

RAPPORT ANNUEL 2023



**UNE ANNÉE D'HYDROGRAPHIE
ET D'OCÉANOGRAPHIE**



Le *Beautemps-Beaupré* et le DriX en mer Méditerranée. Le lundi 9 octobre 2023, des séries de tests de mise à l'eau du drone Drix ont été effectués sur le bâtiment hydrographique et océanographique (BHO) *Beautemps-Beaupré*. Le but de ces tests était d'opérer le DriX pendant que le BHO continuait de naviguer et de voir comment gérer la co-activité des deux porteurs en acquisition.

© Théo Colliot/Marine Nationale/Défense



Service national d'hydrographie et d'océanographie, le Shom

fournit la connaissance de l'océan indispensable pour garantir la liberté d'action des forces armées et leur apporter la supériorité opérationnelle, assurer la sécurité de la navigation, optimiser les usages en mer et sur le littoral et protéger l'océan. Il éclaire la décision de nombreux acteurs pour faire face aux enjeux géopolitiques, sociaux et environnementaux.



Retrouvez nous sur

www.shom.fr



LE SHOM EN 2023

- 02 – Éditorial
- 06 – Qui sommes-nous ?
- 08 – Notre écosystème
- 10 – Activité à la mer

RÉALISATIONS ET AVANCÉES



COOPÉRATION INTERNATIONALE

- 34 – Projets européens et partenariats internationaux

L'ÉTABLISSEMENT

- 38 – Ressources humaines
- 39 – Infrastructure
- 40 – Gouvernance du Shom
- 41 – Finances
- 42 – Organigramme du Shom



Amiral Nicolas Vaujour

Chef d'état-major de la Marine et président du conseil d'administration du Shom

© Enzo Lemesle
Marine nationale



Ingénieur général de l'armement Laurent Kerléguer

directeur général du Shom

© Le Télégramme
David Cormier

ÊTRE À LA HAUTEUR DES ENJEUX DE CONNAISSANCE DES OCÉANS

Quels projets emblématiques ou jalons marquants retenir de cette année 2023 ?

Amiral Nicolas Vaujour — L'actualité nous montre que nous sommes dans un « moment stratégique » particulier. Nous entrons dans un nouveau cycle géopolitique marqué par le déséquilibre et l'incertitude, sans qu'il ne soit à ce stade possible d'identifier le point d'atterrissage. On le voit en Ukraine après l'invasion russe, en Israël après l'attaque du Hamas et plus largement partout dans le monde avec une affirmation marquée des souverainetés. Les unités de la Marine sont au contact de cette réalité. Chaque jour nous croisons à la mer nos compétiteurs. Cette situation impose de nous préparer à des engagements imprévus, plus durs, plus brutaux.

L'année 2023 a été pour les armées celle du vote de la loi de programmation militaire. L'évolution du contexte imposait de revoir le niveau d'ambition de la nation pour ses armées. Le cap est fixé et nous fait entrer dans une « décennie charnière », en particulier dans le domaine capacitaire avec le renouvellement des moyens dans tous les segments missionnels : frégates, sous-marins, avions, mais aussi hydro-océanographique avec les programmes CHOF (Capacité hydrographique et océanographique du futur) et maîtrise des fonds marins.

Ingénieur général de l'armement Laurent Kerléguer — Le passage en phase de consultation du programme d'armement CHOF est une excellente nouvelle. C'est l'aboutissement d'un long travail préparatoire pour



La crédibilité opérationnelle de notre dissuasion nucléaire dépend directement des connaissances océanographiques et hydrographiques dont nous disposons.

Amiral Nicolas Vaujour

Le Porte Hélicoptère Amphibie (PHA) Tonnerre et son Groupement Tactique Embarqué (GTE) engagés dans l'exercice majeur de préparation opérationnelle ORION en février 2023.

© Manuela Tapon/
Marine Nationale/Défense

proposer les solutions les plus pertinentes face à l'accroissement des besoins d'acquisition et de traitement de données marines, au service des armées, des politiques publiques et des usagers de la mer. Ce changement de phase va permettre de finaliser le besoin opérationnel et de consulter les industriels pour la réalisation des futurs bâtiments et systèmes hydro-océanographiques. En 2023, le Shom a de nouveau été fortement déployé. Je retiens notamment la mission inédite du bâtiment hydrographique et océanographique

Beautemps-Beaupré jusqu'en Indonésie, soulignant l'extension de la zone d'intérêt de la Défense vers l'Indopacifique. Autre moment fort de l'année : l'achèvement de l'assistance auprès de la marine nigérienne pour la prise en main de son nouveau navire hydro-océanographique, le *NNS Lana*, et le développement de ses capacités hydrographiques. Cette coopération fructueuse manifeste la reconnaissance de notre savoir-faire et renforce les échanges dans le golfe de Guinée, une zone aux enjeux économiques et sécuritaires forts.



En quoi la connaissance de l'environnement physique marin est-elle fondamentale pour notre souveraineté ?

L. K. — Même si nous partageons aujourd'hui des modèles océanographiques globaux au niveau européen, il faut pouvoir les régionaliser et les adapter sur chaque théâtre d'opérations afin d'exploiter au mieux la dimension environnementale. Les besoins se font aussi plus importants du fait de menaces émergentes sur les grands fonds, comme les sabotages de câbles sous-marins ou de pipe-lines. Élévation du niveau de la mer, intensification des événements météorologiques extrêmes ou modification des courants : les évolutions majeures liées au changement climatique doivent elles aussi être mieux connues pour être anticipées. C'est tout l'objet de la nouvelle stratégie ministérielle Climat & Défense à laquelle le Shom a commencé à apporter son éclairage. Dans la même veine, l'atteinte des objectifs de programmation pluriannuelle de l'énergie requiert elle-aussi une connaissance environnementale précise. C'est la raison pour laquelle le Shom a réalisé cette année encore un important travail de levés sur les zones de déploiement des énergies marines renouvelables. L'Organisation hydrographique internationale (OHI) s'est par ailleurs fixé comme objectif de soutenir l'efficacité de la navigation, un facteur de compétitivité économique. Dans ce domaine, le Shom a contribué en 2023 à un effort intense de préparation des normes internationales destinées à cadrer de nouveaux produits et services.



N. V. — Pour connaître, il faut comprendre et pour comprendre, il faut observer. C'est par l'analyse régulière des observations que l'on peut discerner les évolutions, saisir les changements et adapter nos postures. C'est particulièrement vrai pour l'environnement marin, qui reste méconnu notamment du fait de son immensité. La connaissance de ce milieu est fondamentale pour la conduite de nos opérations. Je pense en premier lieu à la composante nucléaire océanique. La crédibilité opérationnelle de notre dissuasion nucléaire dépend directement des connaissances océanographiques et hydrographiques dont nous disposons. Cela vaut dans tous les segments missionnels. Maîtriser l'environnement peut faire la différence. Un autre exemple : face au repli des nations sur leur souveraineté, nos accès peuvent se trouver réduits. Comment accéder à une zone de crise ? À partir d'où ? Une des options qui peut être proposée au CEMA en milieu semi-permissif repose sur nos capacités amphibies, qui, pour opérer, ont besoin d'une parfaite connaissance de la rupture que constitue la zone côtière.



**La donnée est un actif stratégique.
Elle permet l'autonomie de décision.**

Ingénieur général Laurent Kerléguer



Juillet 2023. La Frégate multi-mission à capacité de défense aérienne renforcée *Lorraine* rencontre le bâtiment hydrographique et océanographique *Beautemps-Beaupré* en océan Indien.

© Jeremy Vacelet/
Marine Nationale/Défense

Maîtriser l'environnement physique marin garantit la liberté d'action de nos forces en mer et depuis la mer. Le Shom y contribue directement par son engagement aux côtés de la Marine.

Pensez-vous que le traitement de la donnée puisse modifier la nature de vos missions ?

N. V. — L'émergence de technologies de rupture et la massification des données accessibles constituent une formidable opportunité de supériorité opérationnelle pour une Marine qui se prépare au combat. Elles présentent aussi un risque de déclassement si elles ne sont pas correctement prises en compte. Un an après sa création, l'IA générative ChatGPT a montré au grand jour ce que pouvait apporter le traitement massif de données disponibles sur internet. Les données étaient un trésor inutilisé dont nous comprenons aujourd'hui collectivement la valeur.

Cela va modifier notre rapport au temps. L'objectif est de comprendre la situation avant nos compétiteurs et de décider à temps pour conserver la supériorité. Cela va aussi modifier notre rapport à l'espace. L'opportunité réside dans la possibilité d'accéder à des informations océaniques d'une finesse sans précédent. Capteurs, drones, imagerie satellite ou réseaux de mesures automatisés permettent d'envisager une connaissance approfondie des caractéristiques et de la dynamique des océans.

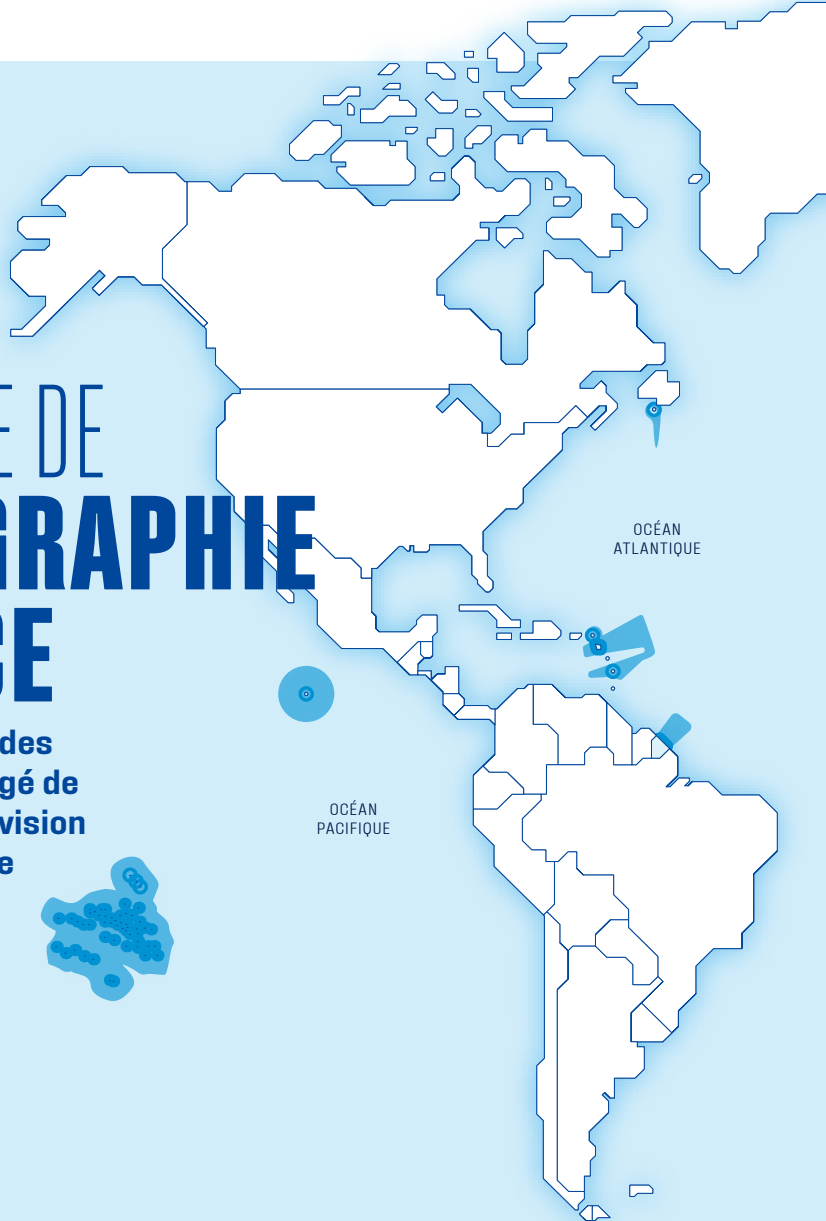
Il est peu probable que l'espace de bataille devienne complètement transparent : l'ennemi s'adaptera, comme nous nous adapterons. La complexité demeurera. Dans la continuité de la volonté du marin de toujours voir au-delà de l'horizon, cela va toutefois lever une partie du « brouillard de la guerre ».

La stratégie globale des données du Shom, qui ambitionne de mettre en œuvre davantage « d'intelligence de la donnée » et de faire face à la « contraction du temps », reste plus que jamais d'actualité. Il est maintenant nécessaire d'accélérer ces processus dans une architecture protégée et résiliente.

L. K. — Au Shom nous considérons la donnée comme un véritable actif stratégique, garant de l'autonomie de décision et de l'indépendance nationale. Aujourd'hui les données maritimes abondent, disponibles librement ou via des services commerciaux. Mais lorsqu'il s'agit de sécurité maritime, de performance des systèmes d'armes ou de protection des populations contre les risques naturels, seules importent la qualité et la traçabilité des données, produits et services. Au-delà des données, le Shom conçoit et met à disposition des armées comme des administrations civiles et des usagers de la mer des prestations à forte valeur ajoutée : instructions nautiques, cartes marines, cartes sédimentaires, modélisations d'états de mer etc. Dans un monde maritime globalisé où la donnée est omniprésente, ce sont finalement les capacités de production d'une information qualifiée qui garantissent la souveraineté et l'autonomie stratégique. —

LA RÉFÉRENCE DE L'HYDROGRAPHIE EN FRANCE

Sous tutelle du ministère des Armées, le Shom est chargé de la description et de la prévision des océans. Il contribue de façon déterminante à la souveraineté nationale et au développement du monde maritime.



Acteur de référence

Service national d'hydrographie et d'océanographie, le Shom est incontournable pour la connaissance du milieu marin. Sa mission consiste à connaître et décrire physiquement l'océan dans ses relations avec l'atmosphère, les fonds marins et les zones littorales, et d'en prévoir l'évolution, puis d'assurer la diffusion des informations issues de ces travaux.

Implanté à Brest, où se situe son siège social, il dispose par ailleurs d'implantations à Toulouse, Paris, Nouméa et Papeete. L'ensemble de ses activités est certifié ISO 9001.

Acteur dual

Répondant à la fois à des besoins civils et militaires, la dualité et la complémentarité des travaux du Shom servent globalement la souveraineté nationale avec trois finalités opérationnelles.

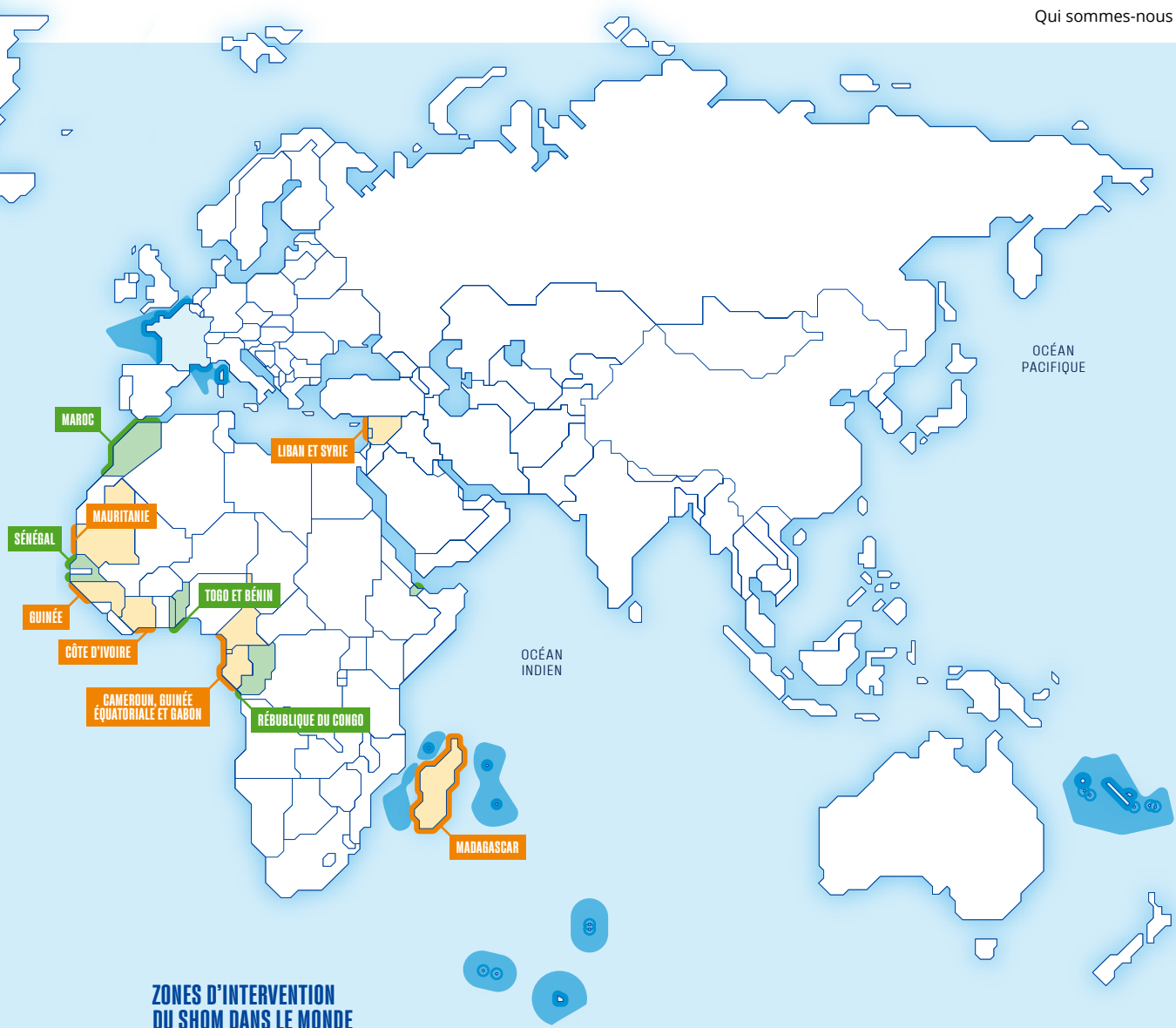
Premièrement, il appuie les forces armées dans les domaines hydrographiques et océanographiques, pour la préparation des systèmes d'armes et de commandement, et la conduite des opérations ;

Par ailleurs, il mène les travaux d'hydrographie nationale pour les besoins de la navigation de surface, dans les eaux sous juridiction française et dans les zones placées sous la responsabilité cartographique de la France ;

Enfin, il soutient le développement des activités de la mer et du littoral au bénéfice des pouvoirs publics et des acteurs économiques.

Acteur global

Le Shom intervient sur tous les océans, au sein des espaces maritimes français (10,2 millions de km²), dans les zones pla-



ZONES D'INTERVENTION DU SHOM DANS LE MONDE

- Espaces maritimes français
- Responsabilité cartographique
- Cartes au portefeuille du Shom

cées sous la responsabilité cartographique de la France dans le cadre de l'Organisation hydrographique internationale (OHI) ou en application d'accords bilatéraux avec certains États côtiers, ainsi que dans les zones d'intérêt Défense (89 millions de km²).

Placé au cœur d'un écosystème multidimensionnel - national, européen et international ; civil et militaire - il agit au profit d'utilisateurs maritimes institutionnels et privés.

De ses activités de recherche et d'innovation jusqu'à ses produits et services opérationnels, le Shom interagit avec le monde de la recherche et de l'industrie au bénéfice des usagers de la mer et de l'ensemble des acteurs de l'économie maritime. —

Les activités du Shom sont financées par la subvention pour charges de service public versée par le ministère des Armées pour l'appui aux forces et l'entretien de l'hydrographie nationale, ainsi que par les bénéficiaires des produits, services et expertises.

UN ACTEUR MARITIME GLOBAL

Au sein d'un riche écosystème partenarial, le Shom développe des synergies et partage son expertise dans le cadre d'étroites collaborations avec un grand nombre d'acteurs des sphères militaire, maritime, industrielle et scientifique.

Présence dans

9

commissions hydrographiques régionales de l'IHO sur 15

16

projets européens

Monde maritime

Armateurs, ports & grands ports maritimes, pilotes de port, Cluster maritime français, secrétariat d'État à la mer, ENSM, Secrétariat général de la mer

Partenaires et organismes internationaux

Communauté du Pacifique Sud, ministère de l'Europe et des affaires étrangères, IPEV, Services hydrographiques étrangers

Recherche et innovation

ANR, CNES, CNRS, École navale, ENSTA, IMT Atlantique, Mercator Ocean International, ONERA



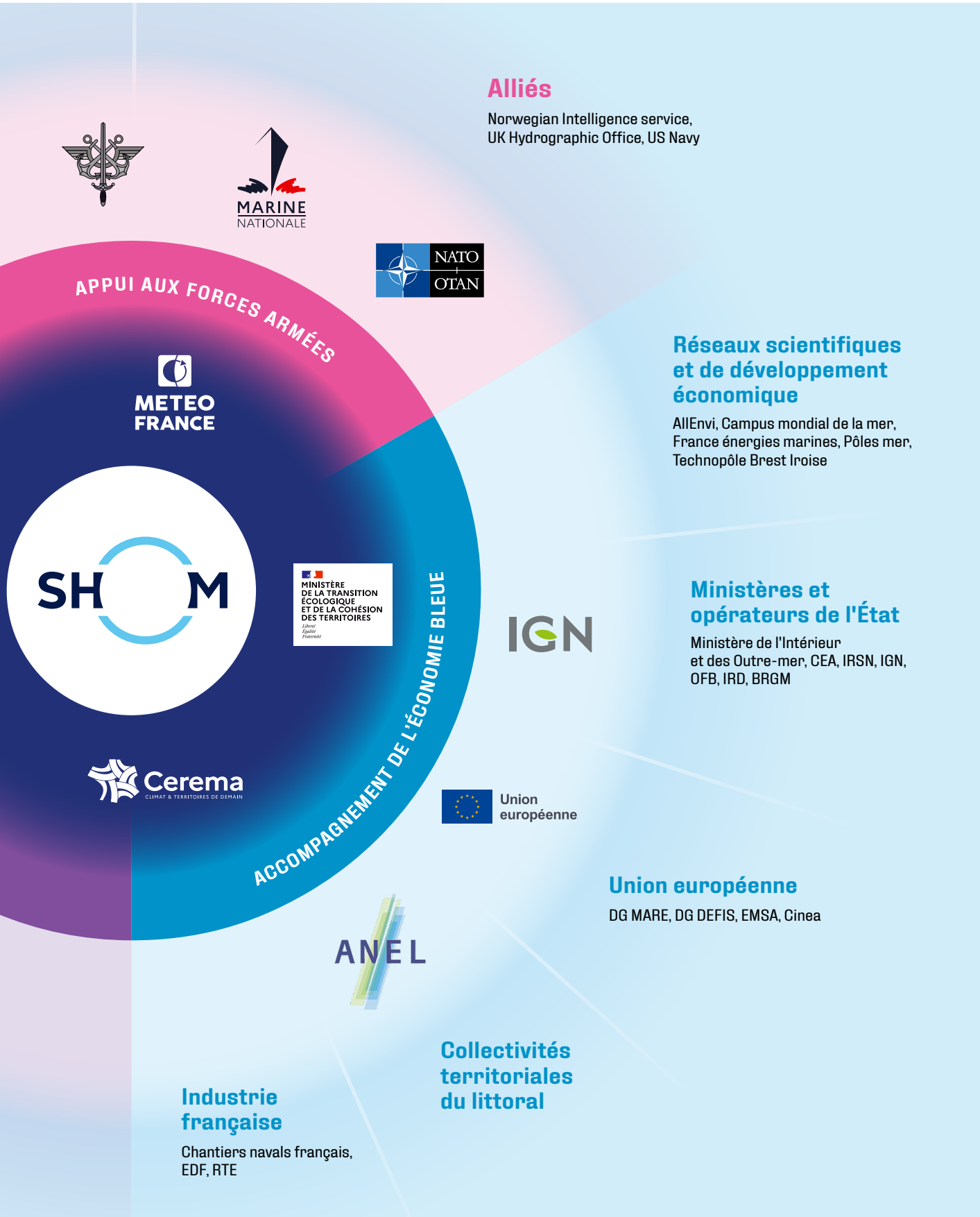
HYDROGRAPHIE ET SÉCURITÉ DE LA NAVIGATION

Constructeurs d'équipements scientifiques



Formation

Université de Bretagne Occidentale



Alliés

Norwegian Intelligence service,
UK Hydrographic Office, US Navy

Réseaux scientifiques et de développement économique

AllEnvi, Campus mondial de la mer,
France énergies marines, Pôles mer,
Technopôle Brest Iroise

Ministères et opérateurs de l'État

Ministère de l'Intérieur
et des Outre-mer, CEA, IRSN, IGN,
OFB, IRD, BRGM

Union européenne

DG MARE, DG DEFIS, EMSA, Cinea

Collectivités territoriales du littoral

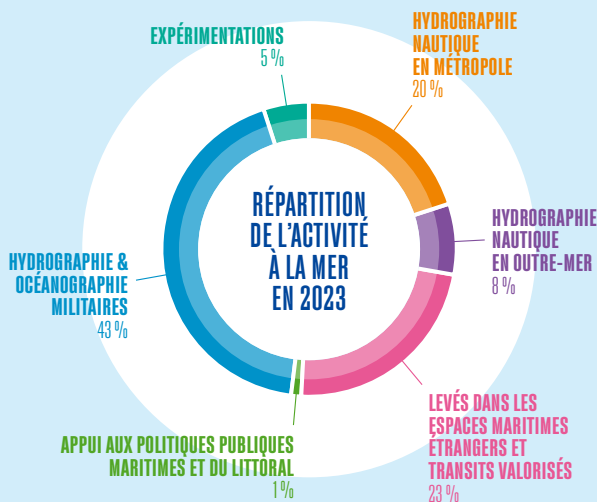
Industrie française

Chantiers navals français,
EDF, RTE

LE SHOM SUR LES MERS DU GLOBE

Du Grand Nord au Pacifique Sud-Ouest, en passant par les approches métropolitaines, l’océan Indien et l’Afrique de l’Ouest, en 2023, les équipes du Shom ont consacré plus de 560 jours cumulés à l’acquisition de données hydro-océanographiques au moyen de différents navires spécialisés.

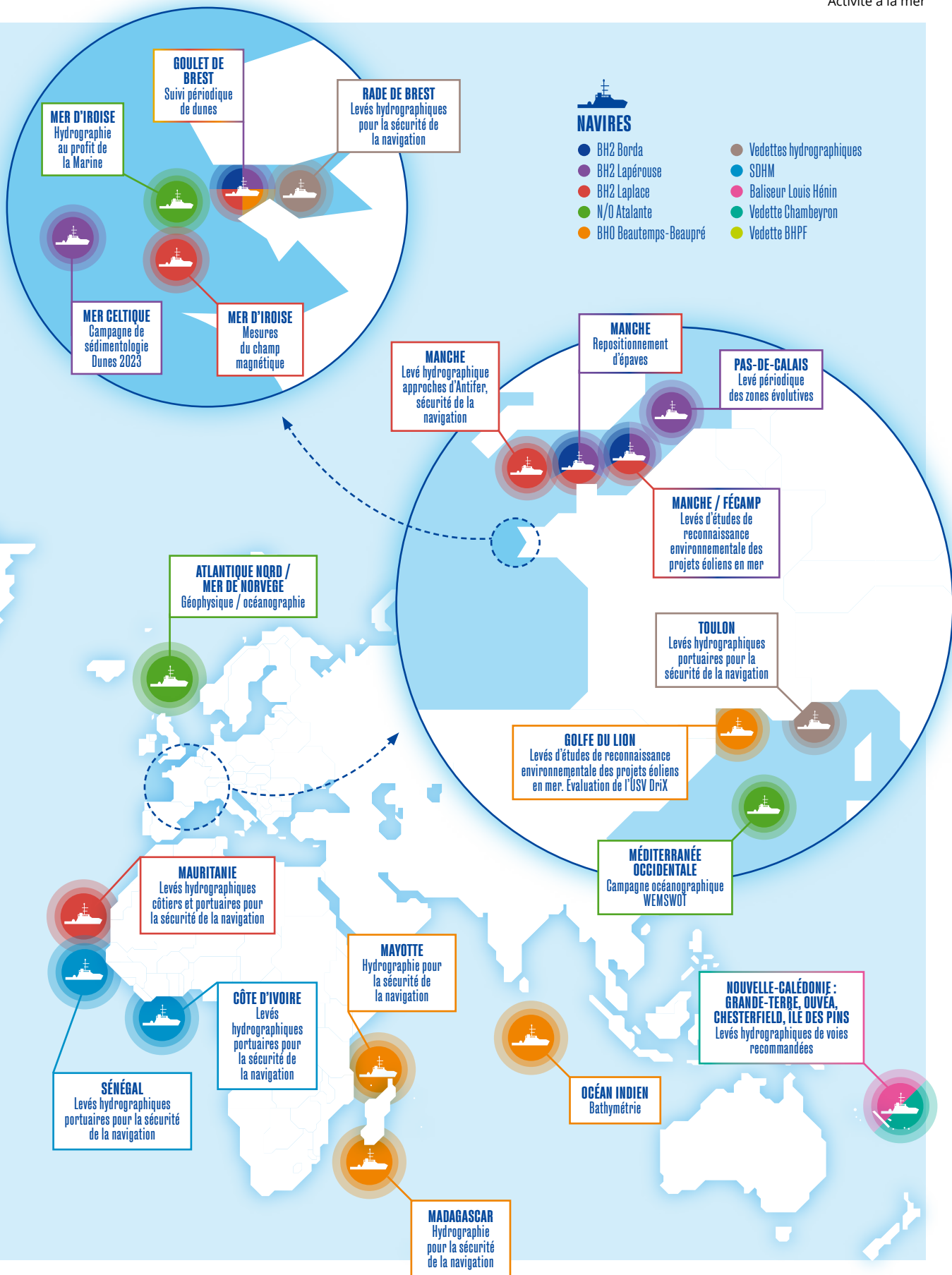
À ces jours en mer s’ajoutent 55 heures de vol pour l’acquisition de données par LiDAR bathymétrique. En métropole, en outre-mer et à l’étranger, la majorité (51%) de cette activité à la mer a servi les besoins de sécurité pour la navigation de surface. 43% des jours d’acquisition ont permis de collecter des données destinées à l’hydro-océanographie militaire. —





NAVIRES

- BH2 Borda
- BH2 Lapérouse
- BH2 Laplace
- N/O Atalante
- BHO Beautemps-Beaupré
- Vedettes hydrographiques
- SDHM
- Baliseur Louis Héning
- Vedette Chambeyron
- Vedette BHPF



LE PROGRAMME CHOF FRANCHIT UN CAP

Le 13 novembre, le programme CHOF (Capacité hydrographique et océanographique future) a obtenu le feu vert du comité ministériel d'investissement (CMI) du ministère des Armées pour entrer en phase de réalisation. Une nouvelle étape vers une transformation significative des moyens du Shom et de la Marine dans les années à venir. Explications avec Denis Créach, coordinateur du programme CHOF au Shom.

Denis Créach

Chargé de mission Valorisation et transfert technologique, coordinateur du programme CHOF au Shom



Pouvez-vous rappeler le contexte et les grands enjeux du programme CHOF ?

Denis Créach — Ce programme doit renouveler et adapter la capacité d'acquisition des données hydrographiques et océanographiques nécessaires aux fonctions stratégiques de la Défense. En effet, la maîtrise de l'environnement contribue à la supériorité opérationnelle et l'hydrographie et l'océanographie représentent un fort enjeu de souveraineté. CHOF vise à actualiser les moyens d'acquisition et de traitement de données du Shom, avec une ambition très forte concernant l'accélération du cycle de production des données, produits et services. Il s'agit d'acquérir, de traiter et de diffuser plus rapidement des données de plus en plus volumineuses et de mettre à disposition les services et produits de plus en plus précis pour répondre aux besoins opérationnels de

la Défense. Ces optimisations de la qualité des levés et des délais de traitement bénéficieront aussi aux politiques publiques de la mer et du littoral.

Quelle étape a été franchie à l'issue du comité ministériel d'investissement (CMI) du 13 novembre ?

D. C. — Lancé en 2019, le programme était jusque-là dans une phase de préparation, pendant laquelle des expérimentations destinées à identifier les moyens de levés les plus appropriés et les plus performants ont été menées. Le CMI du 13 novembre annonce le passage vers la phase de réalisation. Il valide le périmètre technique du premier incrément du programme CHOF, sachant que d'autres sont prévus dans les années à venir dans le cadre de la prochaine loi de programmation militaire. Ce premier incrément représente un socle de choix structurants qui concilient



CHOF doit répondre au besoin d'accélérer les levés, de fournir les produits et services à valeur ajoutée militaire plus vite.

les objectifs hydro-océanographiques du programme, une contribution aux nouveaux besoins dans le domaine de la maîtrise des fonds marins et une capacité d'autodéfense minimale. Cette phase de réalisation débutera en 2025, une fois les marchés notifiés.

Par quelles nouvelles capacités hydro-océanographiques se traduira CHOF dans les prochaines années ?

D. C. — Le programme contribuera tout d'abord à renouveler une flotte hydrographique vieillissante.

Les trois bâtiments hydrographiques de seconde classe Lapérouse, Borda et Laplace, mis en service en 1988 et 1989, seront remplacés par des bâtiments hydrographiques de nouvelle génération (BH-NG) qui entreront en service à compter de 2028. Ils seront accompagnés de nouveaux moyens de description de l'environnement sous-marin tels que des drones de surface (USV), sous-marins (AUV grands fonds) et aériens (UAV) équipés de LiDAR bathymétrique. Les chaînes de traitement des données issues de ces nouvelles technologies nécessiteront par ailleurs le développement de solutions d'intelligence artificielle et de stockage sécurisé pour accélérer la livraison de données qualifiées, produits et services.

Quels sont les bénéfices attendus sur le temps de traitement des données ?

D. C. — L'évolution des moyens et des méthodes de traitement des données permettra d'accélérer les levés et de fournir plus rapidement les produits et services à plus-value militaire. L'objectif est d'être plus réactif, dans des contextes climatiques et géostratégiques qui changent eux aussi de plus en plus rapidement, pour répondre aux enjeux de l'augmentation des interactions d'activités en mer et de maîtrise de l'espace marin. À ce jour, le taux moyen de revisite d'une zone d'intérêt est de 40 ans. La rupture capacitaire apportée par la dronisation et l'optimisation des temps sur zone dans le cadre de CHOF doit permettre de réaliser un cycle complet de levés en 20 ans, soit une productivité multipliée par deux. —

Les manœuvriers du BHO *Beautemps-Beaupré* en pleine manœuvre de mise à l'eau du DriX.

© Théo Golliot/Marine Nationale/Défense



APPUYER LES FORCES ARMÉES

Des modèles numériques de prévision océanique aux solutions de bathymétrie satellitaire, le Shom met ses produits, son expertise et son savoir-faire au service du soutien opérationnel des forces armées. En réponse à des besoins croissants de réactivité et de données qualifiées, il développe des solutions souveraines indispensables pour mieux connaître et maîtriser l'environnement physique marin. Finalité de ce soutien stratégique : assurer la liberté d'action et la suprématie militaire opérationnelle des armées.

+250

réponses réactives à des demandes
des forces armées en 2023

10

projets de Technologies
de Défense en cours

24h/7j

de soutien aux forces

Arrivée du *Beautemps-Beaupré*
à Sabang (Indonésie).
© Marine nationale

UN DÉPLOIEMENT INÉDIT POUR LE BEAUTEMPS- BEAUPRÉ DANS L'OCÉAN INDIEN

D'avril à novembre 2023, le BHO (bâtiment hydrographique et océanographique) *Beautemps-Beaupré* effectuait le déploiement le plus lointain de son histoire, de Brest à Kuala Lumpur. Une mission rythmée par des contributions à des projets scientifiques internationaux et par des actions de coopération, en particulier avec les partenaires indonésiens et malgaches du Shom.

Il n'avait encore jamais été au-delà du Cap Comorin, le point le plus au sud de l'Inde. Avec près de soixante personnes à bord, le *Beautemps-Beaupré* a effectué une longue mission de près de six mois dont le principal objectif consistait à améliorer les connaissances hydrographiques et océanographiques dans les zones d'intérêt de la Défense. Ce déploiement a été l'occasion de renforcer les coopérations avec l'Indonésie, Madagascar et Oman mais aussi d'entretenir les relations avec les Émirats arabes unis et l'Inde à l'occasion d'escales. À Madagascar, les travaux du BHO vont contribuer à actualiser la cartographie, notamment pour faciliter l'accueil de navires sur l'île côtière de Nosy Be. À Mayotte, les levés réalisés ont permis de sécuriser des accès aux ports et d'ouvrir une nouvelle voie de navigation afin d'accompagner le développement

économique de l'île. Enfin, en Indonésie, le *Beautemps-Beaupré* a effectué une mission conjointe avec le navire hydrographique indonésien *KRI Spica*.

Des transits valorisés

Durant ses différents transits, le BHO a aussi participé au développement de projets scientifiques internationaux. Dans le cadre d'ARGO, un projet d'observations de l'océan à partir d'un réseau mondial de flotteurs dérivants autonomes, le *Beautemps-Beaupré* a essaimé des flotteurs sur des positions prédéterminées par les scientifiques du programme. Il a notamment essaimé des flotteurs dérivants autonomes ARGO, à des positions déterminées par les scientifiques de ce programme mondial d'observations de l'océan. ARGO, avec son réseau de 4 000 flotteurs, contribue à mieux décrire l'état et l'évolution de l'océan pour faire face au changement climatique.

Comme à son habitude lors de ses transits dans les eaux internationales, le BHO a également activé son sondeur multifaisceau afin d'alimenter le programme GEBCO en nouvelles données bathymétriques. C'est dans le cadre de ce projet commun de l'Organisation hydrographique internationale (OHI) et de la Commission océanographique intergouvernementale de l'UNESCO (COI-UNESCO) que les équipes du Shom ont fait une découverte inattendue au large de Sumatra : des monts sous-marins inconnus (lire p.27). —

SATELLITE SWOT LE SHOM À L'AVANT-GARDE

De La Seyne-sur-Mer à Majorque, la campagne océanographique WEMSWOT du Shom a recueilli pendant un mois des données sur des structures océaniques de méso-échelle fines¹, de quelques centaines à quelques dizaines de kilomètres. Objectif : comparer ces données de terrain à celles acquises par le satellite altimétrique de nouvelle génération SWOT (*Surface Water and Ocean Topography*), développé par le CNES et la NASA. Entretien avec Franck Dumas, responsable du département recherche en océanographie physique du Shom et responsable scientifique de la campagne.



Quel était l'objectif de la campagne WEMSWOT ?

Franck Dumas — La campagne WEMSWOT s'est déroulée en mer Méditerranée, entre les Baléares et les côtes françaises du Var, du 21 mars au 18 avril 2023. Embarqués à bord de *L'Atalante*, notre équipe scientifique a collecté des données sur des structures océaniques de méso-échelle et subméso-échelle comme des tourbillons, des filaments² ou des fronts rencontrés à proximité du courant liguro-provençal. Ces structures moyennes déforment très légèrement la surface de la mer, quelques centimètres verticalement par dizaine de kilomètres parcourus horizontalement. Une originalité de la mission est qu'elle s'est déroulée en collaboration avec une équipe scientifique de l'Ifremer (mission C-SWOT) embarquée à bord du *Tethys II*, ce qui a permis de réaliser des mesures simultanément à deux endroits différents du plan d'eau et d'avoir un échantillonnage beaucoup plus fin. WEMSWOT est l'une des campagnes d'acquisition de données de terrain réalisées dans le cadre du consortium international SWOT Adopt-A-Crossover. Entre mars et juin 2023, 16 missions hauturières et 7 côtières et estuariennes ont eu lieu à travers le monde : de l'Australie à la mer du Labrador, en passant par la Californie, la Nouvelle-Calédonie, la Patagonie, la mer Baltique, la mer de Marmara ou encore l'estuaire de Komo (Gabon). Le but de ces campagnes consiste à comparer les données de terrain à celles fournies par le satellite SWOT pour qualifier la finesse et la précision des observations altimétriques. Les premiers résultats indiquent que SWOT va au-delà des espérances de ses concepteurs. Il ouvre la voie à des perspectives d'approfondissement de l'océanographie spatiale inédites depuis le début de l'ère altimétrique opérationnelle.

¹ La méso-échelle est un terme utilisé par les océanographes pour décrire les phénomènes océaniques mesurant entre une dizaine et une centaine de kilomètres de diamètre en surface et quelques kilomètres en profondeur.

² Masse d'eau qui, sous l'effet de structures dynamiques proches, s'allonge et présente d'importants mouvements verticaux.

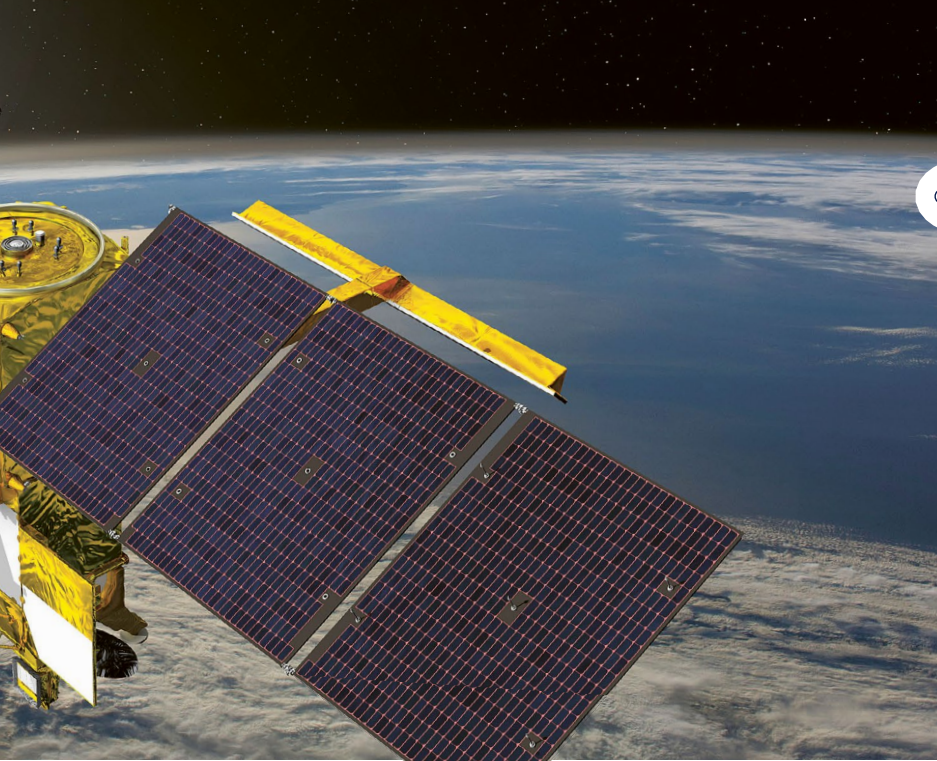


Illustration du satellite SWOT.
© CNES/ill./DUCROS David, 2022

Pouvez-vous en dire plus sur le fonctionnement et les objectifs de SWOT ?

F. D. — Le satellite est le dernier né d'une collaboration historique entre le CNES et la NASA dans le domaine de l'altimétrie spatiale. Créé avec l'appui des agences spatiales du Royaume-Uni et du Canada, SWOT a été lancé le 16 décembre 2022. En orbite basse (891 kilomètres d'altitude), il offre une couverture exhaustive de toute la planète – à l'exception des très hautes latitudes (supérieures à 70°) – avec une période de revisite de 10 jours. Pendant ses 4 ans d'activité, le satellite a deux missions principales : pour l'hydrographie continentale, une surveillance de l'eau accumulée sur les surfaces continentales (lacs, rivières, mers intérieures) ; pour l'océanographie, il doit permettre d'observer et de caractériser les structures océaniques de méso à subméso-échelle. Encore en phase de qualification, SWOT alimentera en données la communauté scientifique internationale en continu à partir du mois de mars 2024. Il améliorera nos connaissances du cycle de l'eau, de la circulation océanique et du fonctionnement du climat : les structures océaniques de moyenne échelle contribuent pour une part significative aux échanges entre la surface et l'océan profond et donc aux transferts de chaleur, de carbone et de nutriments.

Qu'apporteront les données de SWOT au Shom ?

F. D. — Les simulations numériques produites par le Shom, qui viennent notamment en appui de nos forces armées, ont besoin d'être alimentées par des données d'observation de l'océan. Or, une façon très efficace d'observer la surface de l'océan c'est depuis l'espace. En offrant une vue affinée de la surface des océans, SWOT nous permet de déduire les courants et localiser les fronts et tourbillons. Il s'agit de structures dont les caractéristiques hydrologiques – température et salinité – ont un impact fort sur la propagation acoustique dont la connaissance est essentielle pour la lutte anti-sous-marine. —

Les structures océaniques de méso-échelle telles que les fronts et les tourbillons ont un impact fort sur l'acoustique.

Franck Dumas

Responsable du département recherche en océanographie physique et responsable scientifique de la campagne WEMSWOT

Le satellite SWOT est présenté par le CNES comme révolutionnaire, pour quelles raisons ?

F. D. — SWOT est un satellite expérimental. Il doit permettre de tester un capteur altimétrique dont le concept est totalement nouveau : KaRIn, un radar altimétrique de rupture qui repose sur des techniques interférométriques. Là où les radars altimétriques en fonctionnement ne livrent des informations qu'au nadir des satellites, KaRIn réalise des mesures le long d'une fauchée large de 120 km et avec une résolution beaucoup plus fine. SWOT peut ainsi détecter les phénomènes subméso-échelles (de 1 à 10 km) et des dénivellations de la surface de l'eau de l'ordre de quelques centimètres sur dix kilomètres de fauchée, ce que les instruments actuels comme les satellites du réseau Sentinel ne sont pas capables de mesurer.





NH90 Caïman en exercice de lutte anti-sous-marine.

© Anthony Pecchi

HYCOM OPÉRATIONNEL EN MANCHE-GASCOGNE

Solution souveraine, le modèle numérique de prévision océanique HYCOM contribue au soutien opérationnel des forces armées en décrivant finement les régions côtières et leurs phénomènes physiques. Depuis février 2023, sa mise en service pour la région Manche-Gascogne fournit à la Marine des données à haute fréquence spatiale et temporelle.

Une meilleure prévision des courants et des paramètres hydrologiques dans la Manche et le golfe de Gascogne : voilà en substance les avantages offerts par la configuration régionale HYCOM en Manche-Gascogne. Après des expérimentations conduites en 2022 avec le Centre d'expertise météorologique et océanographique de la Marine (CENTEX METOC), ce système de prévision océanique a été mis en service opérationnel en février au profit de la Marine nationale. « Il couvre la plupart des zones d'exercice de la Marine et d'intérêt pour l'action de l'État en mer (AEM), précise Ronan Créach, responsable du programme Modélisation. Cette solution souveraine fournit des informations plus précises et de meilleure qualité

pour la conduite d'opérations maritimes comme celles des frégates ou des sous-marins. »

Modèle communautaire d'évolution de l'océan, HYCOM est une solution adaptée et optimisée par le Shom depuis 2001 pour modéliser des zones côtières et leurs phénomènes physiques. Grâce notamment à son déploiement sur le calculateur opérationnel de Météo-France dans le cadre d'un partenariat, sa configuration régionale Manche-Gascogne produit des informations d'une excellente résolution spatiale et temporelle : « Chaque paramètre de la colonne d'eau est désormais visualisé heure par heure, et non plus jour par jour. Des processus physiques plus fins sont également restitués, tels que le front d'Ouessant, les panaches fluviaux ou l'effet du talus continental. »

D'ici fin 2024, deux autres régions seront couvertes par HYCOM : la Méditerranée et le Nord-Ouest de l'océan Indien. Elles apporteront elles aussi une forte plus-value opérationnelle aux produits issus de ce modèle, notamment ceux mis en service dans SOAP (lire encadré). —

FOCUS SUR... SOAP EN SOUTIEN DES OPÉRATIONS MILITAIRES

Outil de description de l'environnement océanographique, le système SOAP opéré par le Shom depuis Toulouse offre aux forces armées une gamme de produits et services d'aide à la décision. Bâtiments de surface et sous-marins exploitent au quotidien ses résultats pour connaître et anticiper l'état et les variations des paramètres océanographiques : prévisions de vagues, courants et états de mer, bruit ambiant, zones de rupture... Alimenté par des systèmes de prévision météorologiques et océanographiques externes (Météo-France, ECMWF, Mercator-Océan...) et internes au Shom, tels que la configuration régionale HYCOM Manche-Gascogne, SOAP fera l'objet d'une nouvelle version dont le développement sera engagé début 2024 : SOAP4. D'ici sa mise en service à l'horizon 2028, le Shom assure le maintien en conditions opérationnelles et de sécurité de la version en service SOAP3.5.

LE DRIX PASSE LES TESTS

Drone hydrographique de surface supervisé (USV) développé et commercialisé par la société Exail, le DriX préfigure les nouvelles technologies qui équiperont le Shom dans le cadre du programme CHOF.

« **M**algré des conditions de mer difficiles, toutes les validations techniques ont été réalisées, l'opération est un succès. » Directeur du Groupe hydro-océanographique de l'Atlantique (GHOA), Ronan Pronost résume ici le bilan d'une nouvelle expérimentation du DriX conduite à bord du bâtiment hydro-océanographique (BHO) *Beautemps-Beaupré* du 6 au 23 octobre dans le golfe du Lion.

Hormis des mises à l'eau et des récupérations du drone dans différentes conditions ainsi que de nouveaux tests de son dispositif d'anticollision, l'opération consistait en particulier à réaliser un levé hydrographique conjoint entre le DriX et le BHO. Dans ces conditions, la supériorité du DriX sur les vedettes hydrographiques (VH) se confirme :

« Contrairement aux VH, le DriX peut travailler 24h sur 24, et les données recueillies sont de meilleure qualité » assure Ronan Pronost. Pour quelles raisons ? « L'engin est plus stable. Grâce à sa quille équipée d'une gondole embarquant un sondeur multifaisceau, ses données sont moins perturbées. Elles ne subissent pas les interférences dues au phénomène de bullage par exemple. »

Moyens légers complémentaires des vedettes et des bâtiments hydrographiques, les USV seront affectés aux bâtiments hydrographiques de nouvelle génération (BH NG) attendus dans le cadre du programme CHOF. Ils fourniront un nouveau moyen de description fine des fonds marins pour répondre aux besoins des forces armées et de tous les navigateurs. —

Mise à l'eau
du DriX.



BATHYSAT : UN GRAND PAS POUR LA BATHYMETRIE SATELLITAIRE

Nouvelle chaîne de production de bathymétrie dérivée d'images satellites (SDB), Bathysat est un outil de reconnaissance pour les zones littorales, offrant une collecte d'information rapide, à des coûts réduits.

Plus robuste, plus performante, plus automatisée : la chaîne de production Bathysat remplace les méthodes de SDB utilisées depuis les années 1990 par le Shom pour restituer une description générale de la bathymétrie des petits fonds marins dans les eaux claires. « C'est un saut capacitaire, résume Sophie Loyer, experte en systèmes d'informations géographiques (SIG). *Bathysat donne très rapidement accès à des informations sur des zones éloignées pour lesquelles il est compliqué, dangereux ou coûteux de déployer des moyens de mesure sur le terrain.* » À partir d'images issues des satellites européens Sentinel 2, Bathysat offre un outil d'aide à la décision pour faire de la reconnaissance rapide et planifier des levés. Par ailleurs, cette nouvelle méthode ne nécessite plus de recourir à des déploiements *in situ* pour disposer d'une description générale

de la bathymétrie. Elle se distingue par sa capacité à calculer des indices de confiance en chaque point de calcul. Les données obtenues ne peuvent néanmoins pas remplacer les données acquises par les moyens à la mer pour les applications nécessitant une grande précision, comme la sécurité de la navigation.

Après des tests à Mayotte et aux Antilles, la chaîne Bathysat a été mise en œuvre cette année dans le cadre de la préparation d'un levé hydrographique à l'île des Pins, en Nouvelle-Calédonie, par le Groupe océanographique du Pacifique. Plus de 140 km² ont ainsi été traités pour des profondeurs allant de 0 à 25 m environ. Ces travaux ont permis d'optimiser et de préparer les opérations de terrain. Bathysat entre désormais dans sa phase d'industrialisation pour répondre aux besoins civils et militaires. —



Image du satellite Sentinel-2 de l'île des Pins (Nouvelle-Calédonie).

© Agence Spatiale Européenne / ESA

PRÉPARER LES TECHNOLOGIES DE DÉFENSE DE DEMAIN

Financé par la DGA (Direction générale de l'armement), APOGé figure parmi les projets de technologies de défense (PTD) destinés à garantir la supériorité opérationnelle et l'autonomie stratégique des armées françaises. Il mobilise au Shom de multiples expertises dans un objectif commun : une meilleure maîtrise de l'environnement géophysique marin.

APOGé ou « Applications Opérationnelles en Géophysique » vise à réaliser des études préparatoires au déploiement d'innovations pour répondre aux besoins militaires de demain. Depuis fin 2020, ce projet d'ampleur couvre plusieurs domaines d'expertise au Shom dont la bathymétrie, la sédimentologie et la géophysique. Il contribue également à tisser de nouveaux liens avec des acteurs académiques, institutionnels et industriels tels les universités de Strasbourg, de Clermont-Ferrand ou encore le département des recherches archéologiques subaquatiques et sous-marines (Drassm).

Dans le cadre de ses travaux sur la caractérisation des fonds marins, Jean-François Oehler, chargé de recherche en géophysique marine, travaille par exemple sur les problématiques liées à l'utilisation de magnétomètres embarqués - et non remorqués - sur des navires ou des drones : « Ces systèmes capables de détecter des objets métalliques liés par exemple à des épaves font depuis trois ans l'objet de nombreuses expérimentations réalisées avec différents types de capteurs, toujours plus compacts et moins gourmands en énergie ». Encourageants, les résultats ont été partagés avec la communauté scientifique à l'occasion de deux conférences internationales, en avril à Southampton et en juin à Vienne. —

LE
LE
BR
BB
ZZ
EE



COOPÉRATION

Le BH2 Laplace dans les ports mauritaniens

Nouvel exemple de coopération entre le Shom et les pays d'Afrique de l'Ouest : durant deux mois, le bâtiment hydrographique *Laplace*, ses deux vedettes, ses instruments de mesure et ses plongeurs ont été mobilisés en Mauritanie. Objectif de l'opération : **réaliser une importante campagne de levés afin d'améliorer les cartes marines de quatre ports** et de leurs abords : à Nouakchott, capitale du pays, à Nouadhibou, capitale économique, à Tanit, nouveau port de pêche, et à N'Diago, nouvelle infrastructure portuaire liée notamment à l'exploitation des ressources gazières de la région.

COOPÉRATION

Partage d'expertises entre alliés de l'OTAN

Quels sont les besoins opérationnels des forces de l'OTAN en matière de soutien en hydrographie et océanographie ? Quelles données, formats ou produits peuvent y répondre le mieux ? Ces questions continuent d'animer les échanges menés au sein des groupes de travail de l'OTAN auxquels participent des experts du Shom : le *Military Oceanography working group* (MILOC), le *Geospatial Maritime Working Group* (GMWG) et son pendant technique le GMWG-TP, ainsi que le NATO AML Co-Production Programme-Technical Panel (NACPP-TP). Réunis cette année à Prague et à Taunton (Royaume-Uni), **ces comités sont l'occasion d'échanger sur la co-production d'Additional Military Layers (AML), surcouches de données thématiques exploitables sur les cartes électroniques de navigation (ENC)** et de suivre les évolutions des produits maritimes, de la normalisation des données partagées au sein de l'OTAN et des systèmes utilisés et développés par les alliés pour les exploiter.

EXPERTISE

Mission hydrographique dans le port militaire de Dakar

Le 15 mars, **quatre hydrographes s'envolaient pour le Sénégal équipés du système déployable d'hydrographie militaire (SDHM)**. Dans leurs valises : 500 kilos de matériel hydrographique léger et adaptable à toutes les embarcations et à toutes les conditions pour une opérationnalité immédiate. En coopération avec la Marine sénégalaise, l'équipe du Shom a notamment effectué des levés destinés à vérifier les profondeurs dans le port militaire de Dakar, pour accueillir en toute sécurité les deux nouveaux patrouilleurs océaniques sénégalais construits en France.

SDHM en action dans le port de Dakar.



Opération amphibie menée dans le cadre de l'exercice ORION 23.

© Marine nationale




SOUTIEN OPÉRATIONNEL

ORION : le soutien du Shom mis à l'épreuve

Exercice interarmées français d'une ampleur inédite, **ORION 23 a mobilisé plus de 7 000 militaires du 21 février au 11 mars dans le cadre de sa deuxième phase dite « entrée en premier »**. Pour le Shom, cet entraînement à grande échelle et en temps réel a été l'occasion de tester son soutien à une opération amphibie. En deux semaines, une dizaine de modèles de prévisions des états de mer ont été élaborés pour assurer la réussite d'un débarquement de troupes et de matériel sur une plage. « *Pour mener à bien ce genre de mission, la connaissance des paramètres environnementaux et leur prévision à court terme sont déterminantes, à la fois pour la prise de décision de l'état-major et pour les hommes sur le terrain* » rappelle Sandrine Le Jeune, cheffe du département Centre de fusion de données (CFuD). Les équipes du soutien opérationnel du Shom ont également été sollicitées pour produire des cartes de commandement terre-mer (CCTM), des *Additional Military Layers* (AML) et des *Amphibious Operations Graphic* (AOG), documents cartographiques à haute résolution sur des plages spécifiques auxquelles sont ajoutées des informations environnementales nécessaires aux opérations amphibies : marée, modèles numériques de terrain bathymétriques, profil de plage, prises de vue, sédimentologie...

HYDROGRAPHER ET ASSURER LA SÉCURITÉ DE LA NAVIGATION



Actualisation de cartes marines en Polynésie française, sécurisation d'une voie de navigation à Mayotte, lancement d'un nouveau service de prédiction de marée et d'une application gratuite pour les usagers de la mer et du littoral... Les travaux hydrographiques du Shom dans les eaux françaises sont valorisés sous de multiples formes. Ces produits et services numériques innovants améliorent la sécurité de tous les navigateurs et optimisent leurs déplacements tout en contribuant à la décarbonation du transport maritime.

+150

nouvelles éditions de cartes
(papier et numériques) en 2023

1

application
mobile lancée

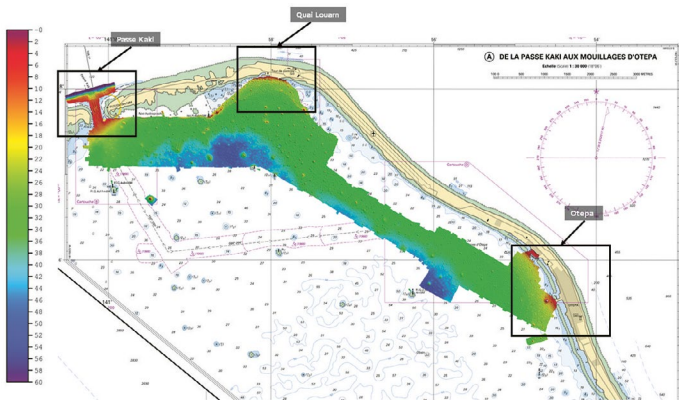
Plus d'1 million

de cartes et publications
nautiques distribués en 2023

POLYNÉSIE FRANÇAISE

DES DONNÉES HYDROGRAPHIQUES ACTUALISÉES

Avec ses cinq archipels et ses 118 îles entourées de récifs coralliens, la Polynésie française s'étend sur 2,5 millions de km² dont 4167 km² émergés dessinant 4 500 km de côtes. Avec le soutien logistique des Forces armées en Polynésie française (FAPF) et la collaboration des autorités locales, les équipes du Shom contribuent à sécuriser la navigation dans cette vaste zone en réalisant des levés hydrographiques, condition *sine qua non* de la mise à jour des cartes marines.



Deux fois par an, le groupe de travail Hydrographie de la Commission maritime mixte, composé du Shom pour l'État et du service des Phares et balises pour le gouvernement de Polynésie française, priorise les levés à réaliser en fonction des usages et de l'importance de la navigation dans ces zones. Cela peut répondre à un besoin spécifique, comme c'est le cas à Teahupo'o (lire encadré), à une nécessité d'actualiser des informations datées, ou à une connaissance insuffisante voire inexistante. Des levés ont ainsi été réalisés en avril 2023 à Rapa, l'île la plus isolée de la Polynésie française dont le ravitaillement ne se fait que par voie maritime, et à Hao, ancienne base du Centre d'expérimentation du Pacifique (CEP) qui fait l'objet de plusieurs projets de développement dont l'installation d'un chantier naval et l'implantation d'un régiment du Service militaire adapté (SMA).

Exemple de levés réalisés à Hao.

FOCUS SUR... TEAHUPO'O : OBJECTIF JEUX OLYMPIQUES

Du 27 au 30 juillet 2024, la commune de Teahupo'o accueillera les épreuves olympiques de surf. Lors de cet événement qui entraînera une augmentation du trafic maritime, l'*Aranui V*, un cargo-mixte qui assure le ravitaillement des îles et réalise des croisières aux Marquises, sera affrété pour le transport des sportifs et des organisateurs. « Afin qu'il puisse accéder au lagon dans les meilleures conditions, il était indispensable d'actualiser les données bathymétriques » explique Rémi Labonde, chef de la base hydrographique de Polynésie française (BHPF) à Tahiti. Un nouveau levé a été réalisé en 2021 dans les passes concernées ainsi que sur une voie recommandée qui relie la zone des JO aux points d'embarquement des participants et spectateurs sur l'île principale.

Les données ont ensuite été transmises aux équipes de Brest pour une mise à jour des cartes marines, en y ajoutant en particulier un cartouche de la zone de Teahupo'o. L'opération sera achevée en mai 2024. En parallèle, et suite au levé réalisé en 2021, le service des Phares et balises a entrepris la mise à jour du balisage de la zone. Ces travaux permettront par ailleurs d'améliorer la sécurité de la navigation intra-lagonaire et notamment des navettes scolaires.



Vague de Teahupo'o.
© Chris Hoare/Flickr

MARÉES À LA CARTE : UN NOUVEAU SERVICE SIMPLE, FIABLE ET ÉVOLUTIF

En simplifiant le parcours de ses utilisateurs et la réutilisation des données, le nouveau service « Marées à la carte » s'inscrit dans un mouvement général d'amélioration des produits et services du Shom qui répond notamment aux enjeux de numérisation des outils de navigation. Les explications de Gilles Martinoty, directeur adjoint du Shom.

Qu'est-ce que Marées à la carte ?

C'est un service qui permet de commander en ligne des prédictions de marée en les personnalisant. A minima l'utilisateur peut sélectionner les lieux et périodes sur lesquels il souhaite obtenir des informations, mais aussi accéder à des options avancées comme les variations de hauteur d'eau sur un laps de temps ou à une fréquence qu'il aura définis.

Pourquoi proposer ce nouveau service ?

L'offre de prédiction de marée du Shom était devenue avec le temps un peu foisonnante. Il y avait d'une part les annuaires des marées au format PDF, un deuxième produit qui donnait accès aux 100 principaux ports de France sous forme de tableau ainsi qu'un service de prédiction à la demande portant sur environ 1 000 ports. « Marées à la carte » propose un outil unique qui simplifie le parcours de l'utilisateur, quels que soient son profil ou ses besoins. Il présente par ailleurs les mêmes garanties de qualité, un engagement fondamental puisque le Shom fournit les prédictions de marées de référence au niveau national.

Comment a-t-il été mis en place ?

Le service a été ouvert en juin 2023. Simultanément, nous avons organisé un accompagnement personnalisé assuré par

les équipes du service Guichet unique qui ont aidé les utilisateurs à se familiariser avec le nouvel outil. Tout changement entraîne des interrogations compréhensibles et légitimes. Si 60 % des commandes passées pour la première fois à partir de la nouvelle interface ont suscité des questions, nous constatons que les clients qui se connectent à nouveau ne sollicitent plus d'assistance. Par ailleurs, les retours que nous avons sont très positifs. Et très utiles car ils nous permettront d'améliorer l'ergonomie de l'outil mais aussi d'ajuster l'offre.

Quels sont ses avantages ?

L'accent a été mis sur l'accessibilité des informations et leur réutilisation. L'un des grands changements, à ce niveau, est la suppression des PDF. Toutes les informations sont désormais téléchargeables aux formats XML ou TXT. Cela répond aux dispositions européennes et aux recommandations de l'État relatives à l'utilisation des données publiques. Cette démarche s'inscrit également dans la transition numérique que le Shom a engagée depuis quelques années, en particulier dans le cadre du déploiement de nouvelles normes de l'Organisation hydrographique internationale qui vont permettre de proposer des services innovants pour la navigation, toujours dans le but de renforcer la sécurité. —

Gilles Martinoty

Directeur adjoint
du Shom



NAV&CO ACCOMPAGNE LES USAGERS DU LITTORAL

En simplifiant l'accessibilité des informations maritimes, l'application grand public Nav&Co améliore et sécurise l'expérience des usagers du littoral.



Téléchargez l'application Nav&Co sur



ou



Navigateurs, pêcheurs ou même randonneurs, les usagers du littoral ne sont pas toujours au fait de la réglementation en vigueur. Les plaisanciers, en particulier, ne font pas forcément la démarche d'aller consulter à la capitainerie des arrêtés maritimes par ailleurs souvent complexes à appréhender. C'est sur la base de ce constat que l'application mobile Nav&Co a été conçue et développée par le Shom, en collaboration avec la Direction générale des affaires maritimes, de la pêche et de l'aquaculture (DGAMPA) et l'Office français de la biodiversité (OFB). Destiné au grand public, il s'agit avant tout d'un outil d'information qui vient compléter ceux de navigation sans s'y substituer pour autant.

L'application fonctionne sur Android et iOS. Elle présente un fond cartographique issu de data.shom.fr sur lequel l'utilisateur peut faire apparaître des couches d'informations en fonction de ses besoins : balisage de la zone afin d'obtenir des alertes en temps réel, données environnementales relatives à la faune et à la flore, ou encore points d'intérêts accompagnés de précisions historiques.

Expérimentée entre mai et décembre 2020 en Bretagne, Nav&Co couvre désor-



mais trois grandes zones géographiques : Atlantique-Manche-Mer du Nord, Méditerranée et Guadeloupe. « Conçue avec l'agence Bookbeo, son ergonomie a été pensée pour garantir une utilisation intuitive et un accès facile à des informations aussi utiles que complètes » précise Jean-Baptiste Dodeur, chargé de projets d'innovation numérique qui a supervisé le développement de Nav&Co. À terme, l'application proposera également des avertissements de navigation issus de la plateforme PING (lire encadré ci-dessous). —

FOCUS SUR... PING : L'INFORMATION NAUTIQUE MIEUX PARTAGÉE POUR UNE SÉCURITÉ RENFORCÉE

Plateforme nationale codéveloppée par le Shom et la DGAMPA, PING permettra à chacun d'accéder aux avertissements de navigation émis par les autorités maritimes. Après une phase de démonstration, son développement a été finalisé en 2022. L'année 2023 a été consacrée à la numérisation et à l'intégration des données existantes ainsi qu'à la formation des autorités maritimes de Cherbourg, Brest et Toulon qui en feront l'outil principal de production de leurs informations nautiques. Ne reste plus, avant l'ouverture au grand public, qu'à héberger PING sur les serveurs du ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires.

Afin d'alimenter tous les systèmes utilisateurs, y compris ceux destinés au grand public comme l'application Nav&Co, PING sera l'une des premières plateformes au monde à appliquer le standard S-124, déclinaison pour les avertissements de navigation de la norme cadre S-100 promue par l'Organisation maritime internationale (OMI). Grâce à ce standard, les avertissements pourront s'afficher directement sur les systèmes de navigation embarqués. Plus accessibles et mieux partagés, leur lisibilité sera améliorée et la sécurité des navigateurs s'en trouvera renforcée.

Le député mahorais
Mansour Kamardine à bord
du *Beautemps-Beaupré*.

OUTIL

Iridium, nouvel opérateur satellitaire pour NAVAREA II

Validé en 2020 par l'Organisation Maritime Internationale (OMI), le système de diffusion SafetyCast d'Iridium renforce la couverture satellitaire de l'opérateur historique Inmarsat pour le traitement des informations de sécurité maritime. **Un outil supplémentaire pour garantir l'efficacité du système mondial de sécurité en mer (SMDSM)** coordonné par la cellule NAVAREA du Shom, sur la zone allant de la pointe de la Bretagne à l'embouchure du fleuve Congo et jusqu'au milieu de l'Atlantique. Après une phase de tests et la formation des agents, le système est pleinement opérationnel au Shom depuis juin 2023.

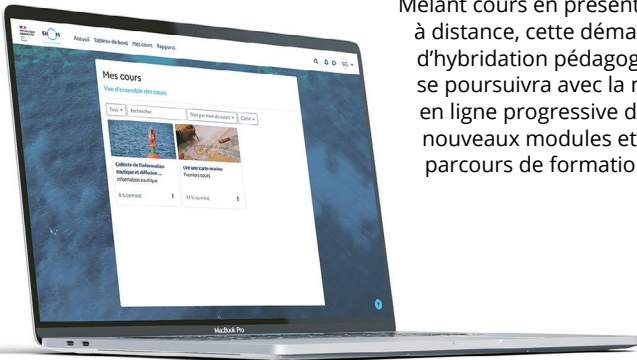


FORMATION

1^{er} cours en ligne pour l'école du Shom

Après avoir ouvert ses portes en 2017 aux étudiants de l'Université de Bretagne Occidentale (UBO), l'école du Shom élargit sa portée et son champ d'enseignement en proposant désormais une **formation sur les renseignements de sécurité maritime via sa plateforme de e-learning formation.shom.fr.**

Mêlant cours en présentiel et à distance, cette démarche d'hybridation pédagogique se poursuivra avec la mise en ligne progressive de nouveaux modules et parcours de formation.



NAVIGATION

Sécurisation d'une voie maritime à Mayotte

Parti de Brest en avril 2023, le *Beautemps-Beaupré* a passé six mois dans l'océan Indien, entre l'Indonésie, Madagascar et Mayotte où l'hydrographie du lagon a été complétée. Jusqu'à présent, les navires voulant joindre le sud de l'île depuis le port principal de Longoni, situé au nord-est, devaient effectuer un long contournement par l'ouest. **Les levés réalisés ont permis d'ouvrir une voie de navigation sécurisée dans une passe de petits fonds mal renseignée et dangereuse.**

À la satisfaction de contribuer à la sécurité maritime et au développement économique de l'île se mêle, pour les hydrographes du Shom, celle « *de défricher une zone vierge, comme le feraient des explorateurs* » témoigne Denis Créach, responsable de la mission.

NORMALISATION

Norme S-100 : un comité national pour accompagner la transition

D'ici la fin de la décennie, les cartes et ouvrages nautiques vont évoluer substantiellement en passant à la norme S-100, une nouvelle norme de l'Organisation hydrographique internationale (OHI). L'arrivée des produits **S-100 induit des adaptations technologiques pour les systèmes qui les exploitent**, notamment les *Electronic Chart Display and Information System* (ECDIS). Aussi, l'installation des premiers ECDIS S-100 à bord des navires est attendue pour 2026 et leur généralisation pour 2029. Pour accompagner les acteurs du monde maritime dans cette transition, le Shom et la Direction générale des affaires maritimes, de la pêche et de l'aquaculture (DGAMPA) ont créé le comité national S-100, dont le lancement a eu lieu le 15 novembre.

ENVIRONNEMENT

Mission en zone protégée dans les îles Chesterfield

En mai dernier, trois agents du Groupe océanographique du Pacifique (GOP) embarqués à bord du navire multi-mission *Amborella*, ont effectué des levés bathymétriques dans le parc naturel de la mer de Corail. Ils ont ainsi **confirmé la compatibilité de sites d'implantation de bouées acoustiques pour la surveillance des récifs éloignés**. La mise à disposition du navire par le gouvernement de la Nouvelle-Calédonie était une première. C'est une réussite et de nouvelles campagnes sont d'ores et déjà planifiées pour 2024.



LABELLISATION

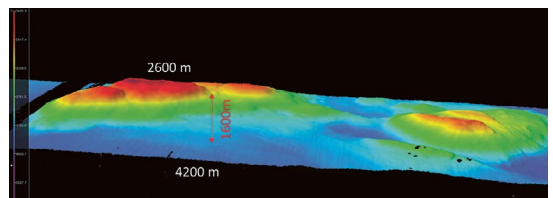
Les marégraphes de Brest et Marseille labellisés par l'OMM

Après 138 ans et 312 ans de mesures marégraphiques respectivement à Marseille et à Brest, la labellisation des deux sites par l'Organisation météorologique mondiale (OMM) **consacre l'importance à la fois historique et scientifique de deux des 50 marégraphes modernes opérés par le Shom**. Diffusées sur data.shom.fr, leurs données contribuent à analyser l'élévation du niveau de la mer et éclairent les réflexions sur l'évolution du changement climatique.

EXPLORATION

Découverte de monts sous-marins en océan Indien

Les fonds sous-marins réservent encore bien des surprises. Quittant l'Indonésie en direction de Madagascar, le *Beautemps-Beaupré* faisait route dans les eaux internationales quand son sondeur multifaisceau, activé pour alimenter le projet international GEBCO, signa une remontée de fond aussi rapide qu'inattendue car non-cartographiée, de - 4 000 m à - 2 600 m en 2 nautiques et 10 minutes. Passés l'effet de surprise et la vérification des mesures du capteur, l'émotion des hydrographes et membres d'équipage fut grande quand ils réalisèrent qu'**ils naviguaient à la verticale de monts sous-marins jusqu'alors inconnus**, entre l'île de Sumatra et les Maldives.



ACCOMPAGNER L'ÉCONOMIE BLEUE



En réponse à un besoin croissant de données maritimes fiables, accessibles et interopérables, le Shom propose ses expertises et ses moyens aux acteurs publics et privés de l'économie maritime. Études de levée de risque sur les zones d'énergies marines renouvelables (EMR) avec la Direction générale de l'énergie et du climat, amélioration du dispositif de vigilance vagues-submersion (VVS) aux côtés de Météo France et de la Direction générale de la prévention des risques, ou accompagnement des collectivités dans le cadre de leurs programmes d'actions pour la prévention des inondations (PAPI) : le Shom contribue directement aux politiques publiques maritimes, à l'aménagement du littoral et au développement de l'économie bleue.

+800 Km²

levés au profit des
EMR en 2023

125

années continues
de marée reconstituées
à Saint-Malo

8

épisodes de vigilance (orange
ou rouge) vagues-submersion
en 2023 pour la métropole

MODÉLISER LE PASSÉ POUR PRÉPARER L'AVENIR DE SAINT-MALO

En accès libre depuis l'été 2023, le rejeu climatologique HYWAT est une modélisation des vagues, marées et surcotes de plus de 40 ans sur toute la façade Atlantique. Il s'agit de l'un des livrables produits par le Shom pour la communauté d'agglomération de Saint-Malo afin d'alimenter son programme d'actions pour la prévention des inondations (PAPI).

« **E**lévation du niveau de la mer, submersion et érosion sont des risques auxquels nous sommes confrontés. Si nous souhaitons pouvoir y faire face et mieux préparer l'avenir, il nous est indispensable de connaître précisément notre environnement météo-marin » souligne Gilles Lurton, maire de Saint-Malo et président de Saint-Malo agglomération. C'est dans cet objectif que la communauté d'agglomération malouine a sollicité en 2018 l'appui du Shom pour la réalisation du programme d'études préalables¹ (PEP) à son programme d'actions pour la prévention des inondations (PAPI). Les actions du Shom se sont articulées autour de deux axes : « amélioration de la connaissance et de la conscience du risque » et « surveillance, prévision des crues et des inondations ».

Dans ce cadre, le Shom a réalisé une reconstitution d'une série marégraphique de 125 années continues, mené une campagne océanographique et hydrographique en mer, créé des cartes topo-bathymétriques ainsi qu'une modélisation des processus marins de la baie de Saint-Malo. « C'est la première fois que le Shom réalise un accompagnement global, avec notamment l'amélioration de la connaissance des processus hydrodynamiques et la préparation des systèmes de modélisation opérationnelle, dans le cadre d'un PAPI » indique Héloïse Michaud, experte en états de mer.

Regard sur 40 années de phénomènes marins

Pour le PAPI de Saint-Malo, le Shom a également réalisé un rejeu climatologique : une modélisation des marées, surcotes et vagues depuis 1979. Nommée HYWAT (*Hydrodynamics and waves hindcast*), cette simulation de plus de 40 ans de phénomènes marins repose sur des configurations des modèles HYCOM et WaveWatch III co-développées par le Shom et Météo France dans le cadre du projet HOMONIM et forcées par les données de vent et pression atmosphériques du modèle ERA 5 de l'ECMWF². « Associé à l'analyse d'événements météorologiques remarquables, HYWAT nous a permis de calculer les caractéristiques conjointes de hauteur d'eau statique et de vagues des tempêtes de périodes de retours décennales et centennales – c'est-à-dire pour les tempêtes qui auraient entre 10 et 1 % de risque de se produire chaque année - et d'estimer les conditions météo-marines favorables aux submersions marines dans la région de Saint-Malo » explique Héloïse Michaud.

Un rejeu de toute la façade Atlantique

« Les données et informations apportées par le Shom vont nous aider à dimensionner nos ouvrages de protection, dont les travaux sont prévus dans la phase finale du PAPI, ainsi qu'à calibrer nos opérations de surveillance des ouvrages. Le rejeu va en particulier nourrir l'étude de dangers des digues de Saint-Malo et contribuer à l'affinage du système de seuils d'alerte mis au point avec Météo-France » souligne Gilles Lurton. Accessible sur diffusion.shom.fr depuis l'été 2023, le rejeu climatique HYWAT porte sur l'ensemble de la façade Atlantique et peut donc bénéficier à l'ensemble des collectivités de ce littoral. —

¹ Anciennement « PAPI d'intention ».

² Centre européen pour les prévisions météorologiques à moyen terme.



Les travaux du Shom vont nous permettre de dimensionner au mieux nos futurs ouvrages de protection.

Gilles Lurton

Maire de Saint-Malo et président de Saint-Malo agglomération





Submersion marine à Préfailles (Loire-Atlantique) lors du passage de la tempête Ciaran le 2 novembre 2023.

© Thomas Campion Photographe

TOLOSA UN NOUVEAU MODÈLE DE RÉFÉRENCE POUR LA PRÉVISION DES SURCOTES

Développé par le Shom dans le cadre du projet HOMONIM, TOLOSA vient renforcer le système de vigilance vagues-submersion (VVS). Expérimenté à Météo France depuis février 2023, le modèle est aujourd'hui validé par les prévisionnistes de météo marine.

« *La tempête Ciaran abordera les côtes de la Bretagne mercredi soir. De fortes rafales de vents généreront de très fortes vagues. Les conditions atmosphériques engendreront aussi une surcote. Associées à des niveaux marins relativement élevés, ces conditions pourront engendrer des submersions par franchissement de paquets de mer sur les zones exposées de l'ouest et du sud de la Bretagne.* » Voilà le bulletin diffusé le mardi 31 octobre 2023 par Météo-France. Une prévision à laquelle le Shom a contribué en codéveloppant des modèles de surcotes et des états de mer (hauteur des vagues) dans le cadre d'HOMONIM, projet co-piloté avec Météo France depuis 2012 sous l'égide de la Direction générale de la prévention des risques. Son objectif : renforcer les dispositifs opérationnels de vigilance et d'avertissement, en particulier le dispositif de vigilance de Météo-France pour le phénomène vagues-submersion (VVS).

Lors des deux premières phases d'HOMONIM (2012-2020), le Shom et Météo-France

ont conçu des configurations pour des modèles préexistants : HYCOM pour les surcotes et WaveWatch III (WW3) pour les états de mer. Depuis 2020, lors de la 3^e phase du projet, le Shom développe un nouveau modèle de prévision des surcotes, beaucoup plus performant : TOLOSA. « *Nous ne souhaitons plus uniquement prévoir le risque mais aussi être capable de modéliser l'impact à terre de la submersion et d'apporter une aide à la décision aux systèmes de prévision locaux. Or HYCOM ne permettait pas de descendre suffisamment en résolution sans un temps de calcul extrêmement coûteux, donc réhibitore pour de l'opérationnel : il fallait changer de modèle* » confie Audrey Pasquet, ingénieure experte en hydrodynamique côtière.

Conçu pour être plus rapide, offrir une meilleure résolution et s'adapter plus facilement aux évolutions technologiques, TOLOSA est un modèle aux grilles dites « non structurées » : « *Cela permet de resserrer la résolution là où il est nécessaire d'avoir une bonne représentation des processus physiques, de la desserrer à d'autres endroits et ainsi d'optimiser le coût calcul* » explique l'experte. Depuis le mois de février 2023, une première configuration TOLOSA pour la façade Atlantique fonctionne à Météo France en parallèle d'HYCOM et doit remplacer ce dernier d'ici le printemps 2024. « *TOLOSA a été évalué pendant 4 mois puis validé par les prévisionnistes marine de Météo-France. Outre son bon rapport résolution-temps de calcul, l'outil a démontré ses performances, sa fiabilité et la qualité de ses prévisions* » assure Denis Paradis, responsable R&D du département Prévision marine et océanographique de Météo-France.

Avec une résolution comprise entre 50 et 200 mètres, TOLOSA Atlantique est déjà cinq à dix fois plus fin qu'HYCOM localement. Mais le modèle pourra aller encore plus loin : 20 à 30 mètres dans une configuration régionale en cours de développement, couplant TOLOSA avec WW3, voire jusqu'à quelques mètres sur des linéaires côtiers de l'ordre de la centaine de kilomètres pour des études locales. « *TOLOSA est porteur d'améliorations des prévisions de surcote, que ce soit en appui au dispositif VVS ou à la gestion locale des événements de submersions marines* » assure Denis Paradis. —

HYCOM AU SERVICE DE LA SURETÉ NUCLÉAIRE

« *I s'agit du plus important apport ponctuel de radionucléides artificiels pour le milieu marin jamais observé* » estimait, sept mois après l'accident nucléaire de Fukushima-Daiichi de mars 2011, l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN). Une catastrophe qui l'incitera à créer STERNE, un modèle numérique qui simule la dispersion des radionucléides en mer et permet de déterminer leur impact sur l'environnement.

Limiter les conséquences d'une pollution radioactive

En 2018, le Shom et l'IRSN débutent une collaboration dans le but d'interfacer STERNE avec le système opérationnel de prévisions océanographiques du Shom basé sur le modèle hydrodynamique HYCOM. Objectif : forcer STERNE avec des prévisions de courants produites par le Shom. Les tâches de R&D se sont achevées en 2022. En 2023, les développements ont été testés en conditions réalistes et transférés vers le système opérationnel. Les prévisions de courant du Shom sont ainsi mises à disposition de l'IRSN quotidiennement depuis le mois d'août. Elles peuvent être exploitées par l'IRSN pour évaluer la dispersion et l'impact sur l'environnement d'un rejet accidentel de radionucléides en mer. —

LE SHOM EN SOUTIEN DES POLITIQUES PUBLIQUES POUR L'ÉOLIEN EN MER

futures zones d'implantation de parcs éoliens au large des côtes de la Manche, de l'Atlantique et de la Méditerranée.

Pour des réponses techniques adaptées

Objectif de cette mission confiée par la Direction générale de l'énergie et du climat (DGEC) ? « Apporter un maximum d'informations sur les caractéristiques géophysiques, géotechniques et météo-océaniques de ces zones d'implantation afin d'alimenter le dialogue concurrentiel des appels d'offres et d'éclairer les candidatures des industriels », explique Éric Duporte, directeur de la division Développement et affaires. *La nature des fonds, la bathymétrie, les courants, les marées et les états de mer impactent le développement technique d'un projet ainsi que son coût à la construction puis à l'exploitation.* Réalisés entre 2020 et 2023 dans le cadre d'une convention pluriannuelle, 12 levés ont permis de mieux documenter les zones d'implantation d'éoliennes retenues par l'État, dont les deux derniers ont eu lieu en 2023 au large de Fécamp et dans le golfe du Lion. —

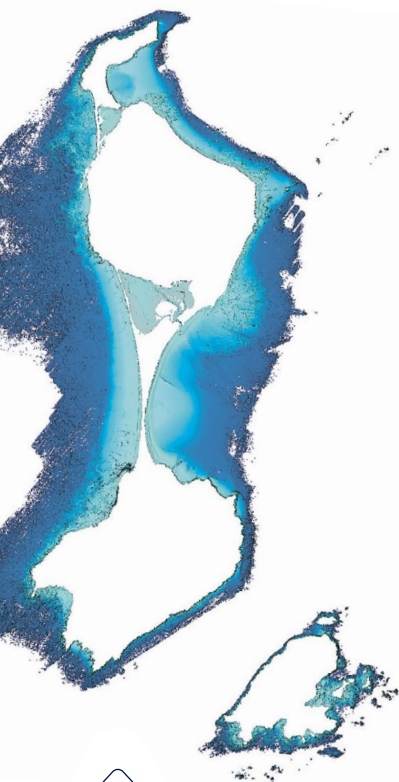
Le Lapérouse, le Borda et le Laplace en levés pour les EMR.

© Rick

Plus de 700 jours en mer, plus de 3 100 km² d'espaces maritimes explorés, plusieurs centaines de gigaoctets de données traitées et plus de 200 produits livrés : modèles numériques de terrain bathymétriques, cartes de nature de fond et d'épaisseur des sédiments, études statistiques approfondies sur les courants de marée et les états de mer... Tel est le bilan des quatre années de reconnaissance environnementale, aussi appelée études de « dérisquage », menées par le Shom sur les

LITTO3D UN PROGRAMME AU SERVICE DES TERRITOIRES

En 2023, Litto3D a poursuivi sa mission de cartographie en haute résolution des côtes françaises au moyen de campagnes de levés par LiDAR aéroporté. Co-piloté par le Shom et l'IGN, ce programme national lancé en 2005 a permis d'acquérir des données topo-bathymétriques sur la quasi-totalité du continuum terre-mer français, y compris les zones d'estran, de récifs ou de très petits fonds. Difficilement accessibles, ces zones méconnues sont pourtant au cœur de problématiques telles que l'érosion du littoral.



Première couverture bathymétrique côtière au LiDAR de Saint-Pierre et Miquelon.

Saint-Pierre-et-Miquelon : des données Litto3D décisives

Submersion, érosion, tempêtes... Pour certaines communes, ces phénomènes, accentués par le changement climatique, ont un impact majeur. C'est le cas de Miquelon. Situé à deux mètres au-dessus du niveau de la mer, le village fait face à une forte menace de submersion au point de risquer de disparaître. Conséquence : en 2018, le plan de prévention des risques littoraux (PPRL) local a drastiquement limité l'urbanisation de Miquelon. La municipalité prend alors la décision inédite de déplacer le village. C'est dans ce contexte qu'au mois de septembre 2023 s'est déroulée la première campagne Litto3D du Shom sur l'archipel de Saint-Pierre-et-Miquelon, en partenariat avec la Direction générale de la prévention des risques. Les données acquises lors de cette opération permettront de créer des cartes et modèles numériques topo-bathymétriques de haute résolution du littoral de l'archipel utiles pour de nombreux acteurs : sédimentologues, élus, porteurs de projet mytilicole ou ostréicole, modélisateurs, prévisionnistes...

Au vu de l'urgence de la situation, le projet Litto3D pour ce territoire d'outre-mer débouchera également sur une carte sédimentaire de l'ensemble de l'archipel : une première. Ces données et les productions associées seront précieuses pour l'avenir des Miquelonnais comme l'explique leur

FOCUS SUR... LA ZONE CÔTIÈRE BRETONNE INTÉGRALEMENT DISPONIBLE EN HAUTE-RÉSOLUTION

La Côte de Granit rose, la presqu'île de Quiberon ou encore la baie de Saint-Brieuc : depuis mai 2023, les reliefs de l'ensemble des côtes bretonnes sont représentés en 3D grâce aux campagnes de levés Litto3D. Accessibles librement et gratuitement sous la forme d'un modèle numérique de terrain (MNT) et d'un nuage de points de mesure, ces données inédites sont l'aboutissement d'un travail initié en 2018. Le modèle sera complété en 2024 par les données terrestres acquises par l'IGN.



MNT topo-bathymétrique de l'île de Bréhat.

FOCUS SUR... UN PREMIER PRODUIT LITTO3D POUR LA NOUVELLE-AQUITAINE

Depuis juin 2023, data.shom.fr propose la modélisation 3D de la topo-bathymétrie du bassin d'Arcachon. Il s'agit du premier produit issu des campagnes Litto3D menées depuis 2020 dans cette région particulièrement impactée par l'érosion du littoral.

maire, Franck Detcheverry : « En nous permettant de connaître avec précision nos fonds marins, leur nature et les processus qui s'y déroulent, les données du Shom nous aideront à prendre des décisions éclairées pour l'avenir de notre village, à mieux protéger les habitants ainsi que notre isthme, cordon économique et social de Miquelon-Langlade. » —



ÉVÉNEMENT

merIGéo, au cœur des données géographiques marines

C'est l'événement national sur la géomatique appliquée aux problématiques marines, de la côte aux grands fonds. L'édition 2023 de merIGéo s'est déroulée au Havre du 14 au 16 mars à l'École nationale supérieure maritime.

Organisé tous les deux ans par le Shom, l'Ifremer et l'Office français pour la biodiversité (OFB), le rendez-vous a réuni une centaine de participants.

Au programme : 32 communications orales et 16 posters sur des sujets tels que la cartographie de la distribution d'espèces marines ou l'identification de zones de moindres contraintes pour les parcs éoliens offshore flottants.

ENVIRONNEMENT

Veiller à la préservation des écosystèmes marins

Définir, évaluer et protéger le bon état écologique (BEE) des masses d'eaux marines : c'est l'ambition de la directive-cadre Stratégie pour le milieu marin (DCSMM). Pilier environnemental de la politique maritime intégrée de l'Union européenne, cette directive s'appuie sur 11 descripteurs pour qualifier le BEE. À l'échelle française, **le Shom coordonne l'évaluation et le programme de surveillance de deux d'entre eux : « changements hydrographiques » (D7) et « bruit sous-marin » (D11)**. En 2023, il a notamment apporté ses compétences en acoustique sous-marine aux décideurs français et européens dans le cadre du groupe technique européen sur la pollution sonore (TG-Noise), et des conventions de mers régionales OSPAR et de Barcelone.

PARTAGE & VISUALISATION

Nouvelle version du portail national des limites maritimes

La France possède plus de 10,2 millions de km² d'espaces maritimes. Mais où se trouvent les limites de ce domaine ou celles liées à la circulation maritime, à la pêche, aux affaires maritimes ou encore aux aires marines protégées ? Toutes ces informations et bien d'autres sont disponibles sur le portail national des limites maritimes officielles françaises : limitesmaritimes.gouv.fr. Conçu et animé par le Shom depuis 2018 pour le compte du Secrétariat général de la mer, ce site accessible à tous a fait peau neuve en février 2023 grâce à un financement du plan France Relance. **Plus ergonomique, sa nouvelle version propose également davantage d'informations basées sur les données du Shom** ou de ses partenaires tels que l'Office français de la biodiversité.

Illustration du portail national des limites maritimes.



COOPÉRATION INTERNATIONALE

Acteur majeur de la communauté hydrographique internationale, le Shom est impliqué dans de nombreux projets européens et travaux internationaux. Il contribue activement au développement de normes, de produits et de services au bénéfice de la planification de l'espace maritime, de la mise en commun des données bathymétriques, de la surveillance maritime... Sans oublier son accompagnement technique et scientifique auprès de pays partenaires tels que le Nigeria.

3^E ASSEMBLÉE GÉNÉRALE DE L'OHI

Du 2 au 5 mai, le Shom a représenté la France à la 3^e assemblée générale de l'Organisation hydrographique internationale (OHI) à Monaco, en présence de 400 autres délégués des 98 États membres. Cette assemblée a notamment **approuvé la feuille de route stratégique de la norme S-100** qui va permettre d'augmenter considérablement les services numériques pour la sécurité et l'efficacité de la navigation.

Outre l'adhésion de sept nouveaux membres (Bulgarie, Ghana, Albanie, Guyana, Angola, Irak et les îles Salomon), l'OHI a célébré en présence du Prince Albert II de Monaco les 120 ans du projet de cartographie bathymétrique mondiale des océans GEBCO. Ce rendez-vous fut aussi l'occasion pour les participants de découvrir les dernières avancées technologiques comme les drones hydrographiques et océanographiques de surface et sous-marins, dont le DriX de l'industriel français Exail. —

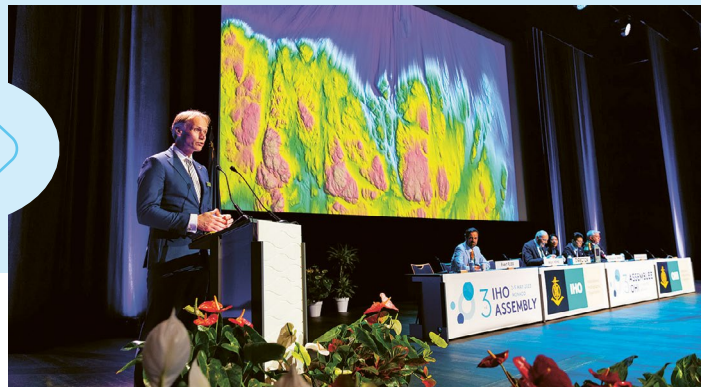


ACCORD DE COOPÉRATION AVEC LA COMMUNAUTÉ DU PACIFIQUE

Un accord entre le Shom et la Communauté du Pacifique (CPS) a été signé le 27 février à Nouméa, siège de la CPS. Il renforcera la coopération entre les deux organismes sur le plan de l'hydrographie dans la région Pacifique pour la maîtrise d'enjeux majeurs comme la sécurité de la navigation, la protection de l'environnement et de la biodiversité, le suivi du niveau de la mer, la compréhension du rôle de l'océan dans le climat, la modélisation de l'océan et la prévention des risques météorologiques et d'origine tsunamis...

« Cet accord crée **une dynamique nouvelle de partage des connaissances scientifiques et techniques**, souligne Pierre-Yves Dupuy, directeur des missions institutionnelles et des relations internationales. Il permet également au Shom de mettre à disposition son expertise, par exemple pour l'évaluation et la prévention des impacts du changement climatique. » —

© OHI





Le NNS Lana et le bâtiment hydrographique Borda naviguent de conserve.

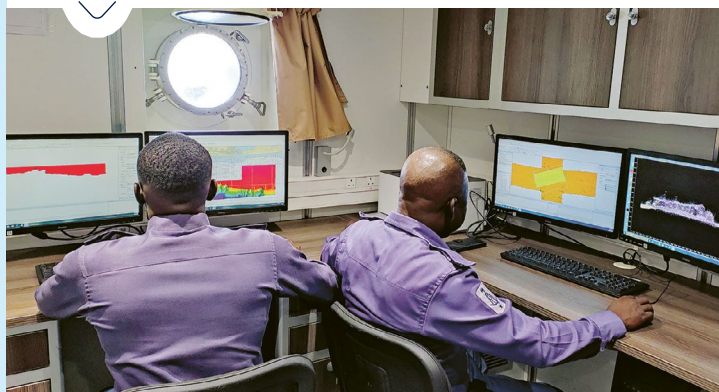
© Nigerian Navy

UN ACCOMPAGNEMENT GLOBAL POUR LE NIGERIA

Assistance à maîtrise d'ouvrage d'un chantier naval, formation d'hydrographes, opérations en mer... De 2019 à 2023, le Shom a accompagné la construction, la mise en service et l'exploitation d'un navire hydro-océanographique destiné à la marine nigériane : le NNS Lana. En mai 2022, ce nouveau navire et le bâtiment hydrographique Borda naviguaient côte à côte pour un exercice de coopération et de formation de quatre jours.

Intégration et essais d'équipements scientifiques, collecte et traitement de données en mer, formations théoriques et pratiques... La coopération entre le Shom et la marine nigériane a pris de multiples formes pour le NNS Lana, nouveau navire hydro-océanographique élu « meilleur grand navire de recherche 2021 » par le magazine spécialisé *Baird Maritime*. Plusieurs formations ont notamment été dispensées pendant cinq semaines à l'école du Shom à Brest, abordant différents systèmes de mesures hydrographiques et océano-

Salle de traitement des données du NNS Lana.

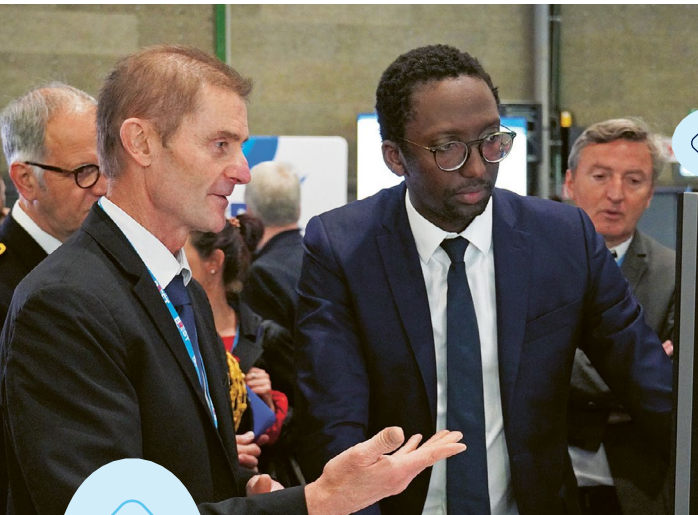


graphiques dont les sondeurs mono et multifaisceaux, l'hydrologie, la bathysonde et les courantomètres ADCP. Finalité : aider les marins et hydrographes nigériens à monter en compétences et à maîtriser leurs nouvelles capacités hydrographiques.

Un soutien technique et scientifique

« C'est l'un des points forts de cette coopération : grâce à la diversité de ses savoir-faire et à son expertise, le Shom a été en mesure de proposer une assistance sur mesure et continue à ses homologues nigériens afin qu'ils puissent opérer en toute autonomie » témoigne Gabin Sogorb, ingénieur hydrographe en charge de l'assistance technique du navire pendant deux ans à Lagos et aujourd'hui à la tête de la division Relations extérieures du Shom. « Il faut également souligner que ce partenariat s'inscrit dans une coopération plus large entre nos deux pays, destinée à renforcer la sécurité de la navigation dans cette zone à forts enjeux géopolitiques. »

Après la recette des équipements scientifiques et de la vedette hydrographique embarqués, sous pilotage des experts du Shom, le contrat d'assistance technique signé en 2021 entre le Shom et le chantier naval OCEA a pris fin le 1^{er} août 2023. Pour autant, la coopération entre les deux pays perdure sous la forme d'aide ponctuelle, de visites de délégations ainsi que de missions de formation. « Un élève nigérien participera au cours de cartographie marine en 2024 » précise Gabin Sogorb. Cet accompagnement du Shom vise notamment à soutenir l'ambition affichée du Nigéria qui souhaite devenir un pôle d'excellence hydrographique en Afrique de l'Ouest. —



Visite d'Hervé Berville, secrétaire d'État chargé de la Mer, aux côtés de Laurent Kerléguer, directeur général du Shom, à l'occasion des EMD.

JOURNÉES EUROPÉENNES DE LA MER : BREST ET LE SHOM AU CŒUR DE L'EUROPE

Organisé pour la première fois en France, l'*European maritime day* (EMD) s'est déroulé les 24 et 25 mai 2023 à Brest. Une **occasion unique pour le Shom de valoriser ses actions auprès de la communauté européenne du maritime**, en particulier son implication dans des projets d'envergure tels que CISE-Alert et EMODNet ainsi que ses produits au service des navigateurs et de leur sécurité : data.shom.fr, PING, Nav&Co, limitesmaritimes.gouv.fr... La veille, le Shom avait convié ses homologues européens de l'OHI ainsi que la DG MARE à des séances de travail en commun dans le cadre de leurs accords de coopération. —

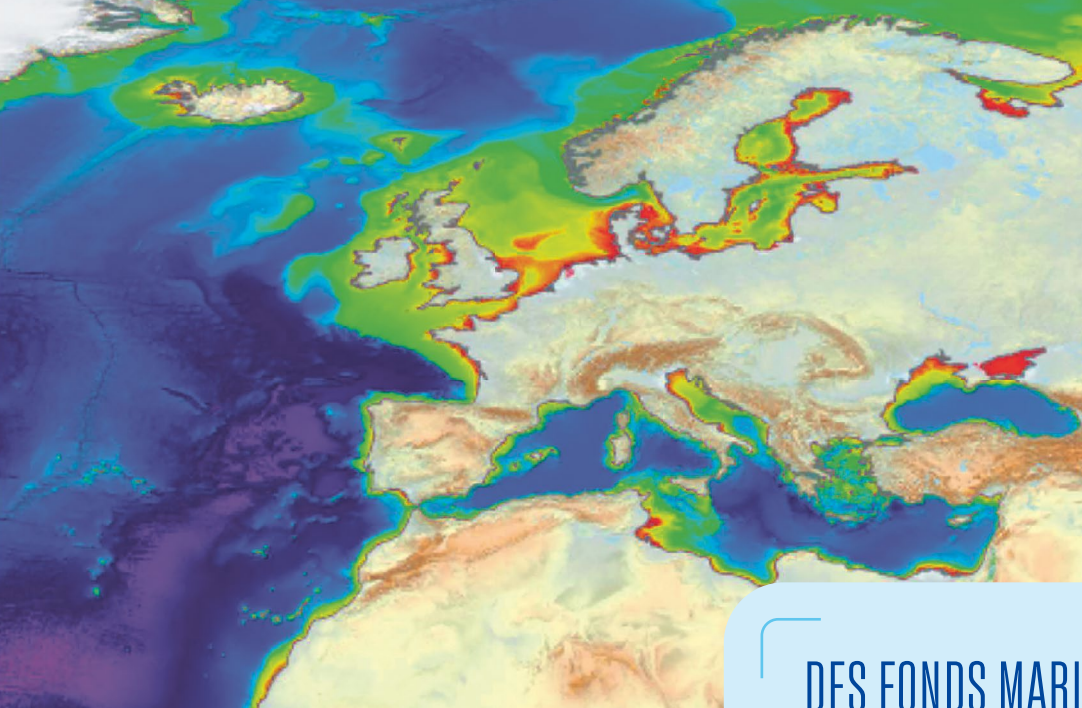
L'OHI EN SOUTIEN DE L'ÉGALITÉ FEMMES-HOMMES DANS L'HYDROGRAPHIE

Le Shom contribue à un grand nombre de groupes de travail de l'OHI : nouvelles cartes de navigation et transition vers le numérique (S-100), bathymétrie participative, formations... Parmi eux, le sous-comité sur le renforcement des capacités (CBSC) œuvre notamment à promouvoir l'égalité femmes-hommes dans le domaine de l'hydrographie. Plusieurs initiatives ont été lancées dont un **programme de mentorat auquel le Shom participe**. Il est destiné à sensibiliser les femmes aux métiers maritimes et aux opportunités de carrière en hydrographie dans le monde. —

CISE-ALERT : L'INTERCONNEXION DES SYSTÈMES OPÉRATIONNELS DE SURVEILLANCE MARITIME EUROPÉENS

CISE-Alert accompagne le passage en phase opérationnelle de CISE (*Common Information Sharing Environnement*), un réseau d'échange européen piloté depuis 2019 par l'Agence européenne de sécurité maritime (AESM). Ce projet prévu jusqu'en octobre 2024 réunit une douzaine de partenaires issus de huit États membres dans le but de **faciliter et d'améliorer l'échange de données entre leurs autorités maritimes**. Pour le Shom, il s'agira de partager les données issues de data.shom.fr et les avis urgents aux navigateurs de la plateforme PING (lire p. 25). En 2023, le Shom a réalisé une cartographie des différents systèmes opérationnels des partenaires en vue de leur connexion, listé les données disponibles ou requises, et participé à l'élaboration de scénarios pour les tests de simulation de crise programmés en 2024 : opérations de sauvetage, pollution, activités illégales... Finalité de ces travaux : aider les acteurs de la surveillance maritime tels que les douanes, garde-côtes, marines nationales ou sauveteurs en mer à mieux coopérer et coordonner leurs interventions grâce à des informations fiables et actualisées. —





LE SHOM EN VISITE DANS LE MISSISSIPPI

Du 19 au 22 septembre, une délégation du Shom a rencontré sous le signe de la coopération son homologue américain, le *Naval Meteorology and Oceanography Command* (CNMOC), au *Stennis Space Center* (Mississippi). Ce fut l'occasion d'**échanger sur le défi des données** : données massives, potentiel de l'IA pour accélérer les traitements, partage des données, etc. Les capacités respectives de modélisation océanographique, le développement de futurs navires et l'utilisation des drones furent également abordés. Le Shom s'est intéressé à l'expérience riche du CNMOC dans les déploiements de *gliders* : des planeurs sous-marins très endurants permettant de réaliser des séries longues de mesures variées. —

DES FONDS MARINS EUROPÉENS TOUJOURS MIEUX DÉCRITS

Publiée en janvier 2023, la nouvelle version du modèle numérique de terrain (MNT) EMODnet Bathymétrie offre un **produit plus détaillé avec de nouvelles données bathymétriques** des partenaires (provenant de Lituanie, Irlande, Islande, Pologne pour les nouveaux). Au-delà des zones européennes, cette nouvelle version s'étend à la zone Caraïbes, notamment au large de la Guadeloupe, de la Martinique, de Saint-Martin, d'Aruba et de Curaçao. Coordonné par le Shom et destiné à synthétiser la bathymétrie des fonds marins européens, EMODnet Bathymétrie réunit plus d'une quarantaine de partenaires d'une vingtaine de pays européens. —

L'ÉQUIPE PROJET S-101 DE L'OHI RÉUNIE À BREST

Le Shom participe activement aux travaux de l'Organisation hydrographique internationale (OHI) pour le déploiement de la norme S-100 dont l'objectif est la numérisation complète des produits et services de *e-navigation* de l'Organisation maritime internationale (OMI). L'équipe internationale du projet de **nouveau format de carte électronique S-101** s'est réunie à Brest du 13 au 15 juin. Les ENC S-101 seront disponibles pour les premiers navires équipés d'ECDIS (systèmes électroniques de visualisation de cartes et d'informations) compatibles avec la norme S-100 à partir de 2026. —





ESSAI TRANSFORMÉ POUR LE 1^{ER} ALTERNANT DU SHOM

Après un an d'alternance au sein du département Intégration, essais, mouillages et maintenance (IEMM) du Shom, Gwendal Simon a été embauché en CDI le 1^{er} septembre 2023 en tant que technicien en maintenance des systèmes embarqués. Une opportunité évoquée avec lui dès son premier entretien alors qu'il entamait sa licence professionnelle Systèmes d'électronique marine embarqués (SEME) à l'Université de Bretagne occidentale. « À l'origine je ne connaissais pas le Shom, confie Gwendal. Mais ma 1^{re} visite a suffi à confirmer mon **intérêt pour cet établissement historique qui maîtrise ses sujets et me proposait des missions très intéressantes, en cohérence avec mes objectifs de formation.** »

En plus de Gwendal, deux autres apprentis ingénieurs ont rejoint le Shom en 2022. Initié cette même année, le recours à l'apprentissage s'est traduit en 2023 par le recrutement de sept nouveaux alternants aux profils variés. —

DÉPLOIEMENT DU PLAN HANDICAP

Entré en vigueur en avril 2023, le plan handicap du Shom vise à favoriser l'inclusion et le recrutement des personnes en situation de handicap ainsi que la promotion d'actions de sensibilisation à destination de tous les personnels. Parmi les premières actions engagées : la nomination d'un correspondant handicap, chargé de coordonner la mise en œuvre de ce nouveau plan et d'accompagner les personnels concernés, et la **création d'un réseau handicap composé d'agents** (responsable qualité de vie au travail, assistant social, chargé de prévention...) et de partenaires extérieurs dont le Fonds pour l'insertion des personnes handicapées dans la Fonction publique (FIPHFP) et l'association Arpejeh. En novembre, le Shom a également renouvelé sa participation à deux événements en faveur de l'insertion professionnelle des candidats en situation de handicap : la journée nationale du DuoDay et le forum Handijob. —

RESSOURCES HUMAINES

Mise en œuvre d'un plan d'actions en faveur de l'insertion des personnes en situation de handicap, développement du recrutement par apprentissage, évolution des processus d'embauche... Le Shom déploie une politique RH innovante qui participe à son attractivité et à l'amélioration de la qualité de vie au travail. Dès 2024, les agents du siège social bénéficieront par ailleurs d'un bâtiment flambant neuf.

INNOVATIONS DANS LE RECRUTEMENT

Évolution des processus d'embauche grâce à une démarche « d'aller vers », sourcing, renforcement des activités de veille et de communication sur le réseau LinkedIn... 2023 a marqué **un tournant dans la politique de recrutement du Shom**, notamment

avec sa participation à des forums d'entreprises organisés par des écoles d'ingénieurs (ENIB, ENSTA) et à des forums de recrutement régionaux tels que les salons brestois Azimut et Job connect. « Ces actions nous permettent de gagner en réactivité, de repérer et de recevoir plus rapidement les candidats qui se démarquent. Au total, le Shom a lancé plus de 80 recrutements cette année avec près de 1 700 candidatures reçues » détaille Emmanuelle Bourillot, responsable recrutement, formation et développement RH. —





1

UN NOUVEAU BÂTIMENT SE DRESSE SUR LE SIÈGE DU SHOM

Après deux ans et demi de chantier, le bâtiment H a été livré en octobre 2023 sur le site du Bergot, à Brest. Il va offrir un environnement mieux adapté aux évolutions des besoins et méthodes de travail de plus de 200 agents.

1_ Vue générale du bâtiment H et de l'œuvre Vigie de l'artiste Hoel Duret.
© Charles Bouchaib

2_ Chaque bureau est équipé de mobilier neuf, notamment de bureaux électriques à mémoire de position.

3_ L'espace de convivialité du tripode.

Sa forme en anneau évoque d'emblée le logo du Shom. Elle vise surtout à favoriser les collaborations entre services. Le nouveau bâtiment implanté sur le site du Bergot, au siège du Shom, a été réceptionné le 19 octobre. Ses 3 000 m² de surface utile vont accueillir, à partir de janvier 2024, la direction générale et la grande majorité des agents des directions et services de production, de l'innovation et des relations internationales. « *Vétuste, mal isolé, amianté, trop cloisonné... Le bâtiment principal, construit dans les années 1970, est une passoire thermique qui ne répond plus aux besoins*, rappelle Sébastien Beuchard, directeur des moyens généraux et spécifiques. *Ce nouveau bâtiment va offrir de bien meilleures conditions de travail et un gain de confort pour les usagers.* »

Fonctionnel, lumineux, construit en béton préfabriqué, le bâtiment a été conçu par RAUM, un atelier d'architecture nantais. Ses deux niveaux superposés disposent chacun d'un unique couloir circulaire desservant l'ensemble des espaces : bureaux individuels et collectifs, quatre salles de réunion (d'une capacité de 10 (x2), 14 et 18 personnes) ainsi que deux espaces de *co-working* d'environ 30 m² chacun. Au centre, un îlot, appelé « tripode », offre des espaces de convivialité : salle de sport et zone de détente au rez-de-chaussée, terrasse avec bancs et toiture végétalisée au 1^{er} étage. « *Le bâtiment s'adapte aux nou-*

veaux besoins et méthodes de travail des agents, souligne Sébastien Beuchard. *Les spécificités d'aménagement liées à certains postes comme ceux des cartographes ont bien entendu été prises en compte.* »

À l'instar des autres constructions du site du Bergot, le bâtiment est relié au réseau de chaleur urbain de Brest métropole. Bâti dans le respect de la réglementation thermique RT2012, il dispose notamment d'un système d'éclairage LED automatique et de panneaux photovoltaïques en toiture destinés à l'autoproduction. D'un coût global d'environ 10,5 M€ TTC, cette construction s'inscrit dans une vaste opération immobilière du site du Bergot dont la prochaine étape, jusqu'à fin 2025, sera la déconstruction du grand bâtiment libéré par le personnel qui rejoint le nouveau bâtiment, puis la rénovation et la réaffectation à un autre usage du bâtiment actuel de la direction. —



2



3

GOUVERNANCE DU SHOM

CONSEIL D'ADMINISTRATION

PRÉSIDENT

- **Amiral Nicolas Vaujour** : Chef d'état-major de la Marine – EMM
- **Vice-amiral d'escadre François Moreau** (suppléant) : Major général de la Marine – EMM

MEMBRES REPRÉSENTANTS LE MINISTRE DE LA DÉFENSE

- **Général de division François Xavier Mabin** : Commandant le commandement pour les opérations interarmées – EMA
- **Lieutenant-Colonel François Noël** (suppléant) : Chef du bureau GHOM – EMA
- **Ingénieure générale hors classe de l'armement Cécile Sellier** : Directrice technique de la DGA – DGA
- **Ingénieur général des études et techniques de l'armement Mike Bargain** (suppléant) : Responsable du pôle « architecture et techniques des systèmes CSR » – DGA
- **Christophe Mauriet**, Secrétaire général pour l'administration – SGA
- **François Devoucoux du Buysson** (suppléant) : Expert de haut niveau – SGA
- **Vice-amiral d'escadre Jacques Fayard** : Commandant des forces sous-marines et de la force océanique stratégique – ALFOST
- **Contre-amiral Cédric Chetaille** : Adjoint au sous-chef opérations aéronavales, chargé de la maîtrise des fonds sous-marins – ALOPS
- **Capitaine de vaisseau Alain Thomas** (suppléant) : Chef du bureau études emploi doctrine de l'État-major des opérations de la Marine – ALOPS
- **Capitaine de vaisseau Yann Bied-Charreton** (suppléant) : Adjoint au sous-chef d'État-major des opérations aéronavales – ALOPS

CONSEIL SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE

- **Philippe Dandjin** : Président – Ingénieur général des ponts, des eaux et des forêts Directeur de l'École nationale de la météorologie – Météo-France
- **Xavier Bertin** : Directeur de recherche CNRS au LIENSS (UMR 7266) Université La Rochelle
- **Xavier Carton** : Professeur des Universités au LOPS (UMR 6523) Université de Bretagne Occidentale
- **Christophe Claramunt** : Professeur des Universités et directeur de la recherche – École navale
- **Nathalie Debese** : Maître de conférences au Lab-STICC (UMR 6285) ENSTA Bretagne

MEMBRES REPRÉSENTANTS LES AUTRES MINISTRES

- **Charles Christin** : Représentant du ministre chargé du budget
- **Pascal Michel** : Représentant du ministre chargé de l'industrie
- **Didier Le Moine** (suppléant) : Représentant du ministre chargé de l'industrie
- **Vincent Denamur** : Administrateur général des affaires maritimes
- **Lionel Houllier** (suppléant) : Représentant du ministre chargé de la mer
- **Fabienne Ricard** : Représentante du ministre chargé de l'environnement
- **Magali Naviner** (suppléant) : Représentante du ministre chargé de l'environnement
- **Loïc Biwand** : Représentant du ministre chargé de l'outre-mer
- **Didier Lallement** : Secrétaire général de la mer
- **Vvan de Trogoff** (suppléant) : Représentant du Secrétaire général de la mer

PERSONNALITÉS CHOISIES EN RAISON DE LEUR COMPÉTENCE

- **Isabelle Hilali** : Présidente – Datacraft
- **Virginie Schwarz** : Présidente-directrice générale – Météo-France
- **Erven Léon** : Administrateur de l'association nationale des élus du littoral – ANEL
- **Hervé Moulinier** : Président d'honneur – Pôle Mer Bretagne-Atlantique

MEMBRES REPRÉSENTANTS LE PERSONNEL

Membres représentants le personnel civil du Shom

- **Gaël André** – CGT
- **Fanny Lecuy** (suppléant) – CGT
- **Dominique Carval** – CFDT
- **Agnès Laure** (suppléant) – CFDT
- **Eric Sicot** – UNSA
- **Nicolas Weber** (suppléant) – UNSA

Membres représentants le personnel militaire du Shom

- **Ingénieur en chef de première classe des études et techniques de l'armement Ronan Pronost**
- **Major Erwan Combot** (suppléant)

- **Yann Doutreleau** : Ingénieur en chef de l'Armement Directeur Scientifique – ENSTA Bretagne
- **Javier Escartin** : Directeur de recherche CNRS au Laboratoire de géologie (UMR 8538) – INSU
- **Ronan Fablet** : Professeur des Universités au Lab-STICC (UMR 6285) IMT Atlantique
- **Nathalie Favretto-Cristini** : Directrice de recherche CNRS au Laboratoire de mécanique et d'acoustique (UMR 7031) – INSIS
- **Erwan Guena** : Officier de programme spécialisé météorologiste-océanographe État-major de la Marine
- **Isabelle Guilloton Chantreuil** : Ingénieure – DGA
- **Hélène Howa** : Professeure des Universités au LPG-BIAF (UMR 6112) Université d'Angers
- **Olivier Jamet** : Chercheur à l'Institut de physique du globe de Paris (UMR 7154) Chef-adjoint du service de géodésie et métrologie – IGN
- **Jean-Paul Vila** : Professeur émérite à l'Institut de mathématiques de Toulouse (UMR 5219) – INSA

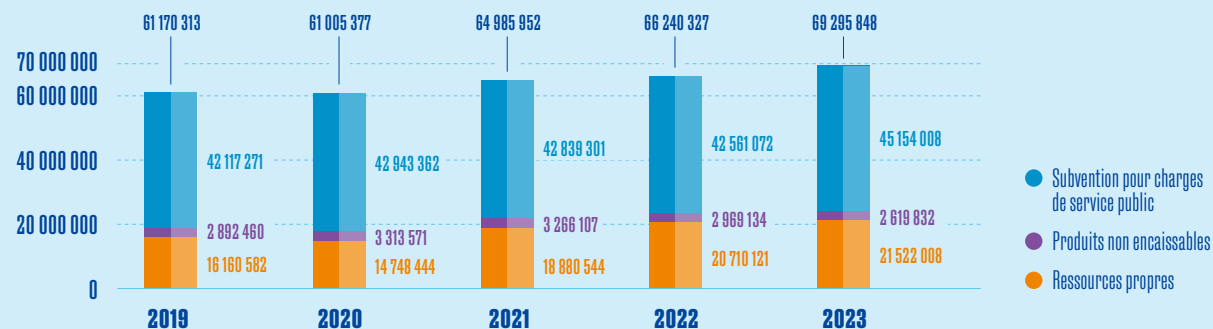
FINANCES

Chiffres arrêtés au 31 décembre 2023

COMPTE DE RÉSULTAT

CHARGES	MONTANT EXÉCUTÉ	PRODUITS	MONTANT EXÉCUTÉ
Personnel	41 620 866	Subvention de l'État	45 154 008
Dont charges de pensions civiles	4 785 207	Fiscalité affectée	0
Dont charges de pensions militaires	6 493 134	Autres subventions	4 695 921
Fonctionnement hors personnel	20 483 687	Autres produits	19 445 919
TOTAL DES CHARGES	62 104 553	TOTAL DES PRODUITS	69 295 848
RÉSULTAT			+ 7 191 295

ÉVOLUTION DE LA RÉPARTITION DES PRODUITS en euros

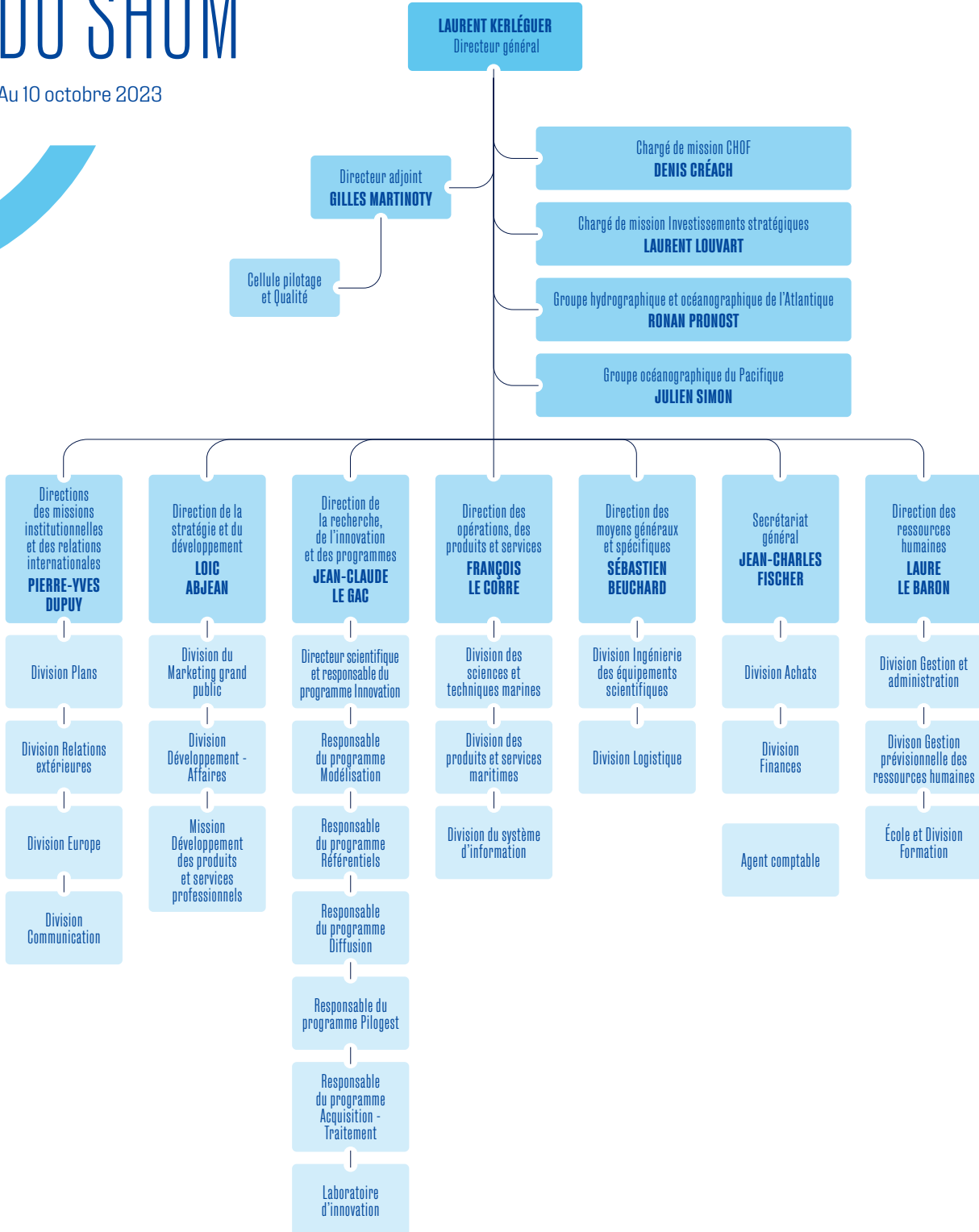


SITUATION PATRIMONIALE

EMPLOIS	MONTANT EXÉCUTÉ	RESSOURCES	MONTANT EXÉCUTÉ
Insuffisance d'autofinancement	0	Capacité d'autofinancement	10 738 347
Investissements	9 409 963	Financement de l'actif par l'État	1 704 478
TOTAL DES EMPLOIS	9 409 963	Financement de l'actif par des tiers	900 435
		Autres ressources	5 000
		TOTAL DES RESSOURCES	13 348 260
AUGMENTATION DU FONDS DE ROULEMENT			+ 3 938 298

ORGANIGRAMME DU SHOM

Au 10 octobre 2023



GLOSSAIRE

AESM	Agence européenne pour la sécurité maritime
AML	<i>Additional Military Layers</i>
APOGé	APplications Opérationnelles en Géophysique
ARGO	Programme scientifique de la Commission océanographique intergouvernementale de l'Unesco et l'Organisation météorologique mondiale
AOG	<i>Amphibious Operations Graphic</i> - Synthèse des informations décrivant un site de débarquement.
AUV	<i>Autonomous Underwater Vehicle</i> - Drone sous-marin
BH-NG	Bâtiment hydrographique de nouvelle génération
BHO	Bâtiment hydrographique et océanographique
BHPF	Base hydrographique de Polynésie française
CCTM	Cartes de commandement terre-mer
CEP	Centre d'expérimentation du Pacifique
GENTEX METOC	Centre d'expertise météorologique et océanographique de la Marine
CFuD	Centre de fusion de données
CHOF	Capacité hydrographique et océanographique future. Programme de la DGA visant à renouveler les moyens d'acquisition de données hydro-océanographiques.
CISE	<i>Common Information Sharing Environment</i>
CMI	Comité interministériel d'investissement
GNES	Centre national d'études spatiales français
COI-UNESCO	Commission océanographique intergouvernementale de l'UNESCO
DGAMPA	Direction générale des affaires maritimes, de la pêche et de l'aquaculture
Drassm	Département des recherches archéologiques subaquatiques et sous-marines
ECMWF	Centre européen pour les prévisions météorologiques à moyen terme
ECDIS	<i>Electronic Chart Display and Information System</i> - Système de visualisation de cartes marines au format électronique ENC
FAPF	Forces armées en Polynésie française
GEBCO	<i>General Bathymetric Chart of the Oceans</i> - Représentation bathymétrique mondiale des océans
GMWG	<i>Geospatial Maritime Working Group</i>
GHOA	Groupe hydro-océanographique de l'Atlantique

GOP	Groupe océanographique du Pacifique
HOMONIM	Historique, Observation, MOdélisation des Niveaux Marins
HO	Hydrographie et océanographie
HYWAT	<i>Hydrodynamics and waves hindcast</i>
KaRIn	Radar altimétrique de rupture qui repose sur des techniques interférométriques
LiDAR	<i>Light detection and ranging</i> - Détection et télémétrie par la lumière
MILOC	<i>Military Oceanography working group</i> - Groupe OTAN de normalisation de l'océanographie militaire
NASA	<i>National Aeronautics and Space Administration</i> - Agence fédérale responsable du programme spatial civil des États-Unis
OFB	Office français de la biodiversité
OHI	Organisation hydrographique internationale
OMI	Organisation maritime internationale
OTAN	Organisation du traité de l'Atlantique Nord
PAPI	Programme d'actions pour la prévention des inondations
PING	Plateforme nationale de l'information nautique
PTD	Projets de Technologies de Défense
SDB	<i>Satellite-Derived Bathymetry</i> - Bathymétrie dérivée d'images satellites
SDHM	Système Déployable d'Hydrographie Militaire
SIG	Système d'information géographique
SOAP	Système opérationnel d'analyse et de prévision
SMA	Service militaire adapté
SWOT	<i>Surface Water and Ocean Topography</i> - Topographie des eaux de surface et de l'océan
UAV	<i>Unmanned aerial vehicle</i> - Drone aérien
USV	<i>Unmanned surface vehicle</i> - Drone de surface
VH	Vedette hydrographique
VVS	Vigilance Vagues Submersion



Retrouvez nous sur

www.shom.fr



Ce rapport annuel est édité par le Shom

Directeur de publication : Laurent Kerléguer
Rédacteurs en chef : Patrick Michaux et Claire Chaufaux
Rédaction : Kogito
Conception et réalisation : Agence EFIL - www.efil.fr
Impression : Cloître Imprimeurs
Crédits photo : © Shom sauf mention

Remerciements

Amiral Nicolas Vaujour, CF Matthieu Tesseire, CC Gaëtan Flamme, M. Charles Bouchaib,
M. David Cormier, M. Franck Detcheverry, M. Gilles Lurton, M. Denis Paradis et
l'ensemble des agents du Shom qui ont consacré de leur temps à la rédaction de ce rapport.

Dépôt légal : mars 2024

Le Shom est certifié ISO 9001 pour l'ensemble de ses activités.



13 rue du Chatellier - CS 92803
29 228 BREST Cedex 2
Tél. +33 (0) 2 56 312 312

www.shom.fr



Accédez à la version
numérique



**RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE**

*Liberté
Égalité
Fraternité*