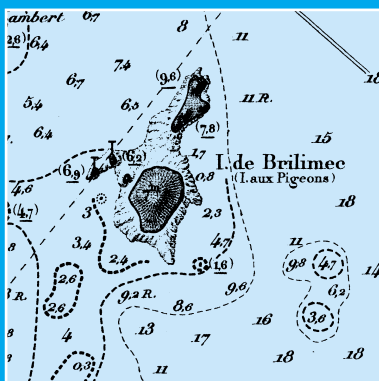
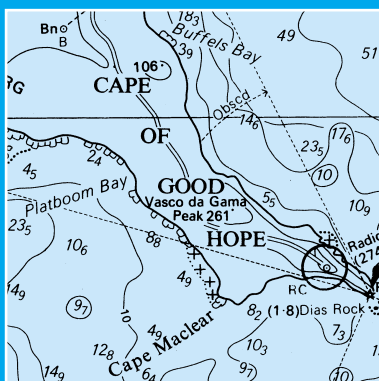
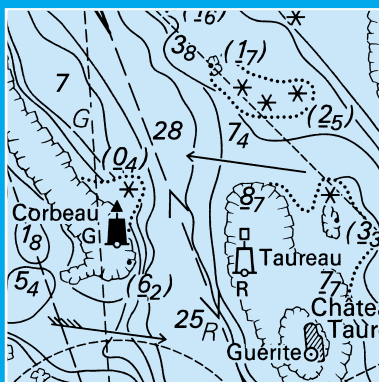


L'HYDROGRAPHIE, LES DOCUMENTS NAUTIQUES, LEURS IMPERFECTIONS ET LEUR BON USAGE

2004



**SERVICE
HYDROGRAPHIQUE
ET OCÉANOGRAPHIQUE
DE LA MARINE**

**L'HYDROGRAPHIE, LES DOCUMENTS NAUTIQUES,
LEURS IMPERFECTIONS
ET LEUR BON USAGE**

par l'Ingénieur Général de l'Armement Jean-Nicolas PASQUAY

2004

Toute correspondance relative à cet ouvrage doit être adressée à :
ÉTABLISSEMENT PRINCIPAL
DU
SERVICE HYDROGRAPHIQUE ET OCÉANOGRAPHIQUE
DE LA MARINE
BP 30316 — 29603 BREST CEDEX

© 2004 SHOM France — Tous droits réservés.

Cet ouvrage contient des éléments soumis au copyright, provenant du Service Hydrographique et Océanographique de la Marine ou d'autres organismes. Toute reproduction ou adaptation sous quelque forme que ce soit même partielle (y compris par photocopie ou moyens électroniques) est interdite pour tous pays sauf autorisation préalable du SHOM et des autres organismes.

ISBN 2-11-088356-1

AVANT-PROPOS

1. La troisième édition du fascicule intitulé *L'hydrographie, les documents nautiques, leurs imperfections et leur bon usage* remplace la seconde édition de 1997. L'auteur de la première édition publiée le 28 novembre 1992, l'Ingénieur Général de l'Armement Jean-Nicolas PASQUAY, était alors le directeur du SHOM. Les termes de l'avant-propos qu'il avait signé demeurant plus que jamais d'actualité, je tiens à les reproduire ci-dessous :

1. Le fascicule intitulé *L'hydrographie, les documents nautiques, leurs imperfections et leur bon usage* complète le *Guide du Navigateur*.

Il comporte :

- des informations sommaires sur les levés hydrographiques, leur précision et leurs imperfections ;
- des règles et conseils pour le bon usage des documents nautiques ;
- des indications sur l'emploi du GPS et de la future carte électronique ;
- une présentation de quelques cas d'accidents maritimes.

2. Ce fascicule est destiné à informer les navigateurs sur le travail des hydrographes et à leur donner des conseils pour tenir compte des inévitables imperfections des documents nautiques. Je souhaite qu'il incite à un emploi lucide et prudent des documents et des instruments de navigation, y compris les plus perfectionnés.

2. L'édition 2004 de ce fascicule a été enrichie d'un paragraphe concernant le talonnage d'un paquebot en 1992. Par ailleurs, les propos de l'édition précédente relatifs aux risques de l'emploi sans précaution du GPS ou de la carte électronique de navigation n'ont pas été modifiés car ils conservent toute leur pertinence alors que l'utilisation de ce type de cartes s'étend rapidement ; mais leur portée a été précisée de manière à exposer clairement les limites des recommandations.

*L'Ingénieur Général de l'Armement
Yves DESNOES
Hydrographe de la Marine*

1. INTRODUCTION

L'examen des accidents maritimes en relation avec les documents nautiques montre que les navigateurs placent souvent une confiance excessive en l'exactitude de ces documents, ou qu'ils les consultent parfois sans y porter toute l'attention nécessaire, ou encore qu'ils ne consultent pas toujours tous les documents pertinents pour les conditions de navigation dans lesquelles ils se trouvent.

Il m'a paru opportun d'expliquer les raisons des limitations des documents nautiques en précisant quelque peu les méthodes employées en hydrographie.

Le *Guide du Navigateur* donne des indications utiles sur l'usage des cartes et le degré de confiance qu'on peut leur accorder. Je ne reprendrai pas toutes les recommandations qui y sont faites, mais insisterai plutôt sur celles qui semblent avoir été ignorées lors de certains accidents nautiques.

Enfin, au moment où se généralise l'emploi du système de navigation GPS et où se prépare la carte électronique qui sera celle du prochain millénaire, il est bon de tempérer l'enthousiasme qui naîtrait de la facilité. L'emploi, sans précaution particulière, de ces instruments perfectionnés pourrait être à l'origine d'accidents nouveaux, peu probables lorsque le navigateur expérimenté ne dispose que de moyens classiques tels que le radar, le gyro et le loch.

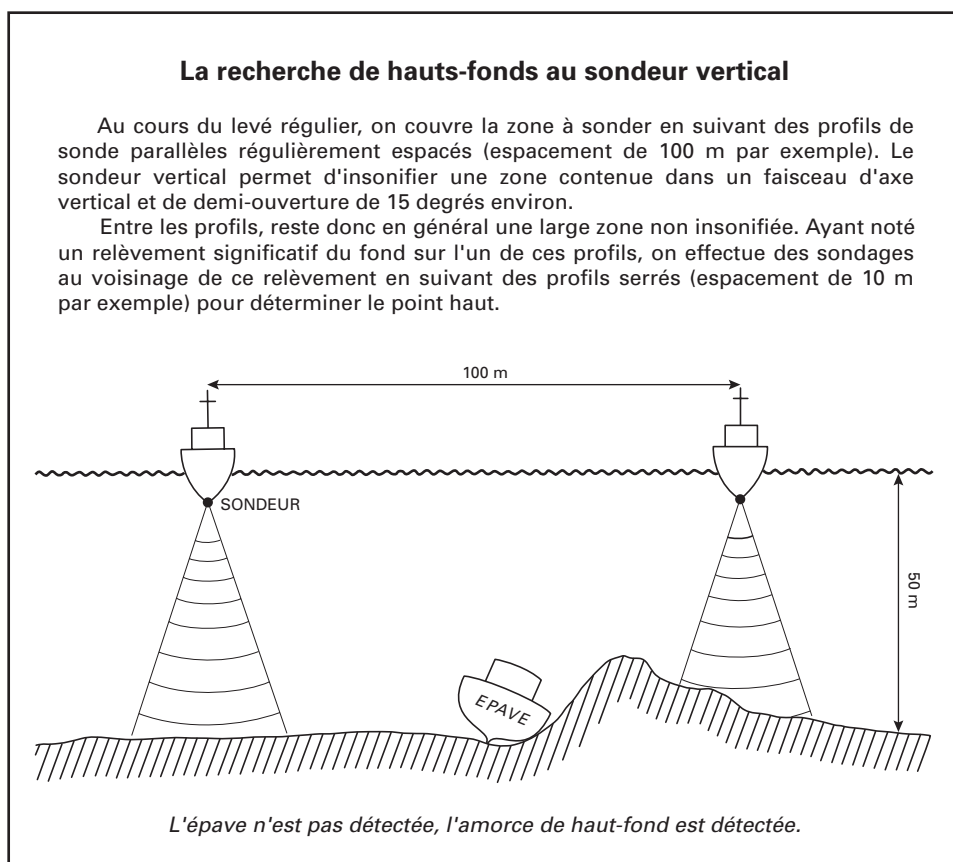
2. LES LEVÉS HYDROGRAPHIQUES ET LA FIABILITÉ DE LEURS RÉSULTATS

2.1. La chasse aux hauts-fonds : une tâche primordiale.

Au cours des levés réguliers ¹ classiques les hydrographes sondaient et sondent toujours en suivant des profils espacés au plus de 1 cm à l'échelle du levé. Ainsi, dans les zones côtières où les levés sont en général à l'échelle de 1/10 000, l'espacement maximum des profils de sonde est de 100 m. Il sera de 100 m exactement si les fonds sont réguliers, plus réduit dans les zones aux fonds irréguliers comportant des hauts-fonds susceptibles de représenter un danger pour la navigation.

1. On parle de levés réguliers, par opposition aux levés non réguliers. Ces derniers sont des levés de simple reconnaissance ou des levés incomplets. Toute zone qui n'a bénéficié que de tels levés est maintenant classée dans la catégorie « zone incomplètement hydrographiée ».

Mais un sondeur acoustique vertical n'insonifie qu'une bande étroite à l'aplomb du profil suivi ; la largeur de cette bande est de l'ordre de la moitié de la profondeur. Ainsi par 20 m de profondeur, le sondeur n'insonifie qu'une bande de 10 m de largeur. Dans ce cas, si l'espacement des profils est de 100 m, seuls 10 % des fonds sont insonifiés. Il en résulte qu'un haut-fond dangereux suffisamment accore ou une épave, situés entre deux profils, peuvent facilement échapper à la détection au sondeur vertical. Seuls sont donc détectés les hauts-fonds qui ont une extension horizontale suffisante pour que les sondages sur les profils encadrant révèlent une variation significative du fond. L'hydrographe partant de cet indice exécute des profils intercalaires pour rechercher et coter le point haut. Voir encadré n° 1.



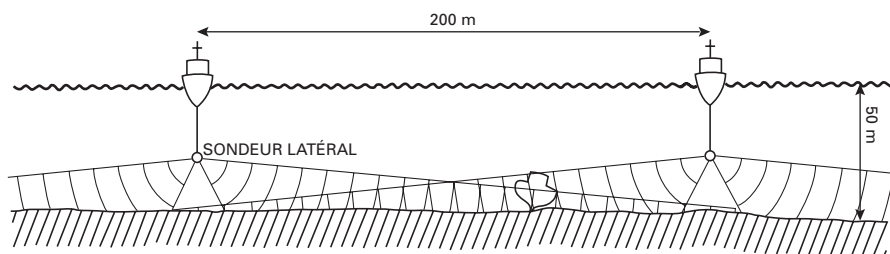
Encadré n° 1

Il a fallu attendre l'avènement du sondeur latéral, poisson remorqué à la vitesse de 8 nœuds, pour modifier radicalement la qualité des levés à un coût acceptable. Le sondeur latéral permet d'explorer, en une seule passe une bande de l'ordre de 400 m de largeur. Au dragage au fil on a ainsi substitué un « dragage acoustique surfacique ». Mais le sondeur latéral ne donne que des informations semi-quantitatives. Il faut, après son passage, investiguer avec le sondeur vertical les hauts-fonds et les épaves révélés au sondeur latéral. Voir encadré n° 3.

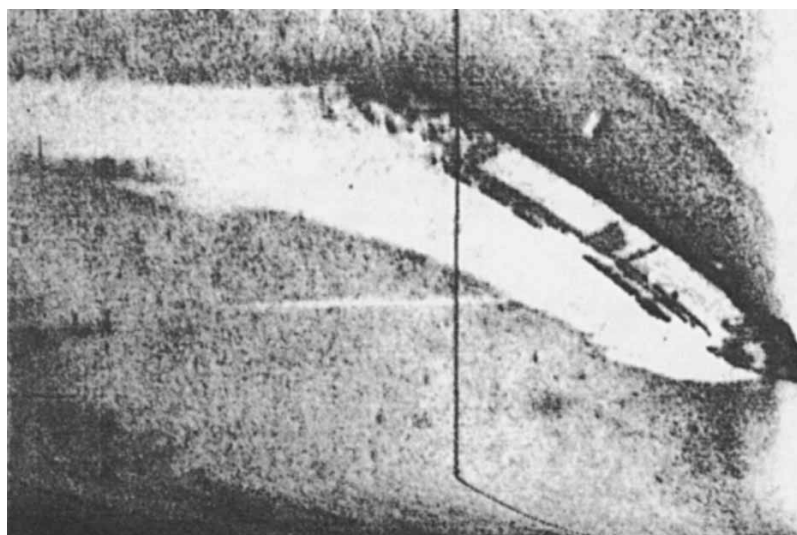
Recherche de hauts-fonds et d'épaves au sondeur latéral (sonal).

Un poisson remorqué à la vitesse de 5 nœuds environ porte deux transducteurs d'où rayonnent deux faisceaux symétriques extrêmement fins, d'environ 1 degré d'ouverture en gisement, de largeur de 20 ou de 50 dans le plan vertical. La portée efficace est de 250 m environ.

En suivant deux profils espacés de 200 m, en maintenant le poisson à 20 m au-dessus du fond, par exemple, on parvient à insonifier deux fois la totalité du fond entre les deux profils.



L'épave est détectée à chacune des 2 passes.



Les « images » du fond sont enregistrées sur papier à double piste.

Encadré n° 3

Ces levés exhaustifs (hydrographie totale) ne peuvent être exécutés sur la totalité du plateau continental en raison du temps qu'ils requièrent. L'hydrographie totale ne concerne, pour le moment, que les chenaux d'accès aux ports et les principales routes de navigation.

Le sondeur multifaisceaux de coque dont est équipé le BH2 *Borda* permet des mesures quantitatives directes, ainsi que le tracé des courbes isobathes en temps réel (vitesse du navire : 10 à 12 nœuds).

Les sondeurs multifaisceaux les plus performants permettent l'exploration d'une bande dont la largeur totale dépasse le double de la profondeur.

Conclusions :

Le navigateur doit donc avoir présent à l'esprit que, dans les zones qui ont fait l'objet de levés réguliers classiques, conduits selon les règles de l'art, des hauts-fonds peuvent avoir échappé aux sondages. Seuls le dragage hydrographique ou les levés exécutés au sondeur latéral ou au sondeur multifaisceaux donnent toutes les garanties de sécurité.

2.2. Exemples de hauts-fonds « oubliés ».

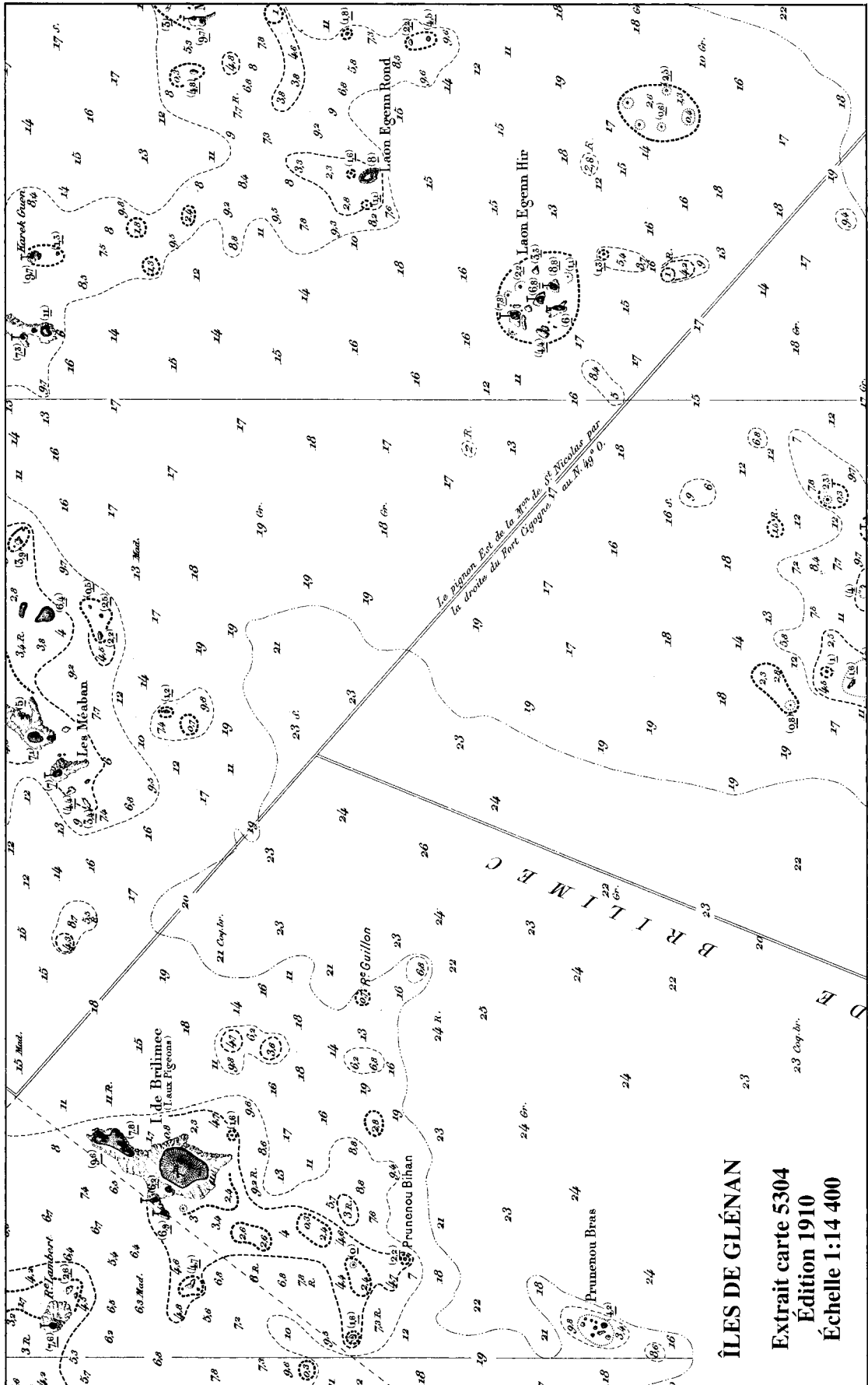
La zone des îles de Glénan, après avoir été levée au XIX^e siècle, a été entièrement resondée en 1903. Dans l'esprit des navigateurs, la carte des Glénan était considérée comme sûre. Le levé moderne effectué en 1973 prouve qu'il n'en était rien. Il révéla, notamment, l'existence de hauts-fonds dangereux à proximité de l'alignement traditionnel : le pignon Est de la maison de St-Nicolas par la droite de Fort Cigogne. La carte 5304, en service à cette époque et basée sur les levés de 1903 ne permettait nullement de soupçonner la présence des dangers suivants :

- Haut-fond 2 m au Sud de Méaban dans une zone où la carte 5304 indiquait des fonds de l'ordre de 15 m ;
- Haut-fond à deux têtes (5,6 m, 5,8 m) dans l'Ouest de Laon Ejen Hir dans une zone où la carte indiquait des fonds de l'ordre de 16 m ;
- Haut-fond à deux têtes (2,6 m, 3,3 m) dans le Sud de Laon Ejen Hir dans une zone où la carte indiquait des fonds de l'ordre de 14 m.

Or les distances latérales de ces hauts-fonds à l'alignement à suivre sont respectivement 50 m, 130 m et 120 m.

On pourra faire une comparaison instructive entre la carte 5304 et la carte 6648 qui l'a remplacée.

Aucun talonnage ne s'étant jamais produit sur l'un de ces hauts-fonds, il faut admettre que les navires de plus de 3 mètres de tirant d'eau ayant fréquenté ces parages pendant des décennies ont toujours suivi fidèlement les alignements portés sur la carte 5304.



ÎLES DE GLÉNAN

Extrait carte 5304

Edition 1910

Échelle 1:14 400

ÎLES DE GLÉNAN

Extrait carte 6648

Échelle 1:20 000

agrandie à l'échelle

de la carte 5304

1:14 400

2.3. Précisions des sondages en général et détermination des hauts-fonds en particulier.

Pour toute sonde portée sur la carte on distingue l'erreur de position et l'erreur sur la valeur de la profondeur.

La localisation radioélectrique s'est généralisée dans les levés hydrographiques à partir de 1965. Elle a permis, sur l'ensemble du plateau continental, de déterminer la position à 10 m près. Avant cette époque la localisation purement optique pouvait conduire à des erreurs de 100 m en vue de terre. Fort heureusement, à proximité de terre et notamment aux abords des ports, la précision de la localisation optique était de l'ordre de 10 m à 30 m. Au-delà de la portée optique, sur le plateau continental, les erreurs de position atteignaient couramment 300 m.

Par fonds inférieurs à 20 m, l'erreur sur la mesure de la profondeur instantanée au sondeur ne dépasse guère 0,2 m. Mais comme on doit retrancher la marée à cette mesure de la profondeur pour obtenir la sonde portée sur la carte, l'erreur sur la marée doit être prise en compte. Au cours des levés anciens on se contentait d'observer la marée dans des ports proches du levé et l'on admettait que la marée sur zone était la même que celle du port le plus proche ou se déduisait par une formule simple combinant les marées observées en deux ports. Ces méthodes simplifiées conduisent parfois à des écarts importants entre marée calculée nécessaire à la réduction des sondes et marée réelle, surtout lorsque l'on est loin de terre et que les variations géographiques des caractéristiques de la marée sont importantes ². Les erreurs commises dépassent alors fréquemment 0,5 m et peuvent atteindre 1 m.

Le navigateur prudent doit donc admettre une erreur de l'ordre du mètre pour les sondes, sauf dans les approches portuaires où cette erreur ne dépasse pas 0,3 m (dans l'hypothèse où il n'y a pas une évolution des fonds depuis les sondages).

La cotation d'un haut-fond n'est pas une affaire simple. Le navigateur doit savoir qu'on ne trouve pas toujours la tête, surtout par fond rocheux, malgré les nombreux profils serrés suivis pour passer, si possible, à la verticale du point haut.

Un exemple va illustrer cette faiblesse de l'hydrographie et révélera en même temps les erreurs de jugement d'un navigateur. La cote donnée pour la Basse de l'Iroise était de 7,8 m, jusqu'au jour où un petit pétrolier français prétendit avoir talonné sur ce haut-fond. L'affirmation paraissait invraisemblable et les hydrographes menèrent des investigations complémentaires qui montrèrent que la cote du haut-fond est de 5,1 m. Cette nouvelle cote n'expliquait cependant pas le talonnage. En réalité, le pétrolier avait navigué de façon très approximative, et compte tenu des observations faites par le sémaphore de St-Mathieu le jour de l'accident, il y a tout lieu de penser que le pétrolier a en fait talonné sur la Vendrée (cote 2 m) situé à 2,6 milles au Nord de la Basse de l'Iroise !

Le ministre de la défense, saisi de l'affaire, fit observer que le pétrolier n'aurait de toute façon pas dû passer délibérément sur la Basse de l'Iroise et encore moins sur la Vendrée.

Comme il est difficile de déterminer le point haut d'un haut-fond, il est vivement recommandé de ne pas passer sans nécessité sur un haut-fond, même si sa cote cartographiée le permet a priori sans danger.

2. Ceci est notamment le cas en Manche et en mer du Nord.

2.4. Les épaves

L'inventaire des épaves est un travail permanent de tout service hydrographique. Chaque année 400 à 500 navires de plus de 100 t font naufrage et les hydrographes devront localiser et coter celles qui présentent un danger pour la navigation de surface. Les épaves bougent et se désagrègent progressivement sans qu'il soit sûr que le danger qu'elles représentent pour la navigation diminue systématiquement au fil des ans. Certaines épaves ensevelies sous le sable peuvent réapparaître, se déplacer, changer d'assiette, se redresser et peuvent ainsi présenter un danger plus grand. Ajoutons que des épaves gênantes, ou intéressantes pour la récupération sont enlevées chaque année sans que les services hydrographiques en soient nécessairement informés.

Le SHOM dispose depuis 1988 du BH2 *Lapérouse* muni d'un sonar hydrographique destiné spécialement à la recherche et à la description des épaves. Pour La Manche et la mer du Nord, les services hydrographiques britannique et français échangent des informations contenues dans leurs fichiers d'épaves. Notre fichier d'épaves et d'obstructions compte maintenant 7 000 objets. Chaque année le fichier vient s'enrichir d'une centaine d'épaves nouvellement découvertes et subit une bonne centaine d'autres modifications : redétermination de la position et de la cote d'épaves connues, suppression d'épaves non retrouvées dans leur zone de présence estimée.

Le navigateur doit savoir que la cotation des épaves est une opération délicate et que les modifications temporelles de ses caractéristiques ne vont pas toujours dans le sens d'un danger décroissant avec le temps. Le brassiage indiqué sur la carte peut être supérieur à la réalité du moment. Le navigateur aura donc vis-à-vis des épaves un comportement semblable à celui qui est recommandé vis-à-vis des hauts-fonds.

2.5. Les voies recommandées.

Les voies recommandées sont des itinéraires qu'il est très souhaitable d'emprunter pour la sécurité plus grande qu'ils offrent en raison d'une meilleure connaissance des conditions naturelles, et notamment de la bathymétrie, et souvent en raison d'un balisage artificiel ou naturel adéquat.

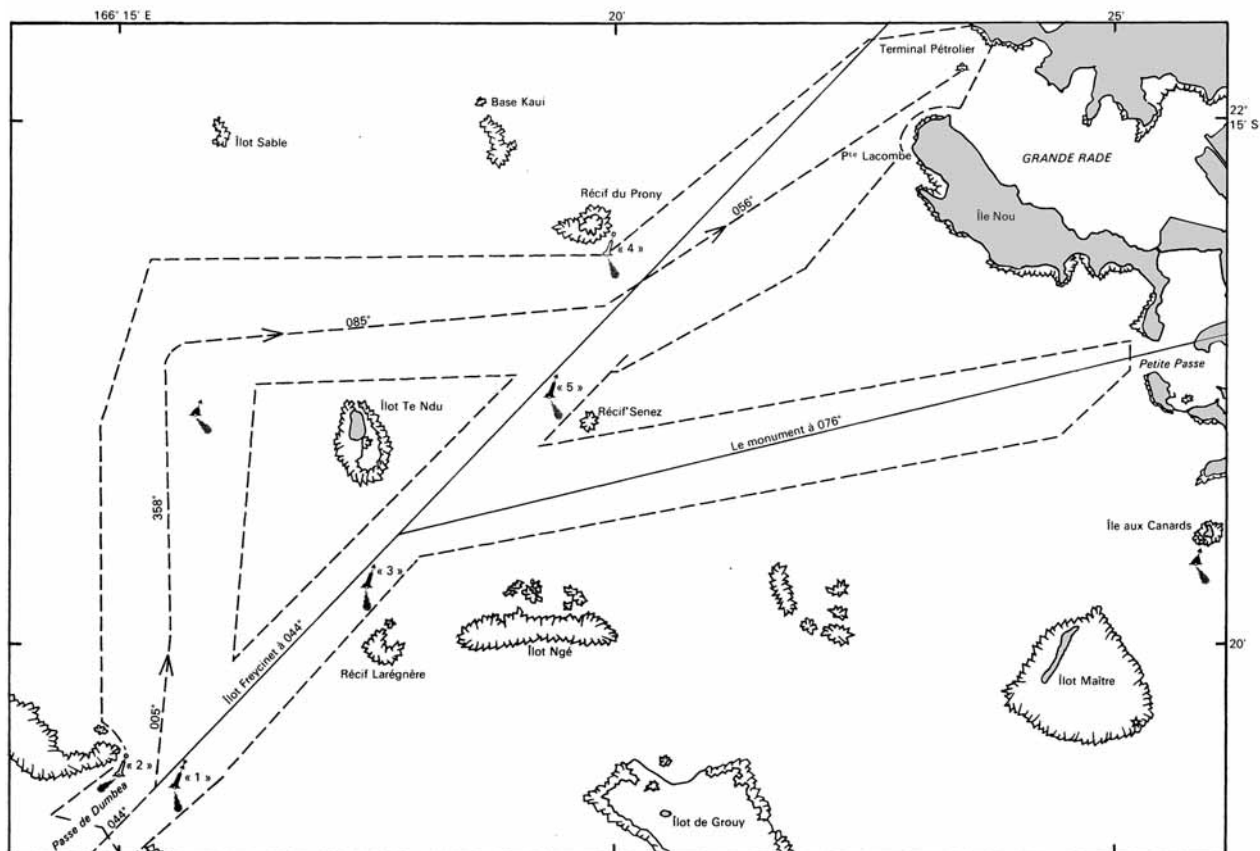
Parmi ces voies figurent les alignements définis par deux amers et les routes à relèvement constant sur un amer. Lorsqu'ils sont parfaitement définis sur la carte, et décrits dans les *Instructions Nautiques*, les alignements offrent les meilleures garanties. Ces alignements consacrés par l'expérience ont non seulement fait l'objet de sondages convenables, mais ils ont en fait subi «l'hydrographie par la quille» grâce aux nombreux navires qui les ont empruntés.

Toutefois l'exemple des îles de Glénan cité au paragraphe 2.2 montre qu'il peut exister au voisinage immédiat de ces alignements des hauts-fonds connus ou inconnus. ***L'alignement doit donc être suivi aussi fidèlement que possible.***

Les cartes anciennes peuvent comporter des alignements devenus caducs : un amer naturel peut avoir disparu ou être masqué par des constructions nouvelles. ***Il faut, avant d'emprunter un alignement, consulter les Instructions Nautiques. On se méfiera des alignements portés sur les cartes anciennes et qui ne sont pas explicitement décrits dans les ouvrages.***

Est-il besoin d'insister sur le fait qu'une route recommandée définie par un simple relèvement sur un amer doit être empruntée avec prudence. La précision du suivi d'un simple relèvement est très inférieure à celle du suivi d'un alignement.

On a vu au paragraphe 2.1 que les levés exhaustifs modernes n'étaient exécutés que dans les chenaux d'accès aux ports et sur les principales routes de navigation du plateau continental. Les zones ainsi hydrographiées deviennent des voies recommandées car l'hydrographe garantit que nul haut-fond ou épave n'a pu échapper à ses investigations. Il s'agit de véritables « couloirs » dont la largeur variable peut aller de cent mètres à un mille, voire même plus. Ces voies sont décrites dans les *Instructions Nautiques*.



Voies recommandées : abords de Nouméa

C'est ainsi que l'on a défini et levé de façon exhaustive un réseau de voies recommandées dans le lagon entourant la Nouvelle-Calédonie. Dans ces eaux parsemées d'innombrables hauts-fonds coralliens, dont l'inventaire complet aurait nécessité des années de travail, l'établissement de ces voies était la seule manière d'assurer la sécurité de la navigation à un coût acceptable. L'extrait joint des *Instructions Nautiques* représente les voies recommandées aux abords de Nouméa.

Les pétroliers et plus généralement les navires d'une certaine importance ne devraient jamais naviguer en dehors des voies recommandées, partout où de telles voies ont été établies.

2.6. Les fonds changeants. Les dunes sous-marines.

Dans les zones de sable et de gravier, par suite de l'action de forts courants ou des vagues, naissent des dunes sous-marines (en anglais : sandwaves) analogues aux dunes de sable que l'on rencontre à terre et qui résultent de l'action du vent ; ces dunes peuvent atteindre des amplitudes de 20 m de crête à creux et leur longueur d'onde est de l'ordre de plusieurs centaines de mètres. La profondeur de la crête peut varier de plusieurs mètres en l'espace de quelques années, mais chaque dune peut également se déplacer horizontalement avec ou sans modification de la profondeur de la crête. Ainsi les Ridens de la Rade qui bordent au Nord le chenal d'accès au port de Calais se sont déplacés de plus de 100 m vers le Sud entre 1960 et 1974 rétrécissant d'autant la largeur du chenal.

Dans les zones critiques du Pas de Calais et de la partie méridionale de la mer du Nord, les services hydrographiques riverains font des levés répétitifs à des intervalles de temps convenus (1 an, 3 ans, 5 ans) pour suivre l'évolution des dunes sous-marines.

Les bancs de sable qui se trouvent à l'entrée du Bassin d'Arcachon se déplacent constamment, surtout lors des tempêtes. Les passes varient en position, direction et profondeur d'une manière imprévisible. D'une façon générale le navigateur doit être particulièrement prudent lors des accès aux ports qui comportent un franchissement de barre.

Les chenaux qui sont entretenus par dragage ont en général une tendance naturelle à s'engraisser. Les travaux d'aménagement portuaires peuvent provoquer d'importants changements du régime des courants et des transports de sédiments associés.

Les navigateurs sont généralement avertis des zones où les fonds évoluent grâce à des nota portés sur les cartes et/ou dans les Instructions Nautiques. Il convient alors de choisir un pied de pilote aux dimensions adaptées aux circonstances.

2.7. Les eaux coralliennes.

La croissance du corail peut, exceptionnellement, atteindre 0,1 m par an. L'effet combiné de la croissance du corail et du dépôt des débris coralliens peut se traduire par une diminution des profondeurs qui ne dépasse jamais 0,3 m par an. Le principal danger qui guette le navigateur n'est pas tant la modification des fonds que l'existence de hauts-fonds coralliens qui ont échappé au levé hydrographique. Les cartes anciennes de Nouvelle-Calédonie, pauvres en sondes, riches en espaces blancs, incitaient le navigateur à la plus grande prudence. Les cartes de facture moderne, basées sur les levés des vingt dernières années, induisent par contre une confiance excessive. Il est pourtant certain que des hauts-fonds, de faible emprise horizontale, ont échappé aux levés méthodiques récents couvrant le lagon calédonien. Le navigateur qui sort, par nécessité, des voies recommandées (cf. paragraphe 2.5) définies dans le lagon doit exercer une veille optique attentive afin de reconnaître à temps tout pâté de corail couvert de moins de 6 mètres d'eau et qui aurait échappé aux investigations des hydrographes. Il convient de souligner que les pâtés d'immersion supérieure à 8 mètres ne sont en général pas détectés à vue. Les navires à grand tirant d'eau ont donc ainsi une raison supplémentaire pour ne jamais sortir des voies recommandées qui sont les seules zones ayant bénéficié d'une hydrographie totale.

2.8. Les prévisions de marée et leur incertitude.

Les prévisions de marée dans les ports sont en général basées sur des observations d'une durée d'un an au moins. Elles sont valables pour des conditions météorologiques moyennes et leur précision est alors de l'ordre de 0,2 m. Les cartes de lignes cotidales et d'égal marnage ne peuvent donner que des prévisions très approximatives pour le large, compte tenu de leur conception et du faible nombre d'observations au large sur lesquelles elles sont basées. Dans les zones de forte variabilité géographique des caractéristiques de la marée, l'emploi de ces cartes conduit à des erreurs sur les hauteurs d'eau pouvant atteindre 1 mètre.

La marée prédite est la marée d'origine astronomique. À la marée astronomique il convient d'ajouter l'effet météorologique. Les paramètres pertinents qui déterminent cet effet sont le champ de pression atmosphérique ainsi que la force et la direction du vent. L'effet météorologique peut se traduire par un déficit ou un excès par rapport à la marée prédite. Ce sont les déficits (en anglais : negative surges) qui sont les plus intéressants pour le navigateur. En mer du Nord ces déficits sont assez fréquemment de 0,5 m et peuvent exceptionnellement dépasser 1 m.

2.9. L'échelle et l'époque des levés : deux facteurs déterminants pour la qualité d'une carte.

Toute carte moderne comporte un diagramme des sources qui indique les caractéristiques des différents levés à partir desquels la carte a été établie : échelle du levé, époque, moyens de sondage utilisés. Ce diagramme est d'autant plus nécessaire que l'apparence moderne de la carte pourrait faire illusion. Une carte publiée en 1990 peut fort bien comporter une vaste zone dans laquelle les seules données disponibles proviennent de sondages au plomb effectués en 1890. Grâce au diagramme des sources le navigateur saura reconnaître, pour les diverses zones, la qualité des levés qui sont à la base de la carte et en tenir compte pour le choix de sa route ainsi que pour toutes les précautions à prendre.

La signification de l'échelle d'un levé a été donnée au paragraphe 2.1. Toute carte est normalement établie à une échelle inférieure ou égale à celle des levés effectués dans la zone qu'elle représente. Si pour une zone côtière donnée le portefeuille cartographique ne comporte aucune carte à grande échelle, le navigateur doit admettre que cette zone n'a fait l'objet d'aucun levé à grande échelle. Il convient alors d'être particulièrement prudent. Si l'on ne dispose, pour une zone côtière, que d'une carte ancienne au 1/50 000, sans diagramme des sources, il faut se placer dans l'hypothèse la plus pessimiste, à savoir que la carte a été établie à partir d'un levé au 1/50 000. Ceci signifie que les profils étaient, en principe, espacés de 500 m et que dans ces conditions, suivant la nature du fond, des hauts-fonds d'emprise importante ont pu échapper au sondage.

La stratégie des levés : une affaire de pragmatisme.

Les hydrographes ont de tout temps utilisé au mieux leurs moyens techniques et leurs ressources en fonction du besoin à satisfaire. Ils ont donc naturellement pris en compte, dans leur stratégie de levé, à la fois le tirant d'eau maximum des navires et l'importance du trafic maritime.

Jusqu'au début des années 1950, le tirant d'eau des plus grands navires ne dépassait guère 10 m, et les hydrographes concentraient leurs efforts sur la recherche des hauts-fonds couverts de moins de 10 m d'eau. Ensuite, on vit une progression considérable du tirant d'eau maximal, de 17 mètres en 1965 il passa à 25 mètres vers 1970 et atteignit 30 mètres quelques années plus tard. L'hydrographe fut contraint de s'intéresser à des hauts-fonds auxquels il n'avait consacré que peu de temps jusqu'alors ; il s'agit des hauts-fonds dans la tranche 10 m-30 m. Le commandant d'un navire dont le tirant d'eau dépasse 10 m doit garder ces circonstances à l'esprit lorsqu'il navigue avec une carte basée sur des levés antérieurs à 1960.

Les moyens toujours limités des services hydrographiques ont été prioritairement et principalement consacrés aux routes d'accès aux grands ports et aux mouillages fréquentés. Les zones côtières peu fréquentées n'ont pas été levées avec le même soin que les zones de concentration du trafic. ***Le navigateur qui est amené à traverser une zone peu fréquentée a donc deux raisons d'être prudent. Tout d'abord l'hydrographie y est a priori sommaire. Ensuite la zone n'a pas subi l'épreuve des nombreux passages sans encombre de navires d'un tirant d'eau respectable (« hydrographie par la quille »).***

Les moyens utilisés par les hydrographes aux diverses époques.

- Les sondages au plomb de sonde sont antérieurs à 1945. Ils ont un caractère ponctuel et n'offrent pas la garantie que tous les points hauts sur le profil suivi ont été détectés sans omission. Ils sont totalement muets pour ce qui concerne la configuration des fonds entre profils suivis. La localisation était alors purement optique, avec les imprécisions inhérentes à ce procédé, fonction de la distance à la côte (cf. paragraphe 2.3).

- L'utilisation généralisée, à partir de 1945, du sondeur acoustique vertical marqua un net progrès dans la détection de tous les hauts-fonds au voisinage immédiat du profil suivi. La localisation radioélectrique se généralisa à partir de 1965. D'abord à courte portée elle s'étendit aux moyennes et longues portées. En pratique depuis 1970 sur tout le plateau continental la position du navire hydrographique ou de l'embarcation hydrographique est connue à mieux que 10 m près. ***Les sondeurs latéraux et les sondeurs multifaisceaux ont permis, à partir de 1975, l'insonification totale du fond. Leur emploi a cependant été limité à des zones restreintes : les voies recommandées*** (cf. paragraphe 2.1 et paragraphe 2.5).

2.10. La présentation générale de la carte : la liaison entre les apparences et la réalité.

Lorsque la carte comporte un diagramme des sources, le navigateur dispose, en principe, de tous les éléments nécessaires à son évaluation. Mais l'emploi de ces diagrammes ne s'est généralisé qu'à partir de 1980, de sorte que pour les nombreuses cartes, anciennes en particulier, qui n'en comportent pas, il faudra juger principalement en fonction de la présentation générale et des notes éventuels qui y figurent.

Des sondes bien réparties sur l'ensemble de la carte, des isobathes continues sont l'indice de levés réguliers. Mais le nombre de sondes au dm² n'est pas un indicateur de fiabilité. Ainsi, depuis une trentaine d'années, on préfère une description générale des fonds par isobathes serrées plutôt que par sondes ponctuelles.

Dans les zones où les isobathes sont rares et interrompues, où les sondes sont réparties de façon très inégale, accompagnées quelquefois des mentions de sonde douteuse ou de position douteuse, on doit admettre qu'il n'y a pas eu de levé régulier. Les sondes écrites le long des routes irrégulièrement disposées proviennent en général de levés de reconnaissance ou de navires en simple transit. Le navigateur devra dans ce cas être particulièrement prudent et éviter les grands espaces blancs qui apparaissent alors immanquablement sur la carte. ***Le blanc signifiant ici absence d'information et non absence de danger !***

Un trait de côte succinct ou incomplet est révélateur d'une topographie expéditive. On ne se servira alors qu'avec prudence des points remarquables que la carte peut comporter.

Inversement il arrive qu'une carte refondue présente une topographie au-dessus de tout soupçon (topographie revue au moyen de cartes terrestres ou par exploitation photogrammétrique de photographies aériennes ou d'images spatiales) sans que l'hydrographie ait été refaite. En pareil cas la carte comporte nécessairement un avertissement qui explicite clairement la date du levé hydrographique et la provenance des informations topographiques. Seul le navigateur qui ne prendrait pas le soin de lire l'avertissement peut être trompé par les apparences.

3. CONSÉQUENCES DES LIMITATIONS DES LEVÉS HYDROGRAPHIQUES. LES MARGES DE SÉCURITÉ À PRENDRE PAR LE NAVIGATEUR

Nous avons donné un certain nombre de conseils au navigateur qui résultent directement des limitations des levés hydrographiques, même lorsque ces levés ont été effectués dans les règles de l'art.

De façon générale le navigateur doit prendre deux marges de sécurité. L'une verticale, que l'on appelle couramment le pied de pilote. L'autre horizontale qui consiste à passer à une distance suffisante des dangers immergés.

3.1. Le pied de pilote doit être de taille raisonnable.

Le pied de pilote ou profondeur sous quille (en anglais : underkeel clearance) prend d'abord en compte des facteurs liés au navire lui-même : l'accroupissement (squat), l'augmentation du tirant d'eau sous l'effet du pilonnement, du roulis et du tangage. Le pied de pilote prendra aussi en compte des facteurs hydrographiques :

- l'imprécision sur les mesures des profondeurs indiquées sur la carte (cf. paragraphe 2.3) ;
- les variations éventuelles des fonds depuis l'époque des levés utilisés pour établir la carte (cf. paragraphes 2.6 et 2.7) ;
- l'incertitude sur la prévision de la marée astronomique et l'éventuel effet météorologique (cf. paragraphe 2.8).

On voit immédiatement que la partie du pied de pilote liée aux facteurs hydrographiques sera très variable en fonction des zones fréquentées et de l'époque des levés.

Il est également clair qu'un pied de pilote de 1 m est particulièrement petit et ne peut être adopté que dans des chenaux bien connus. Pour l'approche de Fos-sur-Mer on a adopté un pied de pilote de 2,2 m pour un navire de 22 m de tirant d'eau, à 12 nœuds. Une étude de l'Institut Maritime des Pays-Bas concernant la navigation dans le Pas de Calais et la partie méridionale de la mer du Nord a conduit à un pied de pilote de 5,2 m pour un navire de 23 m de tirant d'eau, à 12 nœuds. Encore faut-il souligner que cette valeur du pied de pilote suppose que le vent soit inférieur à 7 Beaufort et que le déficit d'eau d'origine météorologique (negative surge) soit inférieur à 1 m.

3.2. Le navigateur doit passer à une distance suffisante des dangers immergés : la règle du pouce.

Nous avons vu que l'imprécision susceptible d'affecter la position d'un haut-fond ou d'une épave peut être importante et qu'un danger peut masquer un danger voisin. Le navigateur doit être, de son côté, conscient de l'imprécision de sa propre navigation. *Il tracera, chaque fois que possible, sa route de façon à passer à plus d'un pouce³ des dangers immergés, à l'échelle de la carte dont il se sert.*

Cette règle est un peu sévère dans les approches portuaires qui ont fait l'objet de levés récents.

L'application de cette règle est parfaitement cohérente avec un autre devoir impératif : *le navigateur doit toujours se servir de la carte à plus grande échelle disponible dans sa zone de navigation.*

3. Le pouce désigne ici aussi bien une ancienne unité de longueur (2,707 cm) que la largeur du pouce du navigateur posé sur la carte !

4. EMPLOI DE L'ENSEMBLE DES DOCUMENTS NAUTIQUES RELATIFS À LA ZONE DE NAVIGATION

Nous verrons que bon nombre d'accidents maritimes sont liés au fait que les navigateurs ne consultent pas toujours l'ensemble des documents nautiques relatifs à leur zone de navigation.

Ainsi l'usage exclusif de la carte est dangereux, en effet :

- La carte, document graphique, ne peut pas tout dire. Ainsi seules les *Instructions Nautiques* peuvent détailler les précautions à prendre lorsque l'on s'engage dans tel passage, voire même indiquer les conditions dans lesquelles il est exclu de s'y engager. Ainsi pour savoir que telle bouée lumineuse en Nouvelle-Écosse n'est à poste que de mai à décembre il faut se référer au *Livre des Feux*, la carte étant muette sur ce point ;

- Il est plus facile ou plus rapide, pour le service hydrographique de tenir compte d'une information nouvelle (surtout lorsqu'elle est incomplète) en mettant à jour les *Instructions Nautiques* plutôt qu'en corrigeant les cartes ;

- Le *Livre des Feux* est la référence prioritaire pour les feux. Il donne tous les détails.

Lorsque le navigateur constate des incohérences entre documents il doit savoir qu'il s'agit souvent d'un signe de renseignements incomplets ou d'une situation difficile et rapidement évolutive. Il sera alors plus prudent que jamais. En cas de divergence entre différents documents on accordera normalement confiance au document le plus récent.

5. LA VARIÉTÉ DES SYSTÈMES GÉODÉSQUES : UNE SOURCE POSSIBLE D'ERREURS

Lorsque le navigateur construit un point à partir de relèvements au compas et de distances radar, il se positionne en relatif par rapport à la côte et n'a donc pas à se soucier du système géodésique auquel sa carte est rapportée. Mais lorsque le lot de cartes côtières n'est pas homogène, c'est-à-dire que deux cartes adjacentes sont rapportées à des systèmes géodésiques différents, le report du point d'une carte à l'autre ne peut se faire sans précaution. On tiendra nécessairement compte du décalage géodésique entre les deux cartes. Si celui-ci n'est pas connu le report du point se fera par relèvement-distance par rapport à un amer commun aux deux cartes.

L'avènement des systèmes de navigation radioélectriques, et singulièrement du système GPS Navstar, a compliqué les choses.

La portée du Loran C est telle que le système géodésique auquel sont rapportées les antennes d'émission peut être différent de celui en vigueur dans la zone où se trouve le navire. Les réseaux Loran C portés sur la carte tiennent alors compte du décalage entre les deux systèmes et la construction du point n'exige aucune précaution particulière. Mais lorsque le récepteur Loran C donne directement la latitude et la longitude il convient d'apporter à ces éléments les corrections nécessaires avant de reporter le point sur la carte.

Emploi du GPS Navstar et systèmes géodésiques.

Le système GPS donne à tout moment la position absolue du navire rapportée au système géodésique mondial WGS 84. Mais, pour le moment, très peu de cartes marines se réfèrent à ce système. Or l'écart horizontal entre le système géodésique auquel est rapportée une carte et le WGS peut être considérable.

L'écart horizontal moyen entre le WGS 84 et le système géodésique européen ED 50, auquel sont rapportées toutes les cartes de nos côtes métropolitaines postérieures à 1960, est de 150 m. L'écart maximal entre le WGS 84 et les systèmes hydrographiques locaux auxquels sont rapportées les cartes anciennes de la métropole est de 200 m. Nos cartes de la Guadeloupe se réfèrent au système géodésique IGN 51 dont l'écart par rapport au WGS 84 est de l'ordre de 500 m. Nos cartes de La Réunion se réfèrent au système géodésique IGN 47 dont l'écart moyen par rapport au système mondial est de l'ordre de 1 500 m !

Les notas figurant maintenant sur les cartes à grande et moyenne échelles et qui donnent les corrections à apporter aux latitudes et longitudes fournies par un récepteur GPS pour se ramener au système géodésique de la carte ne sont donc pas de simples raffinements d'hydrographes ou de géodésiens. ***Ces corrections doivent être appliquées, faute de quoi le navigateur équipé d'un GPS en mode différentiel, qui croit disposer d'une précision de positionnement de 10 m, portera sur sa carte des points dont la position sera erronée de quelques centaines de mètres, voire de mille mètres ou plus.***

La connaissance des décalages entre le WGS 84 et les systèmes géodésiques locaux en outre-mer est aujourd'hui quasi-exhaustive.

6. AUTRES RISQUES DE L'EMPLOI SANS PRÉCAUTION DU GPS OU DE LA CARTE ÉLECTRONIQUE

Les systèmes électroniques ou informatiques de navigation sont des aides précieuses à la navigation dont ils permettent d'améliorer la sécurité lorsque leur utilisation est maîtrisée. Cette utilisation comporte des risques de types nouveaux parmi lesquels sont décrits uniquement les principaux risques liés à la qualité de l'information. Les risques liés aux systèmes eux-mêmes ne sont pas du ressort du SHOM et sont traités séparément sous l'égide de l'Organisation Maritime Internationale (OMI).

6.1. La carte est souvent moins précise que le GPS. Le navigateur équipé d'un récepteur GPS en mode différentiel et qui aura bien pris en compte le décalage entre le WGS 84 et le système géodésique de sa carte ne devra pas user inconsidérément de l'excellente qualité de son positionnement. *Il n'oubliera pas que la position des dangers immergés portés sur les cartes est connue avec une précision généralement inférieure à celle de son propre système de navigation.* Si, enhardi par la précision de l'ordre de 10 m de son GPS, il adoptait une route passant à 100 m d'un haut-fond cartographié, toutes les conditions pour un éventuel talonnage seraient réunies. En effet, nous avons vu au paragraphe 2.3 qu'un haut-fond en vue de terre peut figurer sur la carte à plus de 100 m de sa position réelle, l'erreur pouvant atteindre ou dépasser 300 m plus au large.

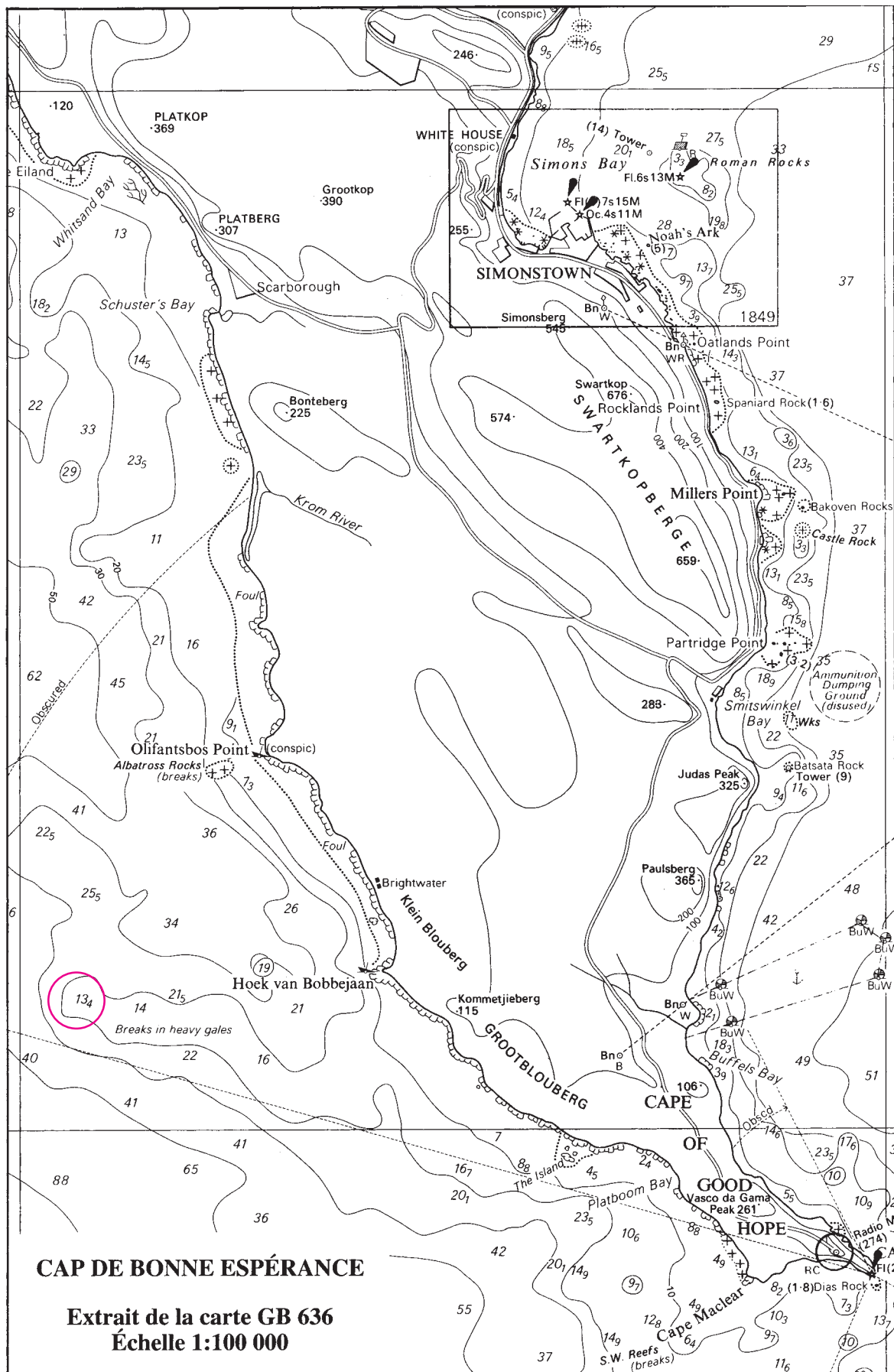
6.2. Emploi de la carte électronique.

La carte électronique, *nécessaire au fonctionnement* d'un système intégré de navigation, permettra de faire apparaître de façon continue la position du navire sur un système de visualisation de cartes marines (ECDIS : Electronic Chart Display and Information System). En raison de la vocation internationale de l'ECDIS, la base de données numériques cartographiques correspondante sera nécessairement rapportée au WGS 84. Le système de localisation le plus fréquemment associé à l'ECDIS sera le GPS en mode différentiel. Ainsi on verra apparaître sur l'ECDIS la position absolue du navire connue à 10 m près*, alors que bon nombre des données cartographiques apparaissant sur l'écran du système comporteront des incertitudes sur la position bien supérieures, incertitudes dont les ordres de grandeur viennent d'être rappelés.

La tentation de passer près des dangers sera plus grande lorsque le GPS sera associé à la carte électronique que lorsqu'on ne dispose que d'une carte papier. Dans le premier cas la position du navire apparaîtra en effet de façon automatique, instantanée et continue dans son environnement nautique. Dans le second, le report du point prenant du temps, le navigateur sera plus prudent.

Il faudra de nombreuses années pour reprendre les levés hydrographiques anciens dans les zones fréquentées par la navigation internationale afin d'atteindre une précision de position de toutes les données cartographiques supérieure ou égale à celle que donne le GPS en mode différentiel. *En attendant, le navigateur utilisant la carte électronique ne devra pas réduire sa marge de sécurité.* A noter que l'ECDIS permettra des agrandissements (zoom) dans les limites compatibles avec l'échelle des levés de la zone. Il est clair qu'un zoom exagéré constitue un risque inacceptable, ne serait-ce que parce qu'il permet de contourner la règle du pouce de façon parfaitement illicite.

* Le service standard permet, depuis l'interruption du « dispositif de disponibilité sélective » (S.A) du GPS, d'obtenir des précisions de cet ordre mais dans des conditions moins bien maîtrisées que lorsque le mode différentiel est utilisé.



7. QUELQUES ACCIDENTS MARITIMES ET LEUR RELATION AVEC LES DOCUMENTS NAUTIQUES

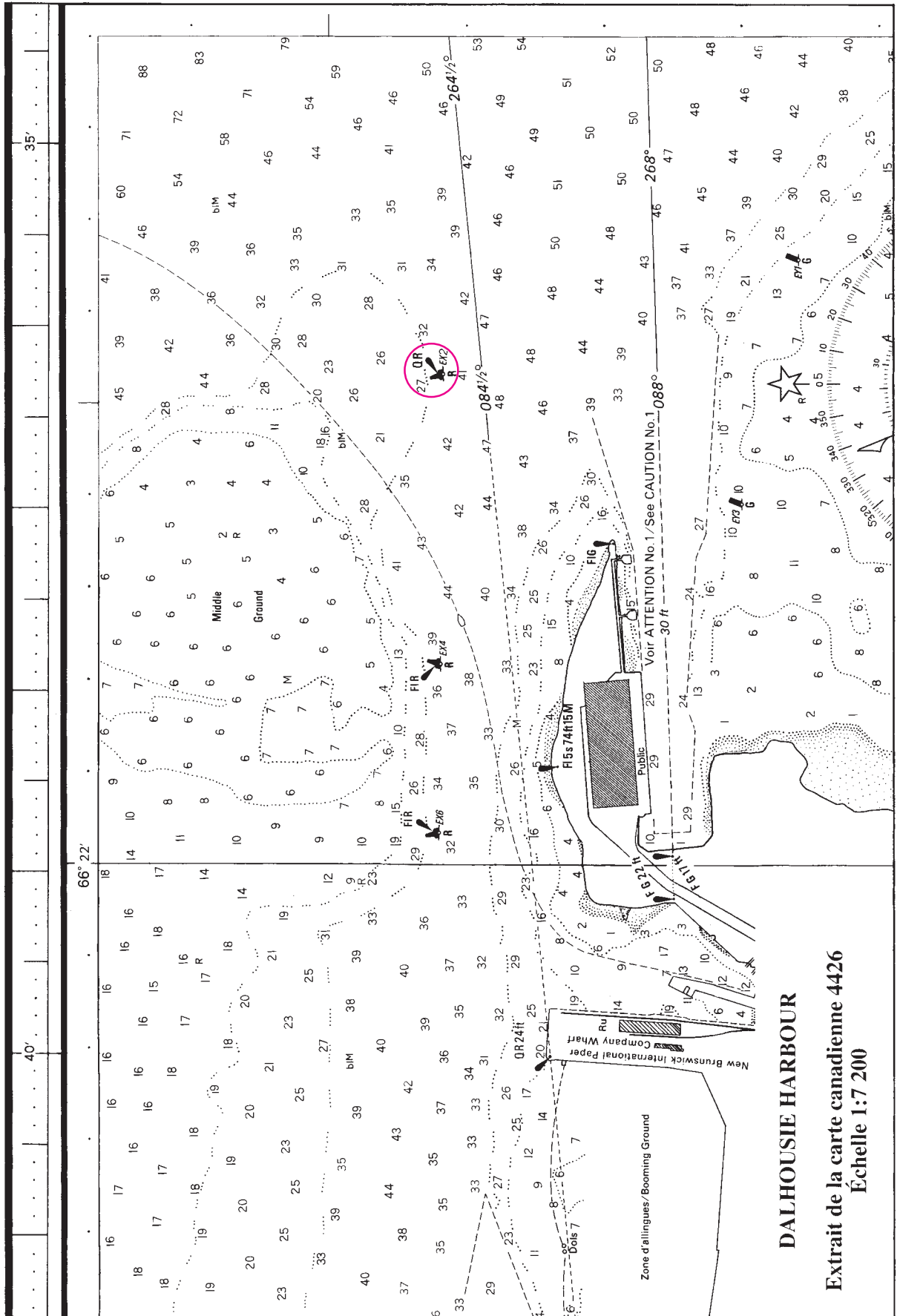
7.1. Le talonnage d'un navire dans la région du Cap de Bonne Espérance.

En 1968 un navire talonna dans la région du Cap de Bonne Espérance, à 8 milles dans le NW de Cape Point, par des fonds nettement inférieurs à ceux portés sur sa carte. D'autres navires avaient déjà signalé, quelques semaines avant l'accident, des fonds moindres dans cette zone. En conséquence le service hydrographique d'Afrique du Sud avait d'une part émis par radio un avis urgent aux navigateurs et d'autre part apporté une correction aux cartes dans son groupe hebdomadaire d'avis aux navigateurs avant que l'accident ne se produise. Mais le groupe d'avis n'était pas connu du navire, car il ne lui était pas parvenu.

Il convient de noter que la carte dont disposait le navire portait à l'endroit de l'échouage la mention : « Brise par mauvais temps ». Par ailleurs les *Instructions Nautiques* comportaient la recommandation générale selon laquelle il ne fallait pas passer à terre de l'isobathe 40 mètres sur la côte Ouest d'Afrique.

Le service hydrographique d'Afrique du Sud ne fut pas mis en cause. ***Le capitaine du navire fut jugé responsable, principalement parce qu'il n'avait pas suivi la recommandation générale des Instructions Nautiques.***

La carte britannique 636 actuelle, établie à partir des levés sud-africains postérieurs à l'accident, indique un haut-fond côté 13,4 m au voisinage du point de talonnage.



7.2. L'accident d'un navire aux abords du port de Dalhousie.

En 1974, un navire d'un tirant d'eau de 34 pieds s'approchait du port de Dalhousie (côte Est du Canada) en suivant une route légèrement au Sud de l'alignement d'entrée à 260°. Le navire fit soudain une embardée sur babord due à l'effet de petits fonds. Avant que cette embardée ait pu être corrigée le navire sortant du chenal vint heurter une roche au large de l'île de Dalhousie.

A cette époque une compagnie privée avait effectué des dragages dans le chenal d'accès pour supprimer un haut-fond à proximité de l'alignement à 260°. Le pilote semble avoir dirigé le navire comme si les dragages avaient permis d'enlever le haut-fond. En réalité les fonds de 25 pieds s'étendaient jusqu'au Sud de l'alignement. C'est le passage à proximité immédiate de ce haut-fond qui avait entraîné l'embardée.

La carte canadienne 4426 n'indiquait pas que le haut-fond « Middle Ground » s'étendait jusqu'au Sud de l'alignement à 260°. La bouée 2 1/2 D qui était censée marquer le haut-fond n'était pas à la position indiquée sur la carte. Mais l'imperfection de la carte 4426 n'était pas à l'origine de l'accident, car ni le capitaine, ni le pilote ne s'y étaient référés ⁴.

Les actions correctives suivantes furent prises et qui apparaissent sur la carte 4426 actuelle dont l'extrait est joint :

- la sonde 42 pieds située sur l'alignement à 260° fut remplacée par une sonde 27 pieds ;
- la bouée 2 1/2 D fut déplacée (bouée dénommée actuellement EX2) ;
- un nouvel alignement d'entrée à 264,5° fut créé, alignement qui est donc plus au Sud que l'ancien et qui pare convenablement le haut-fond « Middle Ground ».

Commentaires :

Plusieurs points peuvent être relevés dans cette affaire et éclairer de façon plus générale le navigateur sur certains risques.

Le service portuaire n'a pas effectué le levé hydrographique de contrôle, pourtant obligatoire après une opération de dragage. Il peut aussi arriver que le levé de contrôle soit imparfait. ***Les fonds peuvent évoluer sans que cette évolution soit prise en compte sur les cartes.***

A propos du balisage flottant

Le positionnement des bouées peut être erroné de plusieurs façons :

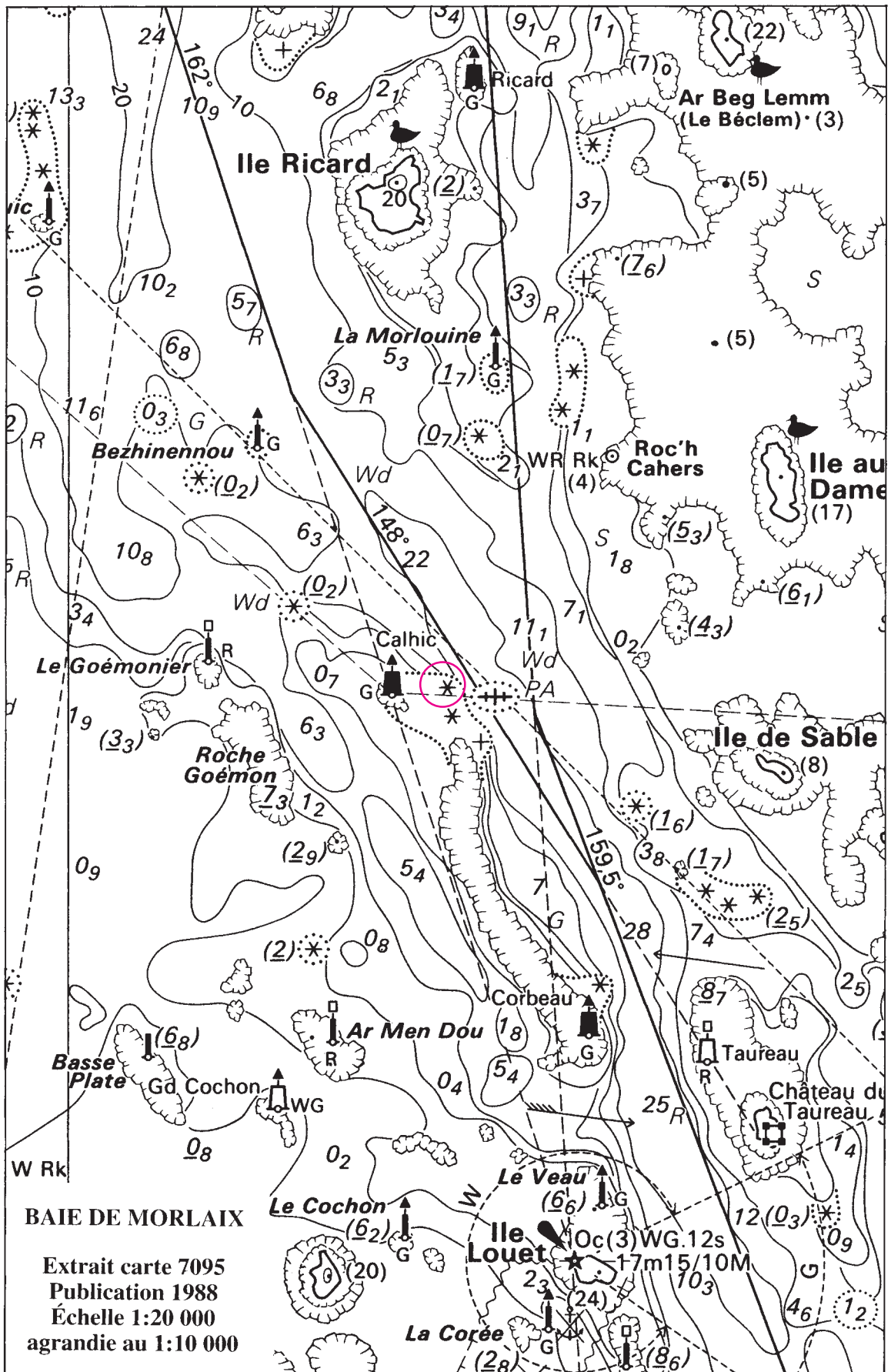
- La bouée est mal placée par rapport au danger qu'elle est censée baliser mais l'emplacement cartographique de la bouée est conforme à la réalité ;
- La bouée est bien placée par rapport au danger qu'elle balise mais son emplacement cartographique n'est pas conforme à la réalité ;
- La bouée est mal placée par rapport au danger qu'elle est censée baliser et son emplacement cartographique n'est pas conforme à la réalité.

Lorsque l'emplacement réel d'une bouée est différent de l'emplacement cartographique ⁵, l'écart peut avoir plusieurs causes. La bouée peut avoir chassé. Mais il arrive aussi que le baliseur chargé du remplacement d'une bouée ne mouille pas la nouvelle bouée à l'emplacement théorique porté sur les cartes, faute de moyens de localisation adaptés.

Pour toutes ces raisons on passera toujours à bonne distance des bouées et jamais entre la bouée et le danger qu'elle balise. On ne se servira pas d'une bouée pour déterminer sa position.

4. Je n'ai pas pu savoir quelle carte était utilisée à la passerelle lorsque le navire s'est engagé dans le chenal.

5. On sait que la position d'une bouée varie en fonction du courant, il y a donc tout naturellement un « cercle d'évitage » de celle-ci. Il n'y a erreur sur l'emplacement cartographique d'une bouée, que si l'écart entre la position réelle et la position cartographique dépasse significativement le rayon du cercle d'évitage.



7.3. Le talonnage d'un navire en baie de Morlaix.

En 1990, un navire d'un tirant d'eau de 3,2 mètres effectuait un chenalage en baie de Morlaix. Il s'engagea sur l'alignement du bord droit du château du Taureau par la tourelle du Taureau et talonna sur une roche couvrant et découvrant située dans l'Est de la tourelle de Calhic portée sur la carte marine 7095. Pourtant la carte 7095 (édition 1988) ne mentionnait pas cet alignement (qui est à 145°) mais une route au relèvement 148° sur le bord droit du château du Taureau. Il se trouve que le tireté prolongeant la partie utile de cette route passe à environ 0,5 mm (à l'échelle de la carte) du centre de la tourelle du Taureau. Cette proximité a conduit à l'interprétation erronée de la carte, cause de l'accident.

La roche sur laquelle le navire a talonné est située à 50 m de la route au 148° portée sur la carte. Cette roche était représentée par le symbole de rocher couvrant et découvrant (spécifique d'un danger, numéro repère IK₁₁, anciennement O₂ dans l'ouvrage 1 D) non accompagné de sa cote.

Jusqu'en 1948 les *Instructions Nautiques* décrivaient de façon complète le chenal Ouest de Ricard, y compris la route à 148°. À cette époque la route à 148° était décrite comme l'alignement de l'arbre du Dourdu par le donjon du château du Taureau. Dans les éditions suivantes des *Instructions Nautiques* cette route n'est plus décrite. L'alignement lui-même n'existe plus. C'est pourquoi la carte 7095 publiée en 1988 représentait une route au relèvement 148° sur le côté droit du château du Taureau. Mais les *Instructions Nautiques* en service au moment de l'accident ne donnaient aucune précision sur cette route.

Commentaires :

La carte 7095 ne comportait pas d'erreur, mais il a paru nécessaire d'améliorer sa présentation et d'apporter des précisions dans les *Instructions Nautiques*.

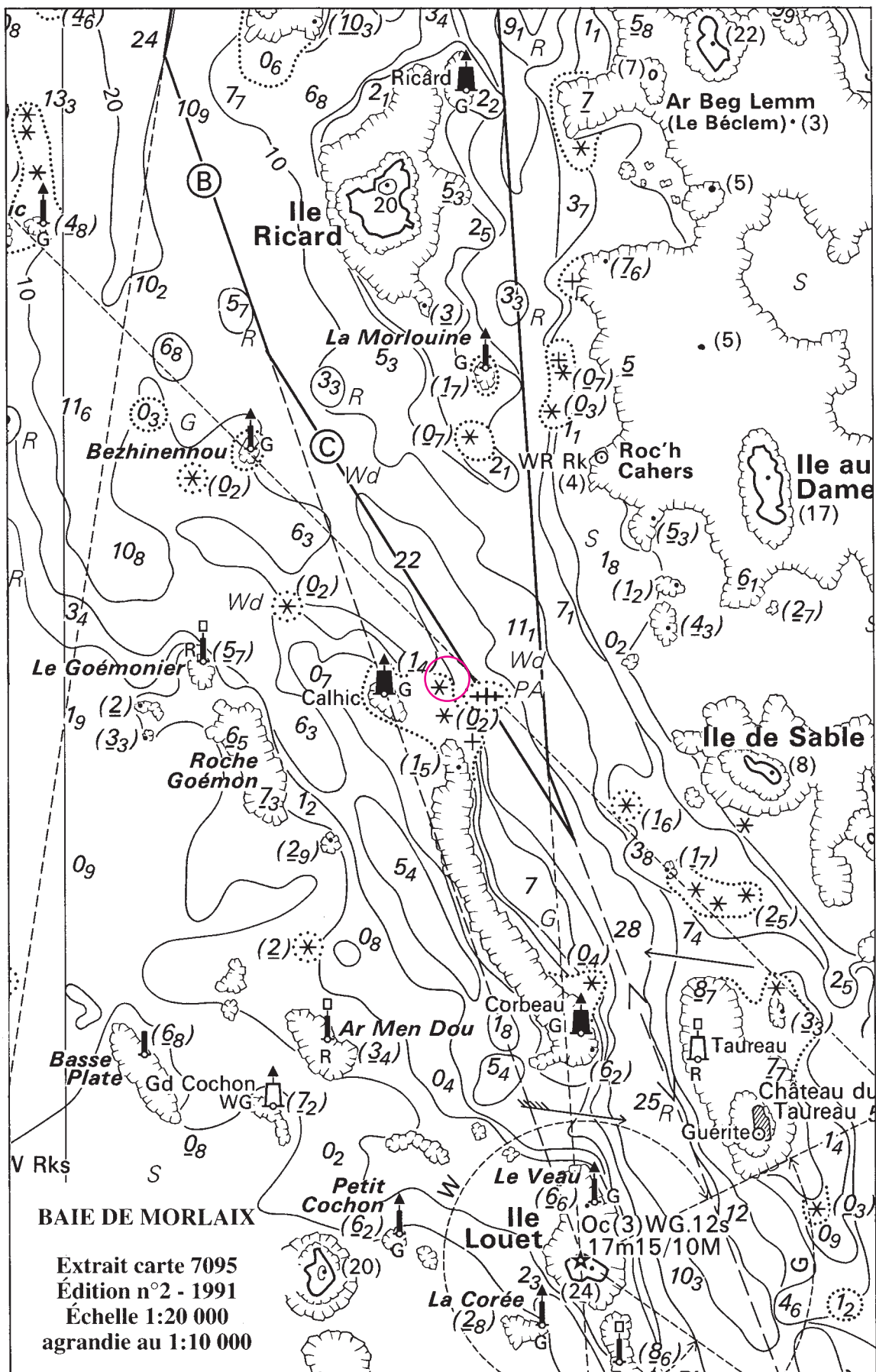
Au relèvement à 148° on a substitué l'alignement suivant : le côté droit du château du Taureau (guérite) à gauche de la tourelle du Taureau de deux fois la grosseur de la tourelle à 148°. Cette route passe à 60 m de la roche sur laquelle le navire avait talonné.

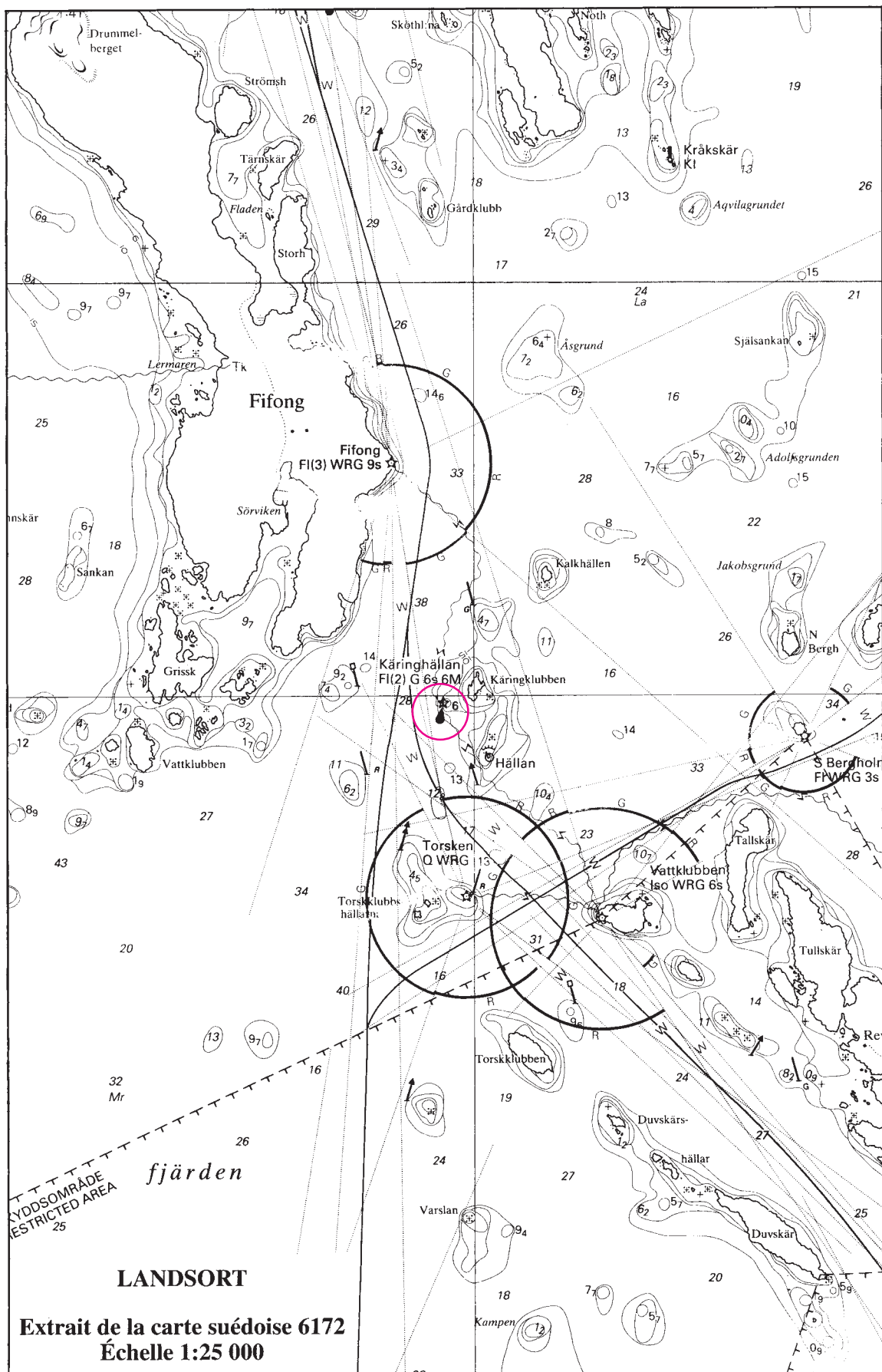
La cote de la roche a été ajoutée (1,4 m) et les *Instructions Nautiques* attirent l'attention sur « la présence de roches découvrant qui débordent dans l'Est la tourelle de Calhic ».

La roche incriminée avait été représentée à l'origine par le symbole de danger O₂ non accompagné de sa cote, car le cartographe avait estimé qu'il manquait de place pour indiquer la cote. **Il convient de noter que le symbole O₂ non accompagné d'une cote est plus dissuasif que le symbole O₂ accompagné d'une cote. Contrairement à la roche cotée il faut l'éviter strictement quelle que soit la hauteur de la marée.**

© Alignement décrit sur la carte 7095

Alignements et relèvements dans le Chenal Ouest de Ricard	Alignments and bearings in Chenal Ouest de Ricard
Ⓐ Amer de Kergrist, entre les Pierres blanchies de Carantec, à 188,8°.	Ⓐ Amer de Kergrist, in line with whited rocks Pierres de Carantec, bearing 188,8°.
Ⓑ Le phare de l'île Louet par la tourelle Calhic, à 161,1°.	Ⓑ Ile Louet light tower, in line with Calhic beacon-tower, bearing 161,1°.
Ⓒ Le côté droit du château du Taureau, à gauche de la tourelle du Taureau de deux fois la grosseur de la tourelle, à 148°.	Ⓒ Château du Taureau, port hand of Taureau beacon-tower with a gap twice as large as beacon-tower, bearing 148°.





7.4. L'échouement d'un pétrolier sur la côte Est de Suède.

En 1977, un pétrolier navigant dans un étroit chenal naturel pour se rendre à Södertälje, sur la côte Est de Suède, s'échoua sur un haut-fond de 6 m, à une centaine de mètres d'un rocher appelé Käringsklubb. Ce haut-fond ne figurait pas sur la carte suédoise 721 qui était, à l'époque de l'accident, la carte à la plus grande échelle (1/50 000) représentant le chenal en cause.

En 1969 un levé hydrographique avait bien révélé l'existence de ce haut-fond, mais l'officier responsable du levé avait jugé que le haut-fond découvert étant à « l'intérieur » de l'isobathe 10 m portée sur la carte, il n'y avait pas lieu de le signaler spécialement. Un levé très détaillé effectué en 1977, après l'accident, montra que le tracé de l'isobathe 10 mètres sur la carte 721 était légèrement erroné et qu'il fallait la déplacer de 20 m environ, soit 0,4 mm à l'échelle de la carte !

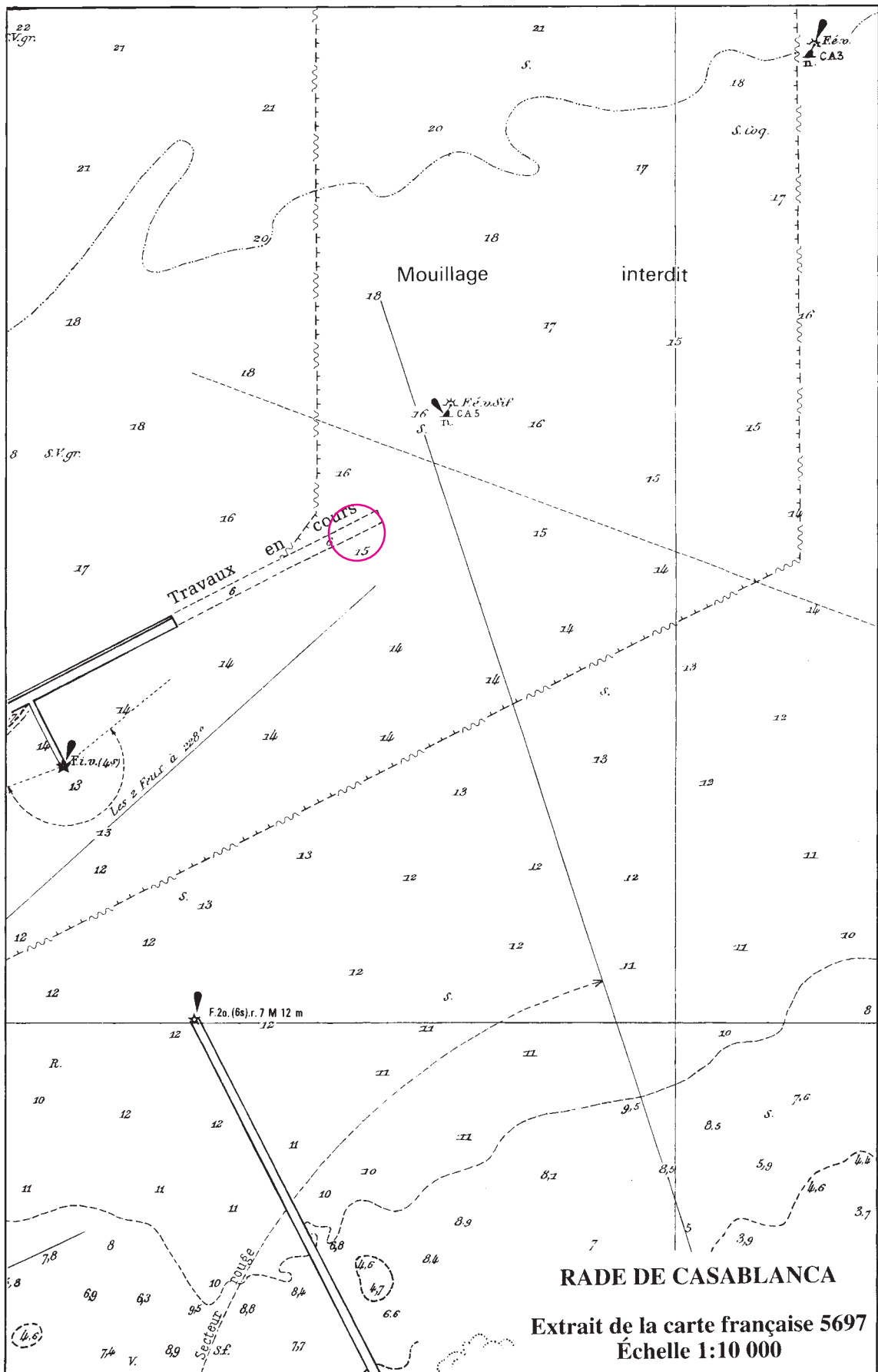
L'enquête prouva que le pilote qui effectuait le chenalage du pétrolier, en direction du Nord, avait entamé l'évolution en forme de S pour passer entre le Käringsklubb et l'île de Fifong nettement plus tôt qu'on ne le fait habituellement. En conséquence le pétrolier passa plus près du Käringsklubb que les navires qui suivent la route normale et vint s'échouer sur le haut-fond 6 m.

La nouvelle carte suédoise 6172 (échelle 1/25 000) montre clairement que la route recommandée (route normale) passe à 120 m du haut-fond sur lequel le pétrolier s'est échoué. Depuis cette époque on a construit un feu sur le haut-fond en cause.

Commentaires :

Le service hydrographique avait commis la faute de ne pas signaler explicitement un haut-fond dont il avait connaissance. Le pilote a commis une faute en s'écartant notablement de la route recommandée. Le tracé de l'isobathe 10 m, bien que légèrement erroné, ne passait qu'à 120 m (2,4 mm à l'échelle de la carte 721) de la route théorique ce qui aurait dû inciter le pilote à ne pas s'écarter sensiblement de sa route recommandée. Jusqu'en 1977, ce haut-fond n'avait été la cause d'aucun accident pour une raison très simple : les pilotes avaient suivi la route recommandée avec assez de soin, échappant ainsi aux dangers connus ou inconnus qui les guettaient au bord de la route. On rejoint ici un point souligné au paragraphe 2.5. ***Il est toujours risqué de s'écarter notablement d'une route recommandée définie par une succession de tronçons d'alignements et de tronçons à relèvement constant.***

On remarquera aussi que le service hydrographique suédois, conscient du fait que l'échelle de la carte 721 était trop petite pour les conditions de navigation dans la zone, a publié une carte 6172 d'échelle double.



7.5. L'échouement d'un navire à l'entrée du port de Casablanca.

En 1972, un navire se dirigeant vers le port de Casablanca (Maroc) passait entre la bouée CA5 et l'extrémité de la jetée Delure et s'échouait à environ 360 mètres de cette extrémité.

Notons d'abord que l'approche normale du port de Casablanca se fait par une route au Sud, passant à l'Est d'une ligne de bouées CA1, CA3, CA5, c'est-à-dire en laissant la *bouée noire CA5 à tribord, alors que le navire avait laissé CA5 à bâbord*.

La carte de la Defense Mapping Agency (DMA) n° 51 222 (échelle 1/10 000) dont se servait l'officier de quart, immédiatement après avoir utilisé la carte DMA n° 51 013 (échelle 1/900 000), comportait l'indication « travaux en cours » entre l'extrémité de la jetée et la bouée CA5.

Mais le propriétaire du navire fit observer que la carte DMA n° 51 222 ne donnait qu'une extension d'environ 230 mètres à la zone des travaux en cours et non 360 mètres et qu'elle ne faisait donc pas apparaître les blocs sur lesquels le navire s'était échoué. Le propriétaire estima que la DMA était en conséquence responsable de l'échouement.

Le tribunal fit observer que :

- les *Instructions Nautiques* publiées par la DMA indiquaient clairement que les travaux s'étendaient sur 360 mètres (400 yards) ;
- le pilotage était obligatoire ;
- le commandant du navire s'était mépris sur la signification du balisage en place ;
- l'officier de quart aurait dû se servir de la carte d'approche DMA n° 51 220 (échelle 1/150 000) laquelle comportait les trois bouées balisant l'approche du port de Casablanca ;
- le commandant savait que les cartes DMA étaient basées sur des cartes françaises relativement anciennes⁶ .

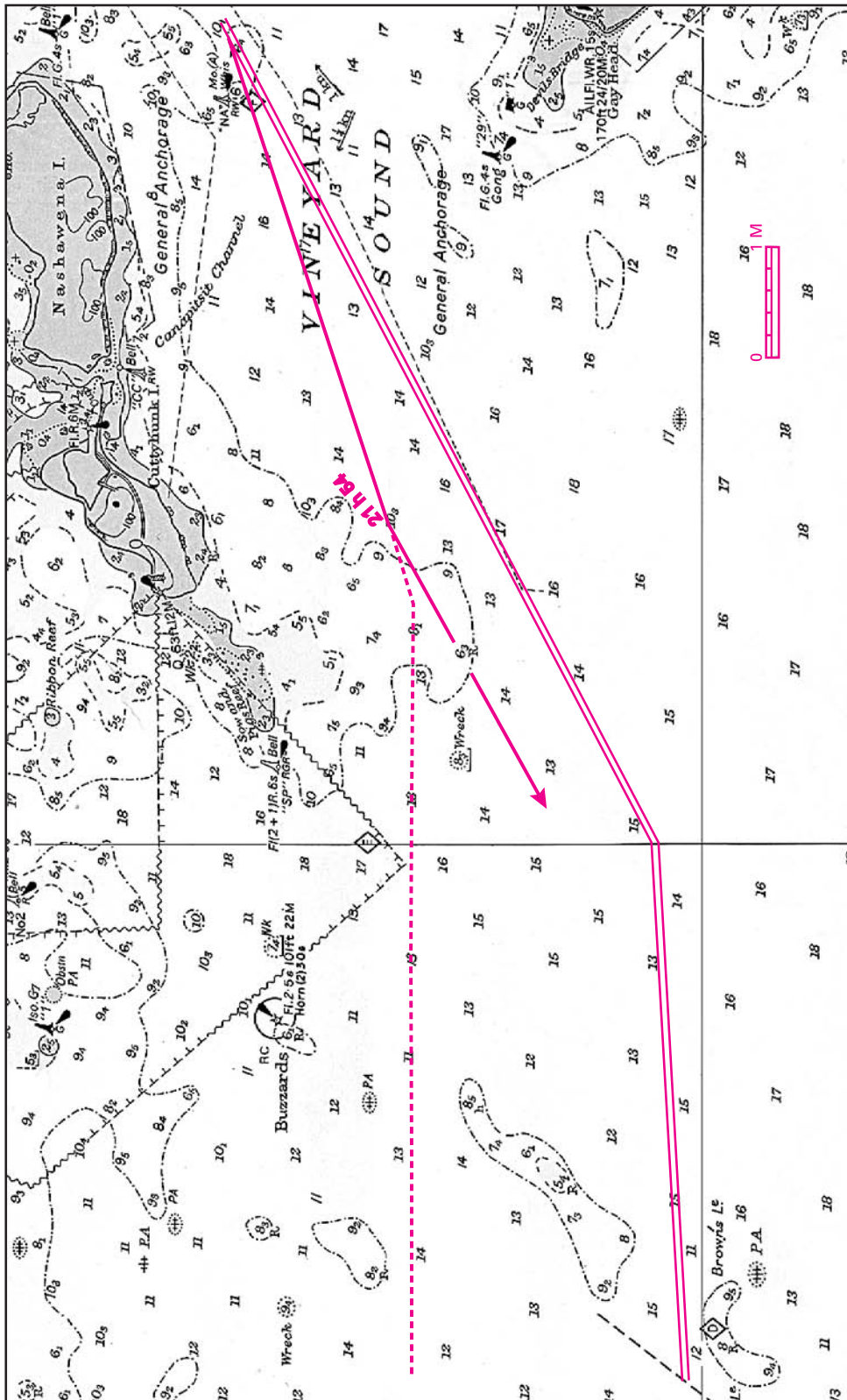
Le tribunal estima pour toutes ces raisons que le commandant avait été particulièrement imprudent de passer si près de l'extrémité de la jetée Delure et rejeta la plainte du propriétaire du navire contre la DMA.

Commentaires :

Le navire n'a consulté que la carte pour effectuer son entrée du port de Casablanca ; *il ne s'est pas servi des Instructions Nautiques* qui lui apportaient une information exacte, donc en divergence avec la carte (cf. paragraphe 4)⁷. *Il n'a pas utilisé la carte d'échelle adaptée pour l'approche* mais une carte à plus petite échelle. Bien entendu la simple *règle du pouce aurait à elle seule dû le dissuader de passer si près* de l'extrémité d'un obstacle immergé porté sur sa carte ; bien que la représentation de l'obstacle ait été incomplète, l'accident ne se serait alors pas produit (cf. paragraphe 3.2).

6. Argument secondaire, d'autant plus que l'information concernant les travaux en cours provenait du port de Casablanca et qu'elle était donc sans lien avec les levés français des années 1950 qui sont à la base de la carte française.

7. La divergence devait amener le navigateur à retenir l'information la plus pessimiste pour la sécurité de la navigation, à savoir une extension de l'obstacle sur 360 mètres plutôt que sur 230 mètres.



VINEYARD SOUND

Extrait carte britannique 2890
Édition 1989
Échelle 1:100 000

- route prévue pilote
- route suivie
- ==== route prévue navigateur

7.6. Le talonnage d'un paquebot dans Vineyard Sound (Massachusetts).

En août 1992, dans la soirée, un paquebot quittait le mouillage de Oak Bluffs et s'engageait dans le chenal de Vineyard Sound en suivant une route à 237°. Les intentions *non déclarées* du pilote étaient de suivre, à partir de la bouée NA, une route à 250° puis à 270°, différente de celle préparée par le navigateur du paquebot (route initiale à 242°).

L'officier de quart constatant, après le point de 21h48, que la route suivie allait passer pratiquement sur le haut-fond 5 brasses 4 pieds au Nord de Browns Ledge, en informa le commandant. Ce dernier indiqua alors au pilote qu'il préférerait passer au Sud de Browns Ledge. Pour suivre l'avis du commandant, le pilote changea de cap afin de venir à 240° vers 21h54, sans avoir examiné la carte GB 2890 au préalable. Vers 21h58 commença une série de talonnages au voisinage du haut-fond 6 brasses 3 pieds (39 pieds) porté sur cette carte et accompagné de la mention R (roche).

Précisons que la carte britannique utilisée est conforme à la carte US 13218, dont elle est issue, à cette différence près que les sondes portées sur la carte britannique sont exprimées en brasses et pieds, alors qu'elles sont exclusivement en pieds sur la carte américaine.

La route préparée par le navigateur passait à 0,7 mille de la sonde 6 brasses 3 pieds (39 pieds) puis venait à 268° pour passer au Nord de Browns Ledge. Ainsi la route envisagée par le commandant et improvisée après 21h54 ne correspondait ni à la route sûre (par plus de 60 pieds de profondeur) préparée par le navigateur, ni à la route hasardeuse prévue par le pilote (fonds irréguliers relativement faibles, épave en position approximative) et dont ni le commandant ni l'officier de quart n'avaient été informés.

Il n'est pas certain que l'officier de quart s'était rendu compte du passage de la route improvisée à 240° sur le haut-fond de 39 pieds. Une certitude : le commandant et le pilote n'avaient pas consulté la carte et ignoraient donc que la route passait sur ce haut-fond. Ils ont déclaré ultérieurement que ce passage ne leur posait pas de problème puisque le tirant d'eau du navire était de 32 pieds.

Le navire a passé sans nécessité sur un haut-fond porté sur la carte, il a donc enfreint la règle énoncée au paragraphe 2.3. Les travaux hydrographiques effectués après l'accident montrèrent l'existence de sondes de 32 pieds à proximité de la sonde 39 pieds portée sur les cartes. ***L'accident a confirmé la valeur et l'importance de cette règle de prudence.***

Les *Instructions Nautiques* américaines pour la côte Est des Etats-Unis comportaient, dans leurs chapitres généraux, un avertissement concernant l'imperfection des cartes et indiquaient les précautions à prendre en conséquence. L'attention y était attirée sur le phénomène d'accroupissement. Ni le commandant, ni le pilote n'avaient pris connaissance de ces chapitres. Le navire filait 24,5 nœuds, ce qui, par moins de 10 pieds d'eau sous la quille, entraînait un accroupissement compris entre 4 et 8 pieds !

Jugement du tribunal :

Les propriétaires du paquebot poursuivirent les États-Unis en justice pour obtenir réparation des dommages liés au talonnage, prétendant que la façon négligente dont le US Coast and Geodetic Survey (US CGS) avait réalisé le levé et la carte de la zone était à l'origine de l'accident.

Le tribunal (Southern District of New-York) déclara que même si on admettait l'hypothèse de négligence de la part de l'US CGS, cette négligence ne causa pas l'accident et ne contribua pas à celui-ci. Il était en effet établi que les responsables à la passerelle au moment de l'accident ne s'étaient pas basés, dans la conduite du navire, sur la sonde 39 pieds incriminée. ***Le tribunal déclara que l'accident s'était produit en raison de la négligence de ceux qui « pilotaient » le paquebot.***

Puis, dans en deuxième partie de ses considérations, le tribunal constata que le levé de 1939 à l'origine de la carte pour cette zone, et en particulier de la sonde 39 pieds, avait été effectué suivant les règles de l'art. Il déclara aussi que l'US CGS n'avait pas non plus été négligent en n'exécutant pas d'investigations hydrographiques complémentaires au voisinage de la sonde 39 pieds. Enfin, le tribunal souligna que ***le responsable du levé avait une latitude d'appréciation (fonction discrétionnaire) pour la stratégie du levé*** (cf. paragraphe 2.9). Ainsi, compte tenu du tirant d'eau des navires fréquentant les parages et de l'existence d'une large zone proche, aux profondeurs supérieures à 60 pieds (permettant d'éviter le haut-fond de 39 pieds), des investigations complémentaires ne s'imposaient pas. Le caractère discrétionnaire des levés dégage, selon la loi américaine, la responsabilité de l'État.

La plainte des propriétaires fut rejetée par jugement du 6 novembre 1997. Le jugement fut confirmé en appel le 9 septembre 1998.

Commentaires :

- ***L'absence de tout dialogue, avant l'appareillage, entre le pilote et le commandant concernant la route à suivre, a entraîné une improvisation hâtive comportant un changement de route sans consultation préalable de la carte.*** Tels sont les faits à l'origine du talonnage.

- Le pilote n'avait jamais fait passer dans ces parages de navire dont le tirant d'eau dépassât 26 pieds. Malgré cela, il a laissé transiter ce navire de 32 pieds de tirant d'eau à la vitesse de 24,5 nœuds.

- Ignorant l'ordre de grandeur de l'accroupissement dans les conditions de navigation du paquebot, les responsables ont manqué de prudence. Le pied de pilote à adopter était de l'ordre de 14 pieds (cf. paragraphe 3.1). ***Dans la pratique le navire aurait dû se tenir au large de l'isobathe 10 brasses (60 pieds) comme l'avait d'ailleurs prévu le navigateur du bord.***

8. CONCLUSION

Les progrès en cours et à venir dans l'équipement des passerelles conduisent à une meilleure précision de la navigation et à un allègement des tâches manuelles de l'officier de quart. Le temps ainsi dégagé doit être consacré à une appréciation objective de la situation du navire dans son environnement et à l'interprétation convenable des documents nautiques. C'est ainsi que l'évolution des moyens de passerelle contribuera à une meilleure sécurité de la navigation.

De leur côté les hydrographes améliorent la qualité de leurs levés, ainsi que la prédiction des marées et des courants et étudient les formes les plus adaptées de mise à disposition de ces informations. ***Les documents nautiques ne seront jamais parfaits, même si les progrès de l'hydrographie tendent à renforcer leur fiabilité***⁸. La préparation de la traversée doit reposer sur un examen soigneux de tous les documents pertinents.

Quelles que soient la qualité des informations nautiques et les performances des moyens de navigation, la décision relèvera toujours du sens marin et de l'art lucide de naviguer. Cet art passe aussi par une bonne pratique des moyens traditionnels de navigation, tant pour contrôler les indications de position et de mouvement fournies par les systèmes modernes (GPS, ECDIS) que pour remplacer ces derniers en cas de défaillance.

LA NAVIGATION NE SERA JAMAIS UNE AFFAIRE DE « BOÎTE NOIRE ».

8. Ne serait-ce qu'en raison du temps qui s'écoule entre un changement et sa prise en compte dans les documents nautiques.

NOTES

Imprimerie de l'Établissement Principal
du Service Hydrographique
et Océanographique de la Marine
13 rue du Chatellier
BP 30316 — 29603 Brest Cedex
Mars 2004

Dépôt légal premier trimestre 2004
Numéro d'éditeur : 2562



ISBN 2-11-088356-1