



— CENTRE —
INTERNATIONAL
d' **ACOUSTIQUE**
— NATURELLE —



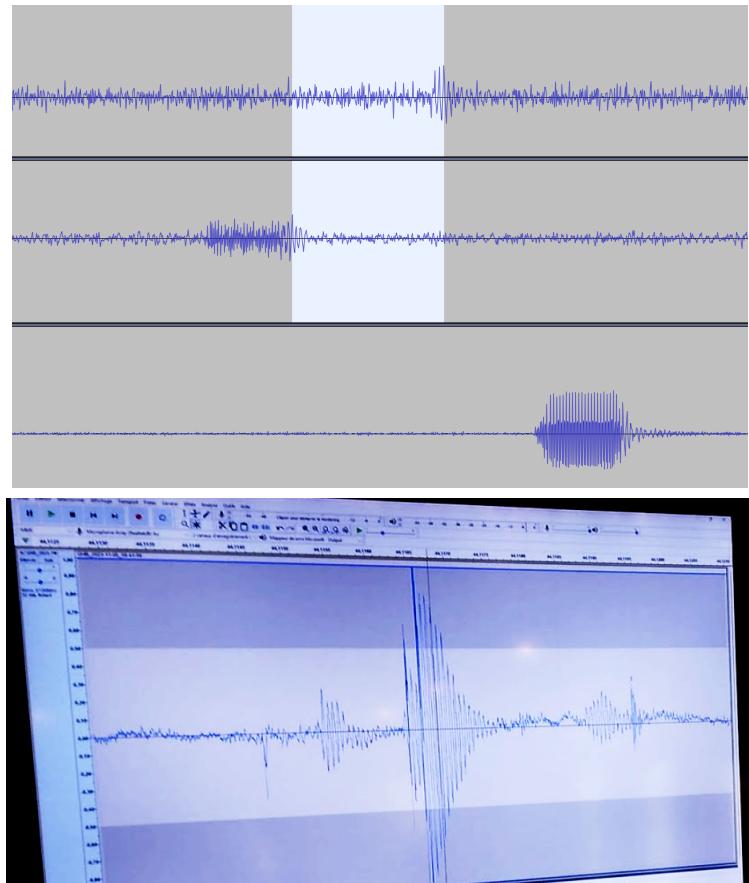
REDEX

des expériences sur le JUBILON des instruments acoustiques BINTOW et TOWO de CIAN UTLN

CIAN CNRS LIS Université de Toulon

13 septembre 2023

Hervé Glotin, Maxence Ferrari
glotin@univ-tln.fr



Sommaire

Introduction	3
Matériel	3
Définition du Bintow	3
Sensibilité du SQ26	4
Définition de TOWO	4
Sensibilité du C75	5
Déploiement	6
Applications en Arctique : mission Isbjorn	9
Conclusion	11
Remerciements	11

Introduction

La sortie du Jubilon de septembre 2013 nous a permis de tester deux instruments de détection durant mouvement du bateau.

Ce sont des instruments scientifiques tractés: Bintow et Towo. Ils sont nés d'un besoin, c'est à dire comment mesurer la présence et le gisement (azimuth) de cétacés tout en déplaçant le bateau dans un fjord arctique ?

Pour se faire, il existe une variété de 'towed array' qui mesurent environ 50 m à 200 m de long, encombrants et délicats à la manœuvre, même si précis.

C'est pour simplifier la mesure tout en conservant une qualité convenable que H. Glotin a conçu et construit Bintow, un petit towed array stéréo, bas coût, et facile d'usage.

Bintow a été testé pour la première fois le 13 septembre 2023 grâce au Jubilon.

Il a été comparé à une version simplifiée encore plus simple en vue de la mission en arctique. La comparaison entre les systèmes permet de conclure sur usage et filtrage et de choisir les instruments pour la mission arctique.

La sortie débuta le 13 septembre 2023 à commencer à 9h avec à bord Dr Ferrari Post doc de CIAN, H. Glotin dir de CIAN, Edouard Pangaut stagiaire ingénieur de l'ENSTA Ecole Polytechnique de l'X dans CIAN, et de J. Olson, invité, et le capitaine Destremau.

Nous sommes rentrés à 15h au port.

Matériel

Définition du Bintow

Bintow a été construit comme nos instruments prototypiques, en PVC de 32 et 40, et avec les hydrophones SQ26 de Sensor Tech, décrits ci dessous.

Ils ont été fixés dans le tube central de 32, à 74 cm d'écart. Le tout a été intégré dans un tube de 40, de 2m de long environ, fixé à 30m de câble NASA Kevlar qui remonte le signal en stéréo vers la carte QHB UTLN.

Nous avons donc 2 SQ26 = chan 1 et 2, H1 H2 qui arrivent dans un seul câble stéréo en kevlar remontant au bateau.

L'enregistrement est en stéréo 2 x 512 kHz Fe.

Sensibilité du SQ26

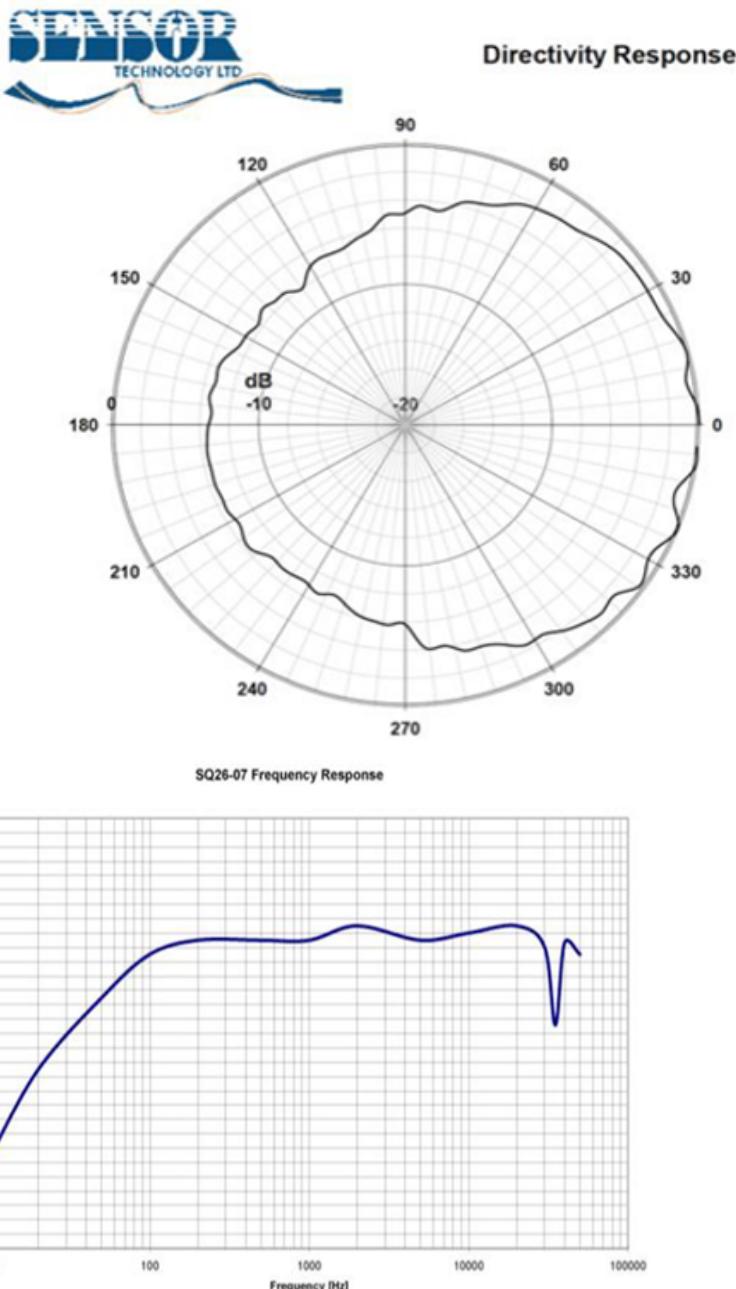


Figure : Réponse de l'hydrophone utilisé (SQ26) sur Antenne BINTOW

Définition de TOWO

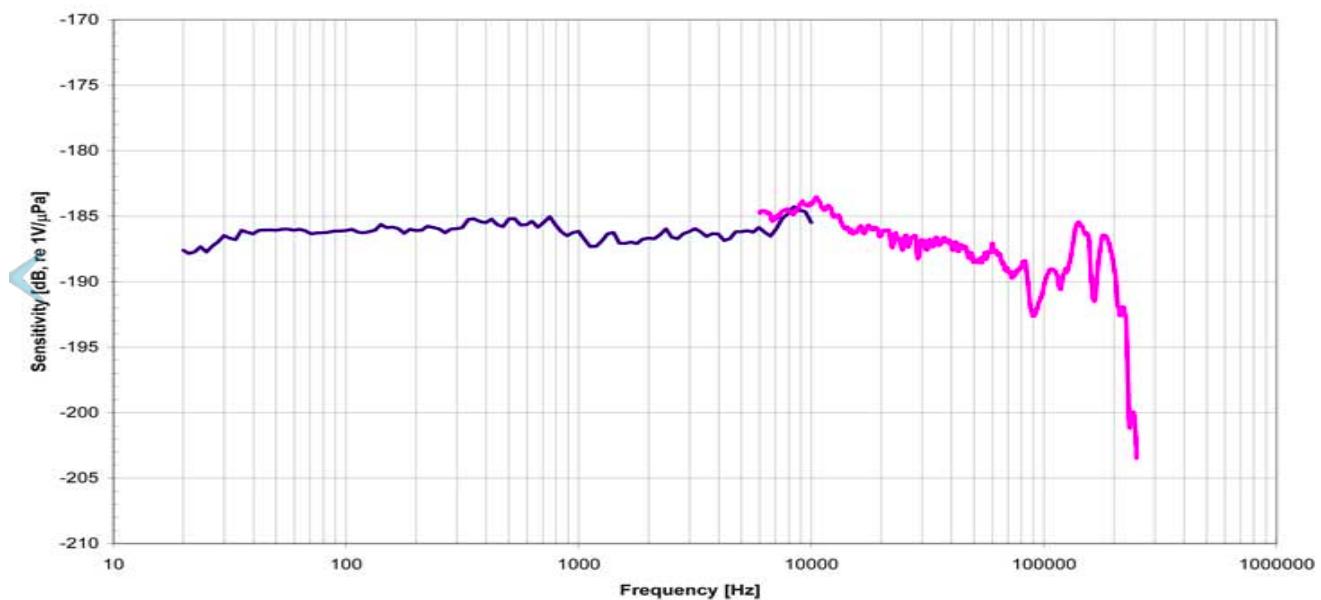
L'autre système est un câble de 60 m équipé d'un hydrophone C75, que l'on lâche en arrière à vitesse de 4 à 7 nœuds. Nous ne savions pas alors si les mesures de Bintow ou de Towo seraient comparables. Cela dit, la qualité du C75 est supérieure au SQ26 composant Bintow (mais plus cher et encombrant).

L'enregistrement est en 512 kHz Fe 16 bits, sur le channel 3 de la même carte que Bintow, synchronisé.

Sensibilité du C75

Frequency Response graph for C75

C75/001 Frequency Response



CETACEAN RESEARCH™ C75 hydrophone Frequency Response graph - log scale

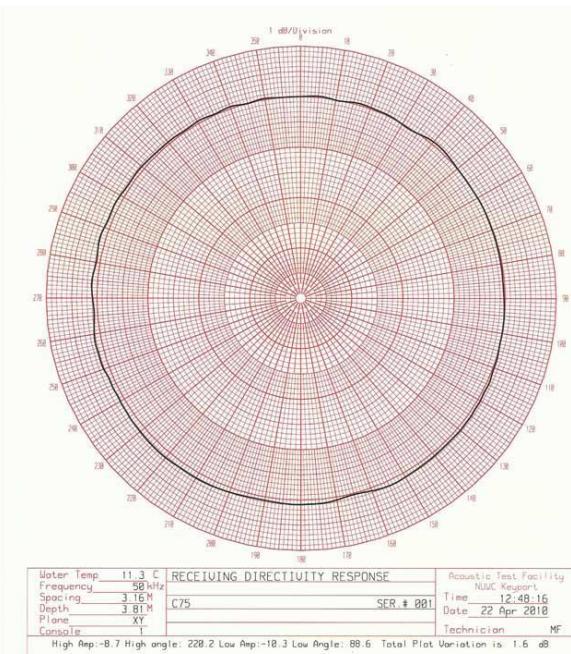


Figure : Haut le diagramme de réponse en fréquence (haut) et en angle (bas) du C75 montrant qu'il est omnidirectionnel et sensible à plus haute fréquence.

Au final la carte son QHB de l'UTLN LIS SMIoT reçoit les signaux de H1 H2 H3.

Un PC DELL durci lit ces données de la carte son en temps réel et les affiche en forme d'onde et en spectre sur l'écran, sur le pont du Jubilon, ou d'un écran dans le carré d'autre bateau comme le Isbjorn cf "Application".

Déploiement

Le premier déploiement de BINTOW et de TOWO a été réalisé le 13 septembre vers 11h durant 1h environ.

Le film montrant l'expérience avec Bintow est =

http://sabiod.lis-lab.fr/pub/bintow_20230913_103833_CIAN_UTLN.mp4



Figure : Première mise à l'eau de Bintow



Figure : Bintow après quelques secondes s'immerge



Figure : Immersion totale de Bintow, il reste alors vers -5m, horizontal à la surface. Son axe est le cap du Jubilon.

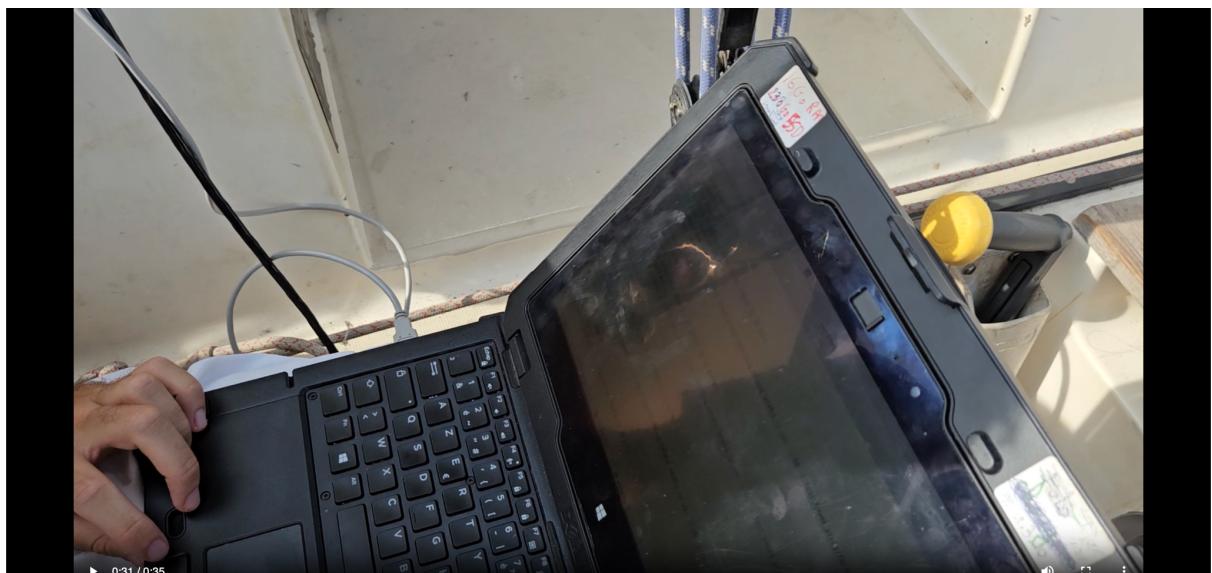


Figure : Réception du signal de H1 H2 = Bintow et de H3 (Towo) sur le PC en temps réel.

On applique un filtre passe haut à 100 kHz. On voit alors un pulse cf figure ci dessous.

Le délais entre H1 et H2 est de 240 bins ce qui correspond à un chemin au plus de la distance entre H1 H2 = 74 cm

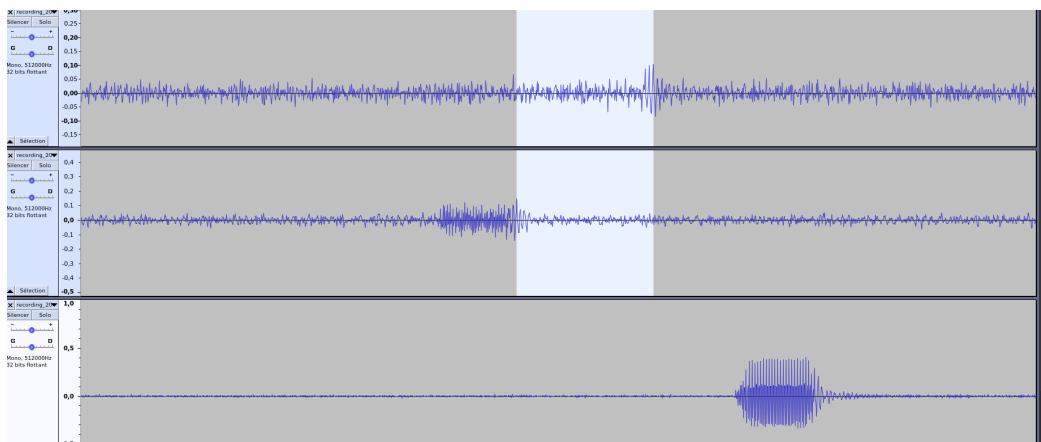


Figure: mesure d'un transitoire sur BINTOW (voies 1 et 2 de haut en bas) et avec un hydrophones C75 (voie 3 en bas), montrant la même réponse mais décalée en temps entre voies 1 2 3, prouvant que le signal est perçu avec le décalage induit par les 74 cm de distance entre H1 et H2.

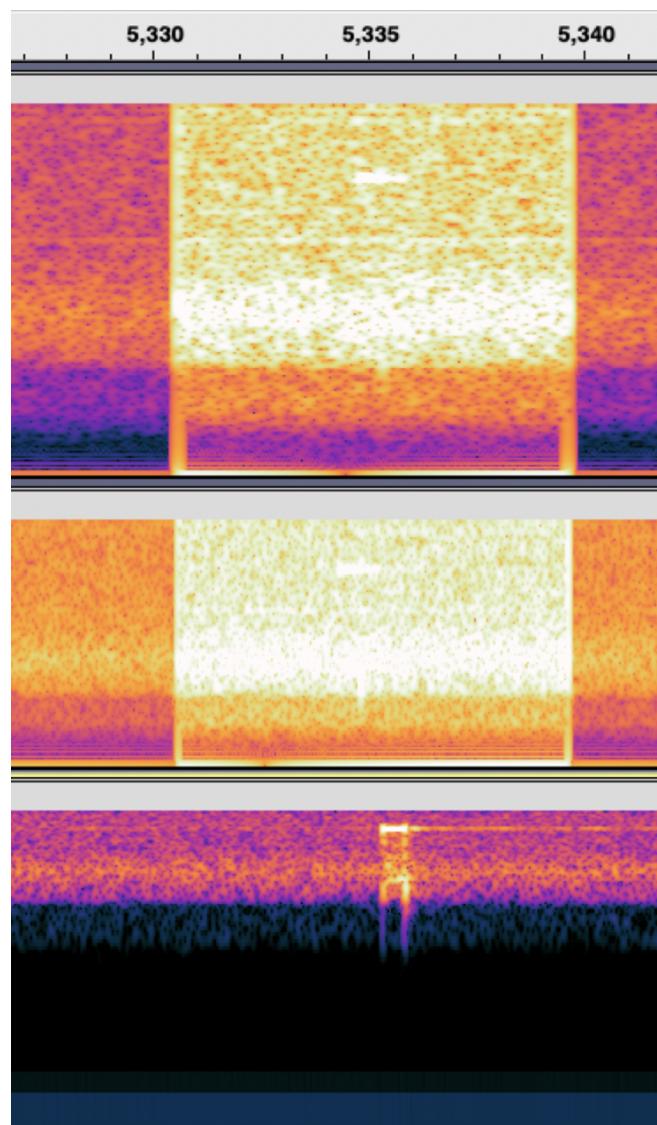


Figure : En haut les hydrophones H1 H2 de Bintow, en bas la réponse en haute fréquence du C75 de TOWO, montrant la même réponse mais décalée en temps

entre voies 1 2 3. Ce test valide le bon fonctionnement du système. Cet enregistrement est fait à 5 knts

http://sabiod.org/pub/recording_20230913_134025_932.wav

Applications en Arctique : mission Isbjorn

Le LIS DYNI / Centre Int. d'Acoustique Naturelle (CIAN) est un acteur majeur en IA pour la bioacoustique, notamment dans le cadre de sa Chaire IA DGA ADSIL bioacoustique sous-marine.

Dans ce cadre le projet ADAPREDAT est une recherche qui rayonne à l'international (Patagonie, Caraïbes, Med Sea, Norvege, Acores, Sud Alaska...) fédérant de nouvelles IA performantes attaquant des paradigmes de plus en plus avancés notamment sur la communication animale et / ou la pollution anthropique. Trois thèses sont en cours sur ce projet, de la détection à la classification.

Ce projet se déroule en arctique, Norvège, où depuis 10 ans, une population de *Megaptera novaeangliae* (Mn, Baleine à Bosse) change de stratégie migratoire pour se nourrir l'hiver en arctique, au lieu de migrer vers les tropiques comme connu depuis 40 ans. Au Troms, au nord de la Norvège, ces Mn en plus grand nombre et plus âgées du fait de l'arrêt de l'industrie baleinière depuis 40 ans, retournent à leur stratégie alimentaire dans le Troms, et donc en compétition avec les Orques (*Orcinus orcinus*), prédateurs usuels des populations de harengs dans ce même Troms.

Notre projet Adapredat est l'un des rares projets soutenus deux années de suite par la Mission interdisciplinaire du CNRS en 2022 et 2023. C'est la première recherche à étudier cette compétition en 3D par acoustique passive tout en relevant la qualité chimique du milieu. Notre expédition de 2023 mesure l'évolution de l'adaptation acoustique des Orques et des Mn. En effet, les Orques montrent une nouvelle stratégie de chasse pour éviter la concurrence de Mn (Simon et al. 2007, Van Opzeeland et al. 2005). Leurs vocalises sont différentes en nombre et en qualité notamment quand une Mn arrive sur la même boule de harengs. Plusieurs hypothèses sont avancées comme l'adaptation du registre vocalique des orques et de leur stratégie biosonar et de coda pour le rassemblement et la construction en boule des milliers d'harengs avec plus de discréption face aux déprédatations des Mn.

C'est cette évolution rapide des signaux intra et inter-spécifiques Orque-Baleine qui constitue le sujet de cette recherche. Le protocole bioacoustique couplé à la photo-identification des individus en collaboration avec Univ Tromsö permet la discrimination les vocalises individu par individu.

Ce projet se projette sur 5 années avec la pose en 2022 et 2023 et 2024 d'un observatoire de 2 stations fixes et jusqu'en 2028 des compléments des observations en proximité pour l'étude des variations de vocalises d'orques et des autres cétacés en interaction dans la zone.

Les mesures avec TOWO depuis le navire Isbjorn en 2024 durant une semaine permet cross-calibration entre ces stations fixes afin de consolider les modèles IA de propagation, détection et classification des signaux.



Figure : le Isbjorn en mission en nov 2023 et Toto tiré par le Isbjorn dans le fjord de Kaevengen.

Suite à la preuve de concept de la qualité des détections comparées entre BinTwo et TOWO, nous a conduit à équiper le Isbjorn de TOWO afin de mesurer les signaux entre les 2 stations, Bombyx et Valhallab situées de part et d'autre du fjord. On a alors pu détecter des orques avec leur clics comme le montre la figure suivante prise dans le carré du Isbjorn.

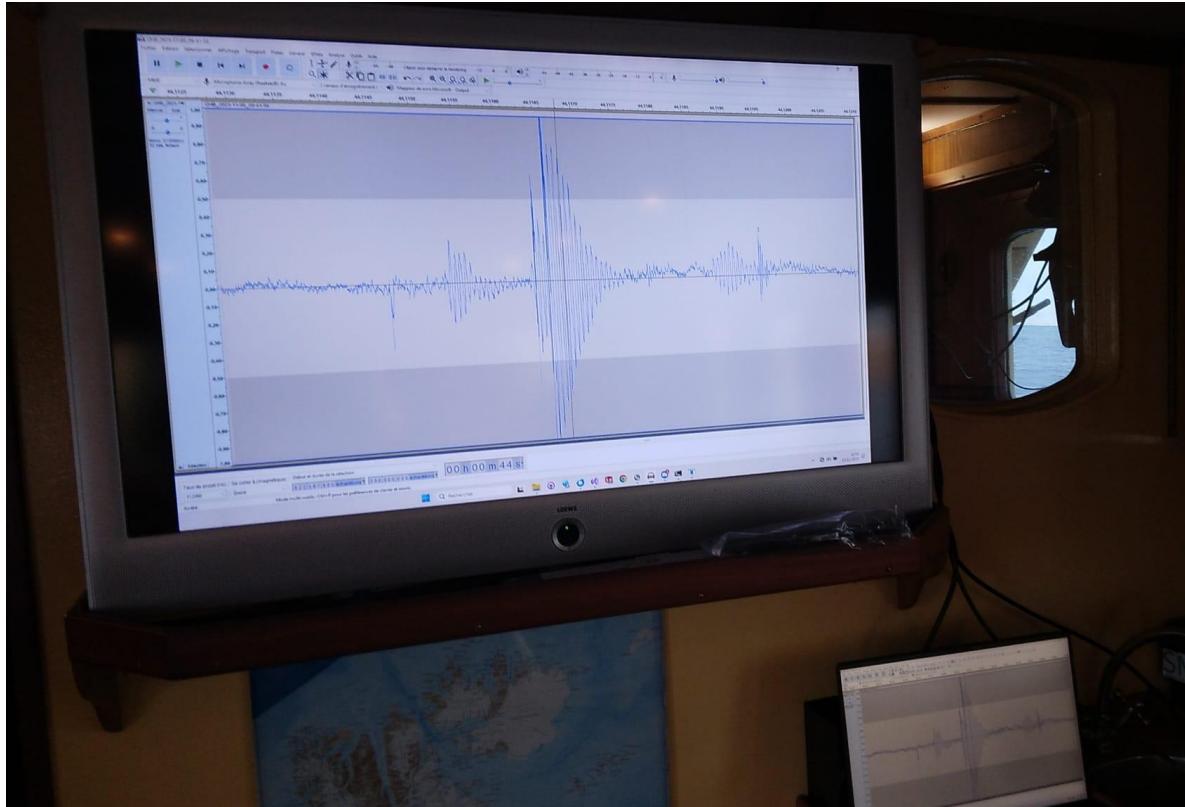


Figure : Détection d'un clic d'orque projeté en direct sur l'écran du carré du Isbjorn, via le signal remonté à bord du Toto et la carte QHB CIAN UTLN

Conclusion

Nous avons pu par une opération en pleine mer bien organisée avec les partenaires du Jubilon, valider un protocole, qui a été fiabilisé et mis en opération 5 semaines plus tard en arctique. Ces mesures nous permettent maintenant de calibrer des stations fixes dans le fjord en question, et de démultiplier les connaissances sur la mégafaune sous pression anthropique et climatique.

Remerciements

Nous remercions les partenaires qui ont prêté le Jubilon, et son skipper M Destremaux qui fut un excellent capitaine en parfaite adéquation avec les besoins du protocole. Nous espérons pouvoir refaire d'autres séries de tests de cette nature pour nos innovations, avant de les déployer en Patagonie, Norvège, Alaska, Med Sea ...