 m, il en résulte que le zéro hydrographique est à 4,89 m au-dessous du zéro N.G.F. (Lallemand).

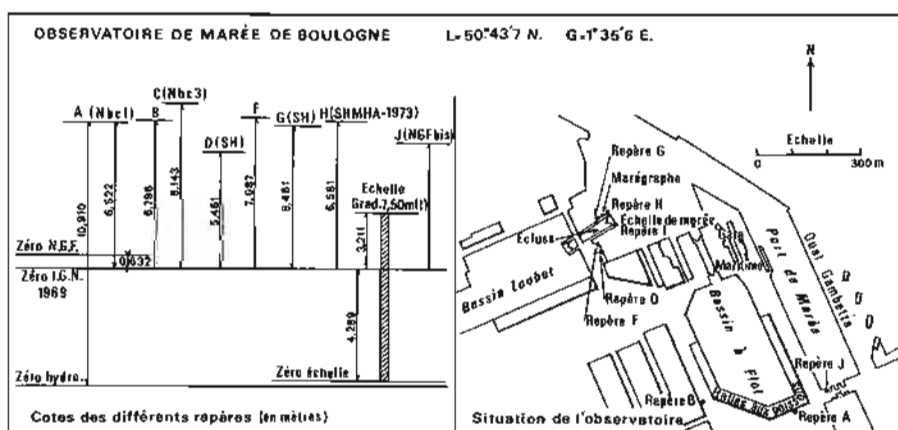
Les observations de marée à Dieppe ont servi pour le calcul de la marée au large, nécessaire à la réduction des sondages du levé en Manche Est (cf. chap. VII, § 3).

XI.6. Antifer.

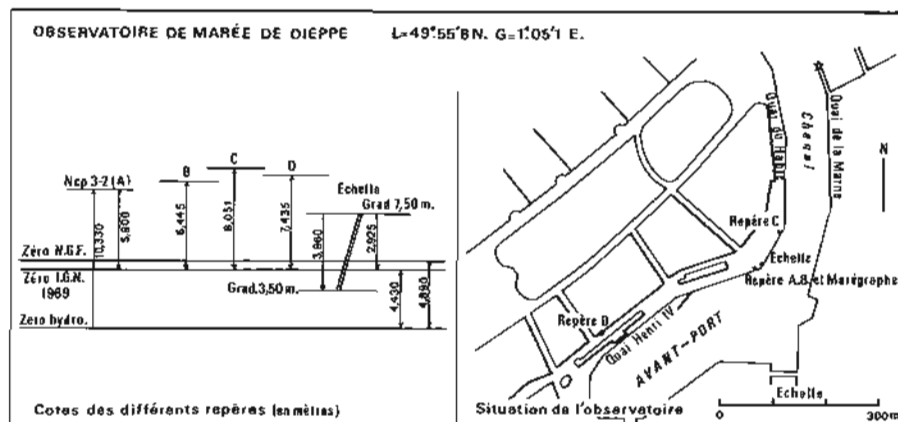
La Mission a installé en mai 1974 un marégraphe Ott-R-16 au port de service du terminal pétrolier d'Antifer, sur le pilier S.W., support du tapis roulant, ainsi qu'une échelle de contrôle sur le pilier NW, support du tapis roulant.

Une concordance avec les pleines et basses mers observées au Havre, portant sur un mois d'observations simultanées, nous a amené à choisir le zéro hydrographique à Antifer à 10,957 m au-dessous du repère F en laiton, scellé à l'enracinement des poutres, supports du tapis roulant. Le zéro hydrographique est à 4,72 m au-dessous du zéro N.G.F. (Lallemand).

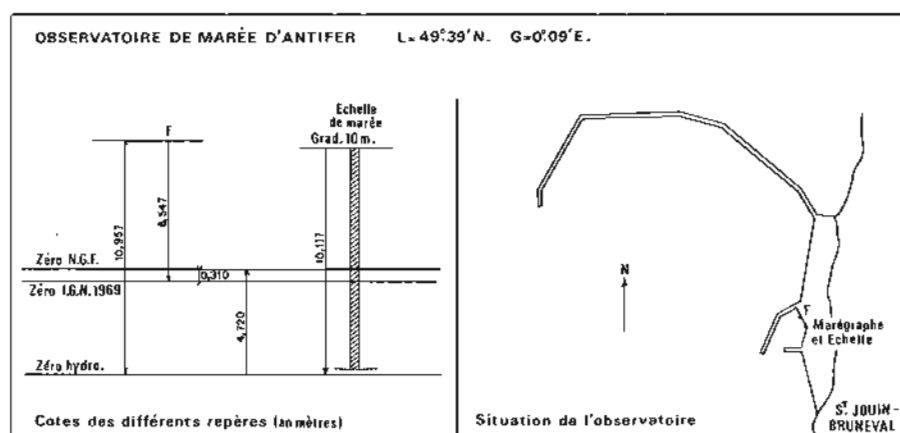
Les observations de marée à Antifer ont servi pour le calcul de la marée au large nécessaire à la réduction des sondages du levé en Manche Sud Orientale (cf. chap. VII) et du levé en baie de Seine (cf. chap. IX).



PL. 18



PL. 19



PL. 20

La planche 20 donne la situation de l'observatoire et les cotes des divers repères.

XI.7. Le Havre.

Le Service des Dragages du Port Autonome du Havre dispose d'un marégraphe fonctionnant en permanence, au quai Broström. Sur notre demande, fut installée en avril 1974 une échelle de marée, changée en juin 1974. Le zéro de la dernière échelle est à 0,014 m au-dessous du zéro de la première.

Le zéro hydrographique au Havre est à 10,562 m au-dessous du repère Ncp 17 scellé dans la face Est du mur du bahut, situé à l'extrémité Ouest du quai d'Escale et à proximité du môle Nord, ce repère est coté + 5,841 m N.G.F. (Lallemand). Le zéro hydrographique est donc à 4,72 m au-dessous du zéro N.G.F. (Lallemand).

Les observations au Havre ont servi à la détermination du zéro hydrographique à Antifer (par concordance). On s'est également servi des observations au Havre pour le calcul de la marée au large quand le marégraphe d'Antifer avait des incidents de fonctionnement (en tenant compte du décalage horaire entre les marées aux 2 observatoires).

La planche 21 donne la situation de l'observatoire et les cotes des divers repères.

XI.8. Cherbourg, port militaire.

En 1974, il fut décidé d'installer un observatoire permanent de marée dans le port militaire de Cherbourg. La Mission fut chargée de cette opération.

Un marégraphe Ott-R-16 a été placé dans l'ancien puits de marégraphe, situé sur le quai Sane, ainsi qu'une échelle de contrôle dans le puits (E2 sur la planche 22), l'ancienne échelle de cuivre (E3 sur la planche 22) étant peu lisible.

Le zéro hydrographique à Cherbourg est à 9,225 m au-dessus du repère N.G.F. - NPQ 35, place Bruhat, sur le pilier gauche du portail d'entrée de la Direc-

tion des Travaux Maritimes, repère coté + 5,25 N.G.F. (Lallemand). Le zéro hydrographique est donc à 3,70 m au-dessous du zéro N.G.F. (Lallemand).

Les observations de marée à Cherbourg n'ont pas servi pour les besoins des levés de la Mission. Elles sont communiquées à l'E.P.S.H.O.M. par le service O.C.I. de Cherbourg, chargé de la surveillance du marégraphe.

XI.9. Roscoff, port en eau profonde.

La station biologique de Roscoff surveille un marégraphe appartenant au S.H.O.M., installé en juillet 1973 dans le port en eau profonde de Roscoff, sur le côté Ouest du quai d'accostage. La Mission effectua, en juillet 1973, le repérage et le nivellement de cet observatoire. Les opérations de nivellement furent longues. Le point de départ du nivellement est constitué par le repère N.G.F. n°8 (Répertoire N.G.F. V. 15, Saint-Pol-de-Léon, février 1967) et passe à titre de vérification par le repère N.G.F. n° 7.

Le zéro hydrographique à Roscoff est à 10,435 m au-dessous du repère S.H. scellé horizontalement dans le quai, à proximité du marégraphe, ce repère est coté + 5,341 m N.G.F. (Lallemand). Le zéro hydrographique à Roscoff est donc à 5,094 m au-dessous du zéro N.G.F. (Lallemand).

L'échelle de marée présente un fruit de 3° 48'.

Les observations de marée à Roscoff n'ont pas servi pour les besoins des travaux de la Mission.

La planche 23 donne la situation de l'observatoire et les cotes des divers repères.

XI.10. Le Conquet.

La Mission a eu la charge de l'observatoire du Conquet depuis l'installation de celui-ci. La proximité de la base de Toulbroc'h permettait un contrôle aisé de l'observatoire par le personnel de la

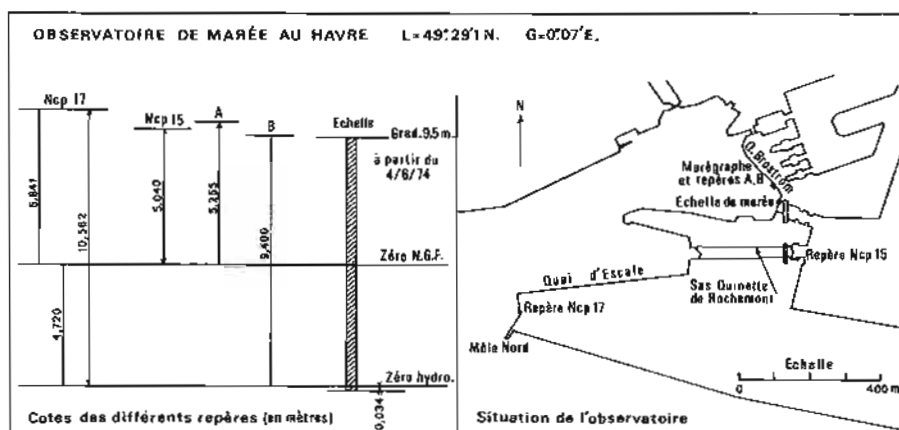
Mission. Pour les stagiaires et débutants le contrôle de cet observatoire constitue une bonne manipulation pratique. On y emploie, en particulier, une sonde lumineuse.

En juillet 1973 la Mission installa une nouvelle échelle de marée, extérieure au puits.

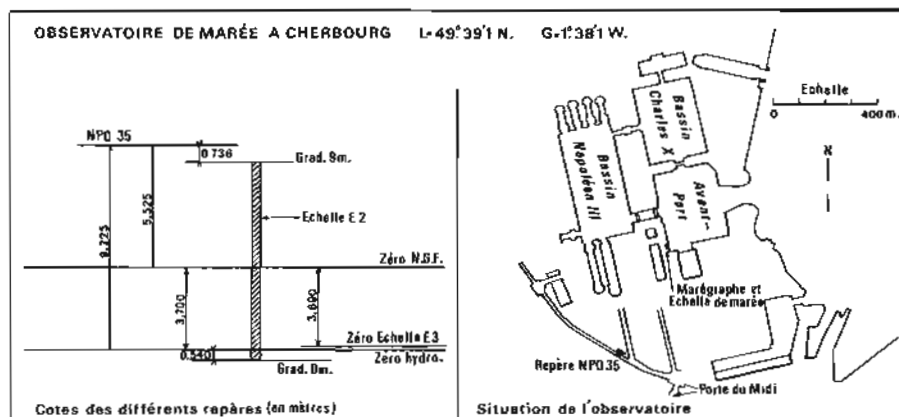
En février 1974, par gros temps, des lames enfoncèrent la porte de l'abri des marégraphes (Ott-R-16 et Ott-R-20), porte donnant au Sud. Les deux maré-

graphes furent endommagés. Nous demandâmes aux Travaux Maritimes de Brest la suppression de la porte Sud et son remplacement par une porte donnant vers l'Est. Ce travail fut exécuté en juillet 1974.

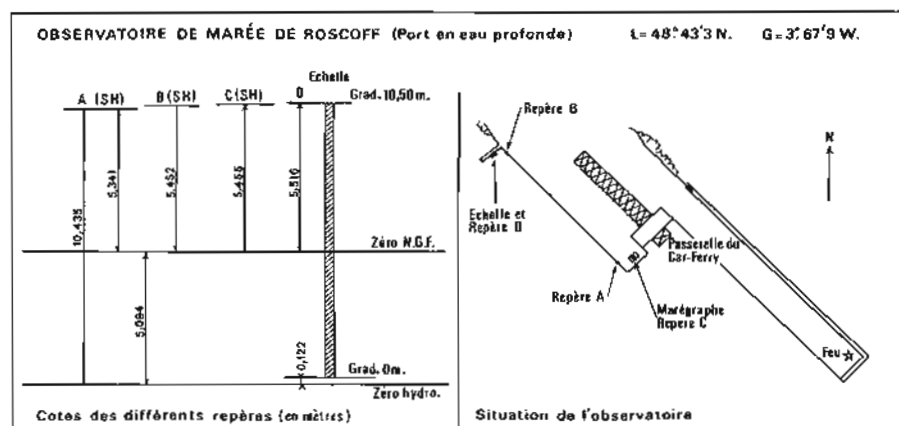
Le zéro hydrographique au Conquet est à 20,575 m au-dessous du repère N.G.F.-44 du soubassement du bâtiment du Service des Phares et Balises, repère coté 16,475 m N.G.F. (Lallemand). Le repère fondamental S.H. cruciforme, de l'abri du canot de sauve-



PL 21



PL 22



PL 23

tage est à la cote + 6,502 m N.G.F. (Lallemand) et non 6,025 m N.G.F. comme l'indique le rapport de M. Demerliac (*).

Le zéro hydrographique au Conquet est à 4,10 m au-dessous du zéro N.G.F. (Lallemand).

Les observations de marée au Conquet ont servi pour le calcul de la marée au large concernant le levé des atterrages de Brest (cf. chap. III) et le levé de l'entrée de la Manche (cf. chap. IV).

La planche 24 donne la situation de l'observatoire et les cotes des repères.

XI.11. Ile Longue.

La marée a été observée de façon occasionnelle à l'échelle de marée de l'île Longue pour réduire les sondages du levé effectué à proximité de l'île et ceux du levé de la zone de remblai de Roscanvel (cf. chap. X).

Le zéro hydrographique à l'île Longue est à 4,51 m au-dessous du zéro N.G.F. (Lallemand), soit à 10,72 m au-dessous du repère S.H. du bâtiment des Travaux Maritimes, repère coté 6,207 N.G.F. La description de l'observatoire de marée de l'île Longue est donnée dans le rapport de M. Roubertou (**).

XI.12. Morgat.

La Mission installa, en juin 1972, un marégraphe Ott-R-16 à la nouvelle jetée, près du slip du nouveau port de plaisance de Morgat.

Le zéro hydrographique à Morgat est à 8,225 m au-dessous du repère N.G.F.-214 scellé dans le mur du quai du port de Morgat, repère coté 4,215 m N.G.F. (Lallemand). Le zéro hydrographique à Morgat est donc à 4,01 m au-dessous du zéro N.G.F. (Lallemand).

Les observations de marée à Morgat ont servi pour la réduction des sondages aux abords du cap de la Chèvre et dans la partie Nord de la baie de Douarnenez (cf. chap. V, § 3).

La planche 25 donne la situation de l'observatoire et les cotes des repères.

XI.13. Douarnenez.

La Mission, installa, en octobre 1972, un marégraphe sur la face Sud du môle Rosmeur à Douarnenez, et une échelle de marée sur la face Nord de ce môle.

Le zéro hydrographique est à 10,110 m au-dessous du repère des Ponts et Chaussées de Douarnenez,

(*) *Annales Hydrographiques*, 5^e Série, Tome III, 1 (année 1975, I.C.A. Demerliac).

(**) *Annales Hydrographiques*, 5^e Série, Tome I, 1 (année 1973, I.C.A. Roubertou).

repère coté + 6,100 m N.G.F. (Lallemand). Le zéro hydrographique est donc à 4,01 m au-dessous du zéro N.G.F. (Lallemand).

Les observations de marée à Douarnenez ont servi à la réduction des sondages en baie de Douarnenez (cf. chap. V, § 3).

La planche 26 donne la situation de l'observatoire et les cotes des repères.

XI.14. Sein.

La Mission installa, en avril 1973, un marégraphe Ott-R-16 et une échelle de marée à l'extrémité du môle du Guernic à Sein. Aucun repère de marée n'existait dans l'île, la Mission mit en place trois repères.

Le zéro hydrographique à Sein a été adopté en concordance avec la cote + 0,08 m au-dessus du zéro hydrographique au Conquet. Le zéro hydrographique à Sein est à 10,226 m au-dessous du repère M.H.A.-1973, boulon hexagonal en laiton, scellé sur un rocher au pied du phare de Men-Brial.

Le marégraphe a été démonté le 30 octobre 1973. Il est repéré par la lettre M1 sur la planche 27.

En raison des travaux de prolongement du môle du Guernic, il n'était pas possible de réinstaller, en 1974, un marégraphe au même endroit. Nous installâmes un marégraphe Ott-R-16 et une échelle de marée au bout de la cale des hautes mers (près du canot de sauvetage). Le marégraphe et l'échelle sont respectivement repérés par les lettres M2 et E2 sur la planche 27. Le puits de ce marégraphe asséchait aux basses mers de vive-eau.

Les observations de marée à Sein ont servi pour la réduction des sondages du levé aux abords du raz de Sein et de Sein (chap. V, § 3).

A noter que l'implantation d'un puits pour marégraphe est prévu au môle du Guernic.

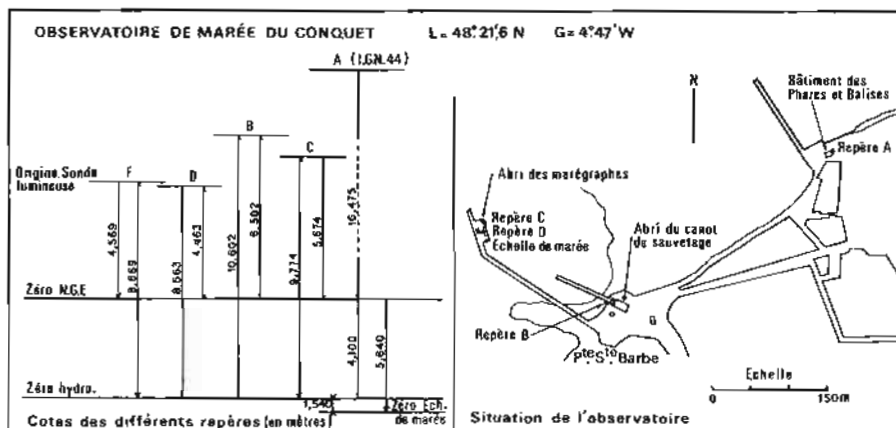
XI.15. Concarneau.

En mars 1973, la Mission installa un marégraphe Ott-R-16 à l'extrémité Est du môle du quai Péneroff à Concarneau, ainsi qu'une échelle de marée.

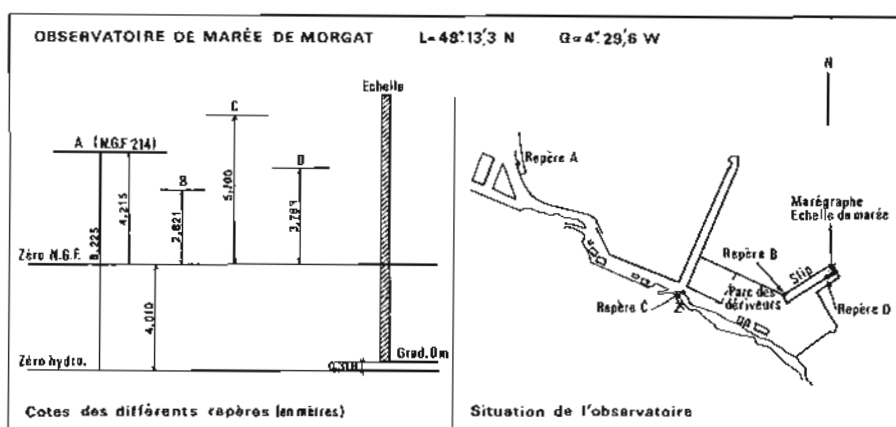
Le zéro hydrographique à Concarneau est à 7,065 m au-dessous du repère N.G.F.-01 K3 P3 - N° 24 scellé dans le parapet du quai d'Aiguillon à l'entrée de la Ville-Close, repère coté + 4,255 m N.G.F. (Lallemand). Le zéro hydrographique est donc à 2,81 m au-dessous du zéro N.G.F. (Lallemand).

Les observations de marée à Concarneau ont servi pour la réduction des sondages du levé des abords de Concarneau et des îles de Glénan (cf. chap. VI).

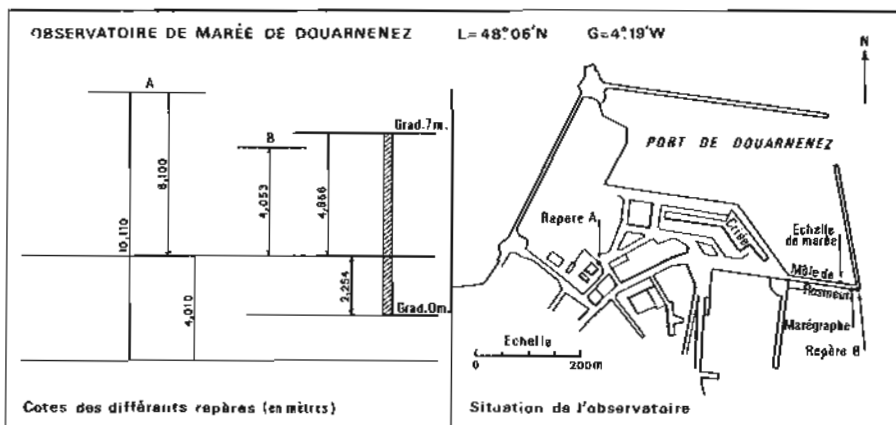
La planche 28 donne la situation de l'observatoire et les cotes des repères.



PL. 24



PL. 25



PL. 26

XI.16. Port-Tudy (île de Groix).

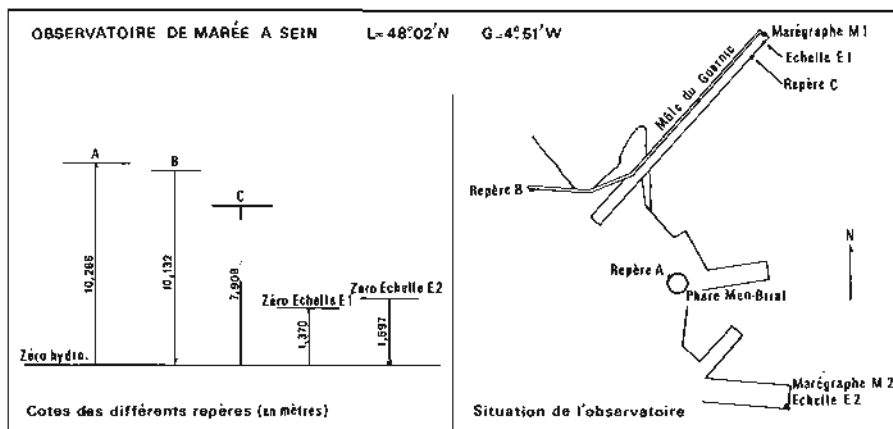
La Mission a eu, comme par le passé, la charge de l'observatoire de marée de Port-Tudy, bien qu'elle n'ait pas eu l'occasion de se servir des observations de marée pour ses propres travaux.

Le marégraphe qui se trouvait dans un abri en maçonnerie situé sur la jetée Est de Port-Tudy est

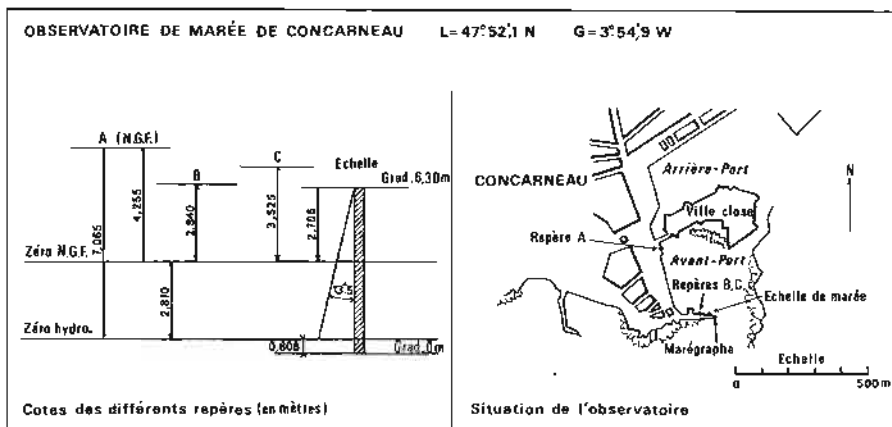
un marégraphe Ott-R-20, à bandes perforées, dont le fonctionnement n'était pas satisfaisant.

L'échelle numéro 2, dont il est question dans le rapport de M. Roubertou (*) a été remplacée le 2 juillet 1973.

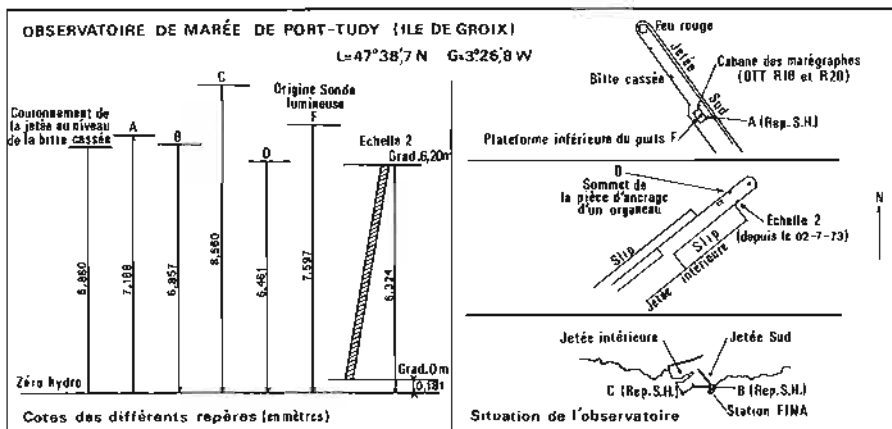
(*) *Annales Hydrographiques*, 5^e Série, Tome I, 1 (année 1973, I.C.A. Roubertou).



PL. 27



PL. 28



PL. 29

La Mission Océanographique de l'Atlantique a installé en 1974 un marégraphe analogique dans le puits du marégraphe, pour les besoins de son levé aux abords de Groix.

Le zéro hydrographique à Port-Tudy se trouve à 7,168 m au-dessous du repère S.H. (A), au sol, à

proximité du mur Est de l'observatoire de marée, ou à 6,88 m au-dessous du couronnement du mur du quai Est, à la hauteur de la deuxième bitte (cassée) à partir du phare.

La planche 29 donne la situation de l'observatoire et les cotes des repères.

ANNEXE I

VÉRIFICATION D'UN MODÈLE DE MARÉE EN MANCHE OUEST
PAR DES RÉSULTATS DE SONDAGE

1. Interprétation des discordances observées aux croisements des profils de sonde.

On a vu au chapitre IV (§ 3) que la marée en Manche Ouest utilisée pour la réduction des sondes était calculée au moyen de la formule :

$$h(x, y, t) = k(x, y) [H(t - \theta(x, y)) - 0,29]$$

où $H(t)$ désigne la marée observée au Conquet.

Les polynômes $k(x, y)$ et $\theta(x, y)$ sont déduits d'un modèle de lignes cotidales et de lignes d'égal marnage qui n'a pas été vérifié par des observations de marée au large.

Il était intéressant de vérifier la validité de ce modèle. Pour cela on sonda en suivant quelques profils traversiers au réseau général des sondages. Les sondes aux croisements de ces profils présentent des discordances, en général inférieures au mètre.

Ces discordances sont dues :

- aux erreurs sur la sonde elle-même (erreur d'éta- lonnage du sondeur, vitesse du son différente de la vitesse standard de 1 500 m/s);
- aux erreurs de localisation qui ont une incidence lorsque le relief est tourmenté;
- aux erreurs sur les polynômes k et θ .

1.1. Correction des sondes brutes.

Il est évident qu'il convient d'abord d'évaluer convenablement la sonde elle-même avant d'aborder l'étude des erreurs sur k et θ .

Il convenait donc de contrôler les étalonnages et de corriger les sondes pour tenir compte de la vitesse réelle du son dans l'eau en s'intéressant aux conditions bathythermiques. Les sondeurs avaient été réglés pour une vitesse du son égale à la vitesse standard de 1 500 m/s.

1.2. Critère d'irrégularité du relief.

La sonde $S(x, y, t)$ obtenue au point (x, y) sur un profil est donnée par : $S(x, y, t) = h(x, y, t) + P(x, y)$ où P désigne la profondeur.

Pour limiter les erreurs dues à l'irrégularité des fonds on adopta le critère suivant. La sonde S mesurée sur un profil de sonde s'écarte des sondes voisines, sur ce profil, de $\pm \Delta S$.

La sonde S' mesurée sur le profil traversier s'écarte des sondes voisines, sur le profil, de $\pm \Delta S'$.

Lorsque $\Delta S + \Delta S'$ est inférieur à 0,4 m on adopte le point d'intersection comme point de vérification.

1.3. Equation d'observation.

Si l'on suppose ainsi éliminées, ou plutôt réduites, les erreurs des 2 premières catégories, on est en mesure de traiter les sondes aux intersections des profils, par une méthode des moindres carrés, où l'équation d'observation s'écrit :

$$S(x, y, t) - S'(x', y', t') = h(x, y, t) - h(x', y', t') \\ + dk[H(t - \theta) - H(t' - \theta)] \\ - kd\theta \left[\frac{\partial H}{\partial t}(t - \theta) - \frac{\partial H}{\partial t}(t' - \theta) \right]$$

Dans cette équation d'observation on ne fait aucune hypothèse sur la forme de la courbe de marée.

2. Traitement effectué au début de l'étude.

On représente la marée au Conquet par arche de sinusöide comprise entre 2 passages consécutifs au niveau moyen.

La marée sur zone s'écrit alors :

$$h(x, y, t) = N_{m \text{ sur zone}} + k \frac{A}{2} \sin \frac{2\pi}{T}(t - \theta)$$

où A désigne le marnage actuel (relatif au demi-jour considéré);

$T/2$ la durée qui s'écoule entre 2 passages consécutifs au niveau moyen (le demi-jour considéré).

A l'intersection de 2 profils de sonde on écrit l'équation d'observation suivante :

$$dS_1 - dS_2 = dN_1 - dN_2 + dk \left[\frac{A_1}{2} \sin \frac{2\pi}{T_1}(t_1 - \theta) - \frac{A_2}{2} \sin \frac{2\pi}{T_2}(t_2 - \theta) \right] \\ + \pi kd\theta \left[\frac{A_2}{T_2} \cos \frac{2\pi}{T_2}(t_2 - \theta) - \frac{A_1}{T_1} \cos \frac{2\pi}{T_1}(t_1 - \theta) \right]$$

On peut interpréter $dN_1 - dN_2$ comme résultant des variations de niveau moyen et des erreurs sur la sonde. Mais seuls dk et $d\theta$ nous intéressent.

Un traitement global portant sur 91 points de contrôle répartis sur l'ensemble de la zone sondée nous permet d'obtenir $dk = 0,10$ et $d\theta = -10$ minutes.

3. On utilisa les résultats ci-dessus pour rédiger à nouveau une portion restreinte du levé, en tenant compte de la vitesse réelle du son (qui varie de 1% entre mars et septembre) et d'un modèle de marée « amélioré » d'après les valeurs trouvées ci-dessus. On constata une amélioration de la cohérence des sondes.

Le temps nous a manqué pour traiter complètement le problème par sous-zone (dk et $d\theta$ variant d'une sous-zone à l'autre). Notons que la qualité des sondages sur l'ensemble des années 1971 et 1972 est loin d'être homogène. Ainsi que le signale notre prédécesseur, le sondeur du *Dompaire* ne fonctionnait pas de façon satisfaisante. Il était donc a priori douteux que l'on parviendrait à une amélioration certaine du modèle de marée en traitant des observations de qualité insuffisante. Mais la méthode donnée ci-dessus peut être appliquée à des sondages de qualité par fonds réguliers pour l'amélioration des modèles de marée.

ANNEXE II

DÉTERMINATION DES COURANTS DE SURFACE PAR UTILISATION DE LA LOCALISATION PRÉCISE AU COURS DES SONDAGES RÉGULIERS ÉTENDUS

1. Introduction.

Au cours des sondages en Manche, dans le Pas-de-Calais et en mer du Nord en 1973 et 1974, on notait à chaque top de localisation (toutes les 2 minutes) le cap et la vitesse loch du bâtiment, dans le but de déterminer des vecteurs « dérive » significatifs sur des intervalles de temps de l'ordre de 10 minutes.

Les vecteurs « courant » résultants sont ensuite mis en rapport avec l'heure de la pleine mer dans un port de référence (le courant dans ces zones étant principalement un courant de marée). On aboutit en définitive, pour une zone donnée, à 13 cartes de courant en fonction de l'intervalle horaire rond séparant l'heure d'observation de l'heure de la pleine mer dans le port de référence.

2. Principes de la détermination du vecteur courant.

2.1. Vecteur dérive moyen.

Il n'est pas possible de déterminer un vecteur dérive significatif par comparaison entre l'estime et la position vraie sur un intervalle de temps de 2 minutes. En effet, le cap lu au top ne représente pas le cap moyen entre 2 tops consécutifs. Une mesure isolée du cap n'est donc pas très significative. Par ailleurs, le vecteur déplacement, évalué sur un intervalle de 2 minutes seulement, présente une imprécision notable, de faibles erreurs sur la mesure des phases ayant alors une influence notable sur l'évaluation de ce vecteur.

Pour tenir compte de ces difficultés, on calcule une moyenne de 5 vecteurs dérive, évalués sur cinq intervalles de 2 minutes, généralement consécutifs. Ce vecteur dérive moyen a son point d'application au point dont les coordonnées x, y sont les moyennes des coordonnées des points utilisés. La date-heure associée à ce point s'obtient par la même opération portant sur des éléments date-heure des points de localisation.

Si les 6 points utilisés (1 point de départ + 5 points) ne sont pas consécutifs, c'est-à-dire s'il y a des points éliminés (voir plus loin, les critères d'élimination de points), on tolère un écart maximum de 20 minutes entre le premier point et le dernier point pris en compte. Il faut, en effet, que le vecteur

dérive puisse avoir une signification dans le temps et dans l'espace. Or pour une mer littorale comme la Manche la variation temporelle et spatiale des vecteurs courant est importante.

2.2. Sélection des points (ou tops).

Pour obtenir des valeurs significatives du courant, certaines conditions doivent être remplies. On opère donc sur les tops de localisation en sonde une sélection destinée à ne retenir que ceux qui satisfont à ces conditions.

Les critères d'élimination sont les suivants :

— Un profil de sonde comportant 5 points ou moins est éliminé (les vecteurs dérive participant au calcul d'un vecteur dérive moyen appartiennent nécessairement au même profil de sonde).

— Le point de début de profil n'est pas pris en compte (le bâtiment n'étant pas encore en route stable sur son profil).

— Tout profil mal suivi est éliminé (le cap lu au top n'est plus du tout représentatif).

— La vitesse du bâtiment est très différente de la vitesse moyenne de sonde (ralentissement du bâtiment pour éviter un abordage, par exemple, la vitesse loch instantanée n'est plus représentative).

— Le vent est de force 4 ou plus. Cette limite est arbitraire. On juge que l'influence du vent sur le bâtiment est alors telle que sa dérive ne permet plus la détermination du courant.

2.3. Précautions particulières.

Il convient d'avoir une indication de loch fiable, donc d'étalonner fréquemment cet appareil. Nous avons utilisé la localisation précise dont nous disposons pour déterminer la correction d'étalonnage à partir des résultats fournis par 2 profils consécutifs suivis en sens inverse, au voisinage de l'étalement de courant. On peut avec quelques précautions, admettre que le maximum d'incertitude sur la vitesse loch est de 0,1 noeud.

3. Programme.

Un Enseigne de Vaisseau de la Mission a écrit le programme CM-74 qui permet d'effectuer l'ensemble des opérations décrites ci-dessus. Le produit final est une collection de 13 cartes de courant tracées automatiquement, donnant les vecteurs courant, accompagnés de numéros repères (permettant ultérieurement une critique plus fine) et de 3 chiffres représentant le coefficient de marée au moment

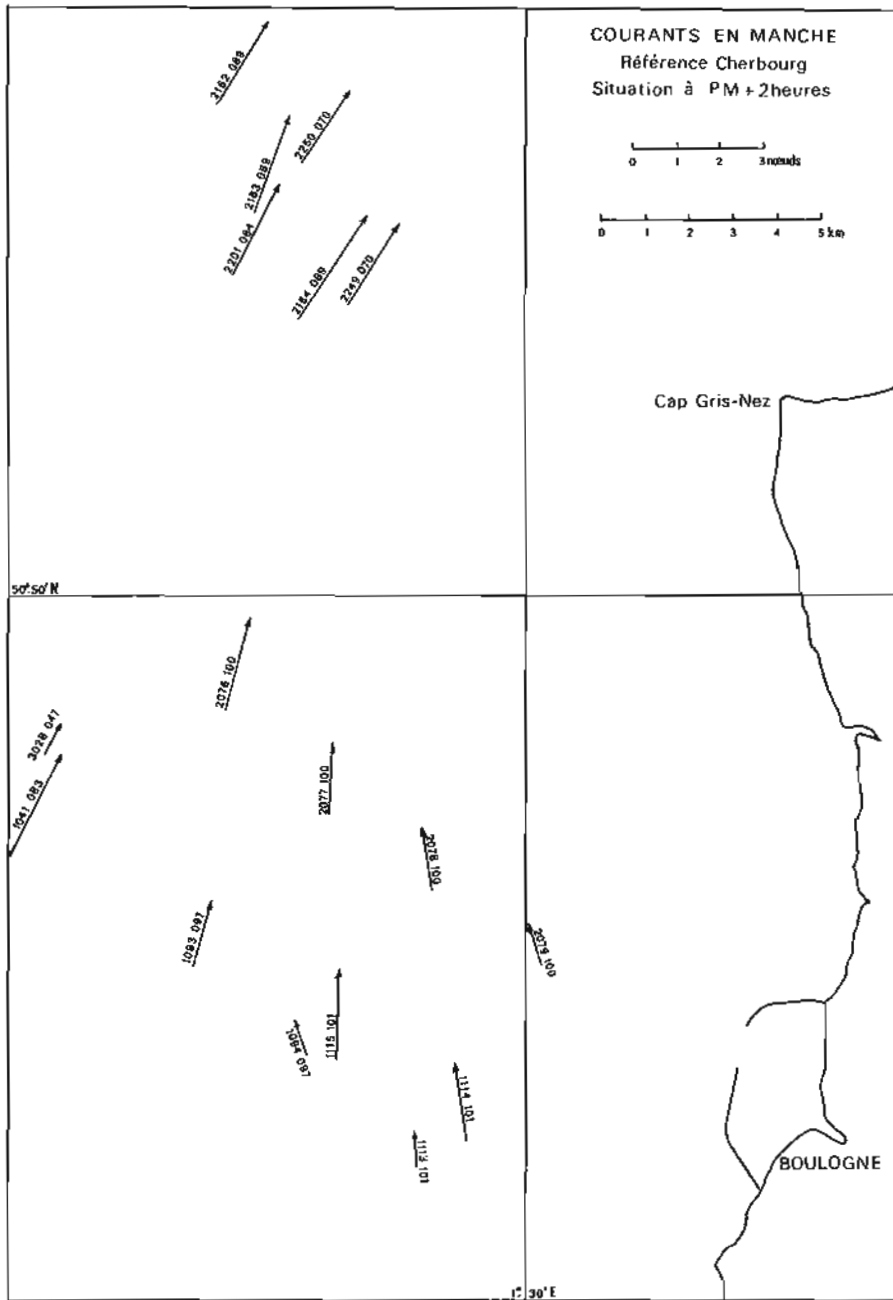
de la mesure. Les cartes donnent le courant en fonction de l'heure (intervalles d'heures entières) par rapport à la pleine mer dans le port de référence. Chaque carte porte donc sur un intervalle de temps ($n - 1/2$, $n + 1/2$) exprimé en heures (n entier). Les vecteurs courant inférieurs à 0,5 noeuds n'ont pas été représentés pour tenir compte des imprécisions liées à ce mode de détermination. Il serait vraisemblablement possible de fixer cette limite inférieure à 0,2 noeuds, en effectuant une sélection plus stricte des points participant à la détermination du courant.

Les cartes établies pour la Manche Est comportent un mélange de vecteurs courant associés à tous les coefficients de marée. Le programme prévoit des possibilités de tri, permettant d'établir des

cartes correspondant à des tranches données de coefficients (exemple : vive-eau, marée moyenne, morte-eau).

4. Résultats obtenus.

Les cartes obtenues donnent des champs de vecteur d'une cohérence satisfaisante. Les résultats sont dans l'ensemble conformes aux anciennes cartes de courant dans la Manche. La planche 30 donne une portion de la carte de courant tracée, correspondant à la situation deux heures après la pleine mer de Boulogne.



PL. 30

ANNEXE III

RADIOLOCALISATION

I. Le système de radiolocalisation Decca-HI-FIX.

Le levé franco-britannique de la Manche, commencé en 1973, fut la première occasion, pour une mission hydrographique française, d'utiliser le système Decca-HI-FIX. Le fonctionnement et l'entretien des stations émettrices à terre ayant été confiés exclusivement au personnel de la société Decca, nous n'évoquerons pas les problèmes relatifs à ces installations.

1.1. Généralités.

Le système HI-FIX comprend 3 stations émettrices par chaîne :

- une station principale (Master-M);
- deux stations asservies (Slave-S1 et S2).

La même fréquence, de l'ordre de 2 000 khz, est émise par chaque station à tour de rôle. Le « séquençement » a deux conséquences favorables :

- on reçoit à bord les signaux des 3 émetteurs sur la même fréquence;
- on limite l'encombrement en fréquence à une fréquence par chaîne (deux si l'on utilise un lever d'ambiguïté). Les 2 chaînes que nous utilisâmes ne comportaient pas de lever d'ambiguïté.

L'émetteur principal M comprend un oscillateur principal et un étage émetteur.

L'émetteur asservi (S1 ou S2) comprend un récepteur d'asservissement et un étage émetteur.

Tout récepteur comporte un système de commutation qui permet de l'utiliser soit comme récepteur mobile (embarqué) soit comme récepteur d'asservissement (aux stations asservies). Le récepteur d'asservissement qui commande la phase à chaque station asservie (S1 et S2) est donc identique au récepteur de bord; il permet d'introduire un déphasage à volonté.

La phase théorique pour un réseau, mesurée à bord (R), est donnée par la relation :

$$\varphi = \frac{1}{\lambda} (RM - RS) + \frac{MS}{\lambda}$$

où M est la station Master,

S est la station Slave,

λ est la longueur d'onde.

Les hyperboles sont donc numérotées en croissant à partir de M, qui est à la phase zéro.

La vitesse de propagation des ondes électromagnétiques adoptée par les Britanniques est de 299 650 km/s.

1.2. Le matériel HI-FIX à bord. Son fonctionnement et son exploitation.

Matériel.

L'ensemble du matériel, installé à bord par un technicien de la maison Decca, comprenait :

- une antenne;
- le récepteur proprement dit;
- une recopie-barre (remote indicator) reliée au récepteur;
- un chargeur de batterie (alimenté par le courant de bord);
- quatre batteries de 6 volts;
- un lot de pièces de rechange.

En 1973 on avait installé en plus un enregistreur de phase, qui n'enregistrait que les passages à zéro des phases, ne présentait pas d'intérêt et ne fut plus demandé en 1974.

Phasemètres et tenue du profil.

Les phasemètres du récepteur comportent des compteurs mécaniques à 5 chiffres. Les 2 derniers chiffres indiquent les centièmes de chenaux, c'est-à-dire la phase proprement dite. La recopie-barre affiche simplement à distance les valeurs des phasemètres du récepteur. Placée devant l'homme de barre, elle permet aisément les prises de profil de sonde et la tenue de ces profils à phase constante.

Calage du récepteur.

Le calage du récepteur se faisant par les moyens habituellement utilisés pour le système Toran (passage à proximité d'un amer de position connue, coupure des lignes d'ombre). Les contrôles très fréquents du calage étaient indispensables, car on ne disposait pas d'enregistrement graphique continu des phases. Cependant, en cas de perturbation de la réception un voyant d'alarme s'allumait, avertissant les opérateurs d'une possibilité de « saut hyperbole ». Mais seul le contrôle attentif du défilement des phasemètres et la construction à intervalles serrés de la position, permettaient de savoir si ce saut avait eu lieu ou pas. Il convenait donc d'être particulièrement attentif au cours des évolutions du bâtiment, lors des changements de profil, pour s'assurer que les indications des phasemètres « suivaient » le mouvement du bâtiment.

Stabilité des réseaux HI-FIX.

Les coupures de lignes d'ombre furent peu fréquentes. Des observations de stabilité des réseaux furent faites à quai à Boulogne. Les fluctuations de phases ne dépassèrent qu'exceptionnellement 5 centièmes de tour.

Conditions de réception des signaux.

Ces conditions furent très variables; elles dépendaient à la fois des conditions météorologiques et de la qualité du réglage des stations émettrices. Des liaisons radio avec ces stations, armées en permanence par le personnel de la maison Decca, nous permettaient d'intervenir pour signaler les anomalies de fonctionnement et de décider nous-mêmes des moments où ce personnel pouvait assurer les opérations de maintenance de la chaîne.

En cas d'orage ou de grosse pluie, le parasitage des signaux reçus à bord paraissait plus important que celui observé sur nos propres réseaux Toran dans des conditions analogues. Très souvent la durée ou l'intensité de ces parasitages étaient telles qu'il en résultait des « sauts d'hyperboles ».

A noter aussi les effets de nuit particulièrement importants en octobre et novembre entre 20 heures et 5 heures du matin. Il s'agit alors de fluctuations lentes de la phase, dont l'amplitude peut être quelquefois suffisante pour entraîner un « saut d'hyperbole ». Ces phénomènes ne sont pas trop gênants pour le maintien du calage lorsque l'on se trouve en route sur un profil. L'erreur due à l'effet de nuit peut être éliminée en bonne partie par l'adoption de valeurs moyennes si l'on dispose d'un enregistrement graphique continu. Mais tel n'était pas notre cas.

En définitive, si nous avons pu disposer d'un enregistrement graphique continu des phases, les conditions d'exploitation du système HI-FIX n'auraient guère été différentes de celles du système Toran avec enregistreur Linax.

2. Evaluation de la précision du système Trispondeur-Decca.

La 2^e Région Maritime demanda en 1972 le concours de la Mission pour l'évaluation du système de radiolocalisation Trispondeur-Decca. L'opération se déroula en novembre 1972, avec le concours du dragueur océanique *Alençon*.

Le système Trispondeur-Decca mesure simultanément les deux distances entre un interrogateur et deux balises répondeuses fixes à terre. Il est possible, comme avec le système Motorola d'utiliser le même interrogateur avec 4 balises répondeuses. Les distances sont mesurées une fois par seconde, elles sont affichées en unités sur deux compteurs que l'on peut bloquer au moment d'un top de localisation. Le bâtiment était muni d'une antenne omnidirectionnelle, alors que les balises répondeuses étaient reliées à des antennes directives.

Le matériel est d'un encombrement très modeste et de mise en oeuvre facile.

L'interrogateur comporte l'émetteur-récepteur proprement dit (base unit) et une unité de mesure (distance measuring unit). L'émetteur-récepteur est en-

fermé dans une boîte étanche comportant les circuits d'émission et de réception; l'antenne consiste en un petit élément cylindrique vertical sortant de cette boîte. L'émetteur-récepteur est relié à l'unité de mesure au moyen d'un câble de 15 m de longueur qui assure l'alimentation du récepteur et la transmission des signaux. L'alimentation de l'interrogateur est réalisée en 24 volts continus.

A noter que l'unité de mesure comporte une sortie digitale B.C.D. susceptible d'alimenter des périphériques.

Etalonnage.

Le bâtiment était placé par des visées simultanées au théodolite depuis quatre stations installées à St-Mathieu, Créac'h-Meur, Touñbroc'h et au Toulguet. Le bâtiment occupait, stoppé, un certain nombre de stations entre le Grand-Minou et la Vendrée. Chaque station comportait une série de mesures. L'étalonnage comportait également des mesures en route, avec montée et descente en allure.

Les balises répondeuses étaient placées à St-Mathieu et au Petit-Minou. Les distances à ces balises varient dans la plage 3 km - 12 km. La valeur moyenne de la correction à ajouter à la distance mesurée au cours d'une série pour obtenir la distance réelle présente un écart moyen quadratique ne dépassant pas 5 m. L'écart moyen entre distances réelles et distances mesurées à chacune des deux balises ont été respectivement de 8,5 m et 1,6 m. Les racines carrées des valeurs moyennes quadratiques de l'écart à la moyenne ont été respectivement de 5,1 m et 3,8 m.

Chaque mesure de distance n'est renouvelée qu'une fois par seconde, il s'ensuit qu'au moment du top, lorsque le compteur de l'interrogateur est bloqué, la distance affichée a été en fait mesurée de 0 à 1 seconde plus tôt. Les montées et descentes en allure n'ont cependant pas permis d'apprécier un écart moyen systématique qui serait dû à la faible cadence de mesure (les vitesses radiales du bâtiment par rapport aux balises n'ont jamais dépassé 6 m/s, il est vrai).

Conclusion :

Le système Trispondeur-Decca donne, en ce qui concerne la précision des mesures, des résultats comparables au Trident-I. La lecture du mètre, possible sur les compteurs, n'est pas très significative, la distance étant déterminée à 5 m près en moyenne.

3. Evaluation de la précision du système Syledis-Sercel.

A la demande de la 2^e Région Maritime, la Mission participa en octobre 1973, à l'évaluation du système Syledis, dans des conditions très voisines de celles décrites précédemment.

Le principe du Syledis est le suivant :

L'interrogateur émet une onde U.H.F. impulsionnelle modulée en phase suivant un code pseudo-aléatoire (durée du codé $66,5 \mu\text{s}$). Les balises répondeuses démodulent cette impulsion, se synchronisent sur elle, et émettent un signal identique après un intervalle de temps constant dépendant de chacune d'elles (ceci afin de les identifier). Ces émissions, sont captées par l'interrogateur qui mesure le temps séparant son impulsion de la réponse. L'affichage en mètres des deux distances séparant l'interrogateur des balises répondeuses se fait simultanément par tubes numériques sur l'interrogateur mobile.

Le système permet, avec une puissance de crête réduite (25 watts) d'obtenir des portées dépassant le double de la portée optique, tout en gardant la précision des systèmes à courte durée d'impulsion ($0,5 \mu\text{s}$) grâce aux signaux pseudo-aléatoires. On effectue une compression d'impulsions par corrélation.

Le récepteur en évaluation était à bord du dragueur océanique *Narvik*. L'antenne omnidirectionnelle, en tête du mât, était bien dégagée. La distance à chaque balise est mesurée 10 fois par seconde; elle est prélevée au top par imprimante rapide.

Les essais ont porté sur la précision du système. Toutes les mesures effectuées sont relatives à des distances inférieures à celle de l'horizon. On a observé un écart systématique important entre la distance vraie et la distance mesurée à la balise implantée à St-Mathieu (écart de 100 m) qui correspond vraisemblablement à une erreur de réglage du matériel. L'écart moyen quadratique sur les corrections à apporter aux distances mesurées pour avoir la distance vraie est un peu plus faible que pour le système Trispondeur (racine carrée de l'écart moyen quadratique de 4 m).

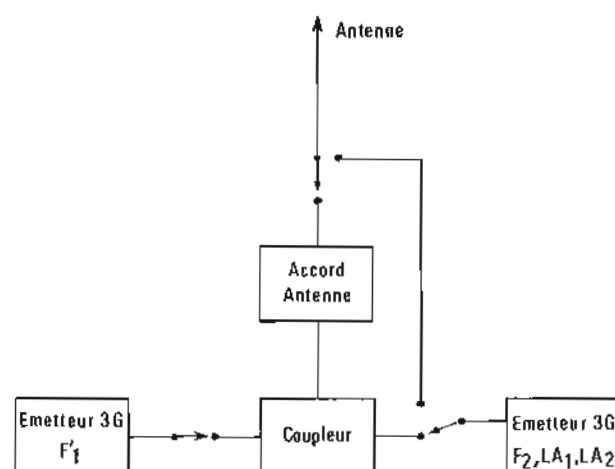
La fréquence d'interrogation, plus grande que celle du Trispondeur Decca, est à l'avantage de ce système. Le temps d'acquisition des distances est un peu long.

La durée des essais n'a pas été suffisante pour qu'il nous soit possible de porter un jugement sur la valeur, en hydrographie, de ce mode de localisation.

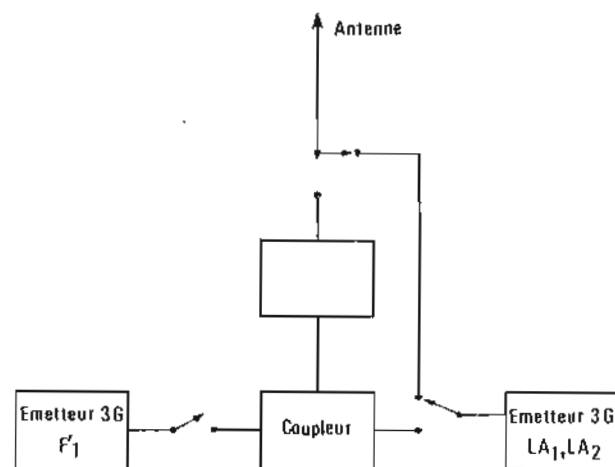
4. Antenne commune à deux réseaux Toran-3 G fonctionnant en mode Z.

En octobre 1972 nous envisageâmes de faire émettre, à partir de l'antenne Toran installée à Black-Head (Grande-Bretagne) les fréquences fondamentales des réseaux 1 et 2, simultanément (cf. chap. II, § 2.3.). Nous ne voulions apporter au matériel Toran-3G que des modifications mineures, ce qui empêchait une solution du type Toran-Mode-V. Il convenait, de plus, de disposer, d'un lever d'ambiguïté, comme par le passé.

ANTENNE COMMUNE A DEUX ÉMETTEURS TORAN-3G



FUNCTIONNEMENT NORMAL _ ÉMISSION DE F_1 ET F_2



LEVÉ D'AMBIGUÏTÉ _ ÉMISSION DE LA_1 ET LA_2

PL. 31

L'émetteur de Black-Head (réseau 2) qui émettait la fréquence F_2 devait être coupé avec un deuxième émetteur foyer émettant la fréquence fondamentale F_1 .

Au cours d'un lever d'ambiguïté, les émetteurs 1 et 2 sont commutés (voir planche 31) pour obtenir le cycle d'émission suivant (cas du lever d'ambiguïté sur le réseau 2).

Emetteur 1	Emetteur 2
F_1	F_2
interrompu	LA_1
F_1	F_2
interrompu	LA_2
F_1	F_2

Le cycle étant le même que l'on fasse un lever d'ambiguïté sur l'un ou l'autre des deux réseaux.

L'interruption de 2 fois 10 secondes sur la fréquence fondamentale du réseau qui n'est pas concerné par le cycle du lever d'ambiguïté ne gêne pas l'exploitation, grâce à l'enregistrement graphique continu Linax qui permet de ne pas perdre le décompte des chenaux.

La société Sercel réalisa un coffret de couplage

pour ces 2 émetteurs, ainsi qu'un coffret d'accord-antenne comprenant 2 circuits d'accord et un élément de couplage. Lorsque les 2 émetteurs fonctionnent en F_1 et F_2 , les signaux sont superposés dans le coupleur et sont appliqués à l'antenne par une sortie 50 ohms. Lorsque l'on passe en cycle de LA_1 ou LA_2 , deux relais placés dans le coupleur et la boîte d'antenne aiguillent ces signaux directement sur l'antenne.

ANNEXE IV

LES BÂTIMENTS HYDROGRAPHIQUES « L'ESPÉRANCE » ET « L'ESTAFETTE »

Généralités.

L'Espérance (ex. *Jacques Cœur*), chalutier bouloonnais acheté par la Marine Nationale au printemps 1969, commença sa carrière hydrographique à l'automne 1969 (Mission Océanographique de l'Atlantique Nord). La description qui suit est relative à son état actuel, c'est-à-dire après une longue phase de refonte qui s'acheva en septembre 1973.

L'Estafette (ex. *Jacques Cartier*), chalutier bouloonnais, identique au précédent, commença sa carrière hydrographique en été 1972, sa refonte complète ne s'acheva qu'en avril 1973. Ce bâtiment est dans un état quasi-identique à celui de *L'Espérance*.

1. Caractéristiques principales.

Longueur hors tout	64 m
Longueur entre perpendiculaires ..	56 m
Largeur hors membre	9,8 m
Tirant d'eau milieu	4,5 m
Tirant d'eau arrière	5,5 m
Tirant d'air	24 m
Déplacement moyen	1 200 t.
Vitesse de croisière	12 noeuds
Vitesse maximale	14,2 noeuds
Distance franchissable	12 500 milles
Autonomie en vivres	30 jours
Capacité de gas-oil	200 m ³
Capacité d'eau douce	25 m ³

2. Propulsion.**2.1. Propulsion principale.**

Cette propulsion est à une ligne d'arbre, avec hélice à pales orientables et réversibles, entraînée par l'intermédiaire d'un « embrayeur-réducteur » suivant le système « père + fils ». Le moteur « père », d'une puissance de 1310 CV à 400 tours/minute, est un moteur Man Augsburg (Diesel 9 cylindres). Il est suralimenté par une turbo-soufflante à 60%.

Le moteur « fils » d'une puissance de 560 CV à 400 tours/minute, est un moteur Man Augsburg (Diesel 6 cylindres). Il n'est pas suralimenté.

Chaque moteur est accouplé hydrauliquement par Vulcan au réducteur, donnant pour 400 tours/minute aux moteurs 140 tours/minute à la ligne d'arbre.

L'hélice comporte 4 pales orientables. L'orientation des pales est commandée depuis l'abri de navigation.

2.2. Propulsion auxiliaire.

Un propulseur d'étrave orientable sur 360° et rétractable permet au bâtiment d'effectuer des manœuvres lentes, et de maintenir en particulier, le bâtiment en station.

Le propulseur est entraîné par un moteur de 250 CV alimenté en courant continu 220 V.

La vitesse de rotation du moteur, l'orientation du propulseur, la montée et la descente du propulseur sont commandées depuis l'abri de navigation.

3. Energie électrique.**3.1. Production.**

La production de courant électrique est réalisée par quatre génératrices à courant continu 220 volts.

— Deux génératrices de 75 KW attelées l'une au moteur fils, l'autre au réducteur.

— Une génératrice de 75 KW est entraînée par un groupe diesel Baudouin.

— Un générateur de 280 KW attelé sur l'arbre du moteur fils est spécialement destiné à l'alimentation soit du groupe hydraulique (grue + treuil plage arrière) soit du propulseur d'étrave.

3.2. Distribution.

— Le réseau force est à 220 volts continu.

— On dispose de courant alternatif triphasé 380 V 50 HZ obtenu par 2 groupes convertisseurs de 15 KVA chacun. Les tensions 220 volts sont obtenues à partir de transformateurs de puissance appropriés. Le courant alternatif 115 V - 60 HZ est fourni par un groupe convertisseur de 1 KVA.

— Un réseau continu 24 volts alimente des feux de navigation et des instruments scientifiques.

4. Equipements et locaux spécifiques.

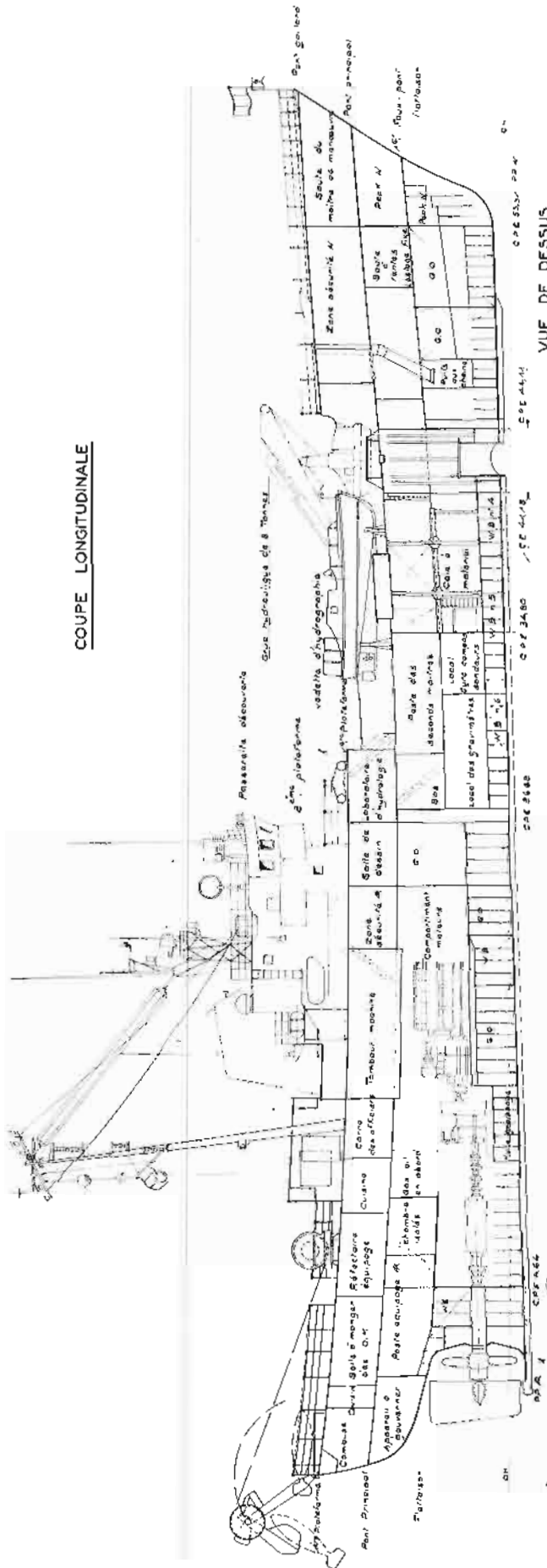
Les planches 32 et 33 donnent le plan des emménagements.

4.1. Les locaux spécifiques sont les suivants :

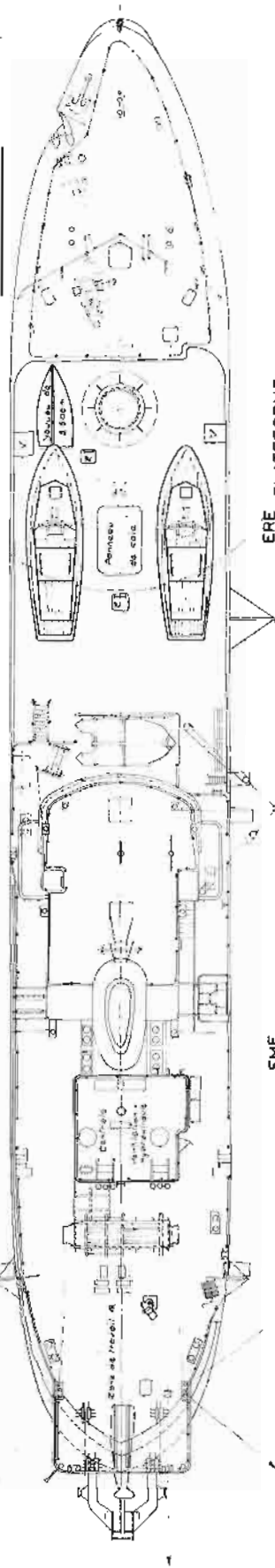
— Un poste central scientifique; situé sur l'arrière de l'abri de navigation avec lequel il communique directement par une porte.

Bâtiment hydrographique "l'Espérance"

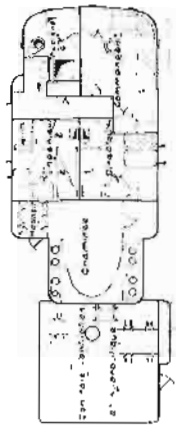
COUPE LONGITUDINALE



VUE DE DESSUS



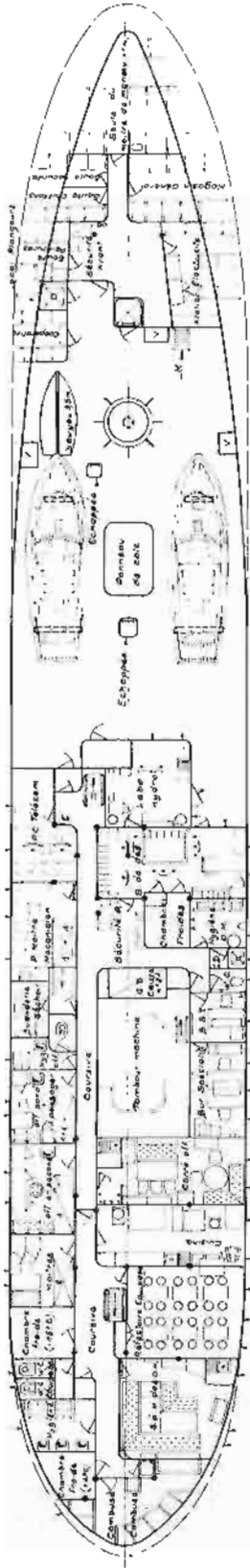
1^{ERE} PLATEFORME



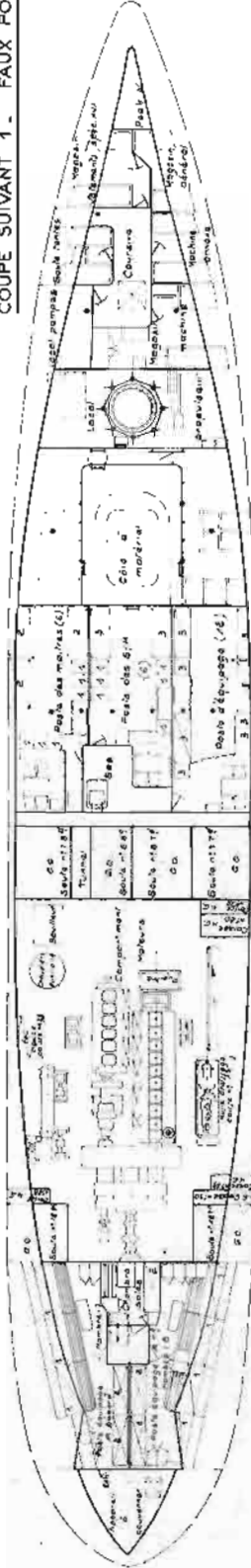
2^{EME} PLATEFORME



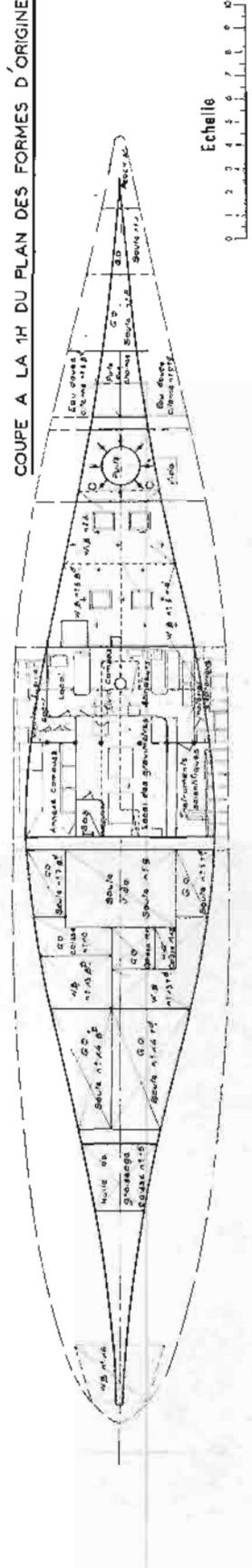
COUPE SUIVANT PONT PRINCIPAL



COUPE SUIVANT 1^{ER} FAUX PONT



COUPE A LA 1^{RE} DU PLAN DES FORMES D'ORIGINE



Bâtiment hydrographique "L'Espérance"

- Un poste central scientifique annexe; qui est une extension du précédent.
- Une salle de dessin, située sur le pont principal à tribord.
- Un laboratoire d'hydrologie, sur le pont principal à tribord, communiquant avec l'aire de travail milieu.
- Une chambre froide, pour stockage d'échantillons d'eau de mer ou de sédiments, est installée sur l'arrière de la salle de dessin.
- Un local manœuvre-hydrographie : ce petit local de 2 m², pour rangement du matériel de manœuvre-hydrographie est situé sur l'avant du roof à babord.
- Un laboratoire de gravimétrie, situé sur vaigre dans l'axe du bâtiment, près du local gyrocompas.
- Un magasin à instruments scientifiques, situé sur vaigre à tribord.
- Un magasin pour matériels électroniques, sur vaigre dans le dévers tribord.
- Un local pour matériels des plongeurs est situé dans le gaillard à bâbord (pas de dispositif de gonflage des bouteilles).
- Une cale à matériels encombrants (Volume 150 m³) s'étend sur 2 entre-ponts. Le matériel est embarqué par un panneau (2 m × 3 m) qui est desservi par la grue.

4.2. Aires de travail.

4.2.1. Aires de travail avant.

Cette aire comprend :

- Un guindeau (sans utilisation hydrographique).
- Une grue hydraulique de 8 tonnes, du type articulé, disposée dans l'axe du bâtiment, sur le pont

principal. Elle dessert la cale à matériels et permet la mise à l'eau des vedettes hydrographiques et du youyou.

4.2.2. Aire de travail milieu.

Cette aire comprend :

- Un treuil d'hydrologie de 25 CV du type Méca-bolier. Son alimentation est faite par groupe convertisseur Ward Leonard. Le treuil peut comporter 6 000 m de câble d'acier de 6,3 mm de diamètre. L'infrastructure pour l'installation d'un deuxième treuil est prévue.
- Un dispositif permettant le démontage des tourets du treuil.
- Un mâtereau d'hydrographie.
- Un treuil Warluzel et son targon.

4.2.3. Aire de travail arrière.

Cette aire comprend :

- Un treuil hydraulique à deux poupées et deux tambours. La capacité des tambours est de 2 fois 3 000 m de câble d'acier de 12 mm de diamètre. L'effort au calage est de 6 000 daN, l'effort nominal est de 4 000 daN.

Le treuil est destiné au dragage, carottage, chalutage et mise en oeuvre de « poissons » remorqués.

- Un portique hydraulique, manœuvré par deux vérins hydrauliques qui permettent un débattement de 110° maximum. L'effort nominal sur câble (poulie axiale) est de 4 000 daN, portique en butée.
- Un cabestan électrique.
- Un treuil pour bathythermographe Richard.



B.H. "L' Estafette"

- Un tube lanceur Sippican.
- Un poste de repos pour carottier.

4.3. Equipements divers.

Les sondeurs installés sont :

- Un sondeur Elac-Denab (NUBS 13 A) pour sondages par grands fonds.
- Un sondeur Kelvin-Hugues - type K.
- Un sondeur Atlas-Deso-10 (NUBS 12 A) avec bloc de digitalisation et affichage numérique Edig - AZ 6009.

L'équipement de radiolocalisation est variable et mobile (Toran, Decca-HI-FIX, etc).

Un récepteur Oméga est installé dans l'abri de navigation. Des répéteurs de cap sont installés au PC scientifique et au laboratoire de gravimétrie.

Un gyro-pilote, de modèle Anschütz, est placé dans l'abri de navigation.

Un répéteur de loch est installé au PC scientifique.

5. Drôme.

La drôme comporte 2 vedettes hydrographiques de 8,3 m, 2 canots pneumatiques Zodiac avec moteurs hors-bord et un youyou.

6. Effectifs et locaux d'habitation.

L'effectif bord comporte :

- 3 officiers;
- 7 officiers-mariniers;
- 22 quartiers-mâîtres et matelots.

L'effectif d'officiers-mariniers hydrographes embarquant pour les travaux hydrographiques est variable (de 6 à 10 selon la nature de la mission).

Les emménagements sont conçus pour un effectif de 49 personnes.

Le Directeur de Mission dispose d'une chambre. Deux autres chambres sont destinées aux ingénieurs (3 ingénieurs).

7. Observations diverses.

L'Espérance est un bâtiment bien adapté aux travaux en route, qu'elle est en mesure d'effectuer jusqu'à mer 4 ou 5. Notons que le pilote automatique facilite la tenue des profils.

Par contre, la mise à l'eau des vedettes hydrographiques est délicate. La flèche de la grue est trop courte pour déborder convenablement les vedettes lors de leur mise à l'eau ou de leur hissage. Il serait également souhaitable que ce bâtiment soit muni de tangons pour embarcation.

ANNEXE V

LES CHASSEURS DE MINES ET L'HYDROGRAPHIE

La participation à la recherche de l'épave d'un hélicoptère (cf. chap. X, § 7) nous a permis de faire la connaissance d'un chasseur de mines et d'indiquer aux officiers de ce chasseur des méthodes d'exploration utilisées en hydrographie.

Un chasseur de mines présente de l'intérêt pour l'hydrographie dans les 2 cas suivants :

- Exploration complète d'une zone déjà sondée, d'étendue réduite, à la recherche d'obstructions et d'épaves.
- Investigation d'échos particuliers (épaves, obstructions) obtenus au cours d'un levé régulier. Il s'agit alors d'études ponctuelles sur des objectifs en nombre connu à l'avance.

A noter que la présence à bord des plongeurs et d'équipements complets de plongée, permet la reconnaissance et la cotation directe des épaves.

L'orientation partielle de l'hydrographie actuelle vers la satisfaction des besoins des bâtiments à fort tirant d'eau, conduit à des levés de chenaux d'accès et de zones d'attente qui doivent être parfaitement claires de tout obstacle. Dans cette perspective les chasseurs de mines rendent déjà des services. Ces bâtiments ont en effet participé à des explorations en baie de Seine et aux abords de Dunkerque, indépendamment des missions hydrographiques. Il serait sans doute plus rentable que ce genre de travaux soit pris en main par une Mission ayant un chasseur de mines à sa disposition pour une durée limitée.

ANNEXE VI

AMERS ET POINTS REPÉRÉS

Au cours de ses travaux, la Mission a déterminé les positions d'amers et de points repères, dont les listes sont données par grandes zones géographiques.

Chaque tableau comporte la désignation des points, les coordonnées Lambert et géographiques (N.T.F.). Pour les amers, chaque tableau comporte

une 4^e colonne donnant la classe selon le code suivant :

4. amer remarquable;
3. amer important;
2. amer bien visible;
1. amer peu visible.

VI.1. Amers aux abords de Concarneau et des îles de Glénan

Désignation du Point	X Y	Coordonnées Lambert 2	L G	Coordonnées Géographiques (N.T.F.)	Classe
Fouesnant - Château d'eau, axe	125 360, 58 340 653, 83			47° 53' 33" 20 N 4° 00' 58" 08 W	2
Pont - l'Abbé - Château d'eau, axe	109 748, 42 340 245, 08			47° 52' 38" 54 N 4° 13' 25" 33 W	4
Fouesnant - Clocher, axe de la croix	125 923, 23 340 908, 77			47° 53' 42" 90 N 4° 00' 32" 07 W	2
Concarneau - Grand immeuble Antenne télé, axe	132 699, 98 338 894, 92			47° 52' 55" 48 N 3° 54' 59" 18 W	2
Concarneau - p ^{te} du Cabellou croix sur cheminée, axe	132 363, 96 336 012, 92			47° 51' 21" 60 N 3° 55' 04" 27 W	1
Concarneau - Espar les Ormeaux axe	128 657, 27 339 869, 41			47° 53' 16" 48 N 3° 58' 16" 87 W	1
Concarneau - Amer de la Jument Pyramide, Sommet	133 464, 35 333 521, 28			47° 50' 04" 01 N 3° 54' 02" 00 W	2
Fouesnant - Château d'eau de Quinquis centre	126 676, 63 338 039, 14			47° 52' 12" 26 N 3° 59' 44" 80 W	2
Pouldohan - Feu axe	134 087, 47 335 164, 92			47° 50' 58" 66 N 3° 53' 38" 39 W	1

VI.1 Amers aux abords de Concarneau et des Iles de Glénan (suite)

Désignation du Point	X Y	Coordonnées Lambert 2	L G	Coordonnées Géographiques (N.T.F.)	Classe
La Forêt - Fouesnant - Château d'eau centre	127 785, 31 342 513, 24			47° 54' 39" 53 N 3° 59' 08" 93 W	2
Concarneau - Cheminée CC usine Moros axe	133 223, 30 337 764, 54			47° 52' 20" 34 N 3° 54' 29" 75 W	2
La Forêt - Fouesnant Balise Kerleven, axe	128 671, 09 340 492, 21			47° 53' 36" 61 N 3° 58' 18" 61 W	2
Pouldohan - Espar de Men - Gamou axe	133 007, 15 334 908, 07			47° 50' 47" 60 N 3° 54' 29" 21 W	1
Concarneau - Balise Le Petit - Taro axe	132 115, 89 335 562, 96			47° 51' 06" 44 N 3° 55' 14" 44 W	1
Concarneau - Balise rouge du chenal axe	131 705, 64 336 381, 00			47° 51' 31" 78 N 3° 55' 37" 25 W	2
Concarneau - Balise La Médée, axe	132 871, 67 337 291, 41			47° 52' 04" 17 N 3° 54' 44" 81 W	2
Concarneau - Espar La Pladen, axe	130 800, 25 337 656, 40			47° 52' 10" 61 N 3° 56' 25" 56 W	1
Feu de Lanriec, axe	133 060, 51 337 174, 78			47° 52' 00" 89 N 3° 54' 35" 31 W	1
Pouldohan - Espar latéral tribord, axe	133 762, 09 334 950, 22			47° 50' 50" 90 N 3° 53' 53" 18 W	1
Concarneau - Phare de la Croix, axe	132 532, 52 337 489, 89			47° 52' 09" 70 N 3° 55' 01" 83 W	2
Beg - Meil - Jetée de Lanroz, Espar, axe	127 677, 86 336 973, 76			47° 51' 40" 49 N 3° 58' 52" 67 W	1
Raguenes - Amer, Sommet antérieur	141 132, 68 328 058, 58			47° 47' 27" 21 N 3° 47' 33" 94 W	2

VI.1 Amers aux abords de Concarneau et des Iles de Glénan (suite)

Désignation du Point	X Y	Coordonnées Lambert 2	L G	Coordonnées Géographiques (N.T.F.)	Classe
Concarneau - Telle Kersos, axe	132 667, 72 336 825, 76			47° 51' 48" 62 N 3° 54' 52" 81 W	2
Pouldohan - Telle R. Tudy, axe	133 028, 82 334 410, 52			47° 50' 31" 59 N 3° 54' 26" 27 W	2
La Forêt - Fouesnant - Clocher, axe de la croix	128 279, 05 342 119, 82			47° 54' 28" 12 N 3° 58' 43" 71 W	1
Concarneau - Espar Le Score, axe	129 549, 02 338 842, 30			47° 52' 45" 64 N 3° 57' 30" 13 W	1
Fouesnant - Balise Cap - Coz, axe	128 761, 29 340 263, 54			47° 53' 29" 47 N 3° 58' 13" 40 W	2
Fouesnant - Kiosque Bot - Conan, Sommet kiosque côté Beg - Meil	127 585, 32 338 337, 00			47° 52' 24" 24 N 3° 59' 02" 37 W	1

VI.2. Points repérés aux abords de Concarneau et des îles de Glénan

Désignation du Point	X Y	Coordonnées Lambert 2	L G	Coordonnées Géographiques (N.T.F.)
Fouesnant - Château d'eau: Croix gravée plate - forme supérieure		125 360, 93 340 652, 66		47° 53' 33" 17 N 4° 00' 58" 05 W
Mire cadastrale		125 360, 80 340 652, 18		
Fouesnant - Moustertlin: Douille scellée sur le mur		123 361, 28 335 639, 90		47° 50' 46" 17 N 4° 02' 14" 44 W
Concarneau - Grand immeuble: Croix gravée, plate - forme supérieure		132 699, 90 338 893, 40		47° 52' 55" 43 N 3° 54' 59" 17 W
Bouche d'aération - rivet postérieur		132 697, 51 338 884, 75		
Concarneau - Les Sables Blancs: Trou d'origine dans le mur		131 607, 88 337 906, 93		47° 52' 20" 78 N 3° 55' 47" 78 W
Premier rivet du banc		131 609, 09 337 908, 41		47° 52' 20" 83 N 3° 55' 47" 73 W
Cinquième rivet du banc (Le Hascoët)		131 659, 87 337 818, 31		
Concarneau - rue Catherine Willy: Poteau «stationnement interdit»		131 916, 74 337 595, 34		47° 52' 11" 52 N 3° 55' 31" 77 W
Centre plaque en fonte «Service des Eaux»		131 911, 82 337 591, 83		47° 52' 11" 39 N 3° 55' 31" 99 W
Concarneau - Impasse des Glénan: douille M.H.A.		132 801, 66 336 346, 92		47° 51' 33" 51 N 3° 54' 44" 56 W
Croix gravée		132 801, 32 336 347, 75		47° 51' 33" 53 N 3° 54' 44" 58 W
Pouldohan - Pigeonnier: Croix gravée dans une dalle rocheuse		133 910, 98 335 134, 42		47° 50' 57" 22 N 3° 53' 46" 74 W
Douille scellée dans même dalle rocheuse		133 910, 93 335 134, 59		47° 50' 57" 23 N 3° 53' 46" 74 W

VI.2. Points repérés aux abords de Concarneau et des îles de Glénan (suite).

Désignation du Point	X	Coordonnées	L	Coordonnées Géographiques (N.T.F.)
	Y	Lambert 2	G	
Pouldohan - Maison piscine: Tube plastique rebord du toit	133 786, 39 334 798, 52		47° 50' 46" 06 N 3° 53' 51" 43 W	
Cheminée d'aération	133 786, 59 334 795, 97		47° 50' 45" 98 N 3° 53' 51" 41 W	
Pouldohan - Feu: Croix gravée, plate - forme supérieure	134 086, 72 335 164, 26		47° 50' 58" 64 N 3° 53' 38" 43 W	
Pouldohan - Plage - Port - Brenn: Douille scellée dans borne M.H.A. 73	133 499, 77 334 160, 24		47° 50' 24" 73 N 3° 54' 02" 74 W	
Fouesnant - Balise Cap - Coz: Croix noire peinte sur balise	128 760, 75 340 263, 30		47° 53' 29" 46 N 3° 58' 13" 43 W	
Fouesnant - Kiosque Bot - Conan: Sommet côté Cap - Coz	127 585, 62 338 341, 10			
Borne avec croix gravée	127 589, 79 338 346, 60		47° 52' 24" 56 N 3° 59' 02" 20 W	
Tige métallique creuse	127 595, 05 338 353, 40			
Douille scellée dans rocher	127 596, 64 338 338, 96			
Feu de Lanriec: Borne M.H.A. 1973	133 024, 65 337 149, 76		47° 51' 59" 99 N 3° 54' 36" 93 W	
Concarneau - Phare de la Croix: Croix gravée escalier	132 514, 60 337 459, 93		47° 52' 08" 69 N 3° 55' 02" 58 W	
Chapelle de la Croix - axe croix	132 548, 36 337 452, 89			
Calvaire de la Croix - axe	132 536, 05 337 454, 92			
Beg - Meil - Jetée de Lanroz: Boulon central bouche d'égout côté mer	127 651, 89 336 967, 69		47° 51' 40" 22 N 3° 58' 53" 89 W	
Boulon central bouche d'égout côté terre	127 608, 24 336 955, 41			
Beg - Meil - Sémaphore: Croix gravée S.H.	128 064, 23 336 197, 27		47° 51' 16" 43 N 3° 58' 31" 14 W	
Raguenes - Amer: Croix gravée dans rocher	141 092, 10 328 033, 80		47° 47' 26" 31 N 3° 47' 35" 79 W	

VI.3. Amers aux abords de Douarnenez, de Sein et du raz-de-Sein

Désignation du Point	X	Coordonnées Lambert 2	L	Coordonnées Géographiques (N.T.F.)	Classe
	Y		G		
Pointe de Bellec Pyramide - Sommet	101 982, 01 377 712, 84			48° 12' 25'' 97 N 4° 22' 11'' 38 W	2
Tréboul - Château d'eau axe	102 080, 62 363 771, 84			48° 04' 56'' 60 N 4° 21' 09'' 23 W	2
Pointe de Brézellec Amer Nord - axe	78 285, 1 363 799, 8			48° 03' 50'' 46 N 4° 40' 14'' 34 W	2
Poullan - sur - Mer Amer de Kerlofin - sommet	98 265, 7 365 855, 6			48° 05' 53'' 27 N 4° 24' 21'' 48 W	1
Pointe de la Jument Statue de la Vierge - axe	97 579, 05 366 655, 95			48° 06' 17'' 17 N 4° 24' 57'' 85 W	1
Goulien - Château d'eau axe	86 756, 01 363 276, 76			48° 03' 57'' 81 N 4° 33' 24'' 61 W	3
Pointe du Van - Moulin de Kerioloet Centre	75 989, 06 363 408, 71			48° 03' 31'' 22 N 4° 42' 03'' 08 W	1
Beuzec - Cap - Sizun Grande antenne - axe	90 955, 05 364 850, 60			48° 05' 00'' 43 N 4° 30' 09'' 20 W	3
Kerbesquérien Moulin à vent - axe	77 604, 84 363 036, 16			48° 03' 23'' 87 N 4° 40' 43'' 77 W	2
Bon voyage Sommet	79 546, 25 359 833, 35			48° 01' 46'' 19 N 4° 38' 56'' 67 W	1
Brézellec - Station radio marine Mât de Pavillon - axe	78 843, 46 364 403, 78			48° 04' 11'' 54 N 4° 39' 50'' 07 W	1
Phare du Millier axe	93 915, 85 366 310, 97			48° 05' 55'' 83 N 4° 27' 52'' 79 W	2
Pointe du Raz - Tourelle La Plate axe	71 509, 18 361 676, 72			48° 02' 22'' 35 N 4° 45' 30'' 98 W	3
Kergonouy - Plage de Lesven Pyramide - axe	86 075, 35 365 125, 29			48° 04' 55'' 49 N 4° 34' 05'' 19 W	1
Ile de Sein - Ar Guéveur Tourelle - axe	64 269, 95 361 520, 30			48° 01' 56'' 04 N 4° 51' 18'' 27 W	3

VI.3. Amers aux abords de Douarnenez, de Sein et du raz-de-Sein (suite)

Désignation du Point	X	Coordonnées Lambert 2	L	Coordonnées Géographiques (N.T.F.)	Classe
	Y		G		
Ile de Sein - Phare Pylône Ouest	63 553, 13 362 816, 75			48° 02' 41'' 62 N 4° 50' 22'' 30 W	1
Ile de Sein - Phare Pylône Est	63 603, 80 362 812, 01			48° 02' 35'' 71 N 4° 51' 55'' 99 W	1
Ile de Sein - T ^{elle} Men Yann ar Gall axe	62 244, 40 363 161, 80			48° 02' 42'' 95 N 4° 53' 02'' 89 W	2
Ile de Sein - Phare Men Brial axe	64 831, 09 362 131, 98			48° 02' 17'' 41 N 4° 50' 54'' 00 W	2
Ile de Sein - Croix F.N.F.L. axe	64 070, 89 362 519, 26			48° 02' 27'' 65 N 4° 51' 32'' 25 W	2
Ile de Sein - Chapelle St - Corentin Croix - axe	63 523, 83 362 681, 60			48° 02' 31'' 26 N 4° 51' 59'' 26 W	1
Ile de Sein - Plate-forme P.T.T. axe	64 475, 1 362 158, 5			48° 02' 17'' 22 N 4° 51' 11'' 23 W	1
Ile de Sein - Tourelle Guernic axe	64 933, 21 362 424, 43			48° 02' 27'' 14 N 4° 50' 50'' 38 W	2
Ile de Sein - Tourelle Pelvan axe	65 118, 88 362 067, 17			48° 02' 16'' 18 N 4° 50' 39'' 88 W	2
Ile de Sein - Espar Pénic axe	65 932, 84 362 035, 74			48° 02' 17'' 56 N 4° 50' 00'' 62 W	2
Ile de Sein - Espar Guénéloc Est axe	64 136, 53 362 970, 62			48° 02' 42'' 40 N 4° 51' 31'' 08 W	2
Ile de Sein - T ^{elle} Cornoc-ar-Vas-Nevez axe	66 750, 40 362 455, 35			48° 02' 33'' 50 N 4° 49' 23'' 16 W	2
Ile de Sein - Tourelles Nerroth Tourelle Nord - axe	65 114, 00 362 579, 52			48° 02' 32'' 68 N 4° 50' 42'' 37 W	2
Ile de Sein - Tourelles Nerroth Tourelle Sud - axe	65 146, 27 362 397, 70			48° 02' 26'' 91 N 4° 50' 40'' 02 W	2

VI.3. Amers aux abords de Douarnenez, de Sein et du raz-de-Sein (suite)

Désignation du Point	X	Coordonnées Lambert 2	L	Coordonnées Géographiques (N.T.F.)	Classe
	Y		G		
Ile de Sein - Pyramide Plas-Ar-Scout axe	63 386,93 362 583,92		48° 02' 27" 71 N 4° 52' 05" 41 W		2
Ile de Sein - Espar Guénéloc Ouest axe	64 049,87 363 088,97		48° 02' 45" 95 N 4° 51' 35" 77 W		2

VI.4. Points repérés aux abords de Douarnenez, de Sein et du raz-de-Sein

Désignation du Point	X	Coordonnées Lambert 2	L	Coordonnées Géographiques (N.T.F.)
	Y		G	
Baie de Lesven: Douille scellée dans borne «Piquant»	86 972,40 364 578,45		48° 04' 40" 40 N 4° 33' 19" 71 W	
Signal géodésique	86 973,07 364 583,68			
Pointe de Kerguerriec (Keriadec): Douille scellée dans borne (Keriadec)	82 949,10 364 340,05		48° 04' 21" 26 N 4° 36' 32" 28 W	
Pointe de Kerharo: Douille scellée dans borne «Kerharo»	79 955,28 364 169,18		48° 04' 07" 18 N 4° 38' 55" 58 W	
Pointe de Brézellec: Caillou remarquable	78 873,7 364 618,8		48° 04' 18" 55 N 4° 39' 49" 61 W	
Centre de la maçonnerie terminal câble sous - marin	78 976,12 364 624,48		48° 04' 18" 56 N 4° 39' 49" 54 W	
Borne Rikita douille	78 872,33 364 618,57			
Luguenez: Borne en ciment	88 325,49 365 545,09		48° 05' 15" 41 N 4° 32' 18" 68 W	
Pors - Piron (Canada): Borne en ciment «Canada»	91 748,25 365 210,00		48° 05' 14" 25 N 4° 29' 32" 53 W	
Pointe de Penharn: Douille scellée dans borne «Penharn»	81 537,01 364 315,16		48° 04' 16" 42 N 4° 37' 40" 11 W	
Kerbrat: Douille 9mm scellée dans borne «M.H.A. 72 Kerbrat»	99 457,00 366 455,26		48° 06' 15" 91 N 4° 23' 26" 60 W	
Pointe de Bellec: Douille scellée dans borne «M.H.A. 72 Jean»	101 764,50 377 694,20		48° 12' 24" 77 N 4° 22' 21" 80 W	

Désignation du Point	X	Coordonnées Lambert 2	L	Coordonnées Géographiques (N.T.F.)
	Y		G	
Pointe de Brézellec: Amer Sud - axe	78 248, 4 363 110, 6		48° 03' 28'' 13 N 4° 40' 13'' 14 W	
Pointe de la Jument: Borne Marie - Douille	97 666, 87 366 803, 29		48° 06' 22'' 17 N 4° 24' 54'' 24 W	
Pointe de la Jument - Est: I de l'inscription «Hawkins», gravée dans un bloc rocher	97 903, 27 366 884, 11		48° 06' 25'' 43 N 4° 24' 43'' 19 W	
Tige métallique scellée dans le ciment	97 901, 64 366 892, 25		48° 06' 25'' 69 N 4° 24' 43'' 30 W	
Pointe de Danou: Douille scellée dans borne Danou	85 265, 14 365 098, 23		48° 04' 52'' 32 N 4° 34' 44'' 07 W	
Kergulan - Réserve du Cap Sizun: «Dany» douille scellée dans ciment	84 743, 20 364 935, 35		48° 04' 45'' 58 N 4° 35' 08'' 49 W	
Tréfeuntec - Zona: Douille scellée «M.H.A. 72»	107 557, 98 368 190, 50		48° 07' 34'' 12 N 4° 17' 03'' 52 W	
Keréon - Cloclo: Douille scellée dans borne en ciment, gravée «M.H.A. 1971 Cloclo»	106 243, 30 376 293, 45		48° 11' 51'' 90 N 4° 18' 39'' 96 W	
Kerdreux - Pinson (cap de la Chèvre): Douille scellée dans ciment, gravée «Pinson 72 M.H.A.»	88 290, 10 377 066, 85		48° 11' 26'' 85 N 4° 33' 09'' 11 W	
Lanvillau - Angine: Douille scellée dans ciment, gravée «M.H.A. 72»	107 170, 55 371 917, 09		48° 09' 33'' 27 N 4° 17' 37'' 37 W	
Pointe de Talagrip: Douille scellée dans borne en ciment, gravée «M.H.A. 72»	106 975, 95 372 887, 50		48° 10' 04'' 44 N 4° 17' 50'' 71 W	
Rostudel - Pich: Douille scellée dans ciment, gravée «M.H.A. 72»	88 818, 38 374 609, 54		48° 10' 09'' 11 N 4° 32' 33'' 24 W	
Castel Meur - Mortier: Signal de sonde	76 968, 84 364 012, 58		48° 03' 53'' 52 N 4° 41' 18'' 56 W	
Douille de 9mm scellée sur un rocher	76 970, 24 364 012, 05		48° 03' 53'' 51 N 4° 41' 18'' 49 W	

VI.4. Points repérés aux abords de Douarnenez, de Sein et du raz-de-Sein (suite)

Désignation du Point	X Y	Coordonnées Lambert 2	L G	Coordonnées Géographiques (N.T.F.)
Mouton (Sud baie de Douarnenez): Piquet métallique en croix		96 064, 06 365 987, 76		48° 05' 51'' 41 N 4° 26' 08'' 02 W
Rostudel - Job (cap de la Chèvre): Croix gravée sur blockhaus		87 742, 70 374 834, 80		48° 10' 13'' 33 N 4° 33' 26'' 05 W
Brézellec - Station radio marine: Borne S.H. 68 (douille scellée)		78 755, 60 364 354, 26		48° 04' 09'' 69 N 4° 39' 54'' 09 W
Cap de la Chèvre - Sémaphore: axe du mât		88 143, 89 374 767, 43		48° 10' 12'' 29 N 4° 33' 06'' 42 W
Douille 9mm scellée sur plate - forme		88 141, 43 374 763, 02		48° 10' 12'' 14 N 4° 33' 06'' 52 W
Phare du Millier: Axe borne en ciment		93 893, 21 366 315, 58		48° 05' 55'' 92 N 4° 27' 53'' 90 W
Kergonouy - Plage de Lesven: Douille scellée dans borne ciment «Brigitte M.H.A. 71»		86 108, 86 365 033, 59		48° 04' 52'' 63 N 4° 34' 03'' 20 W
Ile de Sein - Ar - Guéveur: Croix gravée «M.H.A. 1973»		64 283, 54 361 542, 67		48° 01' 56'' 80 N 4° 51' 17'' 72 W
Ile de Sein - Plas - Ar - Scout: Douille dans borne «M.H.A.» 1973»		63 392, 32 362 567, 39		48° 02' 27'' 19 N 4° 52' 05'' 08 W
Croix gravée dans première roche		63 390, 51 362 568, 11		
Ile de Sein - Plas - Ar - Scout; Croix gravée dans deuxième roche		63 405, 52 362 565, 69		
Ile de Sein - Rocher Vas Kern: Douille dans borne Vas Crenn M.H.A. 73		64 102, 55 363 711, 99		48° 03' 06'' 20 N 4° 51' 35'' 99 W
Ile de Sein - Kelaourou: Tige en plastique dans borne baptisée «Kelaourou»		65 656, 75 361 323, 60		48° 01' 53'' 79 N 4° 50' 10'' 75 W

VI.4. Points repérés aux abords de Douarnenez, de Sein et du raz-de-Sein (suite)

Désignation du Point	X Y	Coordonnées Lambert 2	L G	Coordonnées Géographiques (N.T.F.)
Ile de Sein - Phare - Chemin de ronde: Première croix gravée		63 572, 31 362 915, 33		48° 02' 38'' 94 N 4° 51' 57'' 96 W
Deuxième croix gravée		63 555, 48 362 911, 30		48° 02' 38'' 76 N 4° 51' 58'' 75 W
Ile de Sein - Pointe Ar - Gador: Croix gravée sur blockhaus		64 669 74 362 394, 52		48° 02' 25'' 40 N 4° 51' 02'' 91 W
Ile de Sein - Station du Piguët : Croix gravée dans la digue Est du port de Sein		65 245, 53 361 683, 05		48° 02' 04'' 17 N 4° 50' 32'' 10 W
Ile de Sein - Plate - forme bétonnée: Croix gravée au centre de la plate - forme		63 728, 56 362 635, 64		48° 02' 30'' 39 N 4° 51' 49'' 22 W
Ile de Sein - Roche Penbara: Douille dans borne «Penbara M.H.A. 73»		66 139, 37 362 805, 41		48° 02' 42'' 99 N 4° 49' 54'' 07 W
Ile de Sein - Môle du Rohic: Croix gravée dans le môle		64 884, 28 361 902, 50		48° 02' 10'' 17 N 4° 50' 50'' 43 W
Pointe de Leyde - Baie de Douarnenez Pyramide Colonie sommet		100 768, 01 366 924, 68		48° 06' 34'' 67 N 4° 22' 25'' 40 W
Pointe de Leyde - Baie de Douarnenez Boulon scellé dans le ciment d'une borne baptisée «Colonie»		100 752, 03 366 929, 59		48° 06' 34'' 79 N 4° 22' 26'' 19 W
Ile de Sein - Môle du Guernic: Boulon acier diamètre 2 cm à l'extrémité du môle		64 884, 79 362 232, 55		48° 02' 20'' 82 N 4° 50' 51'' 86 W
Pointe de Kervoazec - Sheila: Douille scellée dans borne «Sheila»		93 071, 62 365 980, 62		48° 05' 42'' 81 N 4° 28' 32'' 05 W

VI.5. Amers aux abords de Brest

Désignation du Point	X	Coordonnées	L	Coordonnées Géographiques (N.T.F.)	Classe
	Y	Lambert 1	G		
Ile Longue - Port. Pointe S.H. Feu vert - axe	93 832,55 90 366,97			48° 18' 27" 42 N 4° 29' 40" 63 W	1
Lanvéoc - Poulmic - alignement de Kertanguy, balise antérieure. axe	97 348,58 88 035,33			48° 17' 22" 52 N 4° 26' 40" 54 W	2
Désignation du Point	X	Coordonnées	L	Coordonnées Géographiques (N.T.F.)	Classe
	Y	Lambert 2	G		
Baie de Roscanvel - Jetée Espar noir - Sommet	90 082,12 390 654,96			48° 18' 50" 07 N 4° 32' 40" 22 W	1

VI.6. Points repérés aux abords de Brest

Désignation du Point	X	Coordonnées	L	Coordonnées Géographiques (N.T.F.)
	Y	Lambert 1	G	
Ile Longue - Bassin Sud Repère postérieur de calage douille en bronze S.H 70 avec croix gravée Repère antérieur de calage Repère en bronze petit modèle I.G.N. «B»		93 360, 59 90 535, 80		48° 18' 31" 48 N 4° 30' 04" 18 W
		93 370, 51 90 530, 12		48° 18' 31" 33 N 4° 30' 03" 67 W
Ile Longue - Bassin Nord Repère postérieur de calage clou entouré d'un cercle rouge Repère antérieur de calage clou entouré d'un cercle rouge		93 407, 79 90 620, 65		48° 18' 34" 35 N 4° 30' 02" 27 W
		93 427, 46 90 609, 14		48° 18' 34" 04 N 4° 30' 01" 27 W
Ile Longue - Port - Points S.H. Repère S.H. 1 (1968) douille en bronze avec croix gravée Repère S.H. 3 (1968) douille en bronze avec croix gravée		93 577, 99 90 565, 74		48° 18' 33" 08 N 4° 29' 53" 80 W
		93 486, 84 90 409, 17		
I.G.N. «C» repère en bronze grand modèle I.G.N. «A» repère en bronze		93 718, 67 90 649, 47		48° 18' 28" 48 N 4° 29' 57" 25 W
		93 494, 37 90 430, 51		48° 18' 36" 19 N 4° 29' 47" 37 W
Désignation du Point	X	Coordonnées	L	Coordonnées Géographiques (N.T.F.)
	Y	Lambert 2	G	
Baie de Roscanvel - Jetée Douille de 9mm scellée dans une borne en ciment gravée «M.H.A. 72 Goémon»		90 097, 20 390 705, 50		48° 18' 51" 75 N 4° 32' 39" 70 W
		85 206, 31 393 756, 12		48° 20' 16" 19 N 4° 36' 49" 17 W
Lanvéoc - Abri de visée Sud Douille de 9mm scellée sur le toit		95 100, 27 387 033, 94		48° 17' 07" 44 N 4° 28' 22" 43 W

VI.7. Amers entre Dieppe et le cap Gris-Nez

Désignation du Point	X Y	Coordonnées Lambert 1	L G	Coordonnées Géographiques (N.T.F.)	Classe
Boulogne - Cap d'Alprech Pylône radio - axe	545 906, 60 333 700, 16			50° 41' 58" 51 N 1° 34' 18" 03 E	2
Boulogne - Cap d'Alprech Phare - axe	545 316, 85 333 588, 96			50° 41' 54" 72 N 1° 33' 48" 04 E	3
Boulogne - Mont Lambert Pylône télévision - axe	551 604, 07 335 650, 95			50° 43' 03" 41 N 1° 39' 07" 39 E	4
Wimereux - Nouveau château d'eau axe	549 490, 25 342 461, 60			50° 46' 43" 14 N 1° 37' 16" 36 E	3
Wimereux - Vieux château d'eau axe	549 283, 00 342 412, 10			50° 46' 41" 47 N 1° 37' 05" 81 E	3
Boulogne - Ostrohove Pylônes du centre radio maritime Pylône Sud - Est - axe	549 972, 35 335 397, 35			50° 42' 54" 71 N 1° 37' 44" 35 E	2
Pylône Nord - Ouest - axe	549 896, 05 335 462, 10			50° 42' 56" 79 N 1° 37' 40" 43 E	2
Dannes - Pylône O.R.T.F. axe	549 872, 19 321 019, 75			50° 35' 09" 46 N 1° 37' 46" 13 E	2
Brutelles - Château d'eau axe	541 714, 75 270 927, 80			50° 08' 05" 71 N 1° 31' 19" 08 E	3
Equihen - Château d'eau axe	546 540, 83 330 888, 67			50° 40' 27" 75 N 1° 34' 51" 78 E	3
Boulogne - Feu de la digue Carnot axe	545 719, 3 338 276, 8			50° 44' 26" 53 N 1° 34' 06" 11 E	3
Audinghen - Église axe	548 967, 63 350 649, 53			50° 51' 07" 89 N 1° 36' 45" 67 E	3
Mers - Les - Bains Statue N.D. de la falaise axe	532 352, 15 264 191, 50			50° 04' 24" 15 N 1° 23' 31" 93 E	3
Fiennes - Relais O.R.T.F. axe	564 538, 76 348 999, 16			50° 50' 18" 61 N 1° 50' 02" 08 E	2

VI.8. Amers entre le cap Gris-Nez et Dunkerque

Désignation du Point	X	Coordonnées Lambert 1	L	Coordonnées Géographiques (N.T.F.)	Classe
	Y		G		
Gravelines - Feu principal à Petit - Fort - Philippe axe	584 039, 28 367 309, 66			51° 00' 14'' 08 N 2° 06' 35'' 65 E	3
Gravelines - Feu jetée Ouest axe	582 915, 88 368 512 18			51° 00' 52'' 87 N 2° 05' 37'' 85 E	2
Gravelines - Feu jetée Est axe	583 031, 12 368 528, 46			51° 00' 53'' 41 N 2° 05' 43'' 76 E	2
Grand - Fort - Philippe Château d'eau - Centre	583 642, 97 367 350, 14			51° 00' 15'' 35 N 2° 06' 15'' 33 E	4
Zuydcoote - Château d'eau axe	610 339, 05 373 707, 40			51° 03' 41'' 51 N 2° 29' 04'' 79 E	2
Dunkerque - Sémaphore axe	600 187, 79 373 090, 81			51° 03' 21'' 89 N 2° 20' 23'' 66 E	2
West Moerhoek - Grande Antenne axe	616 937, 5 368 059, 0			51° 00' 38'' 23 N 2° 34' 42'' 60 E	2
Bray - Dunes - Clocher Mât - axe	613 175, 26 374 798, 66			51° 04' 16'' 61 N 2° 31' 30'' 53 E	2
Firminy - Château d'eau axe	608 011, 35 372 806, 50			51° 03' 12'' 50 N 2° 27' 05'' 23 E	2
Bray - Dunes - Croix axe	613 069, 32 374 978, 02			51° 04' 22'' 42 N 2° 31' 25'' 11 E	1
Dunkerque - Cheminée de l'usine E.D.F. Cheminée Est - axe	599 518, 03 372 527, 65			51° 03' 03'' 67 N 2° 19' 49'' 28 E	2
Le Clipon - Distillerie du Petit Denna Cheminée - axe	589 384, 9 368 802, 8			51° 01' 02'' 82 N 2° 11' 09'' 59 E	2
Dunkerque - Grand Phare axe	601 958, 20 372 297, 17			51° 02' 56'' 21 N 2° 21' 54'' 52 E	4
Mardyck - Clocher axe	593 967, 9 368 981, 6			51° 01' 08'' 84 N 2° 15' 04'' 64 E	1

VI.8. Amers entre le cap Gris-Nez et Dunkerque (suite)

Désignation du Point	X	Coordonnées Lambert 1	L	Coordonnées Géographiques (N.T.F.)	Classe
	Y		G		
Dunkerque - Immeuble Le Reuze Centre	602 906, 28 371 119, 21		51° 02' 18" 08 N 2° 22' 43" 15 E		4
Gravelines - Clocher axe	585 457, 13 365 242, 96		50° 59' 07" 35 N 2° 07' 48" 64 E		2
Gravelines - Les Huttes Château d'eau - axe	585 856, 03 365 014, 97		50° 59' 00" 01 N 2° 08' 09" 12 E		2
Loon - Plage - Clocher Mât noir et blanc	591 850, 4 366 354, 5		50° 59' 43" 76 N 2° 13' 16" 24 E		2
Cap Blanc - Nez - Mont d'Hubert Pylône radio - axe	556 791, 9 358 356, 7		50° 55' 19" 50 N 1° 43' 22" 35 E		2
Cap Blanc - Nez - Monument Dover - Patrol axe	555 934, 87 358 679, 36		50° 55' 29" 71 N 1° 42' 38" 35 E		3
Calais - Mât rouge et blanc station de signaux	565 975, 80 363 162, 26		50° 57' 57" 14 N 1° 51' 10" 85 E		2
Les Hemmes de Marck Clocher - axe	574 056, 80 364 925, 83		50° 58' 55" 68 N 1° 58' 04" 42 E		2
Calais - Manche à air - Hoverport Mât	567 832, 36 364 110, 48		50° 58' 28" 20 N 1° 52' 45" 67 E		1
Calais - Lycée Coubertin Construction sur bâtiment habitation - axe	564 790, 14 362 206, 80		50° 57' 25" 98 N 1° 50' 10" 43 E		2
Calais - Le Petit Marais Balise terminal câble S/M	567 330, 05 364 261, 82		50° 58' 32" 99 N 1° 52' 19" 89 E		1
Calais - Phare de Courgain Phare - axe	566 069, 81 362 660, 87		50° 57' 40" 94 N 1° 51' 15" 83 E		3

VI.8. Amers entre le cap Gris-Nez et Dunkerque (suite)

Désignation du Point	X	Coordonnées	L	Coordonnées	Classe
	Y	Lambert 1	G	Géographiques (N.T.F.)	
Cap Gris - Nez - Phare axe	546 924,7 352 457,8			50° 52' 05" 76 N 1° 35' 00" 34 E	3
Calais - Feu jetée Est axe	565 221,56 363 822,00			50° 58' 18" 33 N 1° 50' 31" 99 E	2
Calais - Feu jetée Ouest axe	565 121,61 363 717,39			50° 58' 14" 92 N 1° 50' 26" 90 E	2
Calais - Cheminée rouge et blanche axe	567 832,47 363 277,80			50° 58' 01" 26 N 1° 52' 45" 94 E	2

VI.9. Points repérés entre le cap Gris-Nez et Dunkerque

Désignation du Point	X	Coordonnées	L	Coordonnées
	Y	Lambert 1	G	Géographiques (N.T.F.)
Gravelines - Feu principal à Petit - Fort - Philippe Montant rambarde support prévu pour antenne Trident	584 038, 73 367 312, 01			51° 00' 14" 15 N 2° 06' 35" 62 E
Isolateur paratonnerre Croix gravée peinte S.H.	584 036, 63 367 309, 89 584 038, 89 367 311, 64			
Les Dunes D'Oye Les Ecardines Croix gravée et peinte S.H. 74 sur blockhaus	580 611, 59 367 573, 99			51° 00' 22" 26 N 2° 03' 39" 85 E
Le Clipon - Pointe de Gravelines Tube métallique scellé dans borne en ciment	589 655, 20 369 679, 15			51° 01' 31" 19 N 2° 11' 23" 37 E
Bray - Dunes Plage - Casino Petite cheminée blanche - axe Croix gravée et entourée de rouge sur le toit en terrasse	612 789, 39 375 816, 23 612 781, 19 375 805, 63			51° 04' 49" 56 N 2° 31' 10" 84 E 51° 04' 49" 22 N 2° 31' 10" 42 E
Dunkerque - Sémaphore Axe du mât	600 187, 82 373 089, 41			51° 03' 21" 85 N 2° 20' 23" 66 E
Tuyau de cheminée en Afcodur Axe	600 190, 57 373 100, 51			
Bray - Dunes - Clocher Support cylindrique creux accolé au mât Croix gravée	613 175, 12 374 798, 61 613 173, 38 374 799, 18			51° 04' 16" 61 N 2° 31' 30" 52 E
Dunkerque - Cheminée de l'usine E.D.F. Cheminée Ouest - axe	599 449, 98 372 509, 22			51° 03' 03" 08 N 2° 19' 45" 79 E
Dunkerque - Grand phare Rambarde de support Trident Centre troisième trou métallique Centre huitième trou métallique	601 956, 93 372 300, 30 601 960, 08 372 299, 47 601 957, 46 372 300, 06			51° 02' 56" 31 N 2° 21' 54" 46 E

VI.9. Points repérés entre le cap Gris-Nez et Dunkerque (suite)

Désignation du Point	X	Coordonnées	L	Coordonnées
	Y	Lambert 1	G	Géographiques (N.T.F.)
Dunkerque - Immeuble Le Reuze				
Sommet du coffre - angle N.E.	602 909, 80 371 120, 48		51° 02' 18'' 12 N 2° 22' 43'' 33 E	
angle N.W.	602 903, 73 371 121, 82			
angle S.W.	602 901, 77 371 112, 76			
angle S.E.	602 907, 84 371 111, 42			
Bourbourg - Clocher				
Flèche du campanile	590 177, 70 360 925, 50		50° 56' 48'' 02 N 2° 11' 51'' 00 E	
Bourbourg - Plate - forme Silo				
Antenne Toran	590 122, 87 361 564, 40		50° 57' 08'' 69 N 2° 11' 48'' 13 E	
Croix peinte sur plate - forme Silo	590 117, 66 361 566, 59		50° 57' 08'' 76 N 2° 11' 47'' 87 E	
Le Fort Vert - Blockhaus				
Croix gravée	570 795, 72 364 927, 15		50° 58' 55'' 17 N 1° 55' 17'' 29 E	
Les Hemmes de Marck				
Douille scellée dans blockhaus	573 902, 85 365 505, 30		50° 59' 14'' 40 N 1° 57' 56'' 38 E	
Cap Blanc - Nez				
Croix gravée sur le blockhaus et peinte S.H.	555 912, 77 358 694, 30		50° 55' 30'' 19 N 1° 42' 37'' 21 E	
Cheminée blockhaus	555 914, 09 358 696, 17			
Sangatte - Mont Vasseur				
Croix gravée et peinte sur blockhaus	559 103, 95 359 107, 26		50° 55' 44'' 38 N 1° 45' 20'' 40 E	

VI.9. Points repérés entre le cap Gris-Nez et Dunkerque (suite)

Désignation du Point	X	Coordonnées	L	Coordonnées Géographiques (N.T.F.)
	Y	Lambert 1	G	
Calais - Le petit marais Croix gravée sur blockhaus	567 463, 19 363 927, 56		50° 58' 22" 21 N 1° 52' 26" 81 E	
Calais - Phare du Courgain Phare repère en bronze Montant de la rambarde paratonnerre Croix gravée et peinte dans plate - forme	566 068, 64 362 657, 96 566 069, 18 362 663, 15 566 067, 14 362 662, 01		50° 57' 40" 85 N 1° 51' 15" 77 E	
Cap Gris - Nez - Phare Rambarde support Trident Boulon Croix gravée et peinte	546 922, 22 352 460, 75 546 922, 90 352 460, 30 546 923, 20 352 460, 30		50° 52' 05" 85 N 1° 35' 00" 21 E	
Calais Orifice près feu jetée Ouest Orifice au bout de la jetée Ouest	565 128, 56 363 712, 95 565 120, 92 363 723, 29			
Wissant - Butte Carlin Borne circulaire en ciment	553 124, 80 353 214, 40		50° 52' 32" 12 N 1° 40' 16" 99 E	

IMPRIMERIE LOUIS-JEAN

Publications scientifiques et littéraires

TYPO - OFFSET

05002 GAP - Téléphone 51 35 23 -

Dépôt légal 406-1978

AVIS AUX AUTEURS

Les auteurs sont priés de se conformer aux indications suivantes :

Texte

- 1) Les manuscrits doivent être remis dactylographiés de préférence avec double interligne et sur le recto seulement de feuilles format 21 × 29,7 cm.
- 2) Les noms propres doivent être écrits en capitales ou soulignés d'un double trait; les noms des espèces animales et végétales ainsi que les noms de navires doivent être soulignés d'un trait.
- 3) Le titre de l'article ou de la communication doit être suivi du prénom usuel et du nom du ou des auteurs; il doit comporter ensuite l'indication du laboratoire ou de l'institution d'origine.
- 4) Les articles doivent être accompagnés d'un résumé en français, et si possible d'un résumé en anglais.
- 5) Les références bibliographiques seront groupées à la fin du manuscrit; elles seront classées dans l'ordre d'apparition dans le texte. Ces références comporteront : nom de l'auteur, initiales des prénoms, date, titre complet de l'article, titre du périodique abrégé selon les règles internationales, volume, pagination complète.
- 6) Les manuscrits dactylographiés et les planches ne doivent pas excéder 25 pages.

Illustration

- 1) Les dessins doivent être exécutés à l'encre de Chine sur papier calque de préférence, sinon sur bristol ou carte grattage (les tirages Ozalid, photocopies ou tout autre moyen de reproduction ne peuvent être acceptés).
- 2) Ils doivent être envoyés roulés ou à plat, mais jamais pliés.
- 3) Ils peuvent être présentés à grande échelle; des réductions, exécutées par l'atelier de photographie, les ramèneront au format exigé de la publication : 16,5 × 25 cm; ils ne devront en aucun cas être présentés à une échelle nécessitant un agrandissement. Lettres et chiffres seront écrits soigneusement et suffisamment grands pour qu'ils demeurent facilement lisibles une fois la réduction effectuée. Il est demandé de tenir compte dans la préparation des planches de la présentation du texte sur deux colonnes.
- 4) Pour les cartes et plans, il convient de faire figurer une échelle linéaire dont l'unité de mesure sera évidemment indiquée, et de ne pas mentionner d'échelle numérique susceptible d'être modifiée par réduction du cliché.

Tirés à la suite

Les auteurs d'une même communication reçoivent collectivement vingt-cinq exemplaires de leur article. Les tirés à la suite supplémentaires doivent être commandés à l'envoi du manuscrit en précisant le nombre d'exemplaires ainsi que l'adresse à laquelle doivent être envoyées les factures.

SOMMAIRE

PREMIÈRE PARTIE

	Pages
M. TOMCZAK Jr. : De l'origine et la distribution de l'eau remontée à la surface au large de la côte Nord-Ouest africaine	5
Y DESNOËS Propriété des systèmes continus et invariants par translation soumis à des entrées à composantes périodiques. Application à une formule globale de prédiction de la marée	15
J.N. PASQUAY Principes appliqués et méthodes utilisées pour l'établissement des tables permanentes des hauteurs d'eau	19

DEUXIÈME PARTIE

F HABERT Mission Hydrographique de Polynésie française (mai 1971 - juin 1973)	29
J.N. PASQUAY : Mission Hydrographique de l'Atlantique (mai 1972 - septembre 1974)	61