



HAL
open science

Tests de capteurs OBS

Mikael Evain, Pascal Pelleau, Philippe Schnurle, Sara Bazin, Louis Géli, A. Galvé, Davide Oregioni, David Ambrois, Damien Fligiel, Mickaël Bonnin

► **To cite this version:**

Mikael Evain, Pascal Pelleau, Philippe Schnurle, Sara Bazin, Louis Géli, et al.. Tests de capteurs OBS. 2023, pp.17-18. hal-04225665

HAL Id: hal-04225665

<https://hal.science/hal-04225665>

Submitted on 3 Oct 2023

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

Tests de capteurs OBS

Contexte

Au début de l'année, l'action spécifique Sismologie Marine Mobile (SMM) a été créée au sein de Résif (voir page 4). Au sein de cette action, les 3 parcs OBS français se sont fédérés pour offrir une instrumentation marine de pointe (incluant OBS, hydrophones flottants, hydrophones ancrés, capteurs de pression absolue) pouvant répondre aux besoins des chercheurs.

Le projet d'investissement d'avenir Marmor, financé par l'ANR, (PIA3-ESR-Equipex+), permet l'achat et la jouvence d'instruments de ce parc. Ainsi, de nouveaux instruments sont acquis et seront mis à disposition de la communauté. Parmi les acquisitions, un véritable parc d'intervention rapide, mobilisable rapidement en cas de crise sismiques et volcaniques, sera créé et le parc d'OBS dédiés à l'imagerie va être étoffé. Dans ce contexte, la question du choix des capteurs qui équiperont les OBS est devenue prééminente car depuis quelques années, un nouveau type de capteurs accélérométriques, les MEMS, basés sur un système microélectromécanique, a fait son apparition.

Acquisitions

Afin d'éclairer le choix et devant l'absence de données comparatives, nous avons créé un groupe de travail formé d'ingénieurs et de chercheurs de l'UMR Geo-Océan à Brest et de l'UMR Géoazur à Nice. Geo-Océan disposant d'OBS de type MicrOBS (Sercel) munis de MEMS (MEMS QuietSeis), plusieurs déploiements d'opportunités de MicrOBS de dernière génération, munis de géophones analogiques (GS-ONE ayant une fréquence naturelle de coupure de 4.5 Hz) ou de MEMS, numériques, ont été menés d'abord en Rade de Brest, puis lors des campagnes à la mer HIPER (mars/avril 2022, P.I. A. Galve)

et MANTA-RAY (mai-juin 2022, P.I. F. Klingelhofer). Afin de parfaitement cerner le comportement des capteurs de type MEMS versus celui des géophones, il nous est apparu nécessaire de sortir exceptionnellement ces instruments de leur milieu de déploiement habituel afin de les placer sur la terre ferme au voisinage de stations Résif permanentes. Nous avons récolté un mois d'enregistrement permettant de comparer les performances des différents capteurs composant les OBS avec celles des accéléromètres (EpiSensor ES-T*) de la station RA-UBBR située à l'IUEM à Plouzané et des vélocimètres large bande (Trillium-120QA**) de la station FR-CAMF de Camaret sur Mer.

Comparatifs

La figure 1 (page suivante) compare les enregistrements des trois composantes OBS à ceux des capteurs de références. Pour cela, des spectrogrammes sont calculés sur des séries temporelles d'une heure et compilés sous forme de PSDs (Power Spectral Densities). Ces dernières permettent de visualiser une bande de niveau de bruit en fonction de la fréquence. Une courbe moyenne de ce niveau de bruit est également extraite et comparée à des courbes similaires obtenues précédemment avec d'autres capteurs de référence.

Les PSD des géophones large-bande (figure 1a) montrent un très faible niveau de bruit dans les très basses fréquences (< 0.1 Hz) lié à la très grande sensibilité de ces capteurs. Un premier pic de bruit s'exprime entre 0.1 Hz et 1 Hz correspondant à la micro-sismicité ambiante. Enfin les niveaux de bruit s'étalent entre 1 Hz et 50 Hz et révèlent la dynamique du site particulièrement exposée à la houle. En comparaison, les capteurs OBS munis de géophones ont une bien

moindre sensibilité aux très basses fréquences, mais malgré leur fréquence naturelle de coupure à 4.5 Hz, ils donnent des résultats quasi-identiques jusqu'à 0.2 Hz et satisfaisant jusqu'à 0.1 Hz. Ceux munis de MEMS montrent un comportement similaire aux GS-ONE entre 0.1 Hz et 50 Hz qui semble meilleur pour des fréquences inférieures à 0.1 Hz, particulièrement sur les composantes horizontales ce qui permet d'envisager l'enregistrement de signaux télésismiques. Le pic de micro-sismicité est bien contraint par l'ensemble des capteurs, excepté sur la composante verticale du MEMS. Dans les plus hautes fréquences, il y a une très forte résonance de la structure de l'OBS centrée à 15 Hz qui ne s'observe jamais sur les enregistrements en mer où ils sont fermement lestés, assurant un meilleur couplage.

En conclusion, on notera la très bonne restitution du bruit par les GS-ONE, qui affichent des sensibilités équivalentes aux géophones large-bande (Trillium-120QA) ou

de bande intermédiaire (CMG40-T) entre 0.1 Hz et 10 Hz. Enfin, les MEMS offrent une bonne restitution du bruit ambiant entre 0.1 Hz et 50 Hz, mais avec une plus faible sensibilité des accéléromètres par rapport aux vélocimètres, surtout sur la composante verticale.

La comparaison entre PSDs des capteurs OBS et celles des accéléromètres de la station RA-UBBR (figure 1b) confirme les observations précédentes. Le site est également très bruité à hautes fréquences à cause de la soufflerie du bâtiment, cumulée à d'importants travaux de voiries en cours pendant la période d'écoute. Néanmoins, il est de nouveau constaté des niveaux de bruits identiques entre capteurs OBS et accéléromètres permanents entre 0.1 Hz et 10 Hz. Aux plus basses fréquences, il est intéressant de noter une restitution du bruit également identique entre les composantes horizontales des MEMS et des EpiSensors.

Mikaël Evain, Pascal Pelleau, Philippe Schnurle, Sara Bazin et Louis Géli

(Geo-Ocean), Audrey Galve, Davide Oregioni et David Ambrois (Géoazur), Damien Fligel et Mickaël Bonnin (Osuna).

* Kinometrics ** Nanometrics

Références :

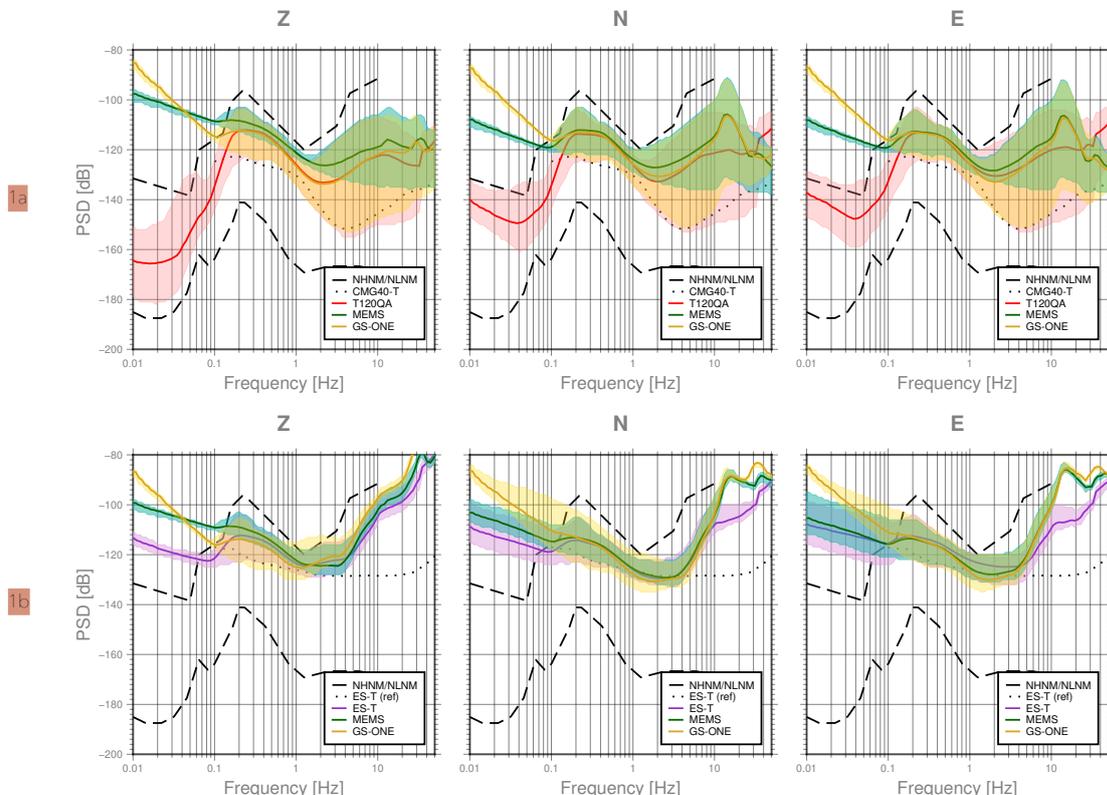
Auffret, Y. et al. (2004). MicroOBS: a new ocean bottom seismometer generation. *First Break* 22, 41-47.

Bonnin, M. et al.. Short-Range Recordings of Shallow Underwater Explosions with Short-Period and Broadband Seismometers in the Bay of Hyères, France. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 2022, doi.org/10.1785/0120220141 - hal-03876400

Fougerat, A. et al. (2018). High-quality signal recording down to 0.001 Hz with standard MEMS accelerometers. *SEG Abstracts*

Laine, J., Mougénot, D. (2014). A high-sensitivity MEMS-based accelerometer. *The Leading Edge*, 33(11), 1234-1242.

Peterson, J. (1993). Observations and Modeling of Seismic Background Noise. U.S. Geological Survey open-file report 93-322, Albuquerque, N.M.



1- Comparaison des Power Spectral densities (PSDs) des capteurs MEMS et GS-ONE équipant les MicroOBS/LotOBS Sercel avec les PSDs des sismomètres large-bande (Trillium-120QA) de la station Résif du RLBP FR-CAMF (a) et celles des accéléromètres (EpiSensor ES-T) de la station permanente du RAP RA-UBBR (b). Les réponses instrumentales connues pour ces capteurs ont été corrigées. Les PSDs ont été calculées sur les totalités de la période d'enregistrement commune en compilant les spectrogrammes calculés sur des séries temporelles d'une heure. Pour chaque capteur la courbe de bruit en gras est la moyenne entourée par une bande constituée par les percentile 1 % et 99 %. Les courbes de références correspondent au new high et new low noise models de Peterson (1993) et de précédents enregistrements de bruit nocturne par des sismomètres CMG40-T et EpiSensor.