

Mise en place d'une structure opérationnelle de levé bathymétrique multifaisceaux

PFE présenté par : **Vincent BARBARROUX**
Société d'accueil : **BATHYS SARL**
Directeur de PFE : **M. Sébastien FOULARD**
Correcteurs : **M. Gilbert FERHAT**
M. Eddie SMIGIEL



1. Contexte et objectifs du projet

Avec le développement des nouvelles technologies acoustiques et de positionnement, la bathymétrie multifaisceaux est un secteur en fort développement. Cette technologie rend possible une insonification totale de la zone d'étude et permet l'établissement d'un modèle numérique de meilleure qualité qu'un modèle généré par l'interpolation de lignes de sondes issues d'un sondeur monofaisceau de précision non quantifiable. Cette technique rend aussi possible l'exploration de zones qui s'avèreraient inaccessibles au moyen d'une structure bathymétrique monofaisceau. C'est dans ce contexte que l'entreprise BATHYS a décidé d'investir dans la mise en place d'un système bathymétrique multifaisceaux.

L'enjeu de ce projet de fin d'études est la construction et l'établissement des performances d'un système de bathymétrie multifaisceaux, développé à partir d'éléments séparés, La structure, en elle-même est composée d'un système de positionnement GPS, d'une centrale inertielle (INS), d'un sondeur multifaisceaux composé d'un émetteur et d'un récepteur, d'un instrument de synchronisation ainsi que d'un bathycélérimètre.

Dans un premier temps, durant la phase de construction, il est nécessaire de paramétrer chaque instrument, chaque interface et créer les connexions afin d'obtenir un système fonctionnel.

Le second objectif porte sur la détermination quantitative des performances du système. Ces évaluations auront pour but de quantifier la qualité du montage et de la structure en générale. Des levés tests seront exécutés en différentes conditions puis analysés afin de déterminer les caractéristiques, les forces mais aussi les faiblesses de notre système.

Enfin, la rédaction de procédures, et de documents techniques aura pour but de permettre à chaque chargé d'affaire de comprendre le principe de fonctionnement de la structure, son utilisation et même de répertorier les causes d'un éventuel dysfonctionnement.

On rappelle que l'objectif à terme est de posséder les connaissances et la capacité technique nécessaires pour répondre à un appel d'offre et utiliser efficacement ce système lors de la phase de chantier.

2. Structure multifaisceaux

Un sondeur multifaisceaux mesure la profondeur selon plusieurs directions, de manière simultanée, en émettant une onde au travers d'un lobe étroit longitudinalement (1° à 400KHz pour le sondeur étudié R2Sonic 2022) et large transversalement (jusqu'à 160° pour le sondeur étudié). Les directions de mesures sont, quant à elles, établies par les faisceaux de réception du sondeur. Ces faisceaux de réception forment une fauchée perpendiculaire à l'axe du navire, d'une largeur d'environ 20° longitudinalement, mais étroite dans le plan transversal (typiquement 1° à 400KHz dans le cas du sondeur étudié R2Sonic 2022). Cette technique est dite des « faisceaux croisés ». Pour chaque sonde enregistrée, la zone du fond explorée résulte de l'intersection du lobe d'émission et du faisceau de

réception. La cadence de ces mesures étant réglable (de 0,5 à 60Hz), il est possible d'obtenir une insonification totale du fond.

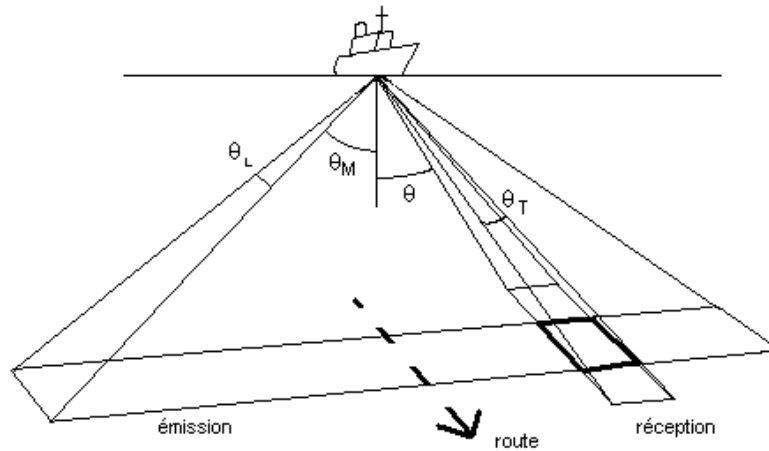


Figure 1 : faisceaux d'émission et de réception, SHOM [2010]

Concernant le positionnement de ces sondes, un GPS couplé à une centrale inertielle permet de déterminer, avec une précision centimétrique, la position de chaque sonde.

Un repère propre à l'embarcation est mis en place dans lequel le GPS, la centrale inertielle et le centre acoustique du sondeur occupent des positions fixes et connues. Ainsi, tandis que le GPS reçoit sa position, les bras de leviers entre la centrale et le GPS mais aussi entre la centrale et le centre acoustique étant connus, il est possible de déterminer la position de chaque sonde mesurée par le sondeur.

3. Construction de la structure

La structure a été mise en place sur une perche amovible. Ce montage permet de garder un système cohérent et constant (la perche) tandis que la perche permet une adaptation plus aisée sur une embarcation.

La première étape de la construction du système a consisté à faire l'inventaire des messages à transmettre à chaque instrument. Pour répondre aux attentes de la société Bathys, la centrale inertielle IXSea, en plus de fournir des données d'attitudes, est paramétrée pour fournir une position en cas de décrochage du GPS. De plus, elle sera chargée de fournir le cap, car une seule antenne sera utilisée pour le positionnement.

Ainsi, le récepteur GPS envoie des données vers le boîtier PPS qui se chargera, avec l'aide du récepteur GPS dédié à l'horodatage, de synchroniser les différentes trames. L'antenne GPS dédiée à l'horodatage génère 1 PPS (pulse par seconde) qui est envoyé en entrée du boîtier PPS. Le boîtier PPS reçoit les informations des deux récepteurs GPS et envoie un signal synchronisé à l'ordinateur (logiciel d'acquisition), au boîtier SIM, et à la centrale d'attitude. Le boîtier d'interface du sondeur (SIM) récupère le signal GPS synchronisé ainsi que le PPS, les corrections de célérité issues du bathycélérimètre et les valeurs d'attitudes afin de pouvoir enregistrer des sondes corrigées. En intervention, l'utilisateur doit pouvoir paramétrer les faisceaux du sondeur (angle, puissance, durée et cadence d'émission..), il faudra donc installer un câblage qui permette une communication bidirectionnelle entre l'ordinateur et le boîtier d'interface. La centrale d'attitude doit récupérer le signal GPS, et le signal PPS. Nous la paramètrons ensuite pour qu'elle sorte ses données d'attitudes (cap, roulis, tangage, lacet) mais aussi un signal « *GPS like* » lors du fonctionnement inertiel. Le format « *GPS like* » permet à la centrale de donner des messages de position semblables à ceux émis par le GPS. Evidemment, certaines informations, dont les DOP (Dilution Of Position) du message GGA sont laissées à des valeurs fixes, et permettent au logiciel d'acquisition de continuer à enregistrer la position lorsque le GPS s'arrête et que le mode inertiel se met en route. Enfin, l'ordinateur reçoit un signal GPS synchronisé pour le logiciel d'acquisition, mais aussi les données d'attitudes de la centrale et les sondes corrigées du boîtier SIM. En levé, il échange des données pour paramétrer en temps réel la centrale d'attitude et le sondeur.

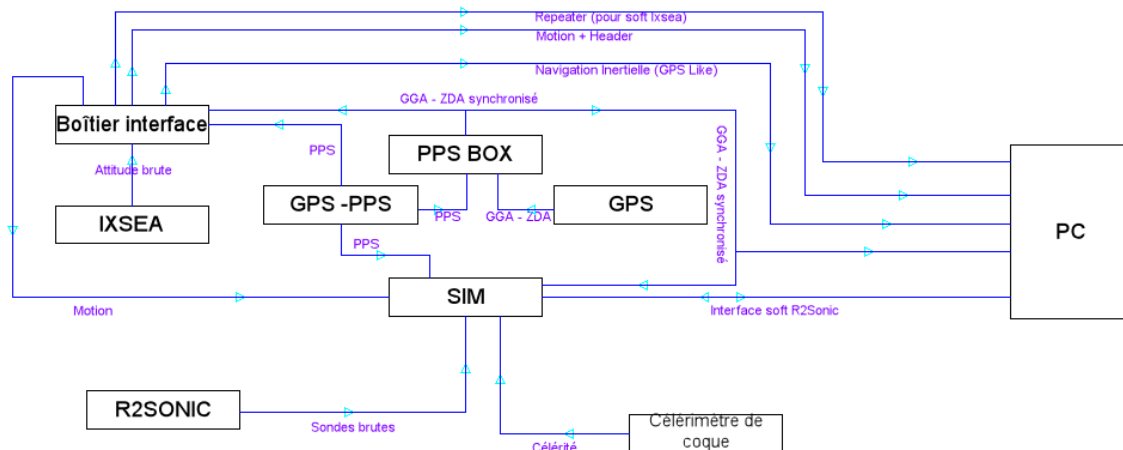


Figure 2: Schéma établi du câblage de la structure.

Une fois la structure établie, une étape de détermination des paramètres d'installation et des biais d'attitude a été entreprise. Il est indispensable de les connaître précisément afin d'éliminer tout systématisme lors des phases de mesure. Des procédures de test itératif semi-automatisées existent afin de déterminer les biais d'attitudes par comparaison de profils. Toujours sur la base de comparaison de profils, les biais peuvent être calculés par des méthodes mathématiques en déterminant l'expression de chaque biais, puis corrigés par compensation.

En pratique, il s'agit de déterminer par rapport à un point de référence situé sur la perche :

- la position du centre acoustique du sondeur
- la position de l'antenne GPS servant au positionnement
- la position de la centrale inertielle
- la composante verticale du point de référence par rapport au tirant d'eau de l'embarcation

On déterminera aussi l'orientation relative du sondeur par rapport à la centrale d'attitude (roulis, tangage, lacet) et la latence de fourniture au sondeur des informations de positionnement et d'attitude

4. Validation et détermination des performances

Les étapes de validation et de détermination des performances ont pour but de certifier la structure par rapport aux exigences qui peuvent être trouvées dans un cahier des charges, mais aussi d'exploiter dans les meilleures conditions le système précédemment mis en place.

En amont des tests, une étude des erreurs et de leurs influences a été menée. Leur connaissance permet de vérifier la qualité des mesures, de corriger ces dernières lorsque cela est possible et de justifier la pertinence de nos résultats.

Les tests effectués ont pour objectif de quantifier l'homogénéité des mesures en fonction de l'angle d'émission du faisceau, ou en fonction du faisceau lui-même, repéré par son numéro. La capacité de détection du sondeur sera aussi mise à l'épreuve et comparée aux normes en vigueur dans le domaine de l'hydrographie. On rappelle que les levés exécutés le sont dans un but d'évaluation. On entend par ceci que les zones et les profils à lever sont connus (levé antérieur inférieur à 1 an, zones peu soumises au changement) et ont été choisis lors de la préparation des essais afin de réunir les conditions optimales au bon fonctionnement des tests. Les résultats se présenteront essentiellement sous la forme de résultats statistiques, globaux (histogrammes) puis détaillés faisceau par faisceau.

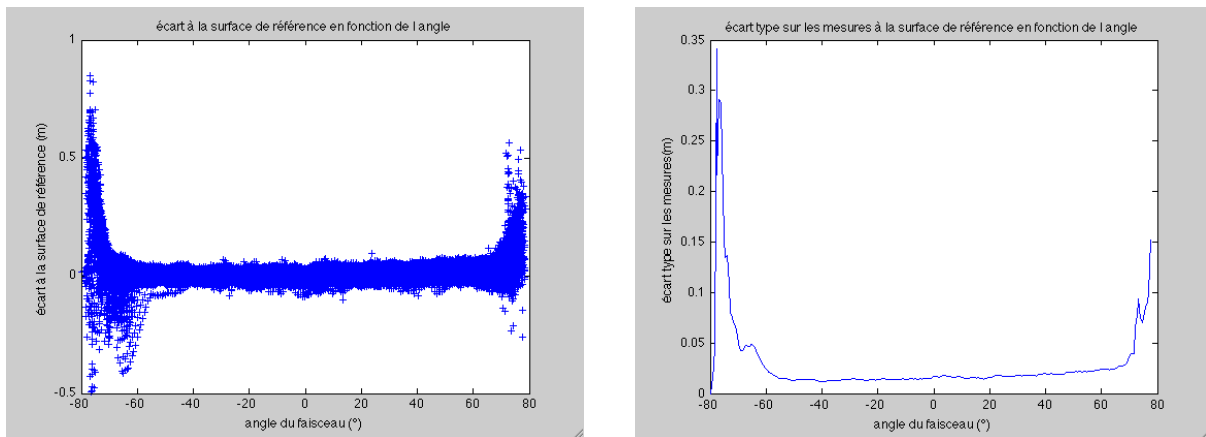


Figure 3: Dispersion des mesures par rapport à une surface de référence et déduction de l'écart type sur les mesures en fonction de l'angle du faisceau

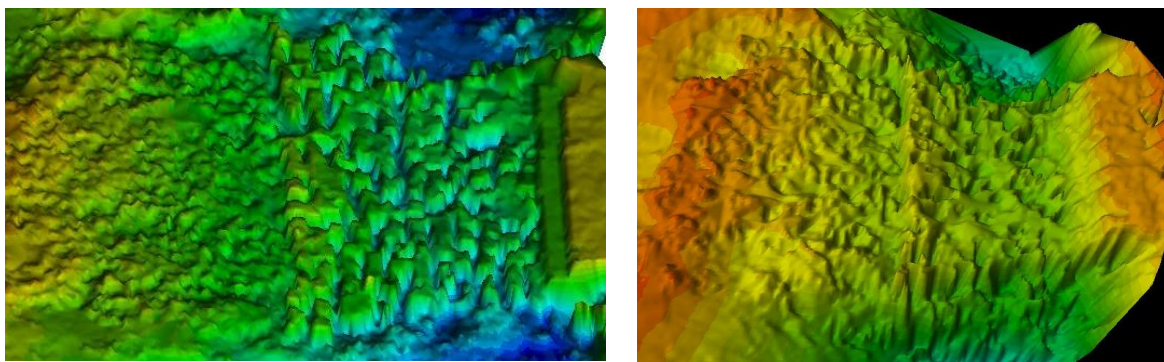


Figure 4: Détection de blocs rocheux (2m de côté). À gauche, modèle multifaisceaux. À droite, modèle monofaisceau (maillage 1m x 1m)

5. Conclusions

Ce projet de fin d'études a permis de montrer qu'il était possible de créer une structure multifaisceaux transportable, adaptable sur des embarcations de petite taille et rapide à mettre en œuvre à partir d'éléments séparés à savoir : système de positionnement, centrale inertielle, sondeur multifaisceaux, bathycélérimètre, système de synchronisation. L'utilisation d'un boîtier PPS permet de garantir une synchronisation en adéquation avec les débits des instruments. Le succès du positionnement inertiel permet de s'affranchir, durant une minute au plus, du positionnement GPS, rendant possible le levé sous ponts, ou en présence de masques importants.

Des tests de calibrations réguliers ont révélé que l'assemblage sur une perche garantissait une cohérence de la structure. Additionné à la transportabilité et à la rapidité de mise en place, on peut valider la pertinence du montage, puisqu'il répond aux attentes de la société BATHYS. Les essais de performances permettent, non seulement de déterminer quantitativement les capacités de notre structure, mais aussi de garantir les résultats à un client de manière rigoureuse.

Enfin, la rédaction de procédures et de documents techniques permettra une utilisation efficace de la structure en période d'acquisition. Elle répertoriera les dysfonctionnements connus et les erreurs pouvant être commises lors des branchements ainsi que leurs solutions éventuelles afin d'offrir un premier dépannage. Enfin, cette documentation pourra servir de support lors de formation interne sur l'utilisation de la structure, tant en acquisition qu'en traitement.