

# L'hydrographie et « l'abyssal besoin de connaissances » de l'océan

Ingénieur général de l'armement Gilles Bessero  
Directeur général du SHOM<sup>1</sup>

## Introduction

Le Grenelle de la mer qui a mobilisé pendant plusieurs semaines tous les acteurs du monde maritime français a mis en exergue le besoin « abyssal » de connaissance de l'océan. Comme le résume le Livre bleu qui résulte de ces travaux : « *La passion de la mer doit être mieux partagée par les Français, (...) il n'y a pas de passion sans connaissance. La mer, qui s'étend sur 72 % de la surface du globe, reste une grande inconnue à découvrir absolument.* »

Le premier défi qu'oppose l'océan, est bien celui de sa connaissance, en commençant par celle des fonds sous-marins. En effet, alors que le relief terrestre, comme celui des autres planètes du système solaire, est directement accessible à la photographie et plus généralement à la télédétection aérienne ou spatiale, le relief sous-marin est très largement masqué par un océan essentiellement opaque. Le constat rappelé fin 2004 par une commission d'experts américains est simple : près de 95 % du fond des océans n'a jamais été exploré<sup>2</sup>.

Le but de l'hydrographie, dans l'acception maritime du terme, c'est justement de « mesurer » la mer, pour répondre à de multiples besoins : l'hydrographie est définie comme la « *branche des sciences appliquées traitant du mesurage et de la description des éléments physiques des zones maritimes et côtières, ainsi que de la prédiction de leur changement au cours du temps, dans l'intérêt premier de la sécurité de la navigation et pour le soutien de toutes les autres activités maritimes, incluant développement économique, sécurité et défense, recherche scientifique et protection de l'environnement* »<sup>3</sup>.

1 SHOM : Service hydrographique et océanographique de la marine ([www.shom.fr](http://www.shom.fr)).

2 [http://oceancommission.gov/documents/full\\_color\\_rpt/welcome.html](http://oceancommission.gov/documents/full_color_rpt/welcome.html).

3 Définition révisée adoptée par la conférence hydrographique internationale lors de sa 4<sup>e</sup> session extraordinaire (Monaco - 2 au 4 juin 2009).

## Géographie maritime

### *L'hydrographie : l'abyssal besoin de connaissances de l'océan*

---

#### *Un peu d'histoire*

Jusqu'au XVII<sup>e</sup> siècle, les navigateurs se contentaient de leurs propres connaissances et des cartes marines ou ouvrages nautiques publiés par des entrepreneurs individuels. Mais la seule initiative privée ne pouvait durablement satisfaire les besoins croissants des États soucieux de développer leurs marines pour défendre leurs intérêts commerciaux et stratégiques et de disposer librement à cet effet de documents de qualité maîtrisée, nécessitant des opérations de levés hydrographiques onéreuses.

La prise en charge de l'hydrographie par l'État débuta en France sous Colbert. L'École d'hydrographie de Dieppe, institution jusque-là privée qui depuis la fin du XV<sup>e</sup> siècle fournissait à la marine royale ses meilleurs pilotes et cartographes, fut rattachée au département de la marine en 1661 et les premières missions hydrographiques systématiques furent conduites dans les années 1670 le long des côtes de France, d'Espagne et d'Italie. Elles aboutirent en 1693 à la publication d'un atlas maritime des côtes de la Norvège à Gibraltar, le *Neptune françois*.

En 1720 était créé, toujours en France, le premier service hydrographique officiel, le *Dépôt général des cartes et plans, journaux et mémoires concernant la navigation*, dont le SHOM d'aujourd'hui est l'héritier. Pour une fois, la France était en avance sur l'Angleterre puisque le « *Office of Hydrographer to the Admiralty* » ne devait voir le jour qu'en 1795. Depuis cette époque, l'hydrographie est restée, pour l'essentiel, une activité étatique.

L'intérêt de la coopération internationale dans ce domaine a été reconnu dès la fin du XIX<sup>e</sup> siècle, conduisant à la création en 1921 du Bureau hydrographique international, actuel secrétariat de l'Organisation hydrographique internationale (OHI)<sup>4</sup>. L'hydrographie relève depuis 2002 d'une obligation fixée par la convention internationale pour la sauvegarde de la vie humaine en mer (convention SOLAS) qui prescrit notamment aux gouvernements contractants de « *prendre des dispositions en vue de rassembler et de compiler des données hydrographiques et de publier, diffuser et tenir à jour tous les renseignements nautiques nécessaires à la sécurité de la navigation* »<sup>5</sup>.

#### *L'explosion des besoins*

L'hydrographie longtemps centrée sur les seuls besoins de la navigation est confrontée à des attentes de plus en plus variées. Elle constitue une « infrastructure de base » indispensable non seulement à la sécurité de la navigation maritime mais aussi à la mise en œuvre des politiques maritimes et du littoral.

Les échouements sont la troisième cause d'accident des navires de commerce (après les avaries mécaniques et les collisions) avec à peu près 400 accidents majeurs par an. Si la cause première réside principalement, selon un terme trop réducteur, dans le « facteur humain », la méconnaissance des fonds reste néanmoins encore un facteur

<sup>4</sup> [www.iho-ohi.net/francais/accueil/](http://www.iho-ohi.net/francais/accueil/)

<sup>5</sup> Convention SOLAS, édition 2002, chapitre 5, règle 9.

## Géographie maritime

### *L'hydrographie : l'abyssal besoin de connaissances de l'océan*

---

d'accident<sup>6</sup>. La qualité des cartes marines et des levés hydrographiques qui permettent de les établir prend d'autant plus d'importance que le trafic maritime ne cesse d'augmenter, que les routes fréquentées se diversifient, notamment dans le secteur de la croisière, et que le concept de navigation intégrée (« e-navigation »), associé à la généralisation de l'automatisation et à la réduction des équipages, peut faire oublier les réflexes de prudence que la gestion « manuelle » de la navigation entretenait plus naturellement.



Echouement d'un navire de croisière en Antarctique

Si la navigation commerciale se satisfait de la cartographie des seules zones navigables et du signalement des dangers qui peuvent les parsemer jusqu'à une profondeur qui ne dépasse pas la trentaine de mètres, il est clair que la navigation sous-marine, la pêche, l'exploitation des ressources pétrolières *offshore* et le développement de la plaisance ont largement étendu les besoins de la navigation. Le déplacement progressif du centre de gravité des opérations navales du domaine hauturier vers le domaine littoral, comme l'exercice des multiples facettes de l'action de l'État en mer s'accommode de plus en plus difficilement d'une connaissance sommaire de l'hydrographie des zones côtières, y compris de manière indirecte par exemple pour la prévision de la hauteur des vagues qui conditionnent les opérations amphibies ou pour la prévision de la dérive des polluants susceptibles de s'échapper d'un navire accidenté ou la sélection des sites de refuge des navires en avarie pour mieux circonscrire les risques de pollution.

La prévention des risques naturels, qu'ils soient progressifs comme l'érosion qui affecte certains rivages ou catastrophiques, comme les ondes de tempête ou les tsunamis, passe aussi par une meilleure connaissance des fonds marins. Les analyses consécutives au tsunami en océan Indien de décembre 2004 ont ainsi démontré que la connaissance de la topographie des fonds (la bathymétrie) était loin d'être suffisante pour prédire les zones susceptibles d'être touchées suite à un séisme et déclencher l'alerte à bon escient.

De manière moins dramatique, l'aménagement d'un littoral et d'un domaine maritime de plus en plus convoité est tributaire lui aussi d'une bonne connaissance de l'état initial pour gérer intelligemment la cohabitation d'infrastructures portuaires et industrielles et d'activités de pêche et de loisirs dans le cadre d'une véritable gestion intégrée des zones côtières.

Bien sûr, la protection de l'environnement est aussi concernée. La délimitation, la gestion et la surveillance des zones particulières (zones Natura 2000, aires marines protégées, application de la directive cadre européenne sur la stratégie pour le milieu marin, etc.) nécessitent d'abord de disposer d'un référentiel géographique et environnemental précis dont l'hydrographie est l'une des « couches » indispensables.

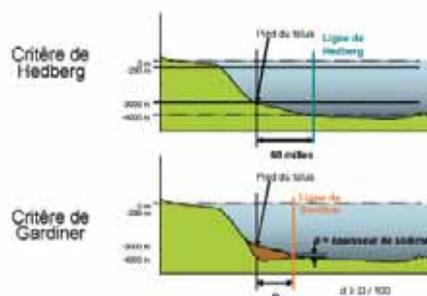
Les débats autour de l'élévation du niveau moyen des mers associée à la problématique du changement climatique montrent également la nécessité de disposer de longues séries d'observations de marée continues et de bonne qualité pour analyser et

<sup>6</sup> Voir l'ouvrage « L'hydrographie, les documents nautiques, leurs imperfections et leur bon usage » ([http://www.shom.fr/fr\\_page/fr\\_prod\\_ouvrage/og\\_num/1F\\_1.001\\_28112006.pdf](http://www.shom.fr/fr_page/fr_prod_ouvrage/og_num/1F_1.001_28112006.pdf)).

interpréter des phénomènes particulièrement complexes.

La délimitation des espaces maritimes sur lesquels l'État côtier bénéficie de droits et d'obligations particuliers en application de la convention des Nations unies sur le droit de la mer est une autre source de besoins, qu'il s'agisse de la définition des différentes limites ou de la détermination des frontières maritimes entre États voisins. Un sujet d'actualité concerne l'extension du plateau continental juridique, au-delà de la zone économique exclusive, qui repose sur des critères de profondeur, de morphologie et de nature des fonds.

Les critères d'extension du plateau continental



### *L'évolution des techniques*

Avec les premiers levés hydrographiques systématiques de la fin du XVII<sup>e</sup> siècle et les voyages d'exploration scientifique du XVIII<sup>e</sup> siècle, les cartes marines cessaient d'être des œuvres d'art, si ce n'est d'imagination, pour devenir une représentation fidèle du monde réel, basée sur une acquisition organisée des connaissances suivant les techniques développées par les hydrographes de l'époque, notamment le Français Beautemps-Beaupré, surnommé le *Père de l'hydrographie*. On lui doit en particulier la substitution du cercle à réflexion à la boussole pour la mesure précise des angles et des directions, la pratique systématique du dessin des vues de côtes sur lesquelles sont reportées directement les observations aux instants des stations, l'exploitation quasiment en temps réel des observations ainsi que la combinaison optimale d'observations faites à terre et à la mer.

Jusqu'à la fin de la Seconde guerre mondiale, les levés hydrographiques reposaient sur la localisation optique des bâtiments ou embarcations employés pour les sondages<sup>7</sup>, avec les limitations de distance à la côte et de précision inhérentes à ce procédé, et sur un moyen mécanique de sondage (plomb de sonde lesté par une ligne graduée, remplacé à partir de 1920 par un plomb poisson remorqué). Outre son rendement limité, le caractère ponctuel de la mesure ne permettait ni de garantir que la cote obtenue sur un haut-fond correspondait bien à son sommet ni que tous les hauts-fonds présents le long du profil suivi par le bâtiment avaient été détectés.

À partir de 1945, la généralisation de l'utilisation du sondeur acoustique vertical et le développement de la localisation radioélectrique permirent d'observer la profondeur en continu le long du profil suivi et d'étendre hors de vue de la côte l'emprise des zones susceptibles d'être explorées, tout en améliorant considérablement la précision des mesures. L'apparition au début des années 1970 des sondeurs latéraux offrit la possibilité de compléter le sondage linéaire par l'enregistrement d'une image

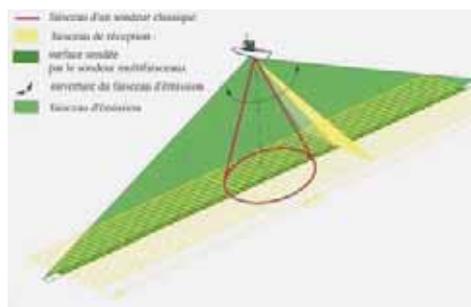
<sup>7</sup> La description de la topographie sous-marine est obtenue en parcourant un réseau de routes régulièrement espacées le long desquelles l'hydrographe mesure la hauteur d'eau. Chaque route est appelée *profil* et l'ensemble constitue un *sondage*.

## Géographie maritime

### *L'hydrographie : l'abysse a besoin de connaissances de l'océan*

acoustique du fond de part et d'autre du profil suivi pour détecter la présence d'épaves ou de hauts-fonds entre profils adjacents.

Le développement à partir des années 1960 de la localisation par satellites (Transit puis GPS) et du sondeur acoustique multifaisceau capables de mesurer la profondeur sur toute une fauchée perpendiculaire à l'axe du navire atteignant sept à huit



Principes du sondeur multifaisceau

fois la profondeur, a révolutionné l'hydrographie. Il est désormais possible de réaliser des levés exhaustifs et précis des fonds marins. La vitesse des navires, moins d'une dizaine de nœuds (20 km/heure) en sondage, reste néanmoins un élément limitant devant l'immensité des espaces océaniques. La technique plus récente du laser bathymétrique aéroporté n'offre pas de perspective d'accélération significative car sa mise en œuvre est limitée à la bande côtière : en

dehors des eaux très claires où la portée peut atteindre exceptionnellement 70 m, la pénétration du laser est souvent limitée, du fait de la turbidité, à moins de 20 m.

### *L'état de la connaissance*

L'état des levés hydrographiques compilé par l'OHI<sup>8</sup> montre qu'il reste encore beaucoup à faire, y compris dans les espaces maritimes des États les plus développés. Le tableau ci-dessous résume par bassin la situation dans les espaces maritimes français réputés navigables :

- État des levés hydrographiques dans les espaces maritimes français au 1<sup>er</sup> janvier 2009 -

| Zone                  | Fonds 0-200 m |    |     | Fonds > 200 m |    |     |
|-----------------------|---------------|----|-----|---------------|----|-----|
|                       | A             | B  | C   | A             | B  | C   |
| Mer du Nord - Manche  | 87            | 0  | 13  | /             | /  | /   |
| Atlantique oriental   | 81            | 0  | 19  | 96            | 4  | 0   |
| Méditerranée          | 95            | 4  | 1   | 95            | 5  | 0   |
| Nouvelle-Calédonie    | 100           | 0  | 0   | 20            | 5  | 75  |
| Wallis & Futuna       | 86            | 0  | 14  | 0             | 1  | 99  |
| Polynésie française   | 16            | 39 | 45  | 7             | 2  | 91  |
| Clipperton            | 0             | 0  | 100 | 0             | 0  | 100 |
| St-Pierre-et-Miquelon | 1             | 0  | 99  | 28            | 0  | 72  |
| Antilles              | 99            | 0  | 1   | 31            | 2  | 67  |
| Guyane                | 15            | 66 | 19  | 4             | 95 | 1   |
| TAAF                  | 6             | 0  | 94  | 11            | 15 | 74  |
| Îles éparses          | 100           | 0  | 0   | 8             | 15 | 77  |

A : % des zones réputées navigables hydrographiées selon les normes modernes

B : % des zones réputées navigables devant faire l'objet de nouveaux levés à plus grande échelle ou selon les normes modernes

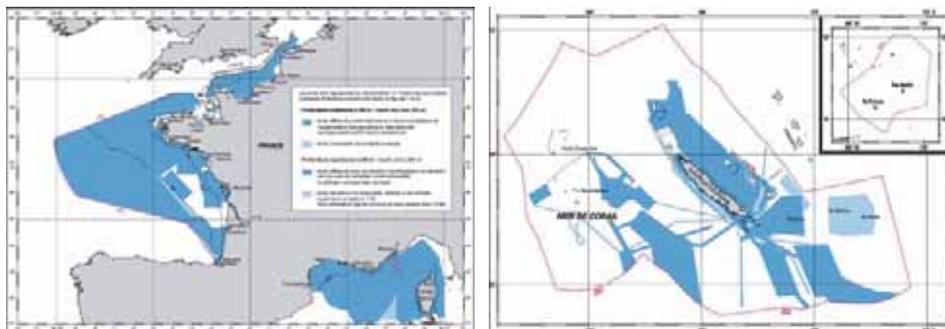
C : % des zones réputées navigables non hydrographiées

<sup>8</sup> Publication C-55 : État des levés hydrographiques et de la cartographie marine à travers le monde ([http://www.iho.shom.fr/PUBLICATIONS/S-55/S\\_55\\_French.htm](http://www.iho.shom.fr/PUBLICATIONS/S-55/S_55_French.htm)).

## Géographie maritime

### *L'hydrographie : l'abysal besoin de connaissances de l'océan*

Si la situation est relativement satisfaisante pour les fonds inférieurs à 200 m en métropole, aux Antilles, en Nouvelle-Calédonie, à Wallis et à Futuna, avec plus de 80 % des



État des levés hydrographiques : en métropole ; en Nouvelle-Calédonie et à Wallis-et-Futuna

zones réputées navigables hydrographiées selon les normes modernes, ce pourcentage est inférieur à 20 % en Polynésie française et en Guyane. Il dépasse à peine 5 % dans les Terres australes et antarctiques françaises et est quasiment nul à Saint-Pierre-et-Miquelon et à Clipperton. En dehors de la métropole et de la Guyane, le pourcentage des zones hydrographiées ou partiellement hydrographiées par fonds supérieurs à 200 m dépasse rarement 30 %.

Au niveau mondial, les lacunes concernent la quasi-totalité des espaces maritimes des pays en développement dont nombre d'entre eux ne sont pas encore dotés d'un service hydrographique national et dont l'état de l'hydrographie n'a quasiment pas progressé depuis leur indépendance, notamment en Afrique et dans les États insulaires du Pacifique. Les cartes marines disponibles de la mer Rouge comme celles du golfe Persique comportent de nombreuses zones peu ou pas hydrographiées. Il en est de même pour une partie de la mer des Caraïbes, le golfe de Papouasie, la mer de Chine méridionale et la mer de Java.

#### *La coopération internationale*

L'amélioration de la situation passe non seulement par la mobilisation individuelle des États côtiers mais aussi par une coopération internationale renforcée, notamment au sein de l'OHI.

Héritière du Bureau hydrographique international créé en 1921, l'organisation hydrographique internationale (OHI) est une organisation consultative et technique inter-gouvernementale, régie par une convention adoptée en 1967 et révisée en 2005. Reconnue comme « organisation internationale compétente » par la convention des Nations unies sur le droit de la mer, l'OHI exerce son action selon trois axes principaux :

- l'amélioration au niveau mondial de la disponibilité et de la qualité des données, produits et prestations des services hydrographiques ;



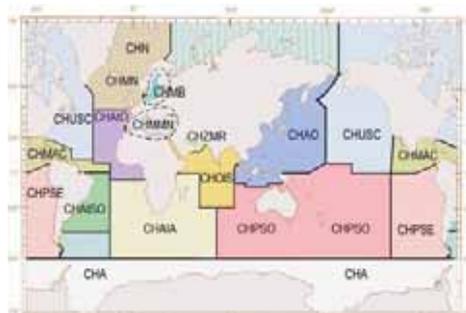
## Géographie maritime

### *L'hydrographie : l'abysse a besoin de connaissances de l'océan*

- le développement et l'application de normes internationales relatives aux formations, aux techniques de levés, aux produits (ouvrages nautiques et cartes marines) et services (système mondial d'avertissements de navigation...);
- l'amélioration des capacités des pays en voie de développement.

L'action menée par l'OHI est étroitement coordonnée avec celle de l'organisation maritime internationale (OMI) et régulièrement encouragée par les résolutions de l'Assemblée générale des Nations unies relatives au droit de la mer, qui invitent les États membres à s'y associer<sup>9</sup>. Si la plupart des États côtiers sont membres de l'OMI et signataires de la convention SOLAS, seuls 80 d'entre eux, soit un peu moins de la moitié, sont aujourd'hui membres de l'OHI.

L'action de l'OHI dans le domaine des levés hydrographiques se traduit concrètement par l'entretien d'un état des lieux (publication C-55 déjà citée), par l'élaboration de normes pour les levés hydrographiques (publication S-44) et par un programme de renforcement des capacités des pays en voie de développement. Par ailleurs, des normes relatives à la formation des hydrographes (publication S-5) sont entretenues en concertation avec la Fédération internationale des géomètres et l'Association cartographique internationale. L'OHI décline son action au niveau régional dans le cadre de



Zones de responsabilité des commissions hydrographiques régionales de l'OHI

quatorze commissions hydrographiques régionales et d'une commission spécifique pour l'Antarctique. C'est ainsi que la réfection de l'hydrographie du détroit de Malacca a été coordonnée par la commission hydrographique d'Asie orientale et qu'un projet de levé hydrographique d'*autoroutes maritimes* dans l'ouest de l'océan Indien est en cours de montage, avec la participation active de la France, au sein de la commission hydrographique de l'Afrique et des îles australes.

Autorité cartographique de fait pour 23 États, par héritage historique et sous couvert de l'OHI, la France, par l'intermédiaire du SHOM, joue un rôle important dans ce dispositif. En application de la convention SOLAS, elle s'est engagée depuis 2002 dans des négociations destinées à conclure des arrangements administratifs et techniques bilatéraux afin de formaliser les relations de coopération dans les domaines de l'hydrographie et de la cartographie. Ces arrangements formalisent les responsabilités respectives de l'État partenaire et de la France avec au



9 Résolution A63/111 - § 81 : « (L'Assemblée générale) invite les États à envisager de devenir membres de l'Organisation hydrographique internationale et engage tous les États à collaborer avec ladite organisation en vue d'étendre le champ des données hydrographiques au niveau mondial, afin d'améliorer le renforcement des capacités et l'assistance technique et de promouvoir la sécurité de la navigation, particulièrement dans les zones de navigation internationale, dans les ports et là où se trouvent des étendues maritimes vulnérables ou protégées. »

minimum la prise en charge par le partenaire du recueil de l'information nautique et de la communication systématique des levés hydrographiques réalisés dans ses eaux. Le cas échéant, le SHOM réalise lui-même des levés : c'est ainsi que depuis 2002 un bâtiment hydrographique mis à sa disposition par la Marine nationale est déployé en Afrique



Arrangement bilatéral entre la France et le Togo

de l'ouest trois mois par an. En complément du projet d'autoroutes maritimes de l'ouest de l'océan Indien précédemment mentionné, le SHOM étudie les modalités de réfection de l'hydrographie de Madagascar suite à une première campagne du *Beautemps-Beaupré* en 2008 qui a confirmé les importantes évolutions des fonds survenues depuis les derniers levés systématiques suspendus en 1965. Lorsque c'est approprié, un mécanisme de transfert progressif des responsabilités est mis en place en s'appuyant sur des actions de formation au sein de l'école du SHOM. Pour les trois pays du Maghreb qui se sont dotés d'un service hydrographique national et ont adhéré à l'OHI à la fin des années 1990, ce mécanisme doit aboutir à la prise en charge non seulement des levés hydrographiques mais aussi de la cartographie marine. Outre un accord spécifique avec la principauté de Monaco signé en 2005, quatre arrangements ont été signés à ce jour avec, dans l'ordre chronologique, Djibouti, le Maroc, le Togo et le Sénégal.