7 - le rebond

Le Service hydrographique se trouve dans une situation difficile au début du XXe siècle : ses cartes marines sont incomplètes, ce qui provoque depuis une quinzaine d'années des accidents parmi les plus grands navires de guerre, et les moyens matériels, humains et techniques dont il dispose ne lui permettent pas de résoudre ce problème avant longtemps. La situation change radicalement après la première guerre mondiale, le Service hydrographique bénéficiant alors d'un renforcement significatif de ses moyens ainsi que d'importants progrès techniques.

1 - le service hydrographique jusqu'à la première guerre mondiale

Situation au début du XXe siècle

Depuis le décret du 21 octobre 1890, le service hydrographique est un organe indépendant de l'étatmajor général. Il est dirigé par un officier général de la marine, sous les ordres directs du ministre.

Organisation

Le service hydrographique à Paris comporte un bureau administratif, un magasin, une bibliothèque et sept sections :

- section 1 : hydrographie générale (cartes des colonies et du reste du monde)
- section 2 : côtes de France (cartes de France, d'Algérie, de Tunisie et du Maroc)
- section 3 : cartes et archives (impression et correction des cartes)
- section 4: instructions nautiques
- section 5: instruments scientifiques
- section 6 : instruments nautiques
- section 7 : météorologie maritime

Il dispose en outre:

- de missions hydrographiques, chargées de lever les cartes des côtes de France et des colonies,
- de dépôts situés dans les ports militaires et aux colonies : les services OCD (observatoires, cartes et documents).

Les services OCD dépendent du port dans lequel ils sont placés. Ils sont chargés d'approvisionner les navires et les services à terre de la marine en cartes, documents et instruments, en particulier en chronomètres. A cet effet, ils tiennent à jour leurs stocks de cartes et d'ouvrages et observent quotidiennement le fonctionnement des chronomètres qu'ils ont en dépôt. Les services OCD sont situés à Cherbourg, Brest, Lorient, Toulon, Bizerte, Dakar, Diégo-Suarez et Saïgon.

Enfin, la vente des cartes et des ouvrages au public s'effectue par l'intermédiaire des libraires commissionnés et parfois des services OCD.

Personnel

Personnel principal

L'effectif des ingénieurs hydrographes est resté stable depuis la montée en puissance du corps, où il était passé de 13 à 21 entre 1814 et 1824. Sa moyenne annuelle oscille depuis entre 18 et 19. On note même une diminution temporaire de l'effectif vers 1904.

Les quatre ou cinq ingénieurs les plus anciens travaillent au siège du Service, à Paris, dans les différentes sections. Les autres ingénieurs partagent leur temps entre les missions effectuées sur le terrain et la rédaction de leurs travaux à Paris (voir encadré n°1). Les ingénieurs sont renforcés par des officiers de marine, à titre permanent ou temporaire :

- officiers en poste dans les sections du Service à Paris ou dans les services OCD,
- officiers spécialement adjoints aux ingénieurs en mission ou faisant partie de l'état-major des

Encadré n°1 : une vie d'ingénieur hydrographe - Donatien Cot

Donatien Cot (1873 - 1961) choisit, à sa sortie de l'Ecole polytechnique en 1894, à l'âge de 21 ans, le corps des ingénieurs hydrographes. L'élève ingénieur effectue d'abord une courte période de formation à terre, puis à bord du croiseur-école d'application des aspirants de marine. Il part ensuite effectuer la première partie de sa carrière sur le terrain.

A cette époque, l'affectation aux missions lointaines était d'un an, traversées en paquebot pour rallier Madagascar ou l'Indochine non comprises. Les conditions de travail étaient difficiles. André Gougenheim décrit ainsi la vie des ingénieurs hydrographes en mission : « En effet, dans les missions hydrographiques de cette époque, les ingénieurs payaient beaucoup de leur personne, passant de longues heures en embarcation pour diriger les équipes de sondage, parcourant le terrain en tous sens pour établir des signaux géodésiques et effectuer les observations destinées à en déterminer la position, ou pour procéder à des levés topographiques du littoral et des roches côtières. Rentrés à bord du navire hydrographique, ils avaient ensuite à effectuer les calculs géodésiques et à diriger la rédaction des sondages et de la topographie. Les ingénieurs souffraient instinctivement de la lenteur inévitable qui marquait la progression des opérations de levé, surtout quand ils la rapprochaient de l'immensité des côtes à cartographier, et ils tendaient tous leurs efforts pour ne pas laisser passer la moindre occasion favorable, pour ne pas perdre le moindre instant précieux. Le travail ainsi conçu et conduit était particulièrement épuisant aux colonies sous le chaud soleil des tropiques, tantôt dans la brousse où il fallait se frayer des chemins au coupe coupe à travers une végétation luxuriante, tantôt dans des régions marécageuses où sévissaient les fièvres. Sur onze ingénieurs qui furent affectés entre 1895 et 1909 à la mission hydrographique de Madagascar, la plupart pour deux campagnes, l'un y mourut, et six furent rapatriés pour raisons de santé, dont deux à deux reprises. »

La liste des missions auxquelles participe l'ingénieur Cot est la suivante :

- 1895-1896 : mission des côtes de France
- 1897-1900 : mission des abords de Brest
- 1900-1901: mission de Madagascar
- 1902 : mission des abords de Brest
- 1903-1904 : mission de Madagascar

• 1905-1906 : mission des côtes de France

A partir de 1907, l'ingénieur Cot prend la direction de missions hydrographiques. Ses différentes affectations sont les suivantes :

- 1907-1908: mission d'Indochine
- 1908-1910 : en congé de convalescence (3 mois) puis à Paris pour la rédaction de ses travaux et ensuite pour l'exécution de diverses tâches au service hydrographique
- 1910 : établissement de bases télémétriques dans les ports militaires
- 1910 : reconnaissance de l'embouchure de la Loire pour le ministère des Travaux publics
- 1910-1911 : levé du port et de la rade de Brest
- 1911-1913 : en poste au service hydrographique à Paris
- 1913 : reconnaissance de l'embouchure de la Seine pour le ministère des Travaux publics
- 1914 : mission d'Indochine, puis suspension des travaux hydrographiques à cause de la guerre et retour en France
- 1915-1919 : affectation de guerre : batteries de canonniers marins puis groupe de canevas de tir des armées
- 1920 : mission des côtes de France

En 1920, l'ingénieur Cot est promu au grade d'ingénieur en chef de 1ère classe et passe du côté des « anciens », travaillant exclusivement à Paris :

- 1921-1930 : chef de la section des côtes de France
- 1930-1932 : ingénieur adjoint au chef du service hydrographique
- 1932-1938 : chef, puis directeur, du service hydrographique

L'ingénieur Cot quitte alors le service actif. Il effectue ensuite des travaux scientifiques au sein du Bureau des longitudes, de l'Académie de marine, de l'Académie des sciences et du Comité national français de géodésie et géophysique, jusqu'à son décès à l'âge de 87 ans.

navires des missions hydrographiques ; ces officiers se consacrent à l'hydrographie pendant une ou deux années,

officiers qui effectuent un levé indépendamment des ingénieurs hydrographes; comme eux, ils se rendent ensuite à Paris pour rédiger leurs travaux avant de retourner au service général.

Le sénateur Cabart-Danneville, auteur d'une proposition de loi déposée en 1906, fait le décompte suivant du personnel principal :

- 17 ingénieurs hydrographes (8 à Paris, 3 aux colonies et 6 sur les côtes de France)
- 8 officiers de vaisseau du cadre de résidence fixe (3 capitaines de frégate chefs des sections instructions nautiques, instruments nautiques et météorologie, 5 lieutenants de vaisseau)
- 3 lieutenants de vaisseau à la retraite travaillant au Service à Paris
- 8 lieutenants de vaisseau affectés temporairement au Service à Paris
- 7 officiers, dont 2 en résidence fixe, dans les services OCD

La formation des officiers qui assistent les ingénieurs en mission est effectuée par les ingénieurs eux-mêmes, qui doivent distraire pour cela une partie de leur temps. Ces officiers ne restant dans l'hydrographie que pendant un à deux ans, ces formations doivent être sans cesse recommencées.

Personnel secondaire

Les ingénieurs et officiers sont assistés par trois catégories de personnel secondaire :

- les employés civils et les militaires en poste au Service à Paris
- quelques dessinateurs du Service envoyés temporairement dans les missions hydrographiques
- des officiers mariniers, quartiers-maîtres et matelots qui participent aux travaux hydrographiques sur le terrain

Le sénateur Cabart-Danneville compte, en 1906, 41 employés civils : 9 agents titulaires, ou entretenus, et 32 agents auxiliaires, qui sont en fait des agents permanents « hors budget », mais sans droit à la retraite. Depuis la circulaire du 30 janvier 1903, ils sont reconnus comme personnel de la marine.

- 15 dessinateurs (dont 4 titulaires)
- 2 calculateurs de marée (dont 1 titulaire)
- 1 archiviste
- 3 agents des services des instruments (tous titulaires)
- 1 agent du service des cartes
- · 2 agents du service des instructions nautiques
- 3 photographes (dont 1 titulaire)
- 4 graveurs sur cuivre
- 1 graveur sur pierre
- 2 imprimeurs sur pierre
- 7 dames à la section des cartes

3 officiers mariniers à la retraite sont agents de la météorologie nautique.

On trouve ensuite le personnel administratif :

- 1 chef de bureau
- 1 sous chef de bureau
- 3 commis rédacteurs

et enfin celui du magasin:

- 1 garde-magasin
- 1 commis aux écritures
- des journaliers

Les dessinateurs placés en bas de la hiérarchie peuvent être appelés à accompagner les ingénieurs en mission, y compris aux colonies, pour une durée de deux ans au plus. Ils rédigent sur place les travaux au fur et à mesure de leur avancement et assurent la publication partielle des levés.

Production

Le manque de moyens se ressent dans la production des cartes. Le service hydrographique produit environ 550 cartes de l'hydrographie française, provenant des levés effectués par les missions, et 2 300 cartes d'hydrographie générale, reproduites à partir des cartes fournies par les services hydrographiques étrangers. Ces cartes sont tirées

chaque année à un nombre d'exemplaires variant entre 80 000 et 100 000.

A cause du manque de personnel, la mise à jour des cartes d'hydrographie générale souffre d'un grand retard. Quant aux cartes des côtes de France et des colonies, elles sont, selon les termes du sénateur Cabart-Danneville, « incomplètes, d'un usage souvent dangereux ».

Le service hydrographique estime qu'avec les moyens dont il dispose, il lui faudra 30 ans pour lever les cartes précises des côtes de France et 100 ans pour celles des colonies.

Techniques mises en œuvre



1 - station sur l'île Matsou - dessin de Rollet de l'Isle - *Au Tonkin et dans les mers de Chine : souvenirs et croquis (1883-1885)* - 1886 /Source gallica.bnf.fr / Bibliothèque nationale de France

Les améliorations apportées aux techniques hydrographiques depuis la fin du XVIIIe siècle, qui ont permis de produire des cartes précises, n'ont pas concerné les sondages de faible profondeur¹ qui s'effectuent toujours au moyen du plomb de sonde et semblent ne pas être d'un grand attrait pour les hydrographes. On trouve dans les annales hydrographiques de 1864 la traduction d'une instruction générale de l'amirauté anglaise pour les levés hydrographiques. On peut y lire que: « les jeunes officiers qui font de l'hydrographie n'attachent généralement pas assez d'importance aux sondes ; l'officier qui dirige le travail se voit souvent empêché d'employer les jeunes gens qui sont sous ses ordres aux travaux de triangulation d'un pays, parce qu'il sait qu'ils considéreraient ensuite comme audessous de leur dignité d'être envoyés pour faire des sondages après s'être servi d'un théodolite. »

La recherche des roches sous l'eau

Dans ses notes au sujet de la recherche des roches sous l'eau de 1902, l'ingénieur Renaud indique que l'expérience a montré que le plomb de sonde ne permet pas de détecter certains dangers représentés par des aiguilles sous-marines. Il passe en revue les moyens disponibles pour y remédier : drague flottante, câble transversal remorqué, lunette d'eau, renseignements des pêcheurs et vue plongeante du haut d'une falaise, d'un phare ou d'un ballon. La vue plongeante permet de découvrir les hauts fonds et les chenaux, et ainsi de préparer le travail de sondage et de le contrôler. Les ingénieurs Favé et Rollet de l'Isle étudient, dans une note datée du 4 novembre 1901, les meilleures méthodes à employer en hydrographie pour tirer parti des observations en ballon captif.

Le Figaro du 23 février 1902 rapporte que « le personnel aérostatier de la marine a fait à Toulon [le 19 février] des exercices d'exploration du fond de la mer dans les parages des îles Embiez avec un ballon. Cet exercice a eu lieu pour démontrer l'utilisation possible d'un aérostat dans les levés hydrographiques. A 30 m au-dessus du niveau de la mer, le câble étant fixé sur un remorqueur à vapeur, le fond de la mer paraît nettement jusqu'à 40 m de profondeur, sur une zone large de 50 m. Si les résultats sont bons, le ballon et le personnel d'aérostation du parc de Lagoubran seront adjoints à la prochaine mission chargée de faire une reconnaissance hydrographique au raz de Sein, à l'entrée de Brest et sur divers points dangereux des côtes de la Manche et de l'Océan. »

Lors de la mission de 1902 en Bretagne, le chef de mission envisage effectivement l'emploi d'un ballon pour faciliter la recherche des roches. La proposition adressée au ministre n'a pas de suite, peut-être à cause de la mort accidentelle du lieutenant de vaisseau Baudic, qui commandait le parc d'aérostats, le 10 juin 1902. Sa mort désorganise le service aérostatique de la marine et les expériences ne sont pas poursuivies.

Le projet de réorganisation Cabart-Danneville

En l'espace de quelques mois, deux accidents dus à des roches inconnues surviennent aux colonies :

• le 7 novembre 1904, le croiseur *Château-Re-nault* touche sur un plateau de roches non porté sur les cartes, en suivant un alignement aux abords du cap Saint Jacques, à l'embouchure

Les avancées techniques ont porté sur le sondage à profondeur moyenne, entre 30 et 200 m : sondeurs à mémoire Thomson et Warluzel, et sur le sondage à grande profondeur : sondage à plomb perdu (Aimé, Brooke) ou à fil perdu (Maury), machines à sonder. Pour les sondages à grande profondeur, voir le chapitre 10.

de la rivière de Saïgon. Le navire doit rentrer en France pour y être réparé.

• le 7 février 1905, le croiseur cuirassé *Sully* s'échoue en baie d'Halong sur un plateau de roches de 6 m non porté sur les cartes. Le navire est allégé (on retire ses canons et ses équipements) puis son épave est abandonnée, faute de moyens de renflouement.

Le sénateur de la Manche Cabart-Danneville se penche sur l'état des cartes du service hydrographique et constate que les cartes des côtes de France nord et ouest, levées de 1816 à 1855 sont insuffisantes pour assurer la sécurité de la navigation moderne. Les cartes des colonies ont le même défaut ; de plus elles sont trop incomplètes pour permettre l'exécution des travaux maritimes réclamés par les colonies. Enfin, les cartes de l'hydrographie générale souffrent d'un grand retard dans leur publication.

Ce constat conduit le sénateur à étudier une proposition de loi tendant à réorganiser le service hydrographique de la marine.

La proposition de loi

Dispositions principales

Les dispositions principales de la proposition de loi du sénateur sont les suivantes :

- augmentation de l'effectif du corps des hydrographes, porté à 42 officiers, recrutés à la fois à l'Ecole polytechnique et parmi les officiers de vaisseau présentant des aptitudes spéciales
- organisation du corps, basée sur la spécialisation complète et définitive et sur l'homogénéité absolue du personnel quelle que soit son origine (fin de la dualité entre ingénieurs hydrographes et officiers de marine)
- organisation d'un personnel secondaire participant aux travaux à la mer et à ceux du service central, avec adoption de mesures lui procurant une carrière assez avantageuse et permettant au besoin l'accès dans le corps des hydrographes
- liberté d'action pour le personnel supérieur dans l'exécution des travaux où sa responsabilité est engagée : le chef du Service doit être un hydrographe et être responsable devant le ministre ; le chef d'état-major de la marine doit être représenté dans le Comité hydrographique
- affectation exclusive à l'hydrographie d'un nombre suffisant de bâtiments entièrement appropriés à ce service

Caractéristiques des bâtiments hydrographiques

Le sénateur définit ainsi les caractéristiques que doivent avoir ces bâtiments hydrographiques :

- coque en bois
- vitesse de 12 nœuds en transit, 3 nœuds en sondage
- facilité et rapidité d'évolution
- embarcations à vapeur et à l'aviron
- facilité de hisser les ancres et les embarcations et de rentrer les lignes de grande sonde
- grande chambre de travail (pour le dessin des cartes)
- passerelle supérieure bien dégagée et kiosque de grande dimension
- · aucun matériel militaire
- logements spacieux et aérés

Structuration du Service

Le nouveau service hydrographique aurait le découpage suivant :

- service de production, regroupant la section des cartes et documents nautiques, la section des instruments et les 3 missions hydrographiques, avec 33 hydrographes, 25 dessinateurs et 20 agents
- service des approvisionnements avec 2 hydrographes, 2 dessinateurs et 16 agents
- service administratif
- services des cartes et des observatoires dans les ports avec 5 hydrographes

Personnel principal

Les 42 hydrographes seraient recrutés à l'Ecole polytechnique et par concours parmi les enseignes de vaisseau. Ils seraient aptes à commander un navire (les polytechniciens étant embarqués au préalable sur le bâtiment-école des aspirants). Ils perdraient le titre d'ingénieur.

En contrepartie, 42 officiers seraient rendus au service général : 9 officiers du service central, 7 officiers des services OCD, 1 officier présidant les commissions nautiques, 3 officiers employés au le-

vé du cadastre ostréicole et 22 officiers constituant l'état-major des bâtiments des missions hydrographiques.

Personnel technique secondaire navigant

Cette nouvelle catégorie de personnel serait instituée par un brevet d'hydrographe comportant 3 classes :

- 1ère classe : officiers mariniers timoniers, utilisés comme adjoints auprès des hydrographes
- 2ème classe : quartiers-maîtres timoniers, utilisés comme équipage spécialisé
- 3ème classe : quartiers-maîtres de manœuvre et gabiers et quartiers-maîtres timoniers, utilisés comme équipage spécialisé

Ce personnel continuerait de faire partie des cadres généraux de sa spécialité mais il ne serait disponible pour le service général que lorsque le service hydrographique ne l'utiliserait pas.

Ce personnel serait affecté aux missions hydrographiques ainsi qu'aux services OCD.

Suites données à la proposition de loi

La proposition de loi du sénateur n'aboutit pas. Par la suite, quelques projets sont élaborés, puis abandonnés.

Un projet de loi relatif au recrutement des officiers et ingénieurs de la marine est mis à l'étude en 1908. Il supprime le recrutement des ingénieurs à l'Ecole polytechnique et le remplace par un concours parmi les officiers de marine. Dans ce projet, les hydrographes deviennent des officiers, dont l'appellation est suivie de l'adjectif hydrographe (par exemple : capitaine de vaisseau hydrographe).

Le ministre Pierre Baudin dépose en 1913 un projet de loi sur l'organisation du corps des officiers de marine. Le corps distingue trois cadres : celui des officiers du service général, celui de la défense des côtes et celui de l'hydrographie. Pour ce dernier cadre, l'exposé des motifs indique : « l'extension de notre Empire colonial, l'accroissement du tonnage et de la mobilité des bâtiments, le développement de la navigation sous-marine exigent une puissante organisation du service hydrographique. Malgré leur zèle infatigable et leurs brillantes qualités professionnelles, les 18 officiers qui composent le cadre actuel des ingénieurs hydrographes ne peuvent entreprendre qu'une infime partie des travaux nécessaires. En formant de 45 unités le nouveau cadre des officiers hydrographes nous assurerons la régularité de leur avancement. En les recrutant parmi les officiers de Marine, nous les mettrons à même de commander leurs bâtiments spéciaux et de centraliser, pour le plus grand bien du service, toutes les questions qui relèvent naturellement de leurs attributions. » Comme dans la proposition de loi Cabart-Danneville, il s'agit en fait de grouper dans une même structure les officiers détachés du service général : officiers en service au service hydrographique, officiers en charge des cartes dans les ports et états-majors des navires hydrographiques, sans augmentation réelle des effectifs. Le gouvernement est renversé avant que le projet soit mis en discussion.

En 1919, le député Gustave de Kerguézec dépose une proposition de loi dont le détail n'est pas connu. La même année, l'ingénieur Renaud reprend la proposition du sénateur Cabart-Danneville. Il prévoit de passer de 17 à 45 ingénieurs en fusionnant les ingénieurs avec des officiers de marine et de faire évoluer l'organisation du service hydrographique.

Modifications apportées au service hydrographique

Rattachement au chef d'état-major de la marine

Un décret du 26 septembre 1901 replace le service hydrographique sous l'autorité directe du chef d'état-major général, secondé par un des souschefs d'état-major général délégués et par le directeur d'hydrographie. Les sections dirigées par un officier de marine sont placées directement sous les ordres du sous-chef d'état-major ; celles qui sont dirigées par un ingénieur hydrographe sont placées sous les ordres du directeur d'hydrographie.

Peu après, un décret du 31 janvier 1902, qui réorganise les services du ministère de la marine, replace le service hydrographique sous l'autorité directe du chef d'état-major général. Le Service est alors dirigé par le directeur d'hydrographie.

Comité hydrographique

Le décret du 26 septembre 1901 réorganise le Comité hydrographique qui comprend :

- · un président, vice-amiral
- un vice président, le directeur d'hydrographie
- · un officier supérieur de marine
- deux ingénieurs hydrographes en chef

- le capitaine de frégate chef du service des instructions nautiques
- un secrétaire, ingénieur hydrographe avec voix consultative

Réorganisation du personnel des agents techniques

Le décret du 11 janvier 1908 réorganise le personnel des agents techniques du service hydrographique. La plupart des agents auxiliaires sont titularisés, ce qui fait passer le nombre des agents techniques de 9 à 33. Deux catégories d'agents sont prévues :

- d'un côté, 2 calculateurs, 12 dessinateurs et 5 graveurs
- de l'autre, 6 agents des cartes et des instructions nautiques, 2 agents des instruments, 3 correcteurs et 3 photographes

Les agents auxiliaires restants sont :

- les 3 maîtres retraités du service de la météorologie nautique
- l'agent chargé de la manutention du matériel technique
- les 7 dames employées aux services des cartes et des instructions nautiques

Les dessinateurs peuvent être adjoints aux missions hydrographiques pour une durée maximum de 6 ans, dont 4 ans maximum aux colonies (hors France, Algérie et Tunisie).

Création du certificat d'aide-hydrographe

Le décret du 17 juillet 1908 (refondu le 15 juillet 1914) crée un certificat d'aide-hydrographe. L'arrêté ministériel du 30 juillet 1910 fixe les conditions d'obtention de ce certificat, accessible :

- aux officiers mariniers, quartiers-maîtres et marins de la spécialité de timonerie,
- aux quartiers-maîtres et marins de la spécialité de la manœuvre.

Le certificat instaure trois niveaux de compétences qui semblent correspondre aux classes du brevet d'hydrographe proposé par le sénateur Cabart-Danneville:

- les quartiers-maîtres et marins de la manœuvre doivent savoir préparer et effectuer une séance de sonde, suivre des alignements et effectuer des recherches de roches,
- les quartiers-maîtres et marins de la timonerie doivent en plus savoir tenir les cahiers², corriger les sondes, prendre des angles au cercle et préparer une séance de topographie,
- enfin, les officiers mariniers timoniers doivent savoir rédiger une minute, mettre en place des signaux de triangulation et des échelles de marée, et faire une séance de topographie. Ils doivent également connaître des éléments de géométrie plane et de cartographie.

Le certificat d'aide-hydrographe est délivré aux brevetés timoniers et gabiers ayant fait une ou plusieurs campagnes sous les ordres d'ingénieurs hydrographes et ayant subi avec succès un examen théorique et pratique. Les titulaires du certificat sont désignés en priorité pour faire partie des équipages des bâtiments hydrographiques. Sur les côtes de France, ils peuvent être réservés d'une année sur l'autre pour trois campagnes successives et être attachés pendant trois ans au service hydrographique à Paris, dans l'intervalle des campagnes, pour aider à la rédaction des travaux effectués par les missions.



2 - sondage en canot à vapeur White - le personnel hydrographique est à l'arrière : un ingénieur ou officier de marine et trois aides-hydrographes : un observateur au cercle, un sondeur au plomb poisson et un secrétaire de séance source : Shom (1920)

Détachement de la section des instruments nautiques

Le 6 mai 1912, une décision ministérielle retire du service hydrographique la section des instruments nautiques (section n° 6) pour l'affecter à la Direction militaire des travaux. Cette section était char-

Les mesures effectuées pendant les sondages (profondeurs et angles entre les signaux à terre) sont enregistrées dans des cahiers. Ces cahiers servent ensuite à corriger les profondeurs de la marée observée puis à dessiner les minutes, qui sont des cartes détaillées, elles-mêmes utilisées par la suite pour dessiner les cartes marines.

gée de l'achat et de l'entretien des compas, longues-vues, baromètres et autres instruments d'usage courant sur les bâtiments de la flotte. La section de météorologie marine (section n° 7) prend le numéro 6. Il ne reste plus que deux sections qui emploient des officiers de marine : la n°4 (instructions nautiques) et la n°6.

Travaux hydrographiques

Missions hydrographiques

Trois missions hydrographiques effectuent les travaux sur le terrain : une mission sur les côtes de France et deux missions aux colonies, l'une à Madagascar, l'autre en Indochine.

Pour la France, le programme des travaux à effectuer à la belle saison est arrêté par le Comité hydrographique et préparé par la deuxième section (côtes de France). Pour les colonies, la préparation du programme des missions est à la charge de la première section (hydrographie générale).

Aux colonies, les missions opèrent sur des bâtiments armés spécialement pour l'hydrographie. Chaque mission comprend un ou deux ingénieurs hydrographes et huit ou neuf enseignes de vaisseau.

Mission hydrographique des côtes de France

La mission, créée en 1897, dispose de la *Chimère*, de son annexe la *Fourmi*, construite en 1898, et du remorqueur le *Laborieux*. Elle poursuit la nouvelle reconnaissance des côtes de France sur la côte Ouest et en Manche jusqu'en 1914.

En 1904, la mission dispose, pour la première fois, d'un dessinateur travaillant dans un local à terre. En 1906, la *Chimère* est désarmée pour cause de vétusté. Le remorqueur l'*Utile* la remplace l'année suivante après avoir été aménagé pour l'hydrographie. Il mesure 60 m de long, a un tirant d'eau de 4 m et une vitesse de 10 nœuds. Il dispose de 2 canots à vapeur White et de baleinières, ainsi que de treuils électriques pour les sondages à moyenne profondeur. Son annexe, la *Sonde*, mise en service en 1911, est une chaloupe à vapeur de 20 m de long. L'équipage total compte 60 personnes. Un dessinateur est embarqué sur l'*Utile* pour la rédaction des travaux.

Mission hydrographique de Madagascar

La mission de Madagascar, créée en 1887, continue son activité jusqu'en 1914. Elle dispose de l'aviso-transport la *Rance*, remplacé de 1902 à 1905 par la *Nièvre* puis, en 1908, par le *Vaucluse*.



3 - l'Utile - source : Shom

A partir de 1910, l'hydrographie à Madagascar est faite uniquement par des officiers de marine.

Mission hydrographique de l'Indochine

L'hydrographie de l'Indochine, commencée par des ingénieurs hydrographes, est poursuivie par des officiers de marine avec deux petits bâtiments, le *Bengali* et la *Comète*. En avril 1905, après l'accident du *Sully* en baie d'Halong, le ministre de la marine décide la création d'une mission hydrographique de l'Indochine, avec deux ingénieurs hydrographes et l'aviso-transport la *Manche*.

Autres levés

Des officiers de marine effectuent des travaux d'hydrographie dans le haut Yang-Tsé (1901-1902), en Nouvelle-Calédonie (1906-1907) et à Dakar (1909-1911).

En Polynésie, une goëlette de 337 t, la *Zélée*, assure ponctuellement des travaux hydrographiques.

Travaux divers

Missions pour les Travaux publics

De 1901 à 1913, des missions sont organisées au profit du ministère des Travaux publics avec son concours. Il s'agit d'effectuer des levés précis des embouchures de fleuves et du cours aval des fleuves où des travaux d'amélioration sont prévus. La marine fournit les ingénieurs hydrographes et quelques aides-hydrographes, le département des Travaux publics fournit les moyens d'exécution en matériel et en personnel subalterne. Les fleuves concernés sont la Loire, la Gironde et la Seine.

Bases d'étalonnage

Les ingénieurs déterminent plusieurs bases de vitesse pour les essais de recette des navires de guerre : Cherbourg en 1901, Trévignon en 1903, Porquerolles-Taillat en 1904 et les Glénans en 1910.

Ils déterminent également des bases télémétriques dans les ports de Toulon, Brest, Cherbourg et Bizerte pour l'étalonnage des télémètres de tir. En 1913, le Service produit des abaques télémétriques nécessitant une triangulation précise (la précision demandée est de 5 m).

Concours

Le service hydrographique prête du personnel et/ ou du matériel à diverses expéditions : explorations du Haut-Sénégal et du Niger, explorations antarctiques du Dr Charcot, missions du Maroc (comité du Maroc / institut Henriot), mission du Congo (participation d'un ingénieur hydrographe), mission du Gabon.

Commissions nautiques

Les ingénieurs hydrographes continuent à participer aux commissions nautiques qui examinent les projets d'amélioration des ports, du balisage et de l'éclairage préparés par les services des Travaux publics.

Changement du méridien origine

Le 9 mars 1911, le Sénat vote l'adoption de l'heure de Greenwich, décalée de 9 minutes et 21 secondes par rapport à l'heure de Paris. Les documents nautiques sont rapportés au méridien de Greenwich à partir du 1er janvier 1914.

Renouvellement des navires hydrographiques

En 1914, le ministre décide de construire trois navires hydrographiques et demande au service hydrographique d'établir leurs caractéristiques :

- un déplacement entre 1 800 et 2 000 t
- · de grandes salles de travail
- · de grandes soutes
- une vitesse de 14 nœuds pour les transits et une vitesse ralentie à 2 ou 3 nœuds pour les travaux hydrographiques
- un tirant d'eau inférieur à 5 m
- 4 canots à vapeur White de 7,65 m, plusieurs baleinières, un grand canot, un youyou
- des treuils électriques
- la T.S.F.

La première guerre mondiale

Les missions hydrographiques stoppent leur activité dès l'annonce de la mobilisation. Aucune disposition n'est prévue pour les ingénieurs hydrographes en cas de mobilisation. Le 9 août 1914, le ministère de la guerre demande des ingénieurs hydrographes pour le service géographique des armées afin de remplacer les officiers géodésiens qui se trouvent au front. Les 21 ingénieurs en activité sont alors répartis de la manière suivante :

- directeur d'hydrographie : reste au Service
- 6 ingénieurs en chef : restent au Service
- 3 ingénieurs principaux : un reste au Service, un second est envoyé aux armées, le troisième est en Indochine en attente de rapatriement
- 11 ingénieurs : deux restent au Service, deux sont en Indochine en attente de rapatriement, six sont envoyés aux armées pour les canevas de tir et le dernier arrivé, dont la formation n'est pas terminée, est envoyé au corps des canonniers marins

Deux anciens directeurs et un ancien ingénieur sont rappelés en activité.

Début septembre, la menace de l'avance allemande entraîne le repli à Rochefort de la partie production du Service et de 6 ingénieurs, jusqu'au 10 décembre.

Le 29 septembre, un ingénieur principal et un ingénieur sont demandés par le service géographique. L'ingénieur en chef Driencourt part également au service géographique pour expérimenter un procédé de repérage par le son des batteries ennemies qu'il a imaginé avec le lieutenant-colonel du génie Ferrié.

Par la suite, un ingénieur, revenu d'Indochine, est affecté au corps des canonniers marins. Deux autres ingénieurs rentrent d'Indochine en février 1915 et sont également affectés au corps des canonniers marins, devenu « Artillerie Lourde sur Voie Ferrée ». L'ingénieur Rivier y trouve la mort pendant une reconnaissance aérienne de réglage de tir en 1915.

Au cours de la guerre, les ingénieurs hydrographes affectés au service géographique servent dans les groupes de canevas de tir chargés de dresser les plans directeurs destinés à fournir des cibles à l'artillerie. Les procédés de levés classiques n'étant pas utilisables au-delà de la ligne de front, le service géographique met en œuvre l'utilisation de photographies aériennes pour compléter les

cartes, ainsi que le repérage par le son (voir encadré n°2). Pendant ce temps, les ingénieurs restés au service hydrographique continuent d'approvisionner la flotte, avec un effectif réduit, une partie du personnel secondaire ayant été mobilisée.

A la fin de la guerre, les ingénieurs hydrographes reviennent un par un au service hydrographique, entre décembre 1918 et décembre 1919.

Encadré n°2 : canevas de tir et repérage par le son

Le 20 décembre 1918, le maréchal Pétain adresse une lettre de félicitations au service géographique : « les éminents services rendus, depuis le début de la campagne, par le Service géographique, n'ont pas échappé au Maréchal Commandant en chef les Armées de l'Est... ». Le Rapport sur les travaux exécutés du 1er août 1914 au 31 décembre 1919 : historique du service géographique de l'armée pendant la guerre, qui reproduit cette lettre, ajoute : « C'est au Général Bourgeois que revient pour la plus large part l'honneur des services ainsi rendus à la cause nationale par le Service Géographique [...] Ses collaborateurs ont été nombreux et de grand mérite. Citons d'abord, en vue de leur rendre un hommage tout spécial, les ingénieurs hydrographes mis par le Ministère de la Marine à la disposition du Service Géographique, peu après le début des hostilités. Techniciens d'une science consommée, aux connaissances très étendues, et entièrement spécialisés dans les questions géographiques, ils ont fourni pendant toute la guerre un effort exceptionnel et se sont signalés par des services inappréciables, en particulier au Service Central du repérage et dans les Groupes de Canevas de Tir des Armées. »

Canevas d'ensemble et canevas de tir

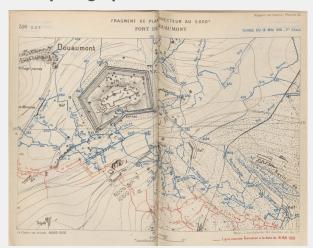
Les canevas d'ensemble et les canevas de tir sont des plans, issus de travaux topographiques, qui fournissent l'emplacement des batteries d'artillerie, celui de leurs objectifs et les repères nécessaires à l'exécution et à l'observation des tirs dans les opérations de siège. Avec la stabilisation du front à partir de septembre 1914, ces plans vont être étendus à l'ensemble du front pour fournir aux armées des cartes détaillées du terrain et des positions amies et ennemies.

Groupes de canevas de tir des armées

Les groupes de canevas des tirs des armées (G.C.T.A.) sont constitués en novembre 1914.

Placés sous l'autorité du chef d'état-major des armées et dépendants du service géographique des armées, ils sont chargés des missions suivantes :

• l'établissement et la distribution des plans directeurs et croquis à toutes les échelles



4 - fragment de plan directeur, avec localisation des tranchées et des trous d'obus - Rapport sur les travaux exécutés du 1er août 1914 au 31 décembre 1919... /Source gallica.bnf.fr / Bibliothèque nationale de France

- l'exécution des canevas d'ensemble et l'établissement de tous les documents cartographiques nécessaires à l'organisation du tir de l'artillerie, tant dans la guerre de position que dans la guerre de mouvement
- la distribution aux Etats-majors, Corps et Services de tout le matériel topographique et d'observation que le service géographique de l'armée est chargé de fournir aux armées
- le tirage par les moyens dont il dispose des croquis dont la reproduction lui est demandée par le chef d'état-major de l'armée
- l'instruction technique topographique des officiers de toutes armes, et d'une façon générale, l'instruction technique du personnel appelé à utiliser les instruments topographiques et d'observation fournis par le service géographique de l'armée. Le chef du G.C.T.A. s'assure des conditions d'emploi et d'entretien de ces instruments
- la direction technique des sections de repérage par le son affectées à l'armée ainsi que l'exécution des opérations géodésiques et topographiques nécessaires à l'installation de ces sections sur le terrain
- le concours à prêter aux sections topographiques de Corps d'armée pour l'exécution de

leurs travaux et la reproduction de tous les plans et croquis dressés par leurs soins

Pour dresser les plans directeurs, les groupes de canevas de tir utilisent tous les renseignements disponibles sur l'ennemi, en particulier les photographies fournies par les reconnaissances aériennes.

Repérage par le son

Le repérage par le son consiste à déterminer l'emplacement d'une pièce d'artillerie par l'observation des instants où le bruit des détonations qu'elle produit arrive à des emplacements connus.

Ces bruits, qui se propagent à la vitesse du son dans l'air, soit environ 340 m/s, sont les suivants :

- l'onde de bouche, ou onde de détonation, due à la sortie brutale des gaz au départ du projectile
- l'onde d'éclatement, générée par l'explosion du projectile
- l'onde balistique, ou onde de choc, due au passage dans l'air du projectile lorsque sa vitesse est plus grande que celle du son. Elle se manifeste par un claquement et est accompagnée du sifflement du projectile

Quatre observateurs placés à des endroits connus, O1, O2, O3 et O4, entendent le bruit de l'onde de bouche à des instants différents T1, T2, T3 et T4. On calcule les différences de temps T2 - T1, T3 - T2 et T4 - T3. Ces différences de temps sont transformées en différences de distances en les multipliant par la vitesse du son. Chaque différence de

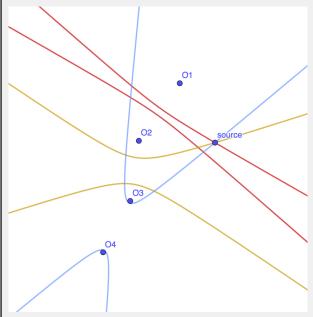
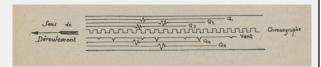


figure 1 - détermination de la position de la source du bruit par intersection d'hyperboles

distances se matérialise par une hyperbole, ensemble des points où peut se situer la source de bruit, et l'intersection des trois hyperboles donne l'emplacement précis de la source de bruit.

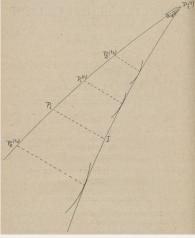
Il faut toutefois apporter des corrections aux mesures : la vitesse du son dans l'air varie en effet en fonction de la température de l'air et du degré d'hygrométrie. On tient compte également de la vitesse et de la direction du vent et de l'altitude des observateurs.

Le marquage de l'instant d'arrivée de l'onde de bouche s'effectue soit de manière manuelle, au moyen d'un interrupteur (manipulateur Morse), soit de manière automatique au moyen d'un microphone associé à un oscillographe. Le résultat est enregistré sur des bandes de papier ou par d'autres techniques ; il faut en tout cas une référence de temps commune aux observateurs. Au printemps 1915, l'armée française dispose d'une demi-douzaine de sections de repérage par le son.



5 - enregistrement des signaux des oscillographes - Règlement de manœuvre de l'artillerie. Première partie. Titre VIISRS... / Source gallica.bnf.fr / Bibliothèque nationale de France

Les militaires constatent alors que les résultats sont parfois inexploitables. C'est le cas lorsque la pièce ennemie lance des projectiles à une vitesse supérieure à celle du son. Les projectiles génèrent alors, tout au long de leur trajet, une onde de choc. Cette onde de choc a la forme d'un sillage de navire dont la pointe correspond à la position instantanée du projectile. Un observateur « dans le sillage » entendra d'abord le bruit de l'onde de choc, puis un sifflement de plus en plus faible et



6 - onde de choc - un observateur placé en I perçoit un son qui semble provenir de P(i) - *Règlement de manœuvre de l'artillerie. Première partie. Titre VIISRS...* /Source gallica.bnf.fr / Bibliothèque nationale de France

enfin le bruit sourd de l'onde de bouche, alors qu'un observateur « hors sillage » n'entendra que le bruit de l'onde de bouche. Lorsque la vitesse du projectile est à peu près identique à la vitesse du son, l'onde de choc, assez longue, masque complètement le bruit du coup de départ, plus bref.

Plusieurs mois seront nécessaires pour résoudre le problème. L'analyse des sons montrera que l'onde de choc et l'onde de bouche sont de natures très différentes, les premières produisant des fréquences élevées et les secondes des fréquences très basses. Ce constat permettra de réaliser des microphones insensibles aux ondes de choc pour équiper les sections de repérage par le son à partir de l'automne 1915.

Pour obtenir la position de la pièce ennemie, les sections utilisent plusieurs techniques : construction des asymptotes des hyperboles, cartes de réseaux d'hyperboles prédéterminés ou abaques sur calques portant des cercles concentriques de différents rayons. On peut en effet déterminer la position de la pièce en trouvant le centre d'un cercle tangent aux cercles dont les centres sont les positions des observateurs et dont les rayons sont les distances correspondant aux différences des instants de perception du son, par rapport à l'opérateur de référence, ce dernier (O1 sur la figure 2)

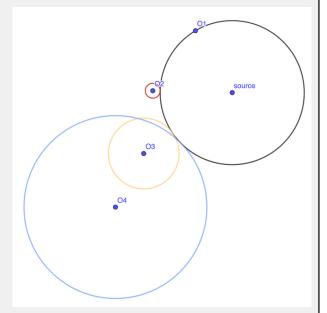


figure 2 - détermination de la position de la source du bruit par cercles tangeants

se résumant à un point.

Le repérage par le son a permis de localiser à moins de 50 m des pièces situées entre 8 et 16 km. Le même principe était utilisé pour le réglage des tirs d'artillerie, en observant les ondes d'éclatement des projectiles.

2 - le service hydrographique jusqu'à la seconde guerre mondiale

Les progrès techniques

Dès leur retour au Service, les ingénieurs hydrographes cherchent à appliquer les techniques nouvelles qu'ils ont mises en œuvre pendant le conflit : l'exploitation des photographies aériennes et le repérage par le son, qu'ils vont utiliser pour la localisation des navires et pour la détermination des profondeurs.

Exploitation des photographies aériennes

Les premières photographies aériennes ont été prises au XIXe siècle, d'abord en ballon, ensuite, de manière automatique par cerf-volant (1889) puis en avion. L'activité s'est développée fortement pendant la guerre, où les groupes de canevas de tir l'ont utilisée pour compléter leurs cartes avec les détails topographiques intéressants et les ouvrages de l'ennemi.

A cet effet, les militaires ont développé des procédés de restitution des photographies aériennes permettant d'en reporter les détails sur les cartes. Des appareils de restitution ont vu le jour, dont celui des ingénieurs hydrographes Cot et Marti, du régiment des canonniers marins, et celui de l'ingénieur hydrographe Roussilhe, des groupes de canevas de tir.

Après la guerre, le service hydrographique étudie l'emploi des photographies aériennes pour :

- les levés hydrographiques
- la reconnaissance des hauts-fonds (au plus fort des courants de marée par temps calme, ou par grande houle sans vent)



7 - hydravion Levy-Le Pen HB2 - CC BY-SA 4.0, https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=47619458

L'aménagement photographique des hydravions de type G.L. est étudié à Saint-Raphaël du 12 au 19 juin 1919. Une mission d'expérimentation se dé-

roule à Brest, du 7 juillet au 7 octobre. Les appareils utilisés sont des hydravions Levy-Le Pen HB2, équipés d'un moteur Renault de 300 cv.

Quatre hydravions sont équipés. Entre le 21 juillet et le 7 octobre, ils effectuent 28 reconnaissances, représentant 60 heures de vol et 663 clichés. Les photographies sont prises à 2 600 mètres d'altitude avec un appareil de 26 mm de focale sur des plaques de 18x24. L'échelle obtenue correspond au 1 / 10 000.

La mission d'expérimentation conclut que la photographie aérienne permet :

- d'obtenir les détails de la topographie : trait de côte, planimétrie près de la côte, contour des roches découvertes à basse mer
- de déterminer, lors du parcours à pied de la côte, photo en main : la nature du terrain, la laisse de pleine mer³, la cote des rochers remarquables des plateaux découvrant
- de découvrir les hauts fonds par l'aspect du fond ou de la surface (effet des courants); le fond est visible jusqu'à 17 m dans les conditions les plus favorables
- de contrôler que les passes et les chenaux sont sains

Dès l'année suivante, le service hydrographique fait effectuer des reconnaissances photographiques avant chaque levé.

Repérage par le son

En 1919, le service hydrographique étudie l'emploi possible des ondes sonores sous-marines, aussi bien en propagation horizontale qu'en propagation verticale. Dans le premier cas, il s'agit de mesurer des distances en mer pour permettre la localisation des navires hydrographiques lorsqu'ils sont situés hors de vue de côte. Dans le second cas, il s'agit de mesurer la profondeur de la mer au moyen de l'écho renvoyé par le fond.

Des expérimentations sont conduites avec succès. Le service hydrographique se penche alors sur la connaissance précise de la vitesse du son dans l'eau, dont dépend la précision des distances qui seront calculées à partir des temps de propagation de l'onde sonore (voir encadré n°3).

³ Limite atteinte par la mer lorsqu'elle est au plus haut. Cette limite est souvent matérialisée sur les plages par une ligne d'algues et de débris divers apportés par la mer.

Encadré n°3 : la vitesse du son dans l'eau

La connaissance de la vitesse de propagation du son dans l'eau est très importante en hydrographie car c'est cette vitesse qui permet de convertir en distances les écarts de temps mesurés par les sondeurs et autres dispositifs acoustiques.

Une première expérience de mesure de la vitesse du son dans l'eau douce est effectuée en 1826-1827 dans le lac de Genève par Colladon et Sturm, qui trouvent une vitesse de 1 435 m/s dans de l'eau à 8°C. Dans l'eau de mer, Bragg trouve, pendant la première guerre mondiale, 1 512 m/s à 16,7°C.

En juillet 1919, l'ingénieur Marti effectue des mesures de propagation en rade de Cherbourg. On sait alors que la vitesse du son dans l'eau varie avec la température, la salinité et la pression, cette dernière dépendant de la profondeur. Mais on ne connaît pas précisément l'influence de chacun de ces facteurs.

Marti met en place, sur un alignement, trois microphones sous-marins A, B et C, espacés d'environ 900 mètres. Puis il déclenche des explosions sur cet alignement, à 1 200 m du microphone le plus proche, soit du côté de A, soit du côté de C, pour éliminer l'effet du courant. Les signaux des microphones sont enregistrés sur un graphique. Marti trouve une vitesse (horizontale) de 1 504 m/s dans des conditions moyennes (15°, densité de 1,0246, à faible profondeur). Il donne également, de manière théorique, les lois de variation de la vitesse du son dans l'eau.

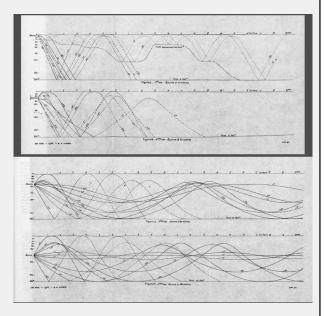
La vitesse du son dans l'eau augmente avec la pression, la température et la salinité. La pression augmente régulièrement avec la profondeur. La température a tendance à diminuer avec la profondeur, jusqu'à atteindre 4°C, mais, de même que la salinité, elle est inégalement répartie.

En propagation verticale, la variation de la pression et celle de la température ont tendance à s'annuler. La vitesse du son reste à peu près la même, pour une salinité constante, jusqu'à la profondeur où la température se stabilise. La vitesse du son augmente alors avec la profondeur.

En propagation horizontale, les observations effectuées pendant la guerre montrent que le son cherche à se propager à la vitesse la plus faible. Il se courbe vers le fond en été, quand la couche de surface est chaude, ce qui limite sa portée, alors qu'il se courbe vers la surface en hiver et rebondit sur elle, ce qui accroît sa portée. Lorsque le son rebondit à la surface, il subit un déphasage qui crée une interférence pouvant l'annuler et le rendre imperceptible. Lorsque le son rebondit sur le fond, celui-ci en absorbe une bonne partie et il n'y a pas de phénomène d'interférence.

Après la guerre, l'étude de la propagation des ondes sonores dans les différentes couches sousmarines, selon leur température et leur salinité, montre qu'il existe dans les profondeurs moyennes, vers 1 300 m1, une couche dans laquelle la vitesse du son est minimum. Dans cette couche, le son se propage sans parvenir au fond ou à la surface, ce qui lui permet de conserver son énergie et d'atteindre des portées considérables. Tout se passe comme s'il existait à cette profondeur une sorte de tube acoustique (l'équivalent d'une fibre optique pour la lumière). Une petite bombe explosive qui éclate à cette profondeur émet des ondes sonores qui peuvent être captées à plus de 3 000 milles de distance par des récepteurs situés à la même profondeur. La différence d'arrivée de ces ondes dans les stations de repérage permet de calculer l'endroit où la bombe a été lancée.

Ce canal, appelé SOFAR (SOund Fixing And Ranging), a permis à l'U.S. Navy, pendant la seconde guerre mondiale, de repérer la position exacte d'aviateurs perdus en mer, et de les secourir.



8 - propagation du son dans la mer en fonction de l'immersion et de l'incidence de la source de bruit - La propagation du son dans ses rapports avec le repérage radio-acoustique - source :

Shom, extrait des Annales hydrographiques 1948

¹ Cette profondeur varie beaucoup selon les endroits et la période de l'année

Localisation des navires

Le repérage par le son des navires fonctionne de la même manière que celui des canons ennemis, à la différence près que le navire indique à quel moment a lieu l'explosion de départ, ce qui permet de déterminer sa position par des cercles plutôt que par des hyperboles.

Le repérage par le son s'utilise sans retransmission ou avec retransmission. Dans les deux cas, le navire qui sonde à vitesse normale lâche à la mer toutes les dix ou quinze minutes rondes une charge explosive amorcée. Le bruit de l'explosion se propage dans toutes les directions et atteint à des instants différents trois microphones M1, M2 et M3 immergés à des emplacements connus.

On mesure les temps T1, T2 et T3 mis par le bruit de l'explosion pour arriver à chacun des microphones. En multipliant ces temps par la vitesse de propagation du son dans l'eau de mer, on obtient les distances D1, D2, D3 que l'on matérialise sur une carte en traçant trois cercles centrés sur la position des microphones. L'intersection de ces cercles indique la position du bâtiment.

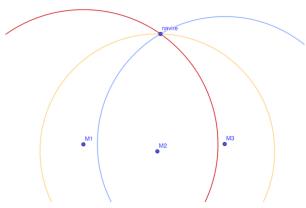


figure 3 - détermination de la position du navire par le son

Dans le repérage sans retransmission, chaque microphone est relié à une station d'écoute située à terre ou à bord d'un navire au mouillage. Le personnel de la station d'écoute détermine la distance de l'explosion et la retransmet par T.S.F. au navire. Le navire et chaque station d'écoute disposent d'un enregistreur graphique qui inscrit :

- · un battement de chronomètre
- le signal transmis par T.S.F. par le navire lorsqu'il ressent les secousses due à l'explosion - ce signal sert d'origine des temps
- le niveau sonore reçu par le microphone

Dans le repérage avec retransmission, chaque microphone émet par T.S.F. un signal lorsqu'il reçoit le bruit de l'explosion. Ce signal est inscrit sur l'enregistreur graphique du navire. La lecture de l'enregistrement permet de déterminer les temps de propagation T1, T2 et T3.

Détermination des profondeurs

Jusqu'à la première guerre mondiale, les sondages par petits fonds s'effectuaient en route à petite vitesse avec une ligne de sonde terminée par un plomb de sonde. Le sondeur lançait sur l'avant le plomb de sonde, le plus loin possible, puis il remontait avec précaution la ligne de sonde jusqu'à ce qu'elle soit verticale. Il lisait alors la profondeur sur les graduations portées par la ligne puis remontait le plomb.

La même technique était utilisée pour des fonds plus importants mais elle nécessitait de stopper le navire, la remontée de la ligne à la main prenant beaucoup de temps.

Dès 1807, Arago proposait d'utiliser la propagation du son pour les sondages à grande profondeur. Matthew Fontaine Maury, le fondateur de l'océanographie, rapporte des essais infructueux effectués dans ce domaine, avec des pétards et des cloches.

En 1831-1833, l'ingénieur hydrographe Dortet de Tessan effectua le levé des côtes de l'Algérie. Parmi les notes qu'il a produites à ce propos, figure une méthode pour sonder par grande profondeur en employant une bombe qui explose en touchant le fond. En mesurant le temps écoulé entre l'instant où on lâche la bombe et celui où le son de l'explosion arrive à la surface, et en connaissant la vitesse de chute de la bombe dans l'eau, on peut déterminer la profondeur. Le temps de chute est augmenté du temps de propagation du son de l'explosion vers la surface, une quantité qu'il juge négligeable mais, s'il le fallait, qui pourrait être corrigée.

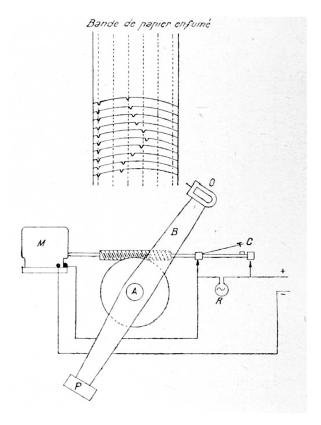
La catastrophe du *Titanic* en 1912 donne l'idée à plusieurs inventeurs de détecter la présence des icebergs devant un navire, aussi bien dans l'air que dans l'eau, par l'écho d'un son émis par le navire. L'idée de l'écho est reprise quelques années plus tard, en 1915, pour la détection des sous-marins allemands (voir plus loin).

Après la guerre, l'ingénieur hydrographe Marti exploite l'idée de l'écho pour la détection du fond, le navire étant en route. En mai 1919, il enregistre les premiers échos sur le fond à bord d'un torpilleur en Manche. En août de la même année, il effectue un sondage dans le golfe de Gascogne à bord du câblier *Charente* à 9 nœuds, par fonds de 4 000 m, avec des cartouches de 40 g d'explosif.

Son dispositif de sondage au son nécessite une source de bruit comme émetteur et un système récepteur.

La source de bruit est une charge explosive, comme dans la localisation des navires. Marti utilise ensuite le canon de 37 mm, qu'il faut immerger pour le tir puis remonter pour le nettoyage et le rechargement, puis le fusil de guerre qui tire immergé ou qui tire une balle dont le choc sur la surface de la mer sert de source de bruit, et enfin un marteau qui frappe la coque du navire.

Le récepteur est constitué d'un microphone, du type de ceux qui ont été utilisés pendant la guerre pour détecter les sous-marins allemands, placé sous un flotteur remorqué, et d'un enregistreur graphique à vitesse de déroulement constante qui enregistre sur papier fumé le signal du microphone. Le temps de propagation aller-retour du bruit est mesuré sur la bande entre le crochet inscrit à la première réception du bruit et celui inscrit à la réception de l'écho. La profondeur est obtenue en multipliant ce temps par la vitesse du son dans l'eau de mer, puis en divisant le résultat par deux.



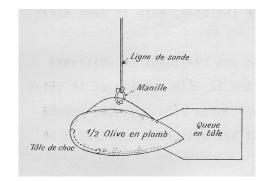
9 - enregistreur Marti - les crochets d'émission sont à gauche de la bande de papier - Les procédés récents de sondage par le son /Source gallica.bnf.fr / Bibliothèque nationale de France

Le sondage par le son présente certains inconvénients : le son se propageant dans toutes les directions, on reçoit parfois l'écho d'une falaise proche avant celui du fond. D'autre part, la source de bruit perturbe le sommeil du personnel à bord et entraîne une grande fatigue. Un de ses avantages est cependant une faible absorption des ondes sonores (leur absorption croît avec leur fréquence), ce qui permet de sonder à très grande profondeur.

Plomb poisson

En avril 1919, en étudiant dans le cadre du sondage au son en route l'efficacité des microphones selon leur emplacement (sous un flotteur remorqué, dans un poisson remorqué ou fixés contre la coque dans un ballast), l'ingénieur Marti remarque les propriétés d'évolution du dispositif d'écoute de l'officier principal des équipages Levêque. Ce dispositif, utilisé dans la détection des sous-marins et baptisé *le pilote*, ressemble à un poisson dans lequel se trouve le microphone. Marti a l'idée de réaliser un plomb de sonde ayant la même forme, que l'on ne serait pas obligé de remonter complètement entre deux coups de sonde.

Un progrès avait été récemment apporté aux lignes de sonde des navires pour le sondage en route. Les lignes de sonde en chanvre ne pouvaient être utilisées en route au-delà de 40 m de profondeur à cause de leur élongation. En 1914, l'ingénieur Cot les avait remplacées par des fils d'acier zingués, plus tard galvanisés, permettant de sonder jusqu'à 90 m à la vitesse de 3 nœuds. En combinant fil d'acier et plomb poisson, il devenait possible de sonder en route à la vitesse de 2 à 3 nœuds tout en conservant une quasi verticalité de la ligne de sonde.



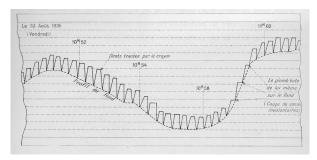
10 - plomb poisson - source : Shom, extrait du manuel du breveté hydrographe (1937)

Le sondage au plomb poisson utilise un plomb profilé de 20 kg. La ligne de sonde est enroulée sur un rouet de relevage à manivelle placé à l'arrière du bâtiment ou de l'embarcation de sonde. Le sondeur déroule lentement la ligne jusqu'à ce qu'elle mollisse, signe que le plomb a touché le fond. Après avoir lu la profondeur sur les marques de graduation de la ligne, il relève le plomb d'un quart de tour (cinquante centimètre environ) puis

revient toucher le fond en notant la nouvelle profondeur. La ligne de sonde restant à peu près verticale, aucune correction d'inclinaison n'est nécessaire.

Les coups de sonde sont donnés toutes les 5 secondes. Toutes les 16 sondes, l'observateur prend un angle traversier et toutes les 48 sondes, soit 4 minutes, les observateurs prennent les angles permettant de calculer la station⁴. A la vitesse de 2 nœuds, on obtient des sondes espacées de 5 mètres.

En 1924, Marti améliore l'appareil en lui ajoutant un enregistreur graphique qui reproduit les mouvements de la ligne.



11 - enregistrement de plomb poisson - les « dents » correspondent aux montées et descentes du plomb poisson - source : Shom, extrait du manuel du breveté hydrographe (1937)

Au-delà de 80 m, le sondage se fait sur les bâtiments avec un plomb de 50 kg à la vitesse de 4 nœuds. Il faut alors deux hommes aux manivelles et un homme à la lecture de la ligne de sonde.

Le plomb poisson est utilisé dans les missions hydrographiques à partir de 1921. Il est parfois appelé incorrectement sondeur Warluzel à cause de l'inscription qui figure sur les rouets provenant des anciens sondeurs Warluzel. L'ancien plomb de sonde est renommé plomb olive et le sondage au plomb poisson devient la norme. Le plomb olive reste utilisé pour déterminer la nature du fond au moment de la station, ce que ne permet pas le plomb poisson.

Les avantages de cette nouvelle méthode de sondage sont les suivants :

- le sondage est pratiquement continu, avec une grande densité de sondes
- la densité des sondages est la même pour toutes les profondeurs
- en cas de relèvement brusque de fond le plomb

- vient heurter le flanc du relèvement et le sondeur est prévenu par une secousse de la ligne de sonde
- la ligne étant toujours tendue, les sondes sont exactes à 10 cm près
- la fatigue du personnel est diminuée
- la ligne ne s'allonge pas, il n'y a pas besoin de correction
- la ligne ne peut pas s'engager dans l'hélice
- · le poisson ne s'enfonce pas si le fond est mou



12 - sondage au plomb poisson en canot à moteur, vers 1930 - de gauche à droite : le sondeur au plomb olive (pour la nature du fond), le patron et le mécanicien, deux observateurs et le sondeur au plomb poisson. Le secrétaire, assis à l'arrière, est caché par le sondeur - source : Shom

Sondage ultrasonore

La détection sous-marine

Pendant la guerre, les marines alliées doivent faire face à une nouvelle menace : le sous-marin. Pour s'en protéger, elles vont développer des techniques de repérage par le son. En France, le Centre d'études maritimes (C.E.M.) de Toulon supervise ces études. Il dépend de la Direction des inventions intéressant la défense nationale, créée fin 1915 par Painlevé.

Un sous-marin est bruyant. Lorsqu'il se déplace, il émet des bruits liés à la rotation de ses hélices. Pour déceler ces bruits, les alliés utilisent d'abord des stéthoscopes, puis des géophones et enfin des hydrophones, rendus directifs pour indiquer d'où provient le bruit. L'écoute se fait le plus souvent à l'arrêt, mais certains appareils sont remorqués pour permettre l'écoute en route.

⁴ La station est un point du trajet suivi par le bâtiment ou l'embarcation qui sonde, point dont on détermine la position. Si dans le passé la détermination de la position se faisait à l'arrêt, elles se fait depuis le début du XIXe siècle le plus souvent en route.

Avec ces dispositifs, un sous-marin à l'arrêt reste indétectable. Pour y remédier, le scientifique français Chilowsky proposa de détecter les sous-marins par la méthode de l'écho. Un son bref émis par le navire serait réfléchi par le sous-marin et entendu au moyen d'un hydrophone. En mesurant l'intervalle de temps entre l'émission du son et la réception de l'écho, et connaissant la vitesse de propagation du son dans l'eau, on pourrait déterminer à quelle distance se situe le sous-marin.

Le son se propageant dans toutes les directions, on ne saurait pas toutefois où se trouve le sous-marin. Il faudrait donc émettre un son directionnel. Or, pour rendre un son directif, le diamètre de sa source sonore doit être nettement plus grand que sa longueur d'onde, qui varie en fonction inverse de la fréquence. Afin de garder un diamètre raisonnable à la source sonore, Chilowsky préconisa en 1915 d'utiliser un son à la fréquence de 40 KHz (40 000 vibrations par seconde, soit une longueur d'onde d'environ 3,75 cm dans l'eau de mer⁵). A cette fréquence, le son n'est plus audible ; on l'appelle un ultrason.

Le professeur Langevin est alors mis en relation avec Chilowski. Après un début de collaboration, Langevin travaille seul, avec le C.E.M. Il a l'idée d'utiliser un phénomène physique découvert en 1880 par les frères Curie : la piézoélectricité. En appliquant un champ électrique à une lame de quartz, on provoque sa déformation. A l'inverse, en appliquant une pression sur la lame, on génère un champ électrique. Le quartz peut réagir de cette manière à une grande fréquence, jusqu'à 50 000 fois par seconde.

Sur ce principe, Langevin développe un projecteur à ultrasons, capable à la fois d'émettre un bruit ultrasonore et de détecter son retour. La première détection d'écho a lieu en février 1918, celle d'un sous-marin en mai 1918.

Le sondeur à ultrason

Puis vient la fin de la guerre. Au C.E.M., les travaux de Langevin se poursuivent. En septembre 1919, l'ingénieur Florisson le rejoint. A la même époque, le C.E.M. demande à Langevin d'orienter ses travaux vers la réalisation d'un sondeur à ultrason, en dirigeant le projecteur vers le fond⁶. La demande de la marine précise que :

• le sondeur doit permettre de sonder à toutes les profondeurs

- la profondeur doit être mesurée avec une précision au moins égale à celle du sondage mécanique
- l'utilisation du sondeur doit être simple

Langevin et Florisson envisagent de restituer la profondeur sur un enregistreur Boulitte à cylindre enduit de noir de fumée. Pour se faire aider dans sa conception, ils contactent en novembre 1919 l'ingénieur hydrographe Marti, qui travaille sur le sondage au son et utilise déjà un enregistreur. En avril 1921, Marti reçoit l'enregistreur commandé à Boulitte. A partir de ce moment, il se retrouve associé au développement et aux essais du sondeur à ultrason.

L'industriel chargé de fabriquer les sondeurs est la S.C.A.M. (Société de condensation et d'applications mécaniques). Trois modèles de sondeur ultrasonore sont prévus :

- le Langevin-Florisson, pour la navigation des navires de guerre et de commerce,
- le Langevin-Florisson-Touly, pour les chalutiers.
- le Langevin-Florisson-Marti, pour les services hydrographiques.

Le premier modèle est équipé d'un analyseur optique permettant une lecture par indicateur lumineux de la profondeur. Le second modèle, portant à 400 m, est associé à un indicateur Touly, également de type lumineux. Le dernier modèle dispose d'un enregistreur graphique.

En 1933, la S.C.A.M. produit un sondeur portatif pour embarcation, portant à 60 m, équipé d'un échoscope permettant une lecture par indicateur lumineux (voir encadré n°4).

La profondeur de détection minimale de ces sondeurs est de quelques mètres. Elle est limitée par le temps de commutation du projecteur entre le mode émission et le mode réception.

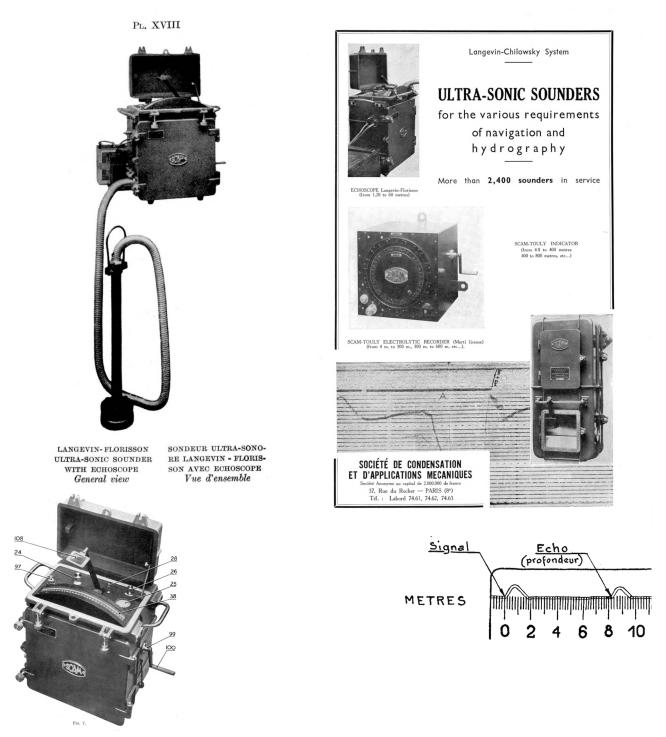
Les premiers essais en mer ont lieu en 1922, l'utilisation courante à partir de 1925.

Le sondage par ultrasons permet de sonder à vitesse rapide, avec une fréquence bien supérieure au sondage manuel (à 7 nœuds on obtient une sonde tous les 10 m). De plus, l'enregistrement automatique supprime une cause d'erreur. Par

⁵ La longueur d'onde, en mètres, s'obtient en divisant la vitesse de propagation, en mètres par seconde, par la fréquence, qui est le nombre de vibrations par seconde.

⁶ Les britanniques poursuivront leurs travaux sur la détection des sous-marins par ultrason, pour aboutir à l'ASDIC, appelé plus tard Sonar par les américains.

Encadré n°4: l'échoscope, sondeur d'embarcation



13 - illustrations provenant de la Revue Hydrographique Internationale : en haut à gauche : sondeur avec échoscope (vol XI n°2 1934) - en haut à droite : publicité pour les sondeurs Langevin (en haut l'échoscope, en bas un modèle à enregistreur électrolytique Marti - vol XV n°2 1938) - en bas à gauche : le boîtier de l'échoscope (vol X n°2 1933) - en bas à droite : son affichage (vol X n°2 1933)

Autorisation No 03/2020

Le matériel provenant de la publication P-1 de l'OHI Revue Hydrographique Internationale (RHI) est reproduit avec la permission du Secrétariat de l'Organisation hydrographique internationale (OHI) (Autorisation N° 03/2020), agissant au nom de l'Organisation hydrographique internationale (OHI), qui n'est pas responsable de l'exactitude du matériel reproduit : en cas de doute le texte authentique de l'OHI prévaut. L'inclusion de matériel provenant de l'OHI ne sera pas interprétée comme équivalant à une approbation de ce produit par l'OHI.

contre, la nature et l'inclinaison du fond peuvent donner de mauvais échos (vase molle, algues).



14 - embarcation munie d'un dispositif de sondage au plomb poisson (treuil de sondeur Warluzel) et d'un échoscope (boîtier indiqué par une flèche). La lecture de la profondeur se fait sur le dessus du boîtier, la tête sous un voile noir de photographe source : Shom

De leur côté, les anglais utilisent pour leurs sondeurs une technologie différente, la magnétostriction, déformation de corps magnétiques comme le nickel sous l'action d'un champ électromagnétique. Leurs sondeurs sont produits par la maison Henry Hughes & son.

Utilisation des sondeurs par le service hydrographique

A la veille de la seconde guerre mondiale, le service hydrographique utilise les appareils de sonde suivants sur embarcation :

- plomb olive
- plomb poisson, avec ou sans enregistreur, jusqu'à 30 m
- sondeur à ultrason et échoscope, jusqu'à 60 m

et sur bâtiment :

- plomb poisson avec enregistreur, jusqu'à 100 m
- sondeur au son C.E.T 1931 (enclume, coup par coup, avec enregistreur coup par coup), jusqu'à 200 m
- sondeur au son C.E.T 1938 (enclume, en continu, avec enregistreur Marti), jusqu'à 200 m
- sondeur au son (fusil) avec enregistreur coup par coup ou continu, jusqu'à 1 000 m

- sondeur à ultrason (piézoélectrique) avec indicateur Touly ou enregistreur électrolytique Langevin-Touly ou enregistreur Marti, jusqu'à 1 000 m
- sondeur à ultrason Husun (Hughes & son, magnétostriction), avec enregistreur électrolytique, jusqu'à 6 000 m
- sondeur au son (explosif) avec enregistreur coup par coup ou continu, jusqu'aux grands fonds (10 000 m)

Les sondeurs au son et aux ultrasons permettent également, par l'étude de la forme de l'écho renvoyé par le fond, de déterminer sa dureté.

La reprise des travaux hydrographiques

Reconstitution de la flotte hydrographique

L'*Utile* reprend du service en hydrographie en 1920, avec son annexe la *Sonde*.

Dès 1919, la marine décide d'attribuer au service hydrographique des navires construits pendant la guerre et devenus sans emploi. Deux transports de type *Jacques-Cœur*, rallongés de 12 m pour servir de ravitailleurs d'escadre, sont mis à la disposition du Service sous les noms de *Beautemps-Beaupré* et *Lapérouse*. Leur déplacement est de 540 t.



15 - le Beautemps-Beaupré à Oran en 1926 - source : Shom

De même, cinq chasseurs de sous-marins de 460 t, construits sur des plans de chalutiers, sont mis à la disposition du service hydrographique :

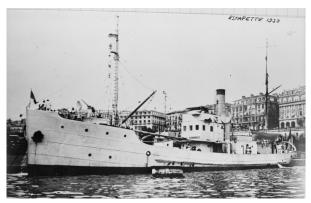
- l'Alidade (ex Martin-pêcheur)
- l'Astrolabe (ex Mauviette)
- la Boussole (ex Pinson)

- le Gaston-Rivier (ex Ortolan)
- l'Octant (ex Pivert)

En 1924, le *Huron*, un remorqueur de la marine américaine de 500 t transféré à la France en 1917, est affecté à l'hydrographie sous le nom de *Zélée*, rebaptisé *Chimère* en 1932. Il cesse son activité hydrographique en 1934, remplacé par l'aviso *Dubourdieu*, de 540 t, construit en 1915.

La Sonde est retirée du service en 1928.

Fin 1931, une tempête coule à quai l'*Alidade* et la *Boussole*. Deux autres chasseurs de sous-marins les remplacent : L'*Estafette* (ex *Pie*) et la *Sentinelle* (ex *Perruche*).



16 - la Sentinelle - source : Shom (1936)

Le *Beautemps-Beaupré* est désarmé en 1935. Il est remplacé, en 1936, par l'aviso *Ypres*, de 655 t.

L'*Utile* est retiré du service en 1936. Il est remplacé l'année suivante par l'*Amiral-Mouchez*, un navire de 720 t spécifiquement construit pour l'hydrographie, mis sur cale à Cherbourg en 1932.

En 1936, la marine achète deux chalutiers, le *Léon-Foret* et le *Rémy-Chibard*, destinés à devenir des navires hydrographiques sous les noms d'*Austral* et de *Boréal*. Ils n'ont pas le temps d'entrer en service avant la guerre.

Dans le Pacifique, une nouvelle goëlette nommée la *Zélée*, de 200 t, effectue des travaux hydrographiques. Entre 1934 et 1937, les avisos-coloniaux *Rigault-de-Genouilly*, *Amiral-Charner* et *Savorgnan-de-Brazza* effectuent des campagnes hydrographiques dans le Pacifique.

Enfin, entre 1925 et 1939, les missions hydrographiques utilisent des remorqueurs pour les opérations de dragage :

- remorqueurs de mer *Crabe*, *Tourteau*, *Trotte-bec* et *Ter*
- remorqueurs de port Goury, Reville, Flamanville, Jobourg, Larmor, Djerba et Zembra

En ce qui concerne les embarcations, les missions utilisent d'abord des canots White (coque en bois, machine à vapeur). Par la suite, elles les remplacent, sauf en Indochine, par des canots en bois avec moteur à essence équipés progressivement de gouvernail Kitchen⁷: les canots « type Brestois ». Les missions utilisent également des pinasses pour leurs opérations de dragage.

Remise en route des missions hydrographiques

Les missions sont indiquées ci-dessous avec leur nom générique, mais elles utilisent parfois un nom lié à leur zone de travail de l'année, par exemple : mission de la baie de Saint-Brieuc.

Mission hydrographique de dragage des côtes de France

Cette mission démarre en 1919 avec le *Gaston-Rivier* et le remorqueur *Mathurin*. Elle fonctionne en général d'avril à octobre, avec deux ingénieurs hydrographes. Elle opère en Manche.

En 1919 elle procède à des essais de localisation du plateau de Rochebonne, supposé alors être placé à 400 m près (en fait, quatorze fois plus, voir chapitre précédent), avec la toute nouvelle technique du repérage par le son. Des explosions sont effectuées près du plateau. On tente, sans succès, de les écouter avec des microphones installés sur la côte.

La mission fonctionne ensuite comme une annexe de la mission hydrographique des côtes de France avant de redevenir autonome en 1925, avec le renfort d'un remorqueur. En 1939, elle est désarmée à la déclaration de la guerre.

Mission hydrographique des côtes de France

La mission démarre en 1920 avec l'*Utile* et la *Sonde*. Elle emploie entre 4 et 5 ingénieurs hydrographes. Elle fonctionne en général d'avril à octobre et opère en Manche jusqu'en 1938, puis au large du Morbihan.

La mission hydrographique de dragage des côtes de France lui est annexée jusqu'en 1925. La mission reçoit ensuite le renfort du *La Valette*.

⁷ Le gouvernail Kitchen permet de réduire et même d'inverser l'allure d'une embarcation sans modifier son régime moteur. Il améliore la fiabilité des moteurs à explosion qui avaient tendance à s'encrasser à force de fonctionner au ralenti.

En 1928, la *Sonde* est désarmée et le *La Valette* est retiré de la mission. La mission dispose en remplacement de remorqueurs de mer ou de port.

En 1937, l'*Utile* est remplacé par l'*Amiral-Mouchez*. En 1939, la mission est dissoute à la déclaration de la guerre.

Mission hydrographique de l'Indochine

Cette mission est créée en 1921. En attendant de traverser l'océan Indien à la période d'inter-mousson, la mission, avec le *Lapérouse*, l'*Octant* et l'*Astrolabe*, effectue un levé en Algérie (sous le nom de mission hydrographique de l'Algérie et du Maroc).

La mission arrive en Indochine en 1922. Elle travaille sans interruption jusqu'à la guerre. Lorsque le *Lapérouse* est indisponible pour entretien, il est remplacé temporairement par un aviso.

La mission ne reçoit des sondeurs ultrason qu'en 1928. Par contre elle est une des premières à utiliser régulièrement les photographies aériennes pour compléter la topographie.

Mission hydrographique d'Algérie

La mission est prévue pour travailler de mars à novembre, puis retourner à Toulon pour l'hiver. Elle démarre ses travaux en 1920 par la côte syrienne (sous le nom de mission hydrographique de Syrie). Elle dispose du *Beautemps-Beaupré*, de l'*Alidade* et de la *Boussole*.

A partir de 1922, la mission travaille en Algérie et en Tunisie. Elle est suspendue pour des raisons budgétaires à la fin de l'année 1926.

Elle reprend son activité en 1930, après l'accident de l'*Edgar-Quinet* (voir plus loin).

En 1931, elle reçoit les remorqueurs *Djerba* et *Zembra*. Exceptionnellement, elle ne rallie pas Toulon cet hiver là et reste à Bizerte. Le 12 décembre, une violente tempête coule l'*Alidade* et la *Boussole* et endommage le *Beautemps-Beaupré*. Les deux annexes sont remplacées en 1933 par la *Sentinelle* et l'*Estafette*.

En 1935, le *Beautemps-Beaupré* est condamné et remplacé par l'*Ypres*.

En 1937, la mission travaille au large, sur le banc des Esquerquis. Le repérage par le son étant limité à une distance de 25 milles, elle utilise en particulier un système à fil perdu pour la mesure des bases. A la fin de l'année elle est dirigée vers la côte Ouest d'Afrique et prend le nom de mission hydrographique de l'Afrique occidentale française. La mission s'interrompt fin août 1939.

Mission de dragage des côtes de France, ou « Loire-Gironde »

La mission est mise sur pied en avril 1923, d'abord à titre temporaire, après la perte du cuirassé France à Quiberon (voir plus loin). Elle est chargée de draguer la zone où le cuirassé à été accidenté. Elle dispose des remorqueurs Gladiateur, Minou et Larmor ainsi que de pinasses pour le dragage. Par manque d'ingénieur hydrographe, la mission est dirigée par un officier de marine.

La mission est ensuite constituée pour durer. Elle reçoit la *Zélée* en 1924 et travaille pendant la mauvaise saison en effectuant des levés de circonstance aux abords de Lorient où elle est stationnée.

En 1931, la mission effectue, pour la navigation sous-marine, un dragage en mer d'Iroise de 5 milles de large sur 10 milles de long et 85 m de profondeur.

En 1932, la *Zélée* est renommée *Chimère*, avant d'être remplacée par le *Dubourdieu* en 1934. La mission est dissoute en 1939 à la déclaration de la guerre.

Missions des dragueurs de mines

Pendant la guerre 1914-1918, la drague Ronarc'h est utilisée pour couper les orins qui maintiennent les mines à contact sous l'eau. Un câble de remorque est fixé à l'arrière du dragueur. Il aboutit à un panneau immergé d'où partent deux fils de dragues munis à leur extrémité d'un divergent qui fait s'éloigner chaque fil de drague de la trajectoire du dragueur.

De 1923 à 1926, à la suite de la perte du cuirassé *France*, les escadrilles de dragage des arrondissements maritimes effectuent des dragages de nature hydrographique avec la drague Ronarc'h. Etant donné qu'il était difficile de prédire l'immersion des fils de drague et de conserver cette immersion pendant les évolutions des dragueurs, le service hydrographique a préféré ne pas tenir compte de ces travaux et les a refaits.

Missions diverses

De 1917 à 1940, les ingénieurs hydrographes effectuent des mission ponctuelles et variées sur les côtes françaises et au large. Parmi celles-ci figurent deux croisières d'étude de l'intensité de la pesanteur en Méditerranée, effectuées à bord de sous-marins (pour s'affranchir des mouvements

de la mer en surface) en 1934-1935 avec le *Fresnel* et en 1936 avec l'*Espoir*.

Hors de France, des missions hydrographiques ponctuelles sont réalisées par des ingénieurs hydrographes ou par des officiers de marine entre 1914 et 1939. Ces missions ont notamment impliqué:

- l'aviso Antarès (Djibouti, 1927 et 1928, Guyane, 1929, les Kerguélen, 1932, Guyana 1936 et 1937)
- l'aviso Bellatrix (Madagascar et Mayotte, 1924)
- l'aviso-colonial *Bougainville* (Djibouti, 1934 et 1935, les Kerguélen, 1939)
- l'Aldébaran (Antilles, 1930)
- l'aviso-colonial d'Entrecasteaux (Madagascar, 1938)

La perte du cuirassé France et ses conséquences



17 - couverture du petit journal illustré du 10 septembre 1922 / Source gallica.bnf.fr / Bibliothèque nationale de France

Le 26 août 1922, à 1 heure du matin, le cuirassé *France*, rentrant d'un exercice en baie de Quiberon, heurte dans la passe de la Teignouse une roche inconnue, une aiguille haute de 7 m. Le cuirassé déchire son flanc sur 80 m et coule quelques

heures plus tard. Il ne sera pas renfloué. Sur les neuf cents hommes d'équipage, on déplore trois disparus.

Enquêtes

L'émotion est grande. A côté de l'enquête habituelle sur les éventuelles responsabilités du commandant du navire dans l'accident, M. Raiberti, le ministre de la marine, diligente une seconde enquête chargée de rechercher les éventuelles responsabilités du service hydrographique dans cet évènement. L'accident s'est en effet produit dans une zone révisée entre 1906 et 1910. L'enquête montrera qu'une révision de la passe avait été effectuée en urgence et incomplètement en 1898, après l'accident du cuirassé Hoche dans l'ancienne passe de la Teignouse. Or, ce travail avait été considéré comme définitif, la nouvelle passe étant exclue de la révision de 1906. La commission d'enquête remet un premier rapport deuxième quinzaine de septembre. Elle conclut qu'une erreur a été commise par les responsables du service hydrographique en 1898, tous disparus depuis.

Le 20 septembre, le sénateur Guilloteaux interpelle le ministre de la marine sur « l'insuffisance actuelle du service hydrographique et sur la nécessité qui s'impose d'une réforme du corps des ingénieurs hydrographes ».

Le 13 décembre, le conseil de guerre acquitte le commandant du cuirassé.

Mesures prises

Juste après l'accident, le ministre fait réviser la passe de la Teignouse (l'ingénieur Marti y découvre une seconde roche) et les chenaux de Brest (l'ingénieurs Villain y trouve six roches non portées sur les cartes). Il fait également publier un avis aux navigateurs sur le risque de trouver des aiguilles non portées sur les cartes dans les fonds de roche.

Il est en effet admis que le plomb de sonde ne permet pas de déceler certaines roches effilées. Seul le dragage peut donner cette assurance (voir encadré n°5). Aussi, le ministre fait-il étudier par une commission le meilleur modèle de drague à utiliser. Une fois le choix effectué, les escadrilles de dragage de mines des arrondissements maritimes constitueront quatre missions hydrographiques auxiliaires et exploreront les chenaux et les accès aux ports de leur arrondissement.

Après la remise du rapport de la commission d'enquête, le ministre prend d'autres mesures.

Une nouvelle mission des côtes de France est créée

Encadré n°5 : le dragage hydrographique

Les sondages hydrographiques permettent de découvrir le relief général du fond. Dans les zones où on observe des relèvements du fond, des sondages resserrés sont effectués pour localiser leurs sommets et déterminer leurs cotes. Mais certaines roches, en forme d'aiguille, peuvent rester inconnues et provoquer, un jour ou l'autre, un grave accident, comme cela a été le cas à partir de la fin du XIXe siècle.

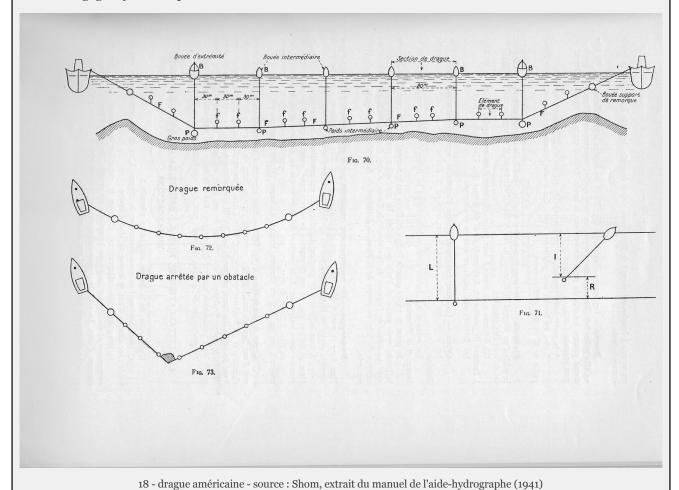
C'est à l'enseigne de vaisseau M.T. Allègre que l'on doit d'avoir trouvé une solution à cette difficulté : le dragage hydrographique.

En 1822, le capitaine de vaisseau Hell effectue le levé de la Corse. Il passe trois semaines à rechercher sans succès, au moyen de la sonde, un haut fond signalé par de nombreuses sources. L'enseigne de vaisseau Allègre a alors l'idée d'utiliser un appareil dont se servent les pêcheurs méditerranéens pour vérifier l'absence de rochers dans les endroits où ils veulent faire passer leurs filets. Allègre ne trouve pas de roche dans la zone signalée, mais en trouve dans d'autres endroits lors de dragages systématiques.

L'appareil d'Allègre est constitué d'une corde maintenue à profondeur constante par des plombs et des soutiens munis de flotteurs de liège. Trois grandes bouées avec pavillon permettent de contrôler le déplacement de l'appareil, terminé par deux embarcations. Chaque embarcation possède une corde de la moitié de la longueur voulue. Les deux cordes sont réunies par un nœud, auquel on fixe un soutien avec une grande bouée. Puis les embarcations s'écartent et les autres soutiens sont ajoutés à intervalles réguliers, avec au milieu de la corde une grande bouée. Un plomb de sonde et une remorque sont fixés aux soutiens d'extrémité.

Une fois que l'appareil est déployé, les embarcations font en sorte que les trois pavillons soient alignés et l'ensemble dérive au gré du courant. Les embarcations prennent régulièrement des angles pour déterminer la position de l'appareil.

Si l'appareil rencontre une roche, celle-ci retient la corde et la ligne formée par les trois pavillons se brise. On détermine alors la position du point où se trouve la roche.



Première édition 142 juillet 2021

Cet appareil n'est pas utilisé par la suite et il faut attendre les années 1880 pour que l'ingénieur Renaud mette au point une drague dérivante à grappins, la drague Renaud, dont la largeur va de 100 à 250 m. Au tout début du XXe siècle, les américains en dérivent un modèle allégé : la drague américaine, pouvant atteindre une largeur de 3 000 m, remorquée par beau temps à la vitesse d'un nœud et demi. La profondeur de drague, réglable, atteint 20 m.

Le dragage est très utilisé par le service hydrographique après l'accident du cuirassé *France*.

avec un nouveau bâtiment, le *Huron* (renommé *Zélée*), qui doit être aménagé pour l'hydrographie. Le service hydrographique disposera alors de 4 missions hydrographiques : une pour réviser les cartes de Beautemps-Beaupré, une pour réviser les cartes déjà révisées, et deux aux colonies. La flotte hydrographique sera composée de 4 navires principaux de 600 à 1 200 t et de cinq annexes de 500 t, tous munis d'installations de sondage au son.

Un décret est en préparation pour rendre le service hydrographique autonome et réorganiser le Comité hydrographique. Un projet de loi est élaboré pour réorganiser les cadres du service hydrographique et porter leur effectif à 50 officiers en fusionnant, comme dans les projets précédents, ingénieurs hydrographes et officiers de marine. Ces officiers pourront commander les navires hydrographiques.

L'enquête a également mis en évidence le manque de personnel secondaire. Plusieurs mesures sont prises pour y remédier :

- envoi d'un renfort de dix officiers mariniers timoniers au service hydrographique pour aider à la rédaction des levés et à la correction des cartes.
- publication d'un décret en octobre 1922 mettant fin à la différenciation faite entre timoniers et manœuvriers par le certificat d'aide-hydrographe ; le certificat ne comporte plus que deux niveaux : l'un pour les quartiersmaîtres et matelots timoniers et manœuvriers (programme A), l'autre pour les officiers mariniers de ces deux spécialités (programme B),
- augmentation du nombre de dessinateurs susceptibles de participer aux missions hydrographiques (augmentation de 4),
- décision de créer un personnel secondaire hydrographe.

D'autres types de dragues sont mis en œuvre :

- la drague râteau (largeur de 80 m, profondeur maximum de 20 m)
- la drague finlandaise (largeur de 20 m, profondeur maximum de 10 m); un observateur est placé sur la drague pour en ressentir les secousses lorsqu'elle rencontre une roche
- drague divergente Ronarc'h, ordinairement utilisée pour le dragage des mines sous-marines

Modifications apportées au service hydrographique

Organisation générale

Le décret du 12 mai 1923 apporte trois modifications principales dans l'organisation du service hydrographique.

- « Les changements survenus dans les conditions générales de la navigation et les progrès scientifiques de ces dernières années imposent au service hydrographique une tâche très lourde qui exige un développement considérable des moyens en personnel et en matériel. Il devient par suite nécessaire de le constituer en service autonome ; un tel développement ne peut en effet permettre de le maintenir dans le cadre de l'un des services de l'état-major général. » Le service hydrographique devient donc autonome. Il est dirigé par un ingénieur général hydrographe, qui prend le titre de chef du service hydrographique, et dépend directement du ministre.
- « Il importe toutefois que ses travaux demeurent placés dans une juste mesure sous le contrôle du haut commandement militaire en qualité d'utilisateur. » Ce contrôle est exercé par un amiral, qui porte le titre d'inspecteur général permanent de l'hydrographie.
- « La mise en œuvre d'un personnel important, le concours demandé aux formations de dragage et à l'aéronautique maritime, ne pourront atteindre leur plein rendement que si la tâche de ces divers éléments est nettement définie, et leur action coordonnée suivant une méthode mûrement étudiée et suivie avec continuité. » C'est le Comité hydrographique qui est chargé de tracer le programme des missions hydrographiques et de définir les moyens d'action nécessaires. Il est présidé par l'inspecteur général permanent de l'hydrographie.

Le décret du 22 avril 1927 donne une nouvelle appellation au Service, celle de service central hydrographique. Il compte à nouveau sept sections :

- section 1 : hydrographie générale
- section 2 : côtes de France
- section 3 : cartes marines et aéronautiques
- section 4: instructions nautiques
- section 5: instruments scientifiques
- section 6 : marées
- section 7 : météorologie maritime

Cette organisation est précisée par le décret du 13 octobre 1930.

Corps des ingénieurs hydrographes

Le projet de loi qui devait créer un « cadre de l'hydrographie » fort de 50 officiers ingénieurs hydrographes prend le même chemin que ses prédécesseurs : l'oubli. Il faut attendre la loi cadre du 4 mars 1929 sur l'organisation des corps d'officiers de l'armée de mer et du corps des équipages de la flotte pour voir une augmentation de l'effectif du corps des ingénieurs hydrographes, porté de 17 à 25, avec la répartition suivante :

- 1 ingénieur général
- 4 ingénieurs en chef de 1ère classe (augmentation de 1)
- 4 ingénieurs en chef de 2ème classe (augmentation de 1)
- 5 ingénieurs principaux (augmentation de 2)
- 8 ingénieurs de 1ère classe (augmentation de 3)
- 3 ingénieurs de 2ème classe (augmentation de 1)

auxquels il faut ajouter un nombre variable d'ingénieurs de 3ème classe.

Le changement le plus important réside dans le recrutement du corps, qui s'effectue selon le rythme suivant : 3 postes parmi les nouveaux polytechniciens, 1 poste par concours parmi les officiers de marine.

Le premier officier de marine recruté par concours rejoint le corps en 1935.

La loi du 2 mars 1938 porte l'effectif à 31 ingénieurs :

• 2 ingénieurs généraux (augmentation de 1)

- 4 ingénieurs en chef de 1ère classe
- 5 ingénieurs en chef de 2ème classe (augmentation de 1)
- 7 ingénieurs principaux (augmentation de 2)
- 9 ingénieurs de 1ère classe (augmentation de 1)
- 4 ingénieurs de 2ème classe (augmentation de 1)

auxquels il faut ajouter un nombre variable d'ingénieurs de 3ème classe.

Agents techniques

Le décret du 17 février 1923 fusionne les deux catégories d'agents techniques en une seule pour constituer le « personnel des agents techniques du service hydrographique de la marine », chargé de seconder, pour l'exécution des travaux, les ingénieurs et officiers du Service. L'effectif est inchangé.

L'effectif est porté par la suite à 38 agents, puis 41 (décret du 25 juin 1931) et enfin 45 (décret du 27 avril 1937).

Auxiliaires et personnel administratif

Le cas des auxiliaires et du personnel administratif est réglé par le décret du 13 décembre 1936 et les arrêtés pris le même jour. Ce personnel, dénommé employés d'administration du service hydrographique, est employé pour des travaux de :

- manutention du matériel technique,
- classement et expédition des cartes et ouvrages nautiques,
- correction de documents nautiques,
- tenue de comptabilité et de caisse,
- · dactylographie.

A titre exceptionnel, ces employés peuvent se voir confier des travaux à exécuter en dehors des locaux du Service et en dehors des heures de présence obligatoire. Ces travaux particuliers sont rémunérés au forfait. Le travail hebdomadaire est fixé à 42 heures, plus des heures supplémentaires exceptionnelles pouvant être demandées même les dimanches et jours fériés.

Le service hydrographique emploie également du personnel des équipages de la flotte (11 quartiers maîtres et officiers mariniers en 1932, probablement tous timoniers) pour les travaux de rédaction et les corrections de cartes.

Création d'un personnel secondaire hydrographe

Dans un rapport au ministre sur les « mesures à prendre pour augmenter les moyens du service hydrographique », daté du 17 décembre 1922, le service hydrographique explique que « le petit nombre des ingénieurs hydrographes rend nécessaire la création d'adjoints techniques qui puissent les suppléer dans la partie la plus courante des opérations de sondage, de topographie et de rédaction. Le service géographique de l'armée possède un cadre permanent de sous-officiers topographes créés par la loi du 15 avril 1914. Le service hydrographique pourrait aussi trouver les adjoints dont il a besoin en complétant les connaissances d'un certain nombre d'officiers mariniers pourvus du certificat d'aide-hydrographe. »

Le Service propose la création d'un certificat d'adjoint hydrographe accessible aux officiers mariniers de la manœuvre et de la timonerie, qui doivent posséder le certificat d'aide-hydrographe complet (A et B) ou passer les épreuves qui permettent de l'obtenir. Cette proposition est acceptée et le décret du 15 février 1923 institue le certificat d'adjoint hydrographe.

Les adjoints hydrographes remplacent progressivement, dans les travaux courants des levés, les ingénieurs et les officiers. L'objectif du service hydrographique est d'en avoir une trentaine. Ce nombre ne sera jamais atteint : de 1923 à 1927, le nombre d'adjoints augmente : 5, 17, 22, 22 et 28 mais, à partir de 1928, il redescend à 23, puis 20, puis une quinzaine. En effet, comme les aides-hydrographes, les adjoints hydrographes doivent retourner au service général pour une durée d'un an après trois campagnes annuelles successives. Ils découvrent alors qu'ils sont désavantagés sur le plan de l'avancement par rapport à leurs camarades restés dans la spécialité. Selon le cas, ils prennent leur retraite ou décident de ne plus retourner dans l'hydrographie, ce retour étant basé sur le volontariat. Un bilan dressé fin 1932 indique que, sur 70 adjoints hydrographes formés dans la période :

- 15 sont au service général
- 23 ont pris leur retraite
- 2 ont demandé à résilier leur certificat
- 1 a été admis parmi les officiers des équipages
- 3 sont décédés

Il en reste donc 26 à la disposition du Service.

Le 4 janvier 1930, le croiseur-cuirassé *Edgar-Quinet*, navire-école, s'échoue en Algérie sur une roche inconnue, avant de sombrer quelques jours plus tard. Cette roche, qui aurait sans doute été découverte par la mission hydrographique d'Algérie, si elle n'avait été interrompue en 1926 pour raisons budgétaires, remet en lumière le manque de personnel du service hydrographique.

Dès le 16 janvier 1930, le service hydrographique propose de créer une spécialité de 60 officiers mariniers hydrographes afin de résoudre le problème du recrutement et de disposer de ce personnel en permanence. Le projet est accepté par le ministre le 20 septembre, avec un effectif de 43. Des problèmes administratifs retardent la publication du décret au 10 avril 1934. Le décret indique que « le recrutement des adjoints hydrographes parmi les officiers mariniers des spécialités de la manœuvre et de la timonerie n'a pas donné tous les résultats que l'on espérait car ces officiers mariniers retournent tôt ou tard à leur spécialité d'origine, privant ainsi les missions hydrographiques d'un personnel déjà formé qu'elles éprouvent de grande difficulté à remplacer. Il devient donc nécessaire de constituer une spécialité d'hydrographes dont le personnel sera en temps de paix affecté exclusivement aux travaux hydrographiques. »

Le recrutement s'effectue d'abord parmi les titulaires du certificat d'adjoint hydrographe, puis parmi les seconds maîtres titulaires du certificat d'aide-hydrographe.



19 - formation des futurs officiers mariniers hydrographes à Paris, en 1969 - photothèque Amhydro - P.Nicolas

La formation est définie par le décret du 26 novembre 1937. Elle consiste à effectuer un stage au service central hydrographique, puis un stage à bord d'un bâtiment affecté à une mission hydrographique sur les côte de France. Elle se termine par un examen.

La coopération internationale hydrographique

Le Bureau hydrographique international

En 1912, une conférence internationale sur les besoins de la navigation et du commerce se tient à Petrograd (aujourd'hui : Saint-Petersbourg). Beaucoup de points abordés pendant cette conférence, à laquelle n'assiste pas la Grande-Bretagne, portent sur l'hydrographie. La nécessité d'une conférence internationale sur l'hydrographie apparaît alors et la France et l'Angleterre organisent cette conférence à Londres en 1919. Tous les états maritimes possédant un service hydrographique y sont conviés, y compris Monaco, compte tenu du renom des travaux océanographiques effectués par son souverain, le prince Albert.

Les dix thèmes inscrits à l'ordre du jour portent sur :

- les documents nautiques : cartes, instructions nautiques, livres des phares, avis aux navigateurs, livres des signaux et autres documents
- les tables de marées
- les instruments : instruments nautiques et instruments de mesure du temps
- · l'échange des publications
- la création éventuelle d'un Bureau hydrographique international

Les résultats de la conférence sont des règles de standardisation de certains documents et l'émission de vœux, comme celui d'adopter partout le système métrique ou celui de standardiser le niveau de réduction des sondes (le « zéro » des cartes). Un autre souhait concerne la création d'un Bureau hydrographique international. Un Comité de la Conférence hydrographique internationale est mis sur pied en vue de la création de ce bureau qui voit le jour le 21 juin 1921, avec 18 étatsmembres.

Le Bureau doit établir des liaisons étroites entre les services hydrographiques nationaux, encourager l'adoption des meilleures méthodes de travail pour rendre la navigation plus sûre et obtenir une uniformité des documents destinés aux navigateurs.

Le prince Albert proposant de mettre des locaux dans sa principauté à la disposition du Bureau, l'installation se fait à Monaco à partir de juillet 1921. Le Bureau hydrographique international (BHI) est placé la même année sous l'autorité de la Société des nations. Il organise régulièrement des conférences hydrographiques internationales : la deuxième en 1926, la troisième en 1932, la quatrième en 1937.

La GEBCO

L'idée de créer une carte générale bathymétrique des océans, ou GEBCO, est émise lors du septième Congrès géographique international de 1899. Le prince Albert de Monaco en assure l'organisation et le financement et, en 1903, paraît la première édition composée de 24 feuilles. La deuxième édition paraît en 1930 sous la supervision du directeur du Musée océanographique de Monaco. Le gouvernement de Monaco propose alors au BHI de prendre en charge la poursuite du projet.

La seconde guerre mondiale

Les hostilités

La drôle de guerre

Entre les deux guerres, le risque de bombardement aérien sur Paris entraîne l'adoption d'un plan d'évacuation du service hydrographique sur Rochefort. Ce plan est déclenché pendant la période de tension qui précède la guerre. Un premier ingénieur hydrographe est envoyé à Rochefort avec un stock de cartes.

A la déclaration de guerre, les missions hydrographiques s'arrêtent. Les officiers mariniers hydrographes, n'étant affectés au service hydrographique qu'en temps de paix, sont reversés, pour une partie, au régime général. Six ingénieurs sont envoyés en renfort au service géographique mais, cette fois, celui-ci est suffisamment fourni en personnel et les ingénieurs hydrographes sont rappelés.

Après réorganisation, la ventilation des ingénieurs est la suivante :

- 4 ingénieurs à la direction à Paris,
- 6 ingénieurs à l'échelon principal à Rochefort,
- 2 ingénieurs auprès de l'état-major de la marine près de Tours,
- 7 ingénieurs à la mise au point et à l'entretien des appareils d'écoute sous-marine,
- 7 ingénieurs répartis dans les ports pour le dragage des mines,

• 8 ingénieurs, dont la formation maritime est insuffisante, à la DCA (défense contre avions) de la marine.

La campagne de mai-juin 1940

L'ingénieur Nicolas trouve la mort le 4 juin pendant l'évacuation de Dunkerque. Un autre ingénieur est évacué à Dunkerque puis revient à Cherbourg. Deux ingénieurs rallient l'Angleterre à partir de Cherbourg. Ils feront par la suite partie des Forces française libres. Les ingénieurs en poste dans des localités menacées par l'avance allemande se replient quand c'est possible. La direction du Service se retrouve ainsi au Mont-Dore au moment de l'armistice.

Deux ingénieurs sont envoyés en mission en juin 1940 pour la sortie du cuirassé *Jean-Bart*, en cours de construction à Saint-Nazaire, qui nécessite le creusement d'un chenal. Des sondages sont nécessaires pour contrôler le travail des dragues chargées d'approfondir le chenal. Le *Jean-Bart* sortira le 19 juin, avec juste assez d'eau dans son chenal, puis ralliera Casablanca.

L'armistice

Après l'arrêt des hostilités, les ingénieurs hydrographes se trouvent éparpillés en France, en Afrique du Nord et en Angleterre. Trois d'entre eux sont prisonniers de guerre.

Une nouvelle organisation est mise en place :

- un établissement à Paris (10 ingénieurs)
- une antenne à Toulon (7 ingénieurs)
- un ingénieur auprès de l'état-major de la marine à Vichy

Deux ingénieurs sont affectés au dragage des mines et cinq jeunes ingénieurs sont en formation maritime.

Une loi du 29 mars 1941 permet de renforcer le corps des ingénieurs hydrographes avec des officiers de marine expérimentés. Trois officiers de marine et deux polytechniciens intègreront le corps en 1942; deux officiers de marine et deux polytechniciens en 1943.

Un recrutement d'officiers mariniers hydrographes est organisé début 1942 ; 9 candidats seront promus.

Un bureau hydrographique est créé à Dakar, un autre à Casablanca, tandis que l'unité de dragage effectue des travaux hydrographiques à Abidjan.

La répartition des effectifs fin 1941 est la suivante :

- établissement de Paris (10 ingénieurs)
- antenne de Toulon (6 ingénieurs)
- état-major de la marine à Vichy (1 ingénieur)
- bureau hydrographique de Dakar (3 ingénieurs)
- bureau hydrographique de Casablanca (3 ingénieurs)
- amirauté de Tunis (1 ingénieur)

Quatre jeunes ingénieurs sont en formation maritime.

Le 15 août 1942, la direction du Service s'installe à Toulon, l'établissement de Paris restant en fonctionnement.

Le 11 novembre 1942, les Allemands envahissent la zone libre. Le 27 novembre, ils entrent à Toulon, provoquant le sabordage de la flotte. La direction et l'échelon de Toulon regagnent alors Paris. Le service hydrographique se retrouve coupé en deux : Paris, avec 12 ingénieurs et 5 élèves, et l'Afrique avec Casablanca (5 ingénieurs), Dakar (2 ingénieurs) et Oran (1 ingénieur).

A Paris, les ingénieurs mettent à jour cartes et documents. Par précaution, une partie des instruments, cartes, ouvrages et archives est répartie dans des dépôts, au nombre de onze à Paris et de quinze en Province.

En parallèle, un service hydrographique se constitue à Casablanca pour effectuer, non sans difficultés, des reproduction de cartes et de documents pour les Forces navales françaises libres.

Bibliographie

N°	Auteur	Titre - édition		
1	(texte règlementaire) - 1901	Décret du 26 septembre 1901, publié dans le journal officiel de la République française du 1er octobre 1901		
2	(texte règlementaire) - 1902	Décret du 31 janvier 1902, publié dans le journal officiel de la République française du 2 février 1902		
3	(texte règlementaire) - 1908	Décret du 11 janvier 1908, publié dans le journal officiel de la République française du 1er février 1908		
4	(texte règlementaire) - 1908	Décret du 17 juillet 1908 définissant l'armée de mer et portant réorganisation du corps des équipages de la flotte et du personnel des musiques de la flotte, publié dans le bulletin des lois de la République française de juillet 1908		
5	(texte règlementaire) - 1910	Arrêté ministériel du 30 juillet 1910		
6	(texte règlementaire) - 1922	Décret du 7 octobre 1922, publié dans le journal officiel de la République française du 13 octobre 1922		
7	(texte règlementaire) - 1923	Décret du 15 février 1923, publié dans le journal officiel de la République française du 17 février 1923		
8	(texte règlementaire) - 1923	Décret du 17 février 1923, publié dans le journal officiel de la République française du 22 février 1923		
9	(texte règlementaire) - 1923	Décret du 12 mai 1923, publié dans le journal officiel de la République française du 15 mai 1923		
10	(texte règlementaire) - 1927	Décret du 22 avril 1927, publié dans le journal officiel de la République française du 7 mai 1927		
11	(texte règlementaire) - 1929	Loi du 4 mars 1929 portant organisation des différents corps d'officiers de l'armée de mer et du corps des équipages de la flotte, publiée dans le journal officiel de la République française du 5 mars 1929		
12	(texte règlementaire) - 1930	Décret du 13 octobre 1930, publié dans le journal officiel de la République française du 19 octobre 1930		
13	(texte règlementaire) - 1931	Décret du 25 juin 1931, publié dans le journal officiel de la République française du 30 juin 1931		
14	(texte règlementaire) - 1934	Décret du 10 avril 1934, publié dans le journal officiel de la République française du 14 avril 1934		
15	(texte règlementaire) - 1934	Circulaire du 10 avril 1934 relative à l'organisation de la spécialité d'hydrographe, publiée dans le journal officiel de la République française du 19 avril 1934		
16	(texte règlementaire) - 1936	Décret du 13 décembre 1936 portant sur l'organisation du personnel des employés d'administration et des auxiliaires temporaires du service hydrographique de la marine, publié dans le journal officiel du 20 décembre 1936 - rectificatif publié le 24 décembre 1936		
17	(texte règlementaire) - 1937	Décret du 27 avril 1937, publié dans le journal officiel de la République française du 21 juin 1937		
18	(texte règlementaire) - 1937	Décret du 26 novembre 1937 relatif à l'organisation du corps des équipages de la flotte et du personnel des musiques de la flotte, publié dans le journal officiel de la République française du 17 janvier 1938		

19	(texte règlementaire) - 1938	Loi du 2 mars 1938 modifiant la loi du 4 mars 1929 portant organisation des différents corps d'officiers de l'armée de mer et du corps des équipages de la flotte, publiée dans le journal officiel de la République française du 4 mars 1938
20	(journal officiel) - 1905	Journal officiel de la République française. Débats parlementaires. Chambre des députés : compte rendu in-extenso - séance du 22/02/1905
21	(journal officiel) - 1907	Journal officiel de la République française. Débats parlementaires. Sénat : compte rendu in-extenso - séance du 21 janvier 1907
22	(journal officiel) - 1923	Journal officiel de la République française. Débats parlementaires. Sénat : compte rendu in-extenso - séance du 25 janvier 1923
23	(journal officiel) - 1923	Journal officiel de la République française. Débats parlementaires. Sénat : compte rendu in-extenso - séance du 26 janvier 1923
24	(journal officiel) - 1925	Journal officiel de la République française. Débats parlementaires. Sénat : compte rendu in-extenso - séance du 3 avril 1925
25	(anonyme) - 1825	Notice sur l'emploi d'un appareil des pêcheurs de la méditerranée, pour trouver les écueils isolés dont rien à la surface de l'eau n'indique l'existence - Annales maritimes et coloniales -1825 - tome 2
26	(anonyme) - 1905	Cartes marines et récifs sous-marins - revue des Deux Mondes, 5e période, tome 27, 1905
27	(anonyme) - 1914	Notice sur le service hydrographique de la marine - Annales hydrographiques - 2ème série, tome 34 - 1914
28	(anonyme) - 1919	Le repérage et le réglage par le son - La Nature - 1919 : quarante- septième année, deuxième semestre
29	Belloc, Gérard - 1928	La croisière de la Tanche (août 1927) - Revue des Travaux de l'Institut des Pêches Maritimes - 1928-03
30	Belloc, Gérard - 1929	La croisière de la Tanche en juillet-août 1928 - Revue des Travaux de l'Institut des Pêches Maritimes - 1929-03
31	Berling, E.L 1919	Note sur la conférence hydrographique internationale tenue à Londres en 1919 - Annales hydrographiques - 3ème série, tome 3 - 1919-1920
32	Bourgoin, Jean - 1988	Contribution des hydrographes et marins - Mesurer la terre - 300 ans de géodésie française
33	Cabart-Danneville, Charles Maurice - 1906	Proposition de loi tendant à réorganiser le service hydrographique de la marine - Documents parlementaires - Sénat - Annexe n°337, séance du 10 juillet 1906 - 7 avril 1907
34	Cathenod, Henri - 1922	Note sur quelques procédés de sondage - Sondage en marche à allure moyenne avec le plomb-poisson - Annales hydrographiques - 3ème série, tome 5 - 1922
35	Cot, Donatien - 1922	Note sur quelques procédés de sondage - Emploi de lignes me- talliques en fil d'acier - Annales hydrographiques - 3ème série, tome 5 - 1922
36	Cot, Donatien - 1922	Rapport sur l'emploi des photographies aériennes - Annales hydrographiques - 3ème série, tome 5 - 1922
37	Cot, Donatien - 1937	Les procédés récents de sondage par le son - Annuaire pour l'an 1937 publié par le bureau des longitudes
38	Covillault, Pierre - 1979	Histoire des archives et de la bibliothèque du service hydrogra- phique de la marine

39	Covillault, Pierre - 1979	Histoire du service hydrographique de la marine (de 1914 à 1970)
40	Dortet de Tessan, Urbain - 1837	Note VI sur le sondage par très grande profondeur - Description nautique des côtes de l'Algérie par le CC A. Berard suivi des notes de l'IH A. de Tessan - 1837
41	Estival, Bernard - 2003	Un siècle de navires scientifiques français
42	Favé, Louis - Rollet de l'Isle, Maurice - 1902	Note au sujet de l'emploi des aérostats dans la recherche des dangers sous-marins - 1902
43	Gougenheim, André - 1963	Notice sur la vie et l'œuvre de Donatien Cot (1873-1961) - Académie des sciences - notices et discours - 1963
44	Grand quartier général - 1915	Instruction sur l'organisation et les attributions des groupes de canevas de tir des armées (G.C.T.A.) - 1915
45	Juhel, Pierre - 2005	Histoire de l'acoustique sous-marine
46	Jupas, Jean-Serge - 1998	Histoire des officiers mariniers hydrographes de la marine nationale 1934 - 2000 - chapitre 1 du début à 1934 - Bulletin Amhydro n°18 - 1998
47	Jupas, Jean-Serge - 1999	Histoire des officiers mariniers hydrographes de la marine nationale 1934 - 2000 - chapitre 2 de 1934 à 1945 - Bulletin Amhydro n°19 - 1999
48	La Garde, Lucie - 1979	Historique du problème du Méridien origine en France - Revue d'histoire des sciences - tome 32, n° 4 - 1979
49	Lacombe, Henri - 1946	La propagation du son dans ses rapports avec le repérage radio- acoustique - Annales hydrographiques - 3ème série, tome 18 - 1946
50	Lelong, Benoît - 2001	Paul Langevin et la détection sous-marine 1914-1929 un physicien acteur de l'innovation industrielle et militaire - Epistémologiques - volume 1 n° 3-4 2001
51	Marti, Pierre - 1919	Note sur la vitesse de propagation du son dans l'eau de mer - Annales hydrographiques - 3ème série, tome 3 - 1919-1920
52	Marti, Pierre - 1923	Sondage en mer par le son, aux grandes profondeurs, au moyen de détonations - Annales hydrographiques - 3ème série, tome 6 - 1923-1924
53	Marti, Pierre - 1925	La sonde au plomb poisson - Annales hydrographiques - 3ème série, tome 7 - 1925-1926
54	Martin (traducteur) - 1864	Instructions générales de l'amirauté anglaise pour les levés hydro- graphiques - Annales hydrographiques - tome 26ème - 1864
55	Maury, Matthew Fontaine - 1860	The Physical Geography of the Sea, and Its Meteorology - 1860
56	Ministère de la défense nationale et de la guerre - 1938	Règlement de manœuvre de l'artillerie. Première partie. Titre VIISRS. Unités de repérage. (Section de repérage par le son). Service des postes et du central - 1938
57	OHI - 2019	L'OHI et son Secrétariat- une histoire mise à jour - 1921 - 2017 - Publication M-10 - 3ème édition 2019
58	Reichel, Frantz - 1902	Aérostation - journal le Figaro du 23/02/1902
59	Renaud, Marie Joseph - 1902	Note au sujet de la recherche des roches sous l'eau - Annales hydrographiques - 2ème série, tome 24 - 1902
60	Rollet de l'Isle, Maurice - 1914	Etude historique sur les ingénieurs hydrographes et le service hydrographique de la marine - Annales hydrographiques - 4ème série, tome premier (bis) - 1950
61	Rouch, J - 1943	Traité d'océanographie physique - volume 1 sondages

150

juillet 2021

Première édition

62	Roussille, Henri - 1917	Applications de la photographie aérienne aux levés topogra- phiques de précision - appareils de photorestitution - Annales hy- drographiques - 3ème série, tome premier - 1917
63	Service central hydrographique - 1937	Manuel du breveté hydrographe - Tome 1 - hydrographie - 1937
64	Service central hydrographique - 1941	Manuel de l'aide-hydrographe - 2ème édition - 1941
65	Service central hydrographique - 1943	Manuel du breveté hydrographe - Tome IV - sondage et repérage acoustique - 1943
66	Service géographique de l'armée - 1936	Rapport sur les travaux exécutés du 1er août 1914 au 31 décembre 1919 : historique du service géographique de l'armée pendant la guerre - 1936
67	Sinat, André - 1932	La science au service de l'hydrographie - La science et la vie - N°175 - janvier 1932
68	Trevisan, Bernard - 2019	De la perte du Sully à la création de la spécialité d'hydrographe - Bulletin Amhydro n°39 - 2019
69	Trevisan, Bernard - 2020	1923-1934 La naissance des officiers mariniers hydrographes - Bulletin Amhydro n°40 - 2020
70	Troller, A 1921	L'écoute sous-marine - La Nature - 1921 : quarante-neuvième an- née, premier semestre
71	(de) Vanssay de Blavous, Pierre - 1917	Note sur l'emploi, pour les travaux cartographiques, des photographies prises en avion - Annales hydrographiques - 3ème série, tome premier - 1917
72	Volmat, Joseph - 1919	Rapport sur la mission photohydrographique de Brest (1919) - Annales hydrographiques - 3ème série, tome 3 - 1920
73	Volmat, Joseph - 1948	Mission hydrographique de Saint-Nazaire pour la sortie du "Jean-Bart" - Annales hydrographiques - 3ème série, tome 20 - 1948