

RAPPORT DE STAGE OPERATEUR

1A CENTRALESUPELEC

ETE 2020

I) Présentation du SHOM	2
II) Département de métrologie	3
III) Courantométrie et tâches au SHOM	
a) Contexte et intérêt du travail effectué	3
a) Etalonnage en vitesse	4
b) Etalonnage en position	5
IV) Analyse de la politique et des Responsabilités Sociales et Environnementales du SHOM	6
V) Conclusion	6



L'océan en référence

Ce rapport résume mon stage opérateur effectué au Service Hydrographique et Océanographique de la Marine (SHOM) entre le 22 juin et le 7 août 2020. Le SHOM est un service public placé sous la tutelle du ministère des armées, dont la mission consiste en la connaissance et la description de l'environnement marin afin d'en prévoir l'évolution.

L'objectif de ce stage opérateur est de développer ma connaissance des métiers au cœur des processus de production, éléments essentiels du fonctionnement des entreprises. Pendant ces 7 semaines j'ai travaillé dans la maintenance par étalonnage de courantomètres et profileurs de courant.

I) Présentation du SHOM

Le SHOM est un établissement public pour l'information géographique maritime et littorale de référence, placé sous la tutelle du ministère des armées. Ses principales missions sont aujourd'hui : la connaissance et la description de l'environnement physique marin, la prévision de son évolution, la communication de ces données.

Le SHOM produit chaque année des cartes maritimes et ouvrages nautiques à destination du grand public et apporte son soutien à la défense et aux politiques de la mer en fournissant notamment des logiciels destinés à l'exploitation des données océaniques, des produits et services en soutien opérationnel des forces et l'expertise apportée dans les domaines hydro-océanographiques à la Direction Générale de l'Armement pour le développement des systèmes.

Collectant, traitant, archivant et diffusant l'information géographique maritime et littorale, les domaines d'expertise du SHOM sont notamment la bathymétrie, la sédimentologie, la cartographie, l'hydrodynamique côtière, l'océanographie, la modélisation océanique et l'ingénierie des systèmes d'acquisition à la mer. Le SHOM maîtrise l'ensemble de la chaîne de valeur depuis les systèmes d'acquisition et l'acquisition de données jusqu'à la diffusion des cartes nautiques. L'information collectée lors des campagnes encadrées par le SHOM est traitée, utilisée pour devenir un « produit » en vue d'une utilisation par les navigateurs et forces navales.

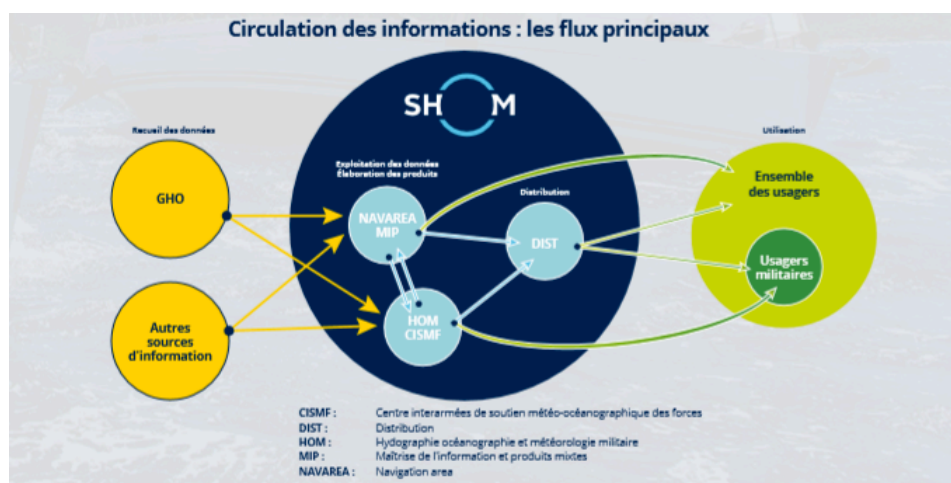


Figure 1 – Schéma des principaux flux d'informations au SHOM



Figure 2 – Le Borda – bâtiment hydrographique du SHOM



Figure 3 – Le Beautemps-Beaupré – bâtiment hydrographique et océanographique du SHOM

II) Département de métrologie

La métrologie est la science de la mesure. Elle définit les principes et méthodes permettant de garantir la fiabilité des processus de mesure, la définition, la réalisation d'étalons et le raccordement des mesures à ces étalons.

Au SHOM la physique de la mesure intervient notamment dans l'étude et le développement de moyens permettant l'atténuation des erreurs systématiques que subissent les instruments lors de leur utilisation in situ ainsi que dans le développement de méthodes ou d'instruments permettant l'étalonnage des instruments.

Depuis 2007, les activités du SHOM sont certifiées ISO 9001, ce qui souligne la rigueur et la complexité de leurs systèmes d'étalonnages et de leurs méthodes de contrôle.

III) Courantométrie et tâches au SHOM

a) Contexte et intérêt du travail effectué

Les courantomètres sont utilisés pour mesurer la circulation océanique et permettent de retrouver le profil des masses d'eau en vitesse et en direction. Ces mesures sont indispensables à la navigation, à la constitution de modèles 3D pour la circulation océanographique ainsi qu'à l'amélioration du rendement des hydroliennes.

Les premières mesures de courant au point fixe se faisaient à l'aide de courantomètres à rotor. Limités par leur seuil de démarrage en vitesse, ils ont laissé place aux profileurs à effet Doppler qui, en plus de mesurer le courant en leur point d'immersion, mesurent le profil du courant sur toute une colonne d'eau. Ces profileurs effectuent des mesures en deux étapes : émission d'une courte impulsion sonore à une fréquence donnée – cette onde se réfléchit sur les matières, tel que le zooplancton, présentes dans les différentes cellules d'eau ce qui engendre un écho - puis mesure de la fréquence de cet écho. Ces matières qui font écran à la propagation d'une onde sonore sont portées par les courants : la fréquence de l'onde émise subit un double décalage Doppler avant de revenir sur le profileur. Le décalage de fréquence mesuré par le courantomètre permet d'accéder à la vitesse des courants par la relation :

$$\frac{F}{\Delta F} \approx \frac{C \cdot \Delta \theta}{r}$$

La direction de l'instrument est obtenue par un compas électronique et un capteur d'inclinaison par rapport au nord magnétique.



Figure 3 – Courantomètre de marque Nortek – Aquadopp 2 MHz

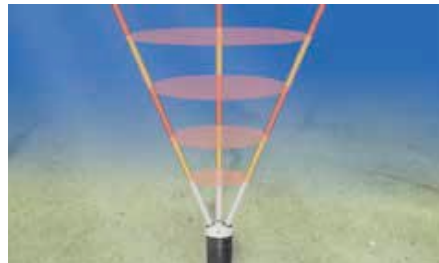


Figure 4 – Aquadopp en utilisation

Jusqu'en 2012, il n'existait pas de protocoles d'étalonnage ou de simples tests de ces appareils. Le SHOM a depuis élaboré deux protocoles d'étalonnage : un pour les mesures de vitesse et un autre pour les mesures de direction.

Etalonnage en vitesse : Le banc de test utilisé pour cet étalonnage repose sur le principe suivant : un transducteur acoustique relié à un générateur de fréquence est posé successivement sur les transducteurs du profileur. Il simule ainsi l'écho perçu par le profileur. Un logiciel donne accès aux valeurs de vitesse mesurées par le profileur.

Les mesures obtenues sont ensuite traitées sur Excel afin d'obtenir la courbe d'erreur – principalement l'écart entre la vitesse mesurée par le profileur et la vitesse théorique calculée par le logiciel grâce à la différence de fréquence - en fonction de la vitesse mesurée. Cet étalonnage permet d'identifier les profileurs possédant des transducteurs défectueux.

Etalonnage en position : Pour cet étalonnage, les profileurs sont placés sur une plateforme amagnétique tournante et inclinable. Un logiciel acquiert les valeurs des angles transmises par le profileur.

Dans le profileur, les angles de cap sont mesurés par un compas magnétique, sensible aux anomalies du champ magnétique terrestre. Ces anomalies peuvent être engendrées par des éléments métalliques magnétiques : l'étalonnage des profileurs se fait donc dans leur environnement de travail, ils sont montés dans leur cage de mouillage. La plateforme d'étalonnage est amagnétique et placée à un endroit sur le site du SHOM où les gradients magnétiques sont inférieurs à 5nT.m-1.

Les mesures ainsi obtenues sont ensuite traitées dans un fichier Excel afin de corriger les erreurs angulaires et garantir une incertitude de mesure dans le cas des instruments montés sur leur cage de mouillage. Cet étalonnage permet d'identifier les profileurs possédant un compas défectueux.

b) Travail effectué : Etalonnage en vitesse

Le protocole d'étalonnage comporte les étapes suivantes :

- 1) Connecter le profileur au PC et à son alimentation à l'aide du câble RS232 puis le déposer sur le banc de test (il faut parfois le fixer à la table)

- 2) Cliquer sur « Identification » dans le programme d'étalonnage.
- 3) Brancher le transducteur acoustique donné à la carte de numérisation, puis poser celui-ci sur le transducteur 1 du profileur après y avoir appliqué de la graisse de silicone. Cliquer sur « Mesure fréquence » dans le programme d'étalonnage.
- 4) Débrancher le transducteur acoustique et le relier au générateur de fréquence. Cliquer sur « Transducteur 1 » dans le programme d'étalonnage.
- 5) Décoller le transducteur acoustique du transducteur 1 et le placer sur le transducteur 2 du profileur après avoir appliqué de la graisse de silicone. Cliquer sur « Transducteur 2 » dans le programme d'étalonnage.

Recommencer cette dernière étape sur tous les transducteurs.

c) Travail effectué : Etalonnage en position



Figures 5, 6 et 7 : Vues de la plateforme d'étalonnage en position

Le protocole d'étalonnage suit les étapes suivantes :

- 1) Placer le profileur dans sa cage de mouillage puis sur la plateforme et le brancher au PC
- 2) Vérifier que la plateforme est bien à l'horizontale puis cliquer sur « acquisition »
- 3) A l'aide la poignée indiquée en rouge sur la photo, tourner la plateforme de 20° dans le sens horaire tout en restant à l'horizontale, puis cliquer sur « acquisition »
- 4) Répéter cette dernière étape jusqu'à avoir effectué un tour complet
- 5) Glisser le rapporteur électronique sous la plateforme puis cliquer sur « acquisition »
- 6) A l'aide du levier, incliner manuellement la plateforme de 2° puis cliquer sur « acquisition »
- 7) Répéter cette dernière étape jusqu'à atteindre une inclinaison de 20°
- 8) Changer l'orientation du profileur dans sa cage : le tourner de 90° dans le sens horaire puis cliquer sur « acquisition »

- 9) Abaisser l'inclinaison de la cage de 2° puis cliquer sur « acquisition »
- 10) Répéter cette dernière étape jusqu'à atteindre une inclinaison de 0°
- 11) Changer l'orientation du profileur dans sa cage : le tourner à nouveau de 90° dans le sens horaire puis répéter les étapes 5 à 10

IV) Analyse de la politique et des responsabilités sociales et environnementales du SHOM

Le SHOM souhaite promouvoir l'égalité professionnelle : d'ici 2024, l'équité homme/femme au recrutement (défini comme le rapport du ratio homme/femme recrutés sur le ratio homme/femme candidats au poste) devrait dépasser 0.8. Le SHOM souhaite également prévenir les écarts de rémunération ainsi qu'assurer un accès égal à la formation professionnelle. Concrètement, cette volonté se traduit par faire dépasser 0.8 le ratio du pourcentage d'hommes ayant bénéficié d'une formation au SHOM sur le pourcentage de femmes qui en ont bénéficié. Le SHOM le manifeste publiquement : en 2020 à l'occasion de la journée mondiale de l'océan, le SHOM avait apporté son soutien à l'opération « elles de l'océan », recueil de témoignages de femmes exerçant des métiers dans le domaine maritime.

Le SHOM œuvre également pour la qualité de vie au travail : en aménageant les postes de travail, le SHOM a pu accueillir du personnel handicapé. Des rencontres régulières entre experts « métiers » sont organisées afin de promouvoir les échanges et la communication entre les services.

Le lien du SHOM avec l'environnement est très fort : que ce soit sur ses sites ou dans son lien avec le grand public, le SHOM veille à sensibiliser à la conservation de l'environnement marin. Le SHOM réalise notamment des simulations de dérives de polluants le long des côtes afin d'alerter les autorités locales. Lors des campagnes hydrographiques, tous les instruments réutilisables tels que les lests en béton sont récupérés afin de servir à de nouvelles campagnes. Dans les prochaines années, les bâtiments (dont les bâtiments hydrographiques) seront rénovés avec installation de panneaux photovoltaïques.

Conclusion

Je retiens de ce stage l'importance des fonctions d'opérateur : au cœur des processus de maintenance et de production, leurs métiers sont indispensables et les conditions d'exécution n'en sont pas toujours faciles, d'autant plus que les tâches à accomplir sont souvent très physiques et répétitives. J'ai eu l'occasion de découvrir au cours de ce stage la très bonne ambiance du SHOM ainsi que de très nombreux domaines d'expertise en océanographie dont j'ignorais l'existence : je pense notamment à la gravimétrie, science permettant en océanographie de mesurer le champ terrestre au millième de m/s^2 près ou encore à la métrologie permettant de construire des thermomètres précis au millième de degré près ! J'y ai aussi compris l'importance des modèles de décision : chacun y a une place définie qui contribue ou non à la prise de décision.

Je souhaite enfin remercier très chaleureusement le personnel du SHOM pour son accueil, en particulier mon tuteur Marc Le Menn ainsi que Monique Le Gall, André Lusven, Vincent Perier, Joelle Salaün pour leur présence bienveillante à mes côtés.