Présentation de Quiet-Oceans Références, Moyens humains et techniques et volet financier

Document d'Information 2022

Identification du document	
Référence du document	QO.20220001.10.MEM.001.04A

PROJET	DOC	NUM	VER	IND	CLIENT	ACRO	DATE	TYPE	CLASS
QO.20220001.10	MEM	001	04	A	QO	Présentation	07.02.2022	PC	DR

Quiet Oceans

Ocean Noise Forecasting Monitoring & Mitigation

525, avenue Alexis de Rochon, 29280 Plouzané, France
Tel: +33 982 282 123
contact@quiet-oceans.com
RCS BREST 524 673 803 - Siret : 524 673 803 00036– APE : 7112B

Historique du document					
Version	Ind.	Responsable	Date	Transmission	Description
01	**A**	C. Bois	07.02.2022	-	Version initiale pour 2022
02	**A**	C. Bois	20.05.2022	-	Mise à jour
03	**A**	C. Bois	23.05.2022		Ajouts pour AO
04	**A**	C. Bois	05.08.2022		Mise à jour références

Ce document présente les :

- Références, certifications et publications de Quiet-Oceans ;
- Ses moyens humains principaux ;
- Ses principaux moyens techniques :
  - Sa plateforme de modélisation du bruit sous-marin Quonops© ;
  - Son parc instrumental.

DÉCLARATION DE L'OPÉRATEUR ÉCONOMIQUE RELATIVE AUX RÉFÉRENCES

Je soussigné Thomas FOLEGOT, Président-Directeur Général de la société QUIET-OCEANS, dont le siège social est situé 525, avenue Alexis de Rochon - 29280 Plouzané, inscrite au registre du commerce de Brest sous le numéro 524 673 803 00036,

atteste sur l'honneur

que les références données dans ce document sont bien celles d'opérations réalisées par les membres de l'équipe de l'entreprise.

Fait à Plouzané, le 17/03/23

Quiet-Oceans
525 avenue Alexis de Rochon
29280 – Plouzane
France
RCS BREST 524 673 803
TVA FR93 524 673 803 - APE 7112B
contact@quiet-oceans.com

Sommaire

Sommaire ... 3
Chapitre I. Présentation générale de Quiet-Oceans ... 5
I.1. Identité juridique de Quiet-Oceans ... 5
I.2. Présentation de Quiet-Oceans ... 5
I.3. Evolution de l'effectif sur les 3 derniers exercices ... 5
I.4. Organigramme ... 6
I.5. Evolution des produits d'exploitation sur les 3 derniers exercices ... 6
Chapitre II. Références, certifications et publications de Quiet-Oceans ... 7
II.1. Pourquoi choisir Quiet-Oceans pour un projet impliquant le bruit sous-marin ? ... 7
II.2. Références de projets (2020-2022) ... 7
II.3. Références générales ... 13
II.4. Références détaillées ... 15
II.4.1. Parc éolien en mer de Saint Nazaire ... 15
II.4.2. Parcs éoliens en mer Dieppe-Le Tréport et Yeu-Noirmoutier ... 16
II.4.3. Tunnel sous-marin du Fehmarnbelt entre l'Allemagne et le Danemark ... 17
II.4.4. Construction du polder du port de Brest ... 18
II.4.5. Projet européen LIFE AGESCIC ... 19
II.4.6. Anse du Portier – construction d'un quartier en mer à Monaco ... 20
II.5. Contributions aux guides méthodologiques en France et à l'International ... 21
II.6. Expert appointé auprès d'organisations internationales et services de l'Etat ... 21
II.7. Certifications ... 22
II.7.1. Certification relative à la mesure acoustique passive ... 22
II.7.2. Certifications pour la sécurité en mer ... 23
II.7.3. Certification professionnelle « Passive Acoustic Monitoring » ... 23
II.8. Publications scientifiques ... 24
Chapitre III. Moyens humains de Quiet-Oceans ... 26
III.1. Equipe ... 26
III.2. Spécialisation des membres de l'équipe ... 27
Chapitre IV. Présentation de la plateforme de modélisation du bruit sous-marin Quonops© ... 28
IV.1. Une plateforme reconnue et utilisée par des acteurs majeurs ... 28
IV.2. Une plateforme primée ... 30
IV.3. Une plateforme validée par les études scientifiques sur les modèles acoustiques ... 30
IV.4. La technologie : Quonops©, un système de prédiction sous-marine breveté internationalement ... 31
Chapitre V. Présentation générale du parc instrumental de Quiet-Oceans ... 33
V.1. Systèmes *Smart-PAM*© de mesure en temps réel du niveau du bruit et de détection des mammifères marins ... 35
V.1.1. Présentation de Smart-PAM ... 35
V.1.2. Interface bioacoustique pour le monitoring ... 37
V.1.3. Interface pour le monitoring du bruit physique ... 37
V.2. Systèmes d'émission d'acoustique active Pulse© ... 39
V.3. Enregistreurs acoustiques ... 40
V.3.1. Enregistreur acoustique IClisten ... 41
V.3.2. Enregistreur acoustique Porpoise ... 42
V.3.3. Enregistreur acoustique SoundTrap HT600 HF ... 43
V.3.5. Enregistreur acoustique Sylence LP 440 ... 44
V.3.6. Enregistreur acoustique SM3M ... 45
V.3.7. Enregistreur acoustique TR-ORCA-72D ... 46
V.3.8. Enregistreur acoustique RS-ORCA-ACE ... 48

Ce document est la propriété de Quiet-Oceans SAS. Son contenu ne peut, sauf autorisation expresse, être reproduit ou communiqué à des tiers.

V.4. Systèmes d'acquisition 49
V.4.1. Cage de fonds 49
V.5. Hydrophones 50
V.5.1. M36-900 hydrophones 50
V.5.2. Calibration de l'enregistreur acoustique et de l'hydrophone 51
V.5.2.a. Calibration en usine 51
V.5.2.b. Calibration de terrain 51
V.6. Systèmes de détection des clics des cétacés 52

Ce document est la propriété de Quiet-Oceans SAS. Son contenu ne peut, sauf autorisation expresse, être reproduit ou communiqué à des tiers.

Chapitre I. Présentation générale de Quiet-Oceans

I.1. Identité juridique de Quiet-Oceans

Forme juridique :	Société par actions simplifiée (SAS)
Date de création :	01.09.2010
Numéro RCS :	Brest 524 673 803
Numéro SIRET :	524 673 803 00036
Numéro TVA Intracommunautaire :	FR93524673803

I.2. Présentation de Quiet-Oceans

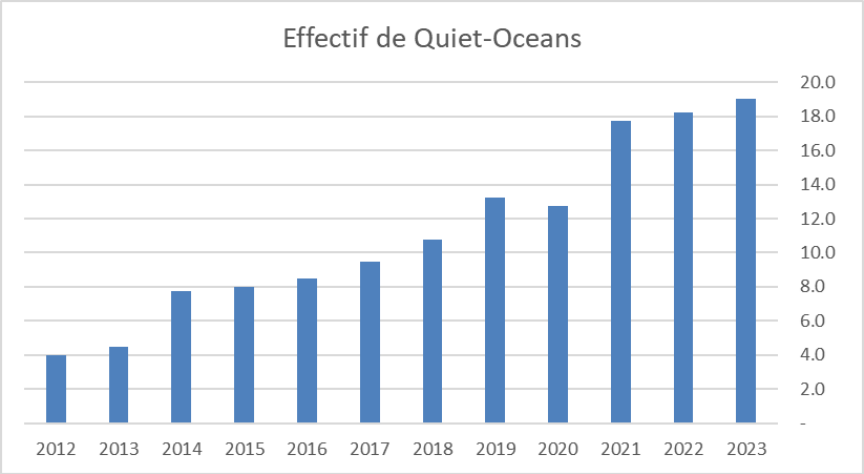
Créé à Brest en 2010 sur la base d'expertises reconnues en acoustique sous-marine et en océanographie acquises dans le monde de la défense, Quiet-Oceans est un leader européen des cabinets d'études environnementales, spécialisé sur l'enjeu du bruit sous-marin. Afin de toujours mieux s'adapter aux besoins et aux enjeux de nos clients, nous développons et mettons en œuvre des méthodes et des innovations en acoustique passive, en prévision du bruit sous-marin et en solutions de monitoring acoustique et bioacoustique (acoustique passive) qui permettent de sécuriser les enjeux faune marine et acoustique des projets maritimes.

Fort de nombreuses références internationales, nous intervenons auprès des acteurs majeurs de l'industrie offshore en France, Europe et outre-mer, de gouvernements et de la Commission Européenne dans le cadre de la Directive Cadre Stratégie pour le Milieu Marin, ainsi que du monde de la recherche.

I.3. Evolution de l'effectif sur les 3 derniers exercices

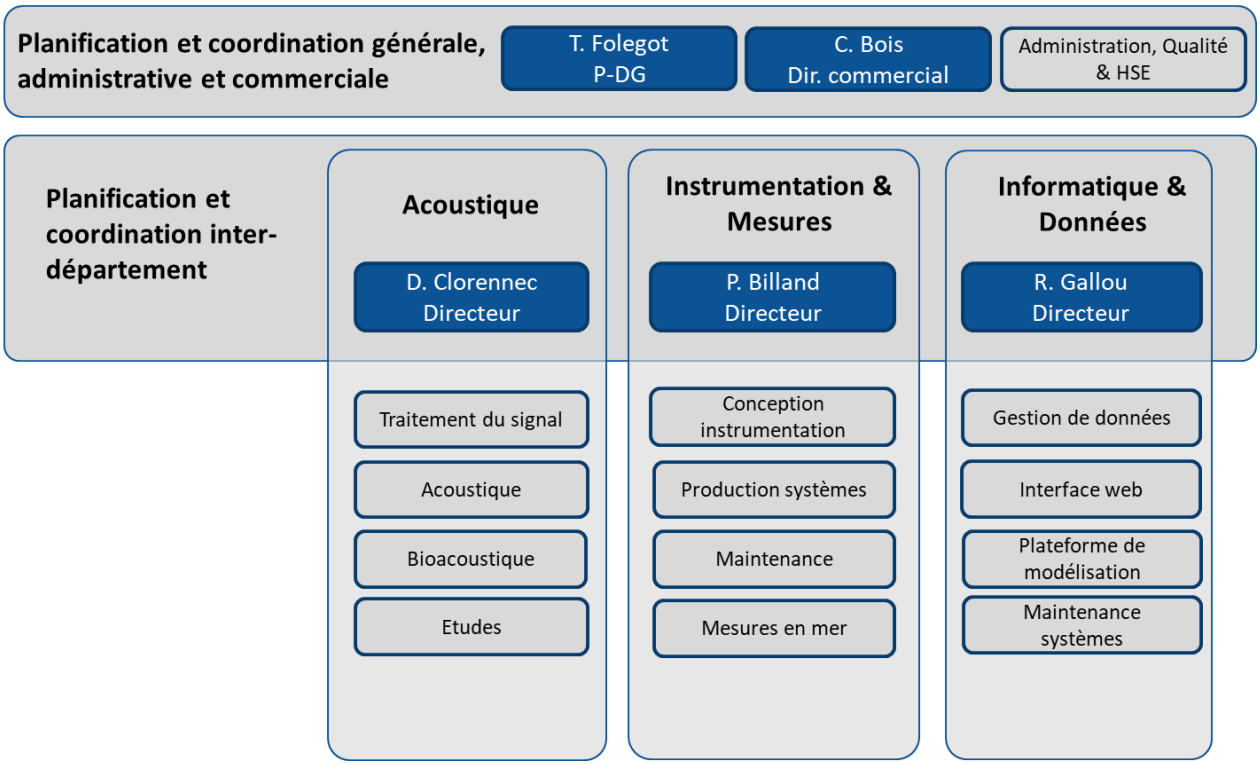
Quiet-Oceans compte actuellement 18 employés dont 16 cadres. Le tableau ci-dessous présente l'évolution de son effectif depuis 2012.

L'entreprise ne compte pas de salarié étranger.



Ce document est la propriété de Quiet-Oceans SAS. Son contenu ne peut, sauf autorisation expresse, être reproduit ou communiqué à des tiers.

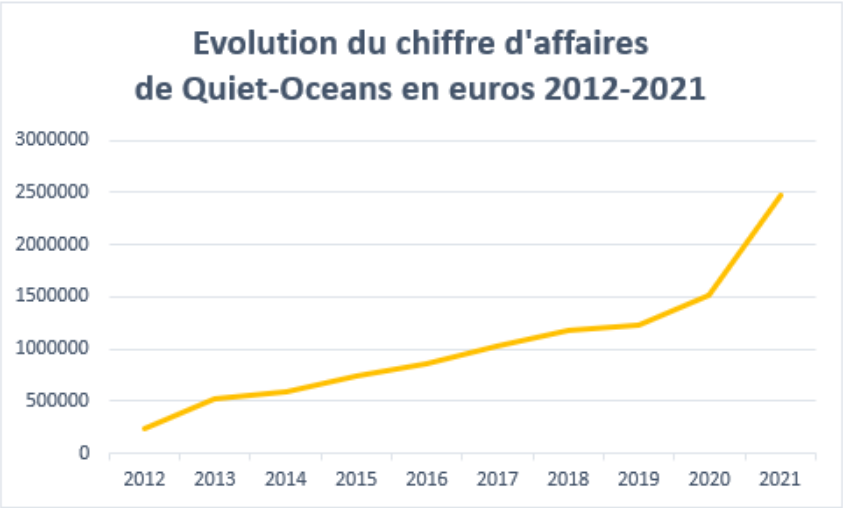
I.4. Organigramme



I.5. Evolution des produits d'exploitation sur les 3 derniers exercices

L'évolution du total des produits d'exploitation sur les trois derniers exercices est présentée ci-dessous.

	Exercice 2020 du 01 01 2020 au 31 12 2020	Exercice 2021 du 01 01 2021 au 31 12 2021	Exercice 2022 du 01 01 2022 au 31 12 2022
Chiffre d'affaires global	1 512 333,00 €	2 479 167,00 €	2 789 563 €



Ce document est la propriété de Quiet-Oceans SAS. Son contenu ne peut, sauf autorisation expresse, être reproduit ou communiqué à des tiers.

Chapitre II. Références, certifications et publications de Quiet-Oceans

II.1. Pourquoi choisir Quiet-Oceans pour un projet impliquant le bruit sous-marin ?

Cette offre s'appuie sur les avantages suivants :

- une **expérience très importante de l'étude d'impact acoustique sous-marine, de la mesure et monitoring en temps-réel ou non du bruit sous-marin et des espèces marines** grâce à de très nombreux projets dans le monde pour tous types d'acteurs.
- chargé de la mesure du bruit des opérations de construction de parcs éoliens à l'étranger et d'autres
- une **expertise reconnue par les services de l'Etat** et les organisations non gouvernementales en France et à l'étranger. Quiet-Oceans fait partie du **groupe sur le bruit sous-marin** (Ministère de l'environnement et Office Français pour la Biodiversité), a été nommé **expert auprès de la Commission Européenne**, et conseille également l'**ACCOBAMS**, **l'agence côtière norvégienne** et de nombreux autres organismes comme **PIANC** (association pour les infrastructures maritimes et fluviales) à Bruxelles ;
- Quiet-Oceans livre des **résultats de très haute qualité**, grâce à une forte exigence dans la qualité des moyens de mesure acoustiques utilisés et à la puissance de son outil de modélisation. Cette qualité est reconnue par les services de l'Etat et les industriels.
- L'outil de modélisation de Quiet-Oceans, **Quonops© est la plateforme de modélisation la plus reconnue et utilisée au monde** pour les projets environnementaux civils ;
- Quiet-Oceans est le seul cabinet d'acoustique sous-marine à être **certifié pour la mesure du bruit sous-marin** par un organisme certificateur international, Bureau Veritas (voir section II.7.1.) ;
- Nos collaborateurs sont certifiés pour la sécurité en mer (voir section II.7.2.) ;
- Notre experte bio-acousticienne détient la certification PAMGuard (voir section II.7.3.).

II.2. Références de projets (2020-2022)

Depuis 2010, Quiet-Oceans a réalisé de nombreux projets en France et à l'étranger, pour les services de l'Etat, ONG, organisations internationales, la recherche et l'industrie, pour des projets régaliens, de suivi des espèces, d'études d'impact et de monitoring en temps réel ou non du bruit ambiant, de sources anthropiques et de bioacoustique. Une sélection de projets récents est présentée dans le Tableau 1.

Ce document est la propriété de Quiet-Oceans SAS. Son contenu ne peut, sauf autorisation expresse, être reproduit ou communiqué à des tiers.

Nom et zone	Dates	Description	Partenaires	Budget
Projets d'énergies marines renouvelables				
Parc éolien flottant Provence Grand Large France	2021-22	Suivi acoustique (bruit et mammifères marins), modélisation et étude de l'impact acoustique pour : - l'état de référence - la phase de construction -la phase d'exploitation	EDF Renouvelables (*Public*)	D
Parc éolien en mer Centre-Manche (AO4) France	2021-22	Etude de référence de la zone d'appel d'offres éolien en mer AO4 Normandie pour le bruit sous-marin et la fréquentation par les mammifères marins Mesures en mer du bruit sous-marin et de la présence de mammifères marins en 6 points pendant 1 an	Ministère de la Transition Ecologique, Biotope (*Public*)	E
Parc éolien en mer Dunkerque France	2019-22	Etude d'impact des travaux de construction comprenant des mesures in situ (bruit et mammifères marins)	EDF Renouvelables (*Public*)	C
	2022	Etude d'impact du raccordement électrique du parc éolien en mer	RTE (*Public*)	A
Parc éolien en mer Dieppe-Tréport France	2015-30	Etude d'impact des travaux de construction et du raccordement du parc comprenant des mesures in situ (bruit et mammifères marins) Suivi acoustique (bruit et mammifères marins) pour : - l'établissement de l'état de référence - les essais de forage - le suivi en phase de construction - le suivi après la construction. Suivi temps réel pendant la construction : - détection en temps réel des mammifères marins - suivi en temps réel du niveau de bruit	ENGIE, Vinci (*Privé*)	E
Parc éolien en mer Yeu-Noirmoutier France	2015-30		ENGIE RTE Vinci (*Privé*)	E
Parc éolien en mer Hollandse Kust Zuid Pays-Bas	2019-22	Suivi du niveau de bruit pendant la phase de test de construction Suivi temps réel du niveau de bruit pendant la construction	Seaway 7, Vattenfall (*Privé*)	E
Parc éolien en mer de Rimini Italie	2021	Etude d'impact de la construction du parc éolien en mer de Rimini	Energia 2020 (*Privé*)	B
Parc éolien en mer Saint Brieuc France	2013-23	Etude d'impact des travaux de construction et du raccordement du parc comprenant des mesures in situ (bruit et mammifères marins) Suivi acoustique (bruit et mammifères marins) pour : - l'établissement de l'état de référence - le suivi en phase de construction - le suivi après la construction.	Iberdrola, RES RTE (*Privé*)	E
Golfe du Morbihan France	2017-21	Etude d'impact d'une ferme d'hydroliennes comprenant des mesures in situ (bruit)	Université de Bretagne Sud (*Public*)	B
Parc éolien en mer Courseulles France	2013-21	Etude d'impact des travaux de construction comprenant des mesures in situ (bruit et mammifères marins) Suivi acoustique (bruit et mammifères marins) pour : - l'établissement de l'état de référence	EDF Renouvelables, Enbridge, WPD (*Privé*)	E
Parc éolien en mer Saint Nazaire France	2013-21	Etude d'impact des travaux de construction comprenant des mesures in situ (bruit et mammifères marins) Suivi acoustique (bruit et mammifères marins) pour : - l'établissement de l'état de référence - les essais de forage - le suivi en phase de construction	EDF, Enbridge (*Privé*)	E

Ce document est la propriété de Quiet-Oceans SAS. Son contenu ne peut, sauf autorisation expresse, être reproduit ou communiqué à des tiers.

	2019-22	Suivi temps réel pendant la construction : - détection en temps réel des mammifères marins - suivi en temps réel du niveau de bruit	DEME Offshore (*Privé*)	E
Parc éolien en mer Formosa 2 Taïwan	2021	Conseil sur la mesure du bruit sous-marin pendant la construction	Seaway 7, Jan De Nul, (*Privé*)	A
Parc éolien en mer Yunlin Taïwan	2021	Contre-expertise de la mesure du bruit sous-marin pendant la construction	Sapura Offshore, WPD (*Privé*)	A
Hydrolienne D10 France	2020-21	Suivi du bruit sous-marin de l'hydrolienne en fonctionnement	Sabella (*Privé*)	A
Parc éolien en mer Taiwan 2 Taïwan	2019-20	Etude d'impact de la construction d'un parc éolien en mer à Taiwan	Confidentiel (*Privé*)	A
Phares France	2019-20	Etude d'impact d'hydroliennes en opération comprenant des mesures in situ (bruit)	Sabella (*Privé*)	A
Parc éolien en mer Kriegers Flak Danemark	2020	Suivi du bruit sous-marin pendant la construction	Van Oord, Vattenfall (*Privé*)	E
Travaux d'aménagement portuaire et de construction côtière				
Port du Havre France	2022	Mesures in situ pour étudier la fréquentation du site par les mammifères marins	HAROPA (*Privé*)	B
Port de Dunkerque France	2020-21	Etude d'impact des travaux d'extension du port de Dunkerque et du trafic supplémentaire induit comprenant des mesures in situ (bruit et mammifères marins)	Grand Port Maritime de Dunkerque (*Privé*)	B
Liaison électrique Marseille - Frioul France	2021-22	Etude d'impact acoustique des travaux de construction de la liaison électrique entre Marseille et les Îles du Frioul Mesure du niveau de bruit des opérations de forage	ENEDIS (*Public*)	A
Port de Simandou Guinée	2021-22	Etude d'impact acoustique des travaux de construction d'un port dans l'embouchure d'une rivière, de son terminal offshore et de la navigation induite Mesures acoustiques in situ du bruit ambiant et de la présence des mammifères marins	Artelia Winning International Group (*Privé*)	C
Port de La Rochelle France	2021-22	Détection en temps réel de mammifères marins et mesure du bruit des opérations de déroctage	Port Atlantique La Rochelle (*Privé*)	D
Ports de Grenland Norvège	2021	Etude d'impact des travaux de déroctage sous-marin pour l'accès aux ports de Grenland	Agence Côtière Norvégienne (*Public*)	B
EU LIFE AGESCIC Europe	2018-21	Développement et mise en œuvre de bouées de monitoring en temps réel du bruit et des mammifères marins pour les travaux maritimes	Commission Européenne (*Public*)	E
Polder du port de Brest France	2013-21	Etude d'impact des travaux d'aménagement comprenant des mesures in situ (bruit et mammifères marins) Suivi acoustique (bruit et mammifères marins) des : - travaux de battage de pieux - travaux de dragage	Région Bretagne (*Public*)	D
Port de La Turballe France	2021	Etude sur les travaux d'extension du port de La Turballe Dimensionnement du rideau de bulles utilisé pour réduire l'impact acoustique sous-marin. Suivi acoustique du bruit des travaux et mesure de l'efficacité du double rideau de bulles Détection en temps réel des mammifères marins pendant la construction	Ports de Loire Atlantique (*Public*)	C

Ce document est la propriété de Quiet-Oceans SAS. Son contenu ne peut, sauf autorisation expresse, être reproduit ou communiqué à des tiers.

Port Militaire de Brest France	2021-22	Etude d'impact des travaux de destruction de l'épi de la Grande Rivière	Service d'infrastructure de la Défense (*Public*)	A
Port de la Grande Motte France	2020-21	Etude d'impact de la construction du port de plaisance de Port-Ville comprenant des mesures in situ (bruit et mammifères marins)	Ville de La Grande Motte (*Public*)	C
Port de Galisbay Saint Martin, Antilles	2022	Etude d'impact des travaux d'extension du port de Galisbay comprenant des mesures in situ du bruit ambiant et de la présence des mamiifères marins	Etablissement Portuaire de Saint-Martin (*Public*)	C
Port de Barneville France	2021	Suivi acoustique du bruit des travaux et mesure de l'efficacité du double rideau de bulles	Charier GC (*Privé*)	B
Quai de la Reine Québec, Canada	2020	Modélisation de travaux d'aménagement portuaire à Québec	WSP Canada (*Privé*)	A
Port de La Ciotat France	2020	Etude d'efficacité d'un dispositif de réduction de bruit sous-marin utilisé pour la construction d'un ascenseur à bateaux	Vinci Construction GTM Sud (*Privé*)	A
Port-Alfred Canada	2019-20	Etude d'impact de la construction d'un quai (battage et vibrofonçage de pieux)	WSP Canada (*Privé*)	A
Tunnel Fehmarnbelt Danemark-Allemagne	2019-22	Etude d'impact de la construction du tunnel sous-marin du Fehmarnbelt entre l'Allemagne et le Danemark	Femern A/S, ITAP, BioConsult SH (*Privé*)	D
Anse du Portier Monaco	2014-20	Etude d'impact des travaux de construction d'un nouveau quartier en mer comprenant des mesures in situ (bruit et mammifères marins) Suivi temps réel pendant la construction : - détection en temps réel des mammifères marins - suivi en temps réel du niveau de bruit	Gouvernement Princier, Bouygues TP (*Privé*)	E
Port de Hargshamn Suède	2020	Suivi acoustique du bruit des travaux de déroctage par minage sous-marin	Agence maritime suédoise (*Public*)	B
Pont du Larivot Guyane Fr.	2020	Etude d'impact de la construction du nouveau pont du Larivot sur la rivière de Cayenne comprenant des mesures in situ	Préfecture de Guyane (*Public*)	B
Projets régaliens et de recherche				
EU H2020 SATURN Europe	2021-25	Développement du volet bruit sous-marin d'un outil de planification spatiale maritime	Commission Européenne (*Public*)	E
EU LIFE Sea Detect Europe	2022-24	Détection des grands cétacés pour évitement des collisions avec les navires	Commission Européenne, Naval Group (*Public*)	E
EU LIFE PIAQUO Italie, France	2019-23	Développement et mise en œuvre de bouées de monitoring en temps réel du bruit des navires et des mammifères marins	Commission Européenne (*Public*)	E
Harmonise Allemagne	2022	Service opérationnel de modélisation du bruit sous-marin	Agence allemande de navigation maritime et hydrographie (BSH) (*Public*)	B
Effinoise France	2020-22	Service opérationnel d'évaluation de l'efficacité des mesures de gestion sur le bruit sous-marin	Ministère de l'environnement (*Public*)	C
GPD PAM France	2021-**22**	Fourniture d'un système de détection des mammifères marins avant les opérations de contre-minage	Préfecture Maritime de Méditerranée (*Public*)	C

Ce document est la propriété de Quiet-Oceans SAS. Son contenu ne peut, sauf autorisation expresse, être reproduit ou communiqué à des tiers.

Arcachon France	2019-21	Traitement et analyse des mesures du bruit ambiant et des espèces marines au sein du Parc Naturel Marin du Bassin d'Arcachon	Office Fr. de la Biodiversité (*Public*)	B
DGA Monitoring France	2019-21	Développement et mise en œuvre de bouées de suivi environnemental (bruit)	DGA (*Public*)	C
GPD Effarouchement France	2020	Fourniture d'un système d'effarouchement des poissons avant les opérations de contre-minage	Préfecture Mar. Méd. (*Public*)	C
FSOT Bio	2019-20	Etude sur les bruits biologiques sous-marins	SHOM (*Public*)	B
Cap Ferrat France	2020	Etude d'impact acoustique d'un réseau acoustique en mer	DGA, Biotope (*Public*)	A
DGA Effarouchement France	2021-22	Effarouchement des mammifères marins lors d'opérations de la DGA	DGA, Made (*Public*)	A
DETECT Italie, France, Monaco	2018-20	Suivi acoustique des mammifères marins au sein du sanctuaire marin international Pelagos	WWF (*Privé*)	C
ERATO France	2016-20	Suivi du bruit sous-marin	SHOM, Thales (*Public*)	C
EFIPAC France	2019-20	Etude de l'impact des activités de plongée sur la biodiversité comprenant des mesures in situ (bruit ambiant et espèces marines)	Min. Env., OFB, RNM Cerbère-Banyuls (*Public*)	C
Modélisation de bassins maritimes				
Sound Scaping MarinEars Allemagne	2020-22	Modélisation du bruit ambiant des eaux territoriales allemandes Développement de gabarits sonores pour la modélisation des bruits anthropiques	Agence all. Nav. mar. hydrographie (BSH) (*Public*)	C
Quiet West Indian Ocean Ocean Indien	2022-25	Réduction du bruit sous-marin émis par les transports et services maritimes dans l'océan Indien occidental	AFD, WCS (*Public*)	D
HELCOM BLUES D, S, DK, FIN, EE, LV, LT, PL, RUS	2021-22	Cartographie acoustique sous-marine de la Mer Baltique sur une année calendaire, calibrée par un grand nombre de points de mesures	HELCOM, CIEM (*Public*)	C
Corcovado Chili	2021	Modélisation de la propagation du bruit sous marin dans les golfes de Corcovado et d'Ancud au Chili	Université Polytec. de Catalogne (*Public*)	A
JONAS GB, F, E, P, IRL	2019-21	Modélisation du bruit ambiant de l'Atlantique Nord-Est	Commission Européenne, (*Public*)	D
JOMPOANS GB, NL, N, DK, F, B, S	2019-21	Modélisation du bruit ambiant de la Mer du Nord	Commission Européenne, (*Public*)	C
Soundscape Italie, Croatie, Slovénie	2019-21	Modélisation du bruit ambiant de la Mer Adriatique	Conseil National Recherche Italien (*Public*)	C
BZH EEZ	2019-22	Cartographie acoustique des côtes bretonnes	SHOM (*Public*)	B
DK EEZ	2018-21	Cartographie acoustique de la ZEE danoise	Université de Aarhus (*Public*)	B
Tango	2018-21	Cartographie acoustique de la côte ouest suédoise	Agence de recherche militaire suédoise FOI (*Public*)	C
EE EEZ	2018-21	Cartographie acoustique de la ZEE estonienne	Université de Tallinn (*Public*)	C
Bay of Fundy Canada	2019-20	Etude et cartographie du bruit ambiant dans la Baie de Fundy	Eastern Charlotte Waterways, (*Public*)	A
UiT Norvège	2020	Modélisation du bruit ambiant au large de la Norvège, dont le bruit de la navigation maritime, pour évaluer l'impact sur des cétacés	Université de Tromsø (*Public*)	A

Ce document est la propriété de Quiet-Oceans SAS. Son contenu ne peut, sauf autorisation expresse, être reproduit ou communiqué à des tiers.

QOS Europe	2016-20	Développement d'un service en ligne de cartographie du bruit sous-marine	Mercator Ocean, Copernicus (*Public*)	C
Projets de navigation maritime et pêche				
Déprédation Océan Indien	2020-22	Evitement de la déprédation de la pêche par les mammifères marins	Confidentiel (*Privé*)	B
Mareos France, Italie, Monaco	2022	Localisation précise en temps réel de grands cétacés par l'utilisation de données spatiales	Copernicus Marine, Pôle Mer Bretagne Atlantique (*Public*)	B
EU LIFE Sea Detect Europe	2022-24	Détection des grands cétacés pour évitement des collisions avec les navires	Commission Européenne (*Public*)	E
MSC Virtuosa France	2020	Suivi acoustique et certification du bruit sous-marin du navire de croisière MSC Virtuosa	MSC Croisières Bureau Veritas (*Privé*)	C
MAVA Déprédation Tunisie	2019-20	Formation de pêcheurs sur l'évitement de la déprédation par les cétacés	FAO, ACCOBAMS (*Public*)	B
Jacques Cartier France	2020	Suivi acoustique et certification du bruit sous-marin du navire d'exploration Jacques Cartier	Ponant, Bureau Veritas (*Privé*)	C
NW Med Strikes Espagne, France, Italie	2019-20	Etude sur le risque de collision entre navires et cétacés en Méditerranée du Nord-Ouest	WWF Mediterranean Foundation (*Privé*)	A
Projets Oil & Gas				
Macrocosme France	2020-21	Etude de design de bouées de suivi environnemental (bruit et mammifères marins)	IFREMER Sofresid Engineering (*Public*)	B
B58 Surinam	2020	Etude d'impact d'opérations de prospection	TOTAL (*Privé*)	A
CI705-706 Côte d'Ivoire	2020	Etude d'impact d'opérations de forage de puits pétroliers en mer	TOTAL (*Privé*)	A
Moho Bilondo Congo	2019-20	Etude d'impact de prospection sismique	TOTAL (*Privé*)	A
Baltic Connector Estonie-Finlande	2014-20	Etude d'impact de la construction d'un pipeline sous-marin	Elering Université de Tallinn (*Public*)	A

Tableau 1 : Références récentes. Code montant : < 25K€ = A, 25-50K€ = B, 50-100K€ = C, 100-250K€ = D, >250K€ = E

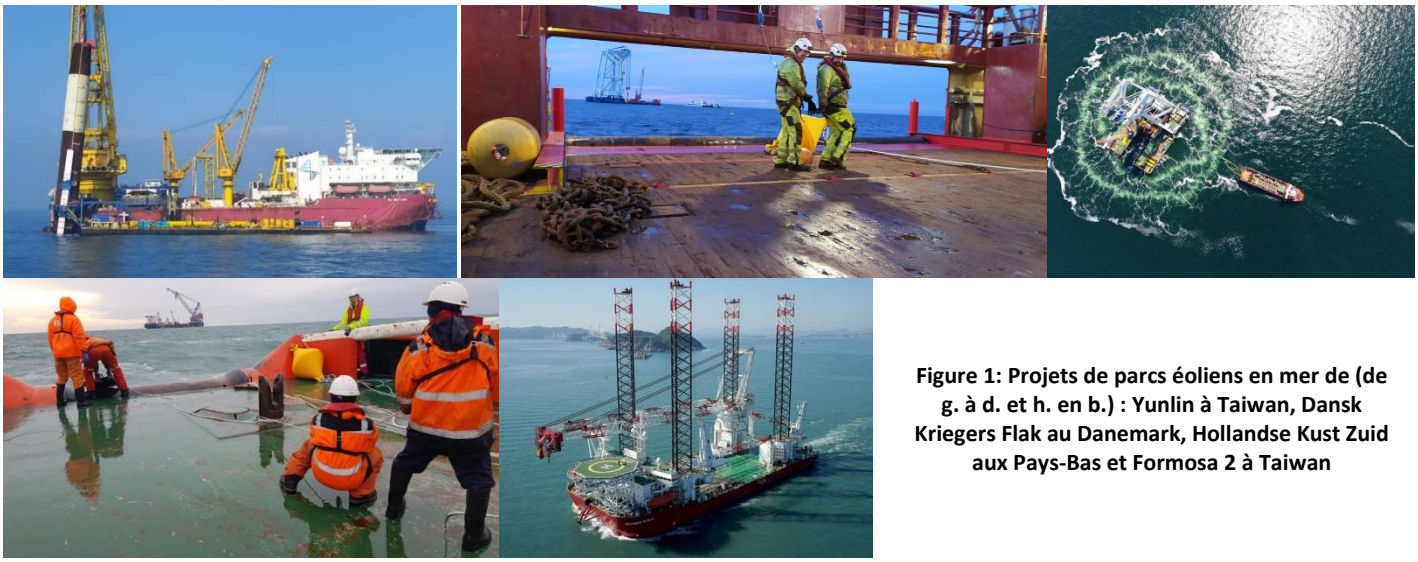


Figure 1: Projets de parcs éoliens en mer de (de g. à d. et h. en b.) : Yunlin à Taiwan, Dansk Kriegers Flak au Danemark, Hollandse Kust Zuid aux Pays-Bas et Formosa 2 à Taiwan

Ce document est la propriété de Quiet-Oceans SAS. Son contenu ne peut, sauf autorisation expresse, être reproduit ou communiqué à des tiers.

II.3. Références générales

Figure 2: Localisations et illustrations de références.

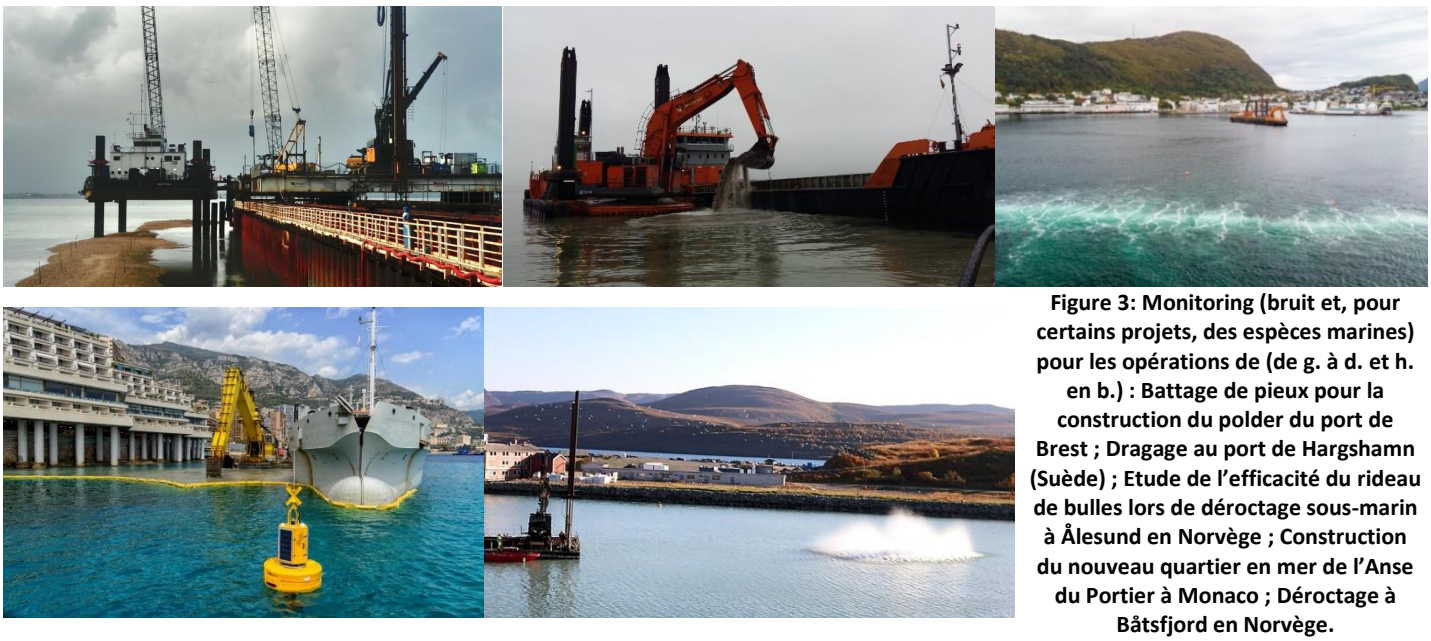


Figure 3: Monitoring (bruit et, pour certains projets, des espèces marines) pour les opérations de (de g. à d. et h. en b.) : Battage de pieux pour la construction du polder du port de Brest ; Dragage au port de Hargshamn (Suède) ; Etude de l'efficacité du rideau de bulles lors de déroctage sous-marin à Ålesund en Norvège ; Construction du nouveau quartier en mer de l'Anse du Portier à Monaco ; Déroctage à Båtsfjord en Norvège.

Ce document est la propriété de Quiet-Oceans SAS. Son contenu ne peut, sauf autorisation expresse, être reproduit ou communiqué à des tiers.

Figure 4: Partenaires et clients.

Ce document est la propriété de Quiet-Oceans SAS. Son contenu ne peut, sauf autorisation expresse, être reproduit ou communiqué à des tiers.

II.4. Références détaillées

Quelques références sont détaillées ci-dessous. Les autres références détaillées dans les tableaux ci-dessus peuvent également être détaillées sur demande.

II.4.1. Parc éolien en mer de Saint Nazaire

Clients :	**EDF**, 3ème producteur mondial d'électricité www.edf-renouvelables.com **DEME Offshore**, 2ème constructeur mondial de fondations en mer www.deme-group.com
Description du projet :	Construction du premier parc éolien français https://parc-eolien-en-mer-de-saint-nazaire.fr/
Périmètre de Quiet-Oceans	Etude d'impact de la construction du parc pour EDF Ren. et DEME Offshore, Suivi acoustique du niveau du bruit et de la présence des mammifères marins pour l'étude d'impact, l'état de référence et le suivi en phase de construction pour EDF Ren. Mesure du bruit des opérations de dragage de la Drague suceuse à désagrégateur *Fernão de Magalhães* de Jan De Nul Mesure du niveau de bruit et détection des cétacés en temps réel lors de l'installation des fondations pour DEME offshore. Effarouchement des mammifères marins lors de l'installation des fondations pour DEME offshore.
Dates :	2013 à 2022
Lien avec le client :	Direct
Montant :	1 M€

Ce document est la propriété de Quiet-Oceans SAS. Son contenu ne peut, sauf autorisation expresse, être reproduit ou communiqué à des tiers.

II.4.2. Parcs éoliens en mer Dieppe-Le Tréport et Yeu-Noirmoutier

Client : **ENGIE**, 3ème plus grande compagnie d'énergie dans le monde (hors hydrocarbures)
www.engie.com/en/

Description du projet : Pour les deux parcs éoliens en mer de Yeu-Noirmoutier et Dieppe-Le Tréport :

Etude d'impact

Suivi acoustique sous-marin (bruit ambiant et mammifères marins) pour l'état de référence, pendant la construction et après la construction sur une durée de 10 ans.

Suivi acoustique en temps réel (bruit ambiant et détection des mammifères marins) pendant la construction.
https://dieppe-le-treport.eoliennes-mer.fr/
https://iles-yeu-noirmoutier.eoliennes-mer.fr/

Dates : 2015 à 2030 (en cours – livraison partielle pour le moment)

Lien avec le client : Direct

Montant : > 1M€

Ce document est la propriété de Quiet-Oceans SAS. Son contenu ne peut, sauf autorisation expresse, être reproduit ou communiqué à des tiers.

II.4.3. Tunnel sous-marin du Fehmarnbelt entre l'Allemagne et le Danemark

Client : Consortium **FECO** (DHI, Orbicon, BioConsult SH, MariLim)

Description du projet : Construction du plus long tunnel routier et ferroviaire sous-marin du monde entre l'Allemagne et le Danemark.
https://femern.com/en

Périmètre de Quiet-Oceans Modélisation acoustique sous-marin de toutes les opérations de construction et de son impact sur les espèces marines et les zones marines protégées de la région.

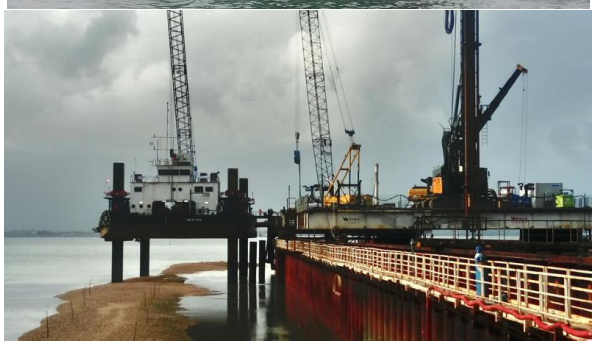
Dates : 2020 à 2029

Lien avec le client : Direct

Montant : 300 K€

Ce document est la propriété de Quiet-Oceans SAS. Son contenu ne peut, sauf autorisation expresse, être reproduit ou communiqué à des tiers.

II.4.4. Construction du polder du port de Brest



Clients : **Conseil Régional de Bretagne pour l'étude d'impact et le suivi opérationnel en phase de construction**

www.bretagne.bzh

Vinci pour l'étude acoustique de réduction de l'impact des opérations de battage des pieux

www.vinci.com

Description du projet : Construction d'un polder

https://portbrest.bretagne.bzh/projet/le-chantier/

Périmètre de Quiet-Oceans Etude d'impact acoustique (2013)

Mesure du niveau du bruit des opérations de battage de pieu pour la construction des quais et digues opérés par Vinci (2016-18).

Etude acoustique pour la réduction de l'impact du battage de pieu pour Vinci (2017).

Mesure du niveau du bruit des opérations de dragage pour le remplissage du polder opéré par la Société de Dragage International (DEME Dredging) (2019-2022).

Dates : 2013 à 2022

Montant : 200 K€

Ce document est la propriété de Quiet-Oceans SAS. Son contenu ne peut, sauf autorisation expresse, être reproduit ou communiqué à des tiers.

II.4.5. Projet européen LIFE AGESCIC

European Commission

Financement : **Commission Européenne**, programme LIFE
https://ec.europa.eu/

Description du projet : Développement et mise en oeuvre de technologies pour réduire l'impact du bruit sous-marin et de la turbidité des travaux maritimes en Europe pour atteindre les objectifs de la Directive Cadre Stratégie pour le Milieu Marin de l'Union Européenne.
www.life-agescic.eu

Dates : 2018 à 2023

Lien avec le client : Direct

Montant : 500 K€

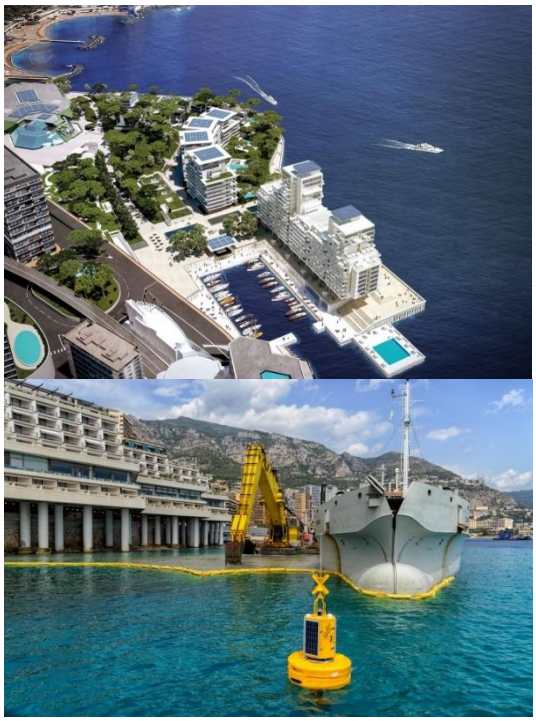
Ce document est la propriété de Quiet-Oceans SAS. Son contenu ne peut, sauf autorisation expresse, être reproduit ou communiqué à des tiers.

II.4.6. Anse du Portier – construction d'un quartier en mer à Monaco

Client :

Sous le contrôle de :

Monitoring en temps réel des opérations de :



Client :	**Bouygues TP**, 7ème plus grande société de construction dans le monde www.bouygues-tp.com
Description du projet :	Construction en mer du nouveau quartier de l'Anse du Portier à Monaco https://mareterra.com/fr/
Périmètre de Quiet-Oceans	Etude d'impact acoustique (2014-2016) pour DHI et complément pour Bouygues TP Suivi opérationnel en phase de construction d'avril 2017 à septembre 2021, pour Bouygues TP MC : - mesure quotidienne du niveau de bruit en temps réel ; - détection des cétacés en temps réel avant chaque démarrage d'atelier bruyant (quotidien) ; - suivi visuel des mammifères marins jusqu'à 6 nq en mer ; - mesure acoustique de chaque atelier bruyant ; - suivi de l'impact acoustique sur toute la période. pour la construction du nouveau quartier sur la mer de l'Anse du Portier à Monaco
Dates :	Depuis 2014
Lien avec le client :	Direct
Montant :	1,2 M€

Ce document est la propriété de Quiet-Oceans SAS. Son contenu ne peut, sauf autorisation expresse, être reproduit ou communiqué à des tiers.

II.5. Contributions aux guides méthodologiques en France et à l'International

Quiet-Oceans a largement contribué à l'écriture de guides méthodologiques sur le bruit sous-marin et son impact sur les espèces marines aux niveaux européen et des Etats membres. La Figure 5 présente certaines de ces publications (Europe, Irlande, France), les guides d'étude d'impact éolien de la direction générale de l'énergie et du climat (DGEC) et d'étude d'impact environnemental des énergies marines (GHYDRO) de France Energies Marines.

Figure 5 : Quelques guides auxquels Quiet-Oceans a contribué pour la question du bruit sous-marin

II.6. Expert appointé auprès d'organisations internationales et services de l'Etat

Quiet-Oceans intervient comme expert afin de formuler des recommandations sur les problématiques du bruit anthropique, des stratégies et protocoles de mesure, des méthodologies d'études d'impacts, et sur les traitements acoustiques et modélisation parmi lesquelles :

Sous-groupe technique sur le bruit (Technical Subgroup Noise - TSG Noise) mis en place par la Direction Générale Environnement de la **Commission Européenne** dans le cadre de la mise en œuvre de la Directive Cadre Stratégie pour le Milieu Marin (DCSMM), à Bruxelles

La **Commission Baleinière Internationale** (IWC) à Londres ;

ACCOBAMS, l'Accord sur la Conservation des Cétacés dans la Mer Noire, la Méditerranée et la zone Atlantique contiguë, à Monaco

L'**Agence Côtière Norvégienne**, par un accord cadre pluriannuel

L'**association internationale pour les infrastructures maritimes et fluviales** (PIANC) à Bruxelles

Ce document est la propriété de Quiet-Oceans SAS. Son contenu ne peut, sauf autorisation expresse, être reproduit ou communiqué à des tiers.

II.7. Certifications

II.7.1. Certification relative à la mesure acoustique passive

Quiet-Oceans est certifié par la société **Bureau Veritas** pour la mesure URN (Underwater Radiated Noise).

BUREAU VERITAS

Certificate of Approval

Approving a Firm engaged in Underwater Radiated Noise measurements related to URN additional class notation.

No. PRS0/PCY/20181109140750

Issued within the scope of the Bureau Veritas Marine & Offshore Division General Conditions
Délivrée dans le cadre des Conditions Générales de la Division Marine & Offshore du Bureau Veritas

This is to certify that:

Company: **QUIET-OCEANS**

Company address: 525 AVENUE DE ROCHON

29280 PLOUZANE
FRANCE

is certified by the Society to carry out and report on underwater radiated noise measurements of ships within the scope of the Rules, Part A, Chapter 1, Section 1, [3.5] and Part A, Chapter 1, Section 2, [6.14].

This certification remains valid until**: 21 October 2021
and may be renewed for a further period of 3 years, subject to satisfactory renewal audit. This certification is given subject to maintenance of original standards and ability of this firm, together with keeping informed the Society of any change in the information originally supplied (including modification in personnel).

Completion date of the assessment on which this certificate based: 22 October 2018

At: Paris on 9 November 2018

Bureau Veritas Surveyor's signature :

For BUREAU VERITAS
Sai-Hang LOO

BUREAU VERITAS MARINE & OFFSHORE SAS

*** Not later than 3 years after the date of evaluation*

The latest published Rules of the Bureau Veritas Marine & Offshore Division and the General Conditions therein are applicable.
La dernière édition des Règlements de la Division Marine & Offshore du Bureau Veritas ainsi que les conditions Générales qui y figurent sont applicables

Any person not a party to the contract pursuant to which this certificate is delivered may not assert a claim against Bureau Veritas for any liability arising out of errors or omissions which may be contained in said certificate, or for errors of judgement, fault or negligence committed by personnel of the Society or of its Agents in the establishment or issuance of this certificate, and in connection with any activities for which it may provide.

Toute personne qui n'est pas partie au contrat aux termes duquel ce document est délivré ne pourra engager la responsabilité du Bureau Veritas pour les inexactitudes ou omissions qui pourraient y être relevées ainsi que pour les erreurs de jugement, fautes ou négligences commises par le personnel de la Société ou par ses agents dans l'établissement de ce document et dans l'exécution des interventions qu'il comporte.

Ce document est la propriété de Quiet-Oceans SAS. Son contenu ne peut, sauf autorisation expresse, être reproduit ou communiqué à des tiers.

II.7.2. Certifications pour la sécurité en mer

Le personnel de Quiet-Oceans qui participent aux campagnes en mer ont suivi une formation aux techniques de **survie agrée offshore BOSIET** (Figure 6).

Ce personnel est également immatriculé comme **gens de mer**.

Tenir pour vivre

ATTESTATION DE FORMATION INITIALE A LA SECURITE ET A L'URGENCE OFFSHORE
BOSIET Approuvé/Approved par/by TOTAL
Basic Offshore Safety Induction& Emergency Training Course CERTIFICATE
Le Centre d'Etude et de Pratique de la Survie (CEPS)
certifie que, certifies that : Philippe BILLAND né le, date of birth : 08/06/1969
a suivi avec succès une Formation BOSIET incluant HUET avec CA-EBS
has completed with success a BOSIET Course including HUET with CA-EBS
Durée/duration : 3 jours (3 days) 06/07/08 septembre 2017
Validité/validity / 4 ans/years - Expire 4 ans moins un jour : 07 septembre 2021
Attestation / Certificate N° 2017-09-20176 Date de délivrance / of issue : 08 septembre 2017
Signature du titulaire / Signature of Holder
Nom / Name Yann CHAUTY
Signature / Signature
Cachet / Seal
V 09/17
Siège social : 37, avenue des Cols Verts - 44380 Pornichet - France
Tél. +33 (0)2 40 61 32 08 - Fax +33 (0)2 40 61 61 08 - www.ceps-survie.com

Tenir pour vivre

ATTESTATION DE FORMATION INITIALE A LA SECURITE ET A L'URGENCE OFFSHORE
BOSIET Approuvé/Approved par/by TOTAL
Basic Offshore Safety Induction& Emergency Training Course CERTIFICATE
Le Centre d'Etude et de Pratique de la Survie (CEPS)
certifie que, certifies that : Guillaume LE PROVOST né le, date of birth : 01/05/1988
a suivi avec succès une Formation BOSIET incluant HUET avec CA-EBS
has completed with success a BOSIET Course including HUET with CA-EBS
Durée/duration : 3 jours (3 days) 06/07/08 septembre 2017
Validité/validity / 4 ans/years - Expire 4 ans moins un jour : 07 septembre 2021
Attestation / Certificate N° 2017-09-20175 Date de délivrance / of issue : 08 septembre 2017
Signature du titulaire / Signature of Holder
Nom / Name Yann CHAUTY
Signature / Signature
Cachet / Seal
V 09/17
Siège social : 37, avenue des Cols Verts - 44380 Pornichet - France
Tél. +33 (0)2 40 61 32 08 - Fax +33 (0)2 40 61 61 08 - www.ceps-survie.com

Figure 6: Certification BOSIET

II.7.3. Certification professionnelle « Passive Acoustic Monitoring »

Notre experte en bioacoustique est certifiée « **Advanced** » par **PAM-Tech (UK)**.

PAMTech PAMGUARD
PAMTech Certificate of Completion
is hereby granted to
Justine Chompret
to certify that she has completed to satisfaction
Advanced PAMGUARD
Granted: 30/11/2014
Susannah Calderan, Jamie Macaulay, Anja Witich

PAMTech PAMGUARD
PAMTech
Certificate of Completion
is hereby granted to
Justine Chompret
to certify that she has completed to satisfaction
Introduction to PAMGUARD
Granted: 28/11/2014
Susannah Calderan, Jamie Macaulay, Anja Witich

PAMTech PAMGUARD
PAMTech Certificate of Completion
is hereby granted to
Justine Chompret
to certify that she has completed to satisfaction
Advanced PAMGUARD
Granted: 22/10/2016
Susannah Calderan, Jamie Macaulay

Ce document est la propriété de Quiet-Oceans SAS. Son contenu ne peut, sauf autorisation expresse, être reproduit ou communiqué à des tiers.

II.8. Publications scientifiques

Quiet-Oceans participe régulièrement à des travaux de recherche en lien avec la communauté scientifique internationale spécialisée sur le bruit sous-marin et son impact sur la biodiversité. Voici une sélection des publications auxquels Quiet-Oceans a participé :

[1] Thomsen, F., Mendes, S., **Folegot, T**., et al. (2021). Addressing underwater noise in Europe: Current state of knowledge and future priorities. Future Science Brief 7 of the European Marine Board, Ostend, Belgium. ISSN: 2593-5232.ISBN: 9789464206104. DOI: 10.5281/zenodo.5534224.

[2] **Folegot, T.,** Tougaard, J., **Clorennec, D.**, Galatius, A., Klauson, A. (2020). Quantifying the potential for masking of mating calls in Kattegat, the Baltic Sea, by acoustic modelling International Whaling Commission, Noise Workshop, Harbour seals and ship noise, London, 2020

[3] Mustonen, M., Klauson, A., **Folegot, T., Clorennec, D.** (2020). Natural sound estimation in shallow water near shipping lanes. The Journal of the Acoustical Society of America. 147. EL177-EL183.

[4] Marcellin, S., Chati, F., Diab, D., Décultot, D., Leon, F., Clorennec, **Clorennec, D., Folegot, T.** (2019). Numerical Analysis of Pile Driving Disturbances into Water and Soil for Offshore Windfarm Constructions. UACE 2019 - Underwater Acoustics Conference & Exhibition, Crete Greece.

[5] Mustonen, M., Klauson, A., Andersson, M., **Clorennec, D., Folegot, T.**, et al. (2019). Spatial and Temporal Variability of Ambient Underwater Sound in the Baltic Sea. Scientific Reports. 9. 1-13.

[6] Skålsvik, T., Christensen, G., Aune, M., **Clorennec, D., Billand, P., Bois, C., Folegot, T**. (2019). Støymålinger i Aspevågen, Måling av undervannsstøy og vurdering av boblegardin som avbøtende tiltak ved sprengning under vann i Aspevågen, Ålesund. APN-61285 rapport till Kystverket. Tromsø, Norway.

[7] Lossent, J., Gervaise, C., Di Iorio, L., **Folegot, T., Clorennec, D.,** Lejart, M. (2018). Underwater operational noise level emitted by a tidal current turbine and its potential impact on marine fauna*. Marine Pollution Bulletin, 131 (A), p323-334.*

[8] Aune, M., **Clorennec, D., Chopret, J., Billand, P., Bois, C., Folegot, T.** og G. Christensen. 2018. Vurderinger av støy i forbindelse med undervannseksplosjoner i Båtsfjord, april 2018. APN 60306.01 rapport till Kystverket. Tromsø, Norway.

[9] Audoly, C., Gaggero, T., Baudin, E., **Folegot, T.,** et al. (2017). Mitigation of Underwater Radiated Noise Related to Shipping and Its Impact on Marine Life: A Practical Approach Developed in the Scope of AQUO Project. IEEE Journal of Oceanic Engineering, 42(2), 373-387.

[10] **Folegot, T, R. Chavanne, D. Clorennec, R. Gallou, A. Levaufre, L. Six**, (2017) Ocean Noise Mapping Services to address the emerging international regulations, Copernicus Marine Week, Brussels, Sept 2017

[11] **T. Folegot, D. Clorennec**, A. Nikolopoulos, F. Fyhr, M. Andersson, P. Sigray (2017), On the exploitation of noise maps at a regional scale: a testimony of the BIAS project, Ocean Noise International Conference, Barcelona, May 2017.

[12] Lossent, J., Gervaise, C., Di Lorio, L., **Clorennec D.,** Lejart M., and **Folegot T.,** "Underwater operational noise level emitted by a tidal current turbine and its potential impact on marine fauna", JASA,141(5):3923-3923, May 2017.

[13] F**olegot, T., R. Chavanne, D. Clorennec, R. Gallou, A. Levaufre, L. Six** (2017), Les défis de la cartographie acoustique sous-marine opérationnelle en réponse aux obligations de la Directive Cadre Stratégie pour le Milieu Marin, Journées Scientifiques LEFE/GMMC 2017, Brest, Juin 2017

[14] **Bois, C., Folegot, T.,** André M. (2017) Indo Pacific Humpback Dolphin Protection in ROC Marine Renewables projects, International Workshop on Passive Acoustic Monitoring, National Taiwan University, Taiwan, December 2017.

[15] Baudin E. **Folegot T.**, M. Andre (2016) "How efficient are potential regulation on underwater noise? A framework proposed by the AQUO project". i3 Observatory for Responsible Innovation – "Racket in the Ocean", 3rd Workshop, Paris, France.

Ce document est la propriété de Quiet-Oceans SAS. Son contenu ne peut, sauf autorisation expresse, être reproduit ou communiqué à des tiers.

[16] Audoly C., Rousset C., **Folegot T.**, André M., Benedetti L. Baudin E., (2016) "AQUO European Collaborative Project – Development of Methods and Indicators for the Assessment of Shipping Noise Footprint on Underwater Environment and Impact on Marine Life", Energy and Environment, First Edition, Vol. 1 Chap. 28, ©ISTE Ltd 2016, ISBN: 9781786300263.

[17] **T. Folegot**, **D. Clorennec**, Baudin E., Audoly C., Rousset C., (2016) "Ocean Noise Footprint Related to Shipping: Cumulative Benefits of Individual Ship Noise Reduction", (Poster) 4th Conference on the Effect of Noise on Aquatic Life, Dublin, Ireland.

[18] Audoly C., Rousset C., Baudin E., **Folegot T**. (2016) "Aquo project – Research on solutions for the mitigation of shipping noise and its impact on marine fauna – synthesis of guidelines", 23rd International Congress on Sound & Vibration (ICSV23), Athens, Greece.

[19] Audoly C., Rousset C., Baudin E., **Folegot T.** (2016) "Le projet Européen AQUO : Recherche de solutions pour réduire l'impact sur la faune du bruit sous-marin généré par le trafic maritime – Synthèse des recommandations", ATMA, Paris, France.

[20] Baudin E., **Folegot T.** (2016) "AQUO: A methodology to quantify noise mitigation solutions Racket in the oceans and responsible innovation -Workshop 3: Innovative solutions: technologies and management and regulatory tools, Ecole des Mines, Paris, France.

[21] **Folegot, T., D. Clorennec**, A. Norro, A. Gill et F. Thomsen, (2016), Modelling the risk of noise exposure to marine life during offshore wind farms construction and operation, 4th International Conference on the Effects of Noise on Aquatic Life, Dublin, Ireland, 2016.

[22] Jacob, T., Ody, D. Gallou, R., L. David, N. Di-Méglio, and **Folegot, T.,** (2016) Characteristics of maritime traffic in the Pelagos sanctuary and analysis of collision risk with large cetaceans, WWF France report.

[23] Lossent, J., Gervaise, C., Di Lorio L., **Clorennec D.,** Lejart, M., and **Folegot T.** Bruit rayonné par une hydrolienne en service, site de Paimpol-Bréhat. Evaluation de son impact sur la faune marine, 4th SERENADE Congress oct 2016.

[24] **T Folegot, D Clorennec**, Regional management of underwater noise made possible: an achievement of the BIAS project, Racket in the oceans: international conference on underwater noise, at Paris, France,09/2016

[25] **T Folegot, D Clorennec**, A Norro. Modelling the risk of noise exposure to marine life during offshore wind farms construction and operation, Effect of Noise on Aquatic Life July 2016

[26] M Mustonen, A Klauson, **T Folegot, D Clorennec**, M.Ratassep, Passenger Ship Source-Level Determination in a Shallow-Water Environment, Effect of Noise on Aquatic Life July 2016

[27] J. Van Loock, L Laurent, J De Rosny, C Prada, **D Clorennec, T Folegot,** Radiation of elastic waves during pile driving: results from small-scale laboratory experiments, Congrès Français d'Acoustique, Avril 2016, Le Mans

[28] **Folegot, T., D. Clorennec**, A. Nikolopoulos, F. Fyhr, M. Andersson et P. Sigray (2016), Regional management of underwater noise made possible: an achievement of the BIAS project, Internal Conference on Underwater Noise Racket in the Oceans, Paris, 2016.

[29] Verfuß, U.K., Andersson, M., **Folegot, T.,** Laanearu, J., Matuschek, R., et al. (2015). BIAS Standards for noise measurements. Background information, Guidelines and Quality Assurance. Amended version.

[30] Colin, M. E., Ainslie, M. A., Binnerts, B., de Jong, C. A., Karasalo, I., Östberg, M., **Folegot T.**, and **Clorennec, D.** (2015). Definition and results of test cases for shipping sound maps (pp. 1-9). IEEE.

[31] **T. Folegot**, Anthropogenic noise monitoring in Europe, Workshop on the Surveillance and the Assessment of the Environment by Discrete Passive Acoustics (SERENADE), Grenoble, France, 2014

[32] Baudin E., **Folegot T**., André M., Rizzuto E., et al., A goal based approach towards the reduction of underwater radiated noise from shipping, Proceedings of the ASME 2014 33rd International Conference on Ocean, Offshore and Arctic Engineering, OMAE2014, San Francisco, USA Juin 2014

Ce document est la propriété de Quiet-Oceans SAS. Son contenu ne peut, sauf autorisation expresse, être reproduit ou communiqué à des tiers.

Chapitre III. Moyens humains de Quiet-Oceans

III.1. Equipe

L'équipe de Quiet-Oceans qui sera dédiée au projet associe des expertises en instrumentation marine, modélisation acoustique, traitement du signal, bioacoustique et cétologie. Cette équipe est reconnue au niveau européen et est experte auprès de nombreux groupes de travail et d'organisations internationales tels que la Commission Européenne, ACCOBAMS, PELAGOS, PIANC, etc.

Les principaux membres sont :

Dr. Thomas Folegot, fondateur de Quiet-Oceans et inventeur de Quonops©, la plateforme de prévision acoustique opérationnelle de Quiet-Oceans, est expert international en océano-acoustique. Il est régulièrement consulté sur des problématiques sous-marines en France et à l'étranger. Après une première partie de carrière menée dans le domaine de la Défense (Service Hydrographique et Océanographique de la Marine Nationale, Direction Générale pour l'Armement, OTAN), Thomas Folegot dirige les activités de Quiet-Oceans et intervient comme expert pour la Commission Européenne. Diplômé de Centrale Lyon (1995), il est titulaire d'un doctorat en science de l'Université de Paris (2003), d'une thèse de doctorat en science de l'Université de Paris (2003) et d'un Executive Master à HEC Paris (2009).

Dr. Dominique Clorennec est expert en traitement du signal océano-acoustique et en développement d'algorithmes. Chercheur expérimentaliste pour le Centre National de la Recherche Scientifique pendant une dizaine d'années, il a participé à de nombreuses campagnes de mesures acoustiques. Responsable scientifique de la plateforme de prévision opérationnelle Quonops© et des outils d'analyse associés, il est le garant de la qualité des données produites. Dr. Dominique Clorennec est titulaire d'un doctorat en science de l'Université de Paris (2002).

Philippe Billand est expert en ingénierie des systèmes complexes, en instrumentation marine et en conduite de campagne de validation expérimentale en mer. Depuis une quinzaine d'années, il accompagne les scientifiques de l'Ifremer et du Centre Militaire d'Océanographie et les ingénieurs de Thales Underwater Systems dans le cadre de missions d'intégration, de conception et de déploiements acoustiques. Il a à son actif la participation à plus d'une trentaine de campagnes en mer nationales ou internationales. Il est directeur du département Instrumentation et Mesures de Quiet-Oceans. Philippe Billand est titulaire d'une Maîtrise de Sciences et Techniques de l'Industrie.

Roger Gallou est expert senior en traitement et gestion de données d'environnement marin. Il a collaboré en particulier pendant plusieurs années avec l'Ifremer et le Centre Militaire d'Océanographie sur la mise en œuvre d'interfaces et de chaines de traitements automatisées. Responsable Data & Production, il est garant du cycle de vie des données nécessaire à la réalisation des études acoustiques. Roger Gallou est titulaire d'un DESS hyperfréquence et traitement du signal de l'Université de Bretagne Occidentale de Brest.

Justine Chompret est ingénieur d'études, en charge des analyses sonores. Spécialisée en bioacoustique sous-marine, elle dispose d'une expérience significative dans la reconnaissance des signatures acoustiques qu'elles soient d'origine biologique ou anthropique. Elle a rejoint Quiet-Oceans en 2014 et est aujourd'hui responsable des études sur la fréquentation et le comportement des mammifères marins dans le cadre des études d'impact acoustique. Diplômée en Sciences et Biologie Marine (2011), elle est titulaire d'un Master en Sciences « Sound and Vibration » de l'Université de Southampton (2013).

Ce document est la propriété de Quiet-Oceans SAS. Son contenu ne peut, sauf autorisation expresse, être reproduit ou communiqué à des tiers.

III.2. Spécialisation des membres de l'équipe

Tous les membres de l'équipe sont spécialisés en acoustique sous-marine passive.

Nom	Expertises	Expériences	Autorisations administratives
Dr. Thomas Folegot	Physique de l'acoustique sous-marine Traitement du signal	Ensemble des références listées en section II.2.	
Dr. Dominique Clorennec	Modélisation du bruit sous-marin Etude du bruit des projets et de leur impact sur les espèces		
Philippe Billand	Conception et mise en œuvre d'instrumentation acoustique		Pour l'ensemble des références listées en section II.2.
Roger Gallou	Traitement des données d'environnement marin		
Justine Chompret	Bioacoustique		

Ce document est la propriété de Quiet-Oceans SAS. Son contenu ne peut, sauf autorisation expresse, être reproduit ou communiqué à des tiers.

Chapitre IV. Présentation de la plateforme de modélisation du bruit sous-marin Quonops©

IV.1. Une plateforme reconnue et utilisée par des acteurs majeurs

Issue du la recherche de défense, la plateforme de modélisation Quonops© est **l'une des plus validées au monde**, militaires et civiles confondues, avec environ **20.000 jours de calibration par mesures in situ**. C'est aussi **l'une des plus utilisées au monde** avec **plus de 2 millions de cartes produites**.

Bénéficiant d'un **brevet international**, elle est utilisée depuis 2010 par des **acteurs majeurs publics et privés** (Figure 7) pour la recherche, le développement de la connaissance, la définition de règlementations et des études d'impact environnementaux dans le monde entier, notamment la Commission Européenne et des services gouvernementaux en charge du bruit sous-marin en France, Allemagne, Suède, Danemark, Pays-Bas, Canada… et des industriels comme Bouygues Construction, Vinci, EdF, ENGIE, Total, CMA CGM, Bureau Veritas, Suez…

Elle est utilisée par des services en charge de la mise en œuvre dans leur pays de la Directive Cadre Stratégie pour le Milieu Marin (DCSMM) de la Commission Européenne, quotidiennement au Danemark et en Estonie et ponctuellement par un grand nombre de pays européens.

Figure 7 : Utilisateurs de la plateforme de modélisation Quonops©

Ce document est la propriété de Quiet-Oceans SAS. Son contenu ne peut, sauf autorisation expresse, être reproduit ou communiqué à des tiers.

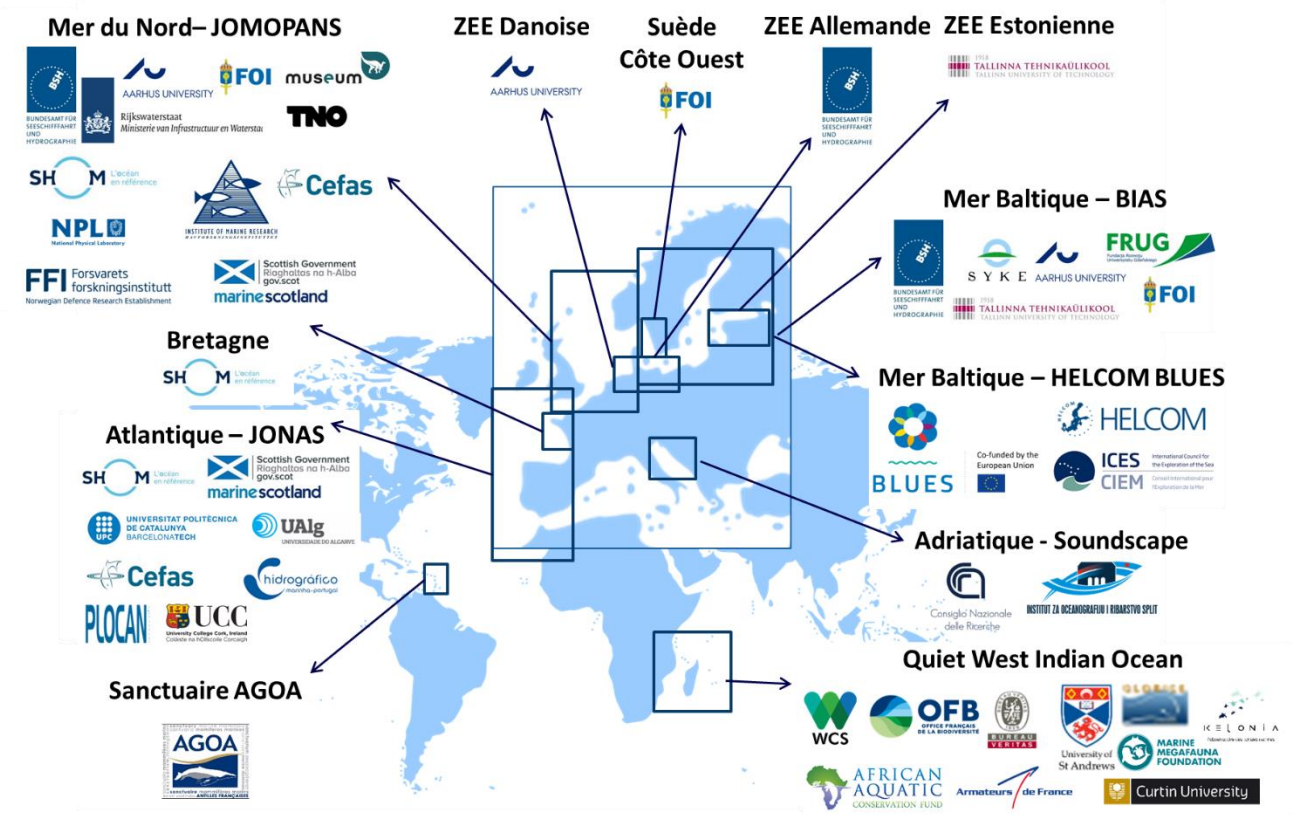


Figure 8 : Création d'atlas acoustiques du bruit ambiant de bassins maritimes avec Quonops©

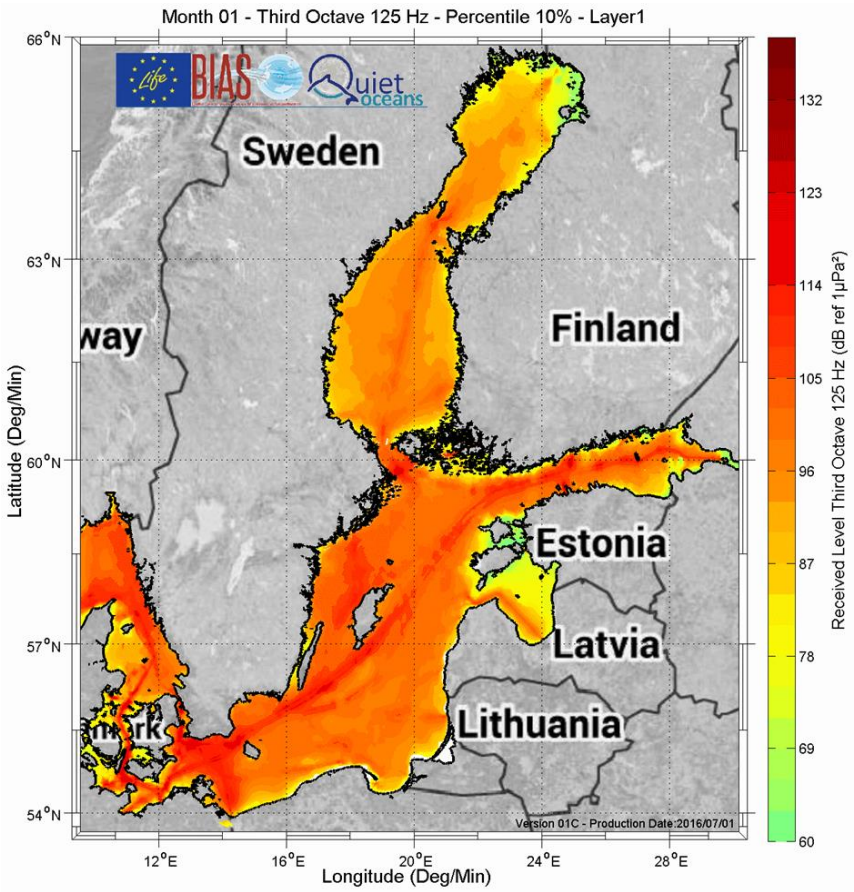


Figure 9 : Cartographie du bruit ambiant de la mer Baltique avec Quonops©

Ce document est la propriété de Quiet-Oceans SAS. Son contenu ne peut, sauf autorisation expresse, être reproduit ou communiqué à des tiers.

IV.2. Une plateforme primée

Quonops© a reçu le soutien financier de l'agence européenne Copernicus – Mercator Ocean et a reçu le **trophée d'Innovation pour l'océan** remis à l'Institut Océanographique de Paris en septembre 2018 pour sa version accessible en ligne.

IV.3. Une plateforme validée par les études scientifiques sur les modèles acoustiques

Quonops© est un système **largement reconnu par les études de comparaison avec d'autres modèles**. Quonops© est ainsi validé par les trois principales études d'inter-comparaison de modèles acoustiques utilisés en acoustique sous-marine :

- dans le cadre du projet européen AQUO (Achieve QUieter Oceans) (Audoly, et al., 2016), Quiet-Oceans a organisé et participé à une initiative internationale d'inter-comparaison de huit modèles acoustiques utilisés en acoustique sous-marine, dont ceux mis en œuvre dans Quonops©. Ce travail a consisté à définir plusieurs scénarios-tests de propagation théoriques et réalistes, et à évaluer/comparer les résultats des différents modèles de propagation acoustique des différents instituts de recherche européens. Les résultats, rendus publics dans une publication scientifique commune (Collin, et al., 2015), ont démontré que les modèles mis en œuvre par Quonops© font partie de l'état de l'art international ;
- dans le cadre du projet JOMOPANS, une étude internationale d'inter-comparaison de modèles acoustiques utilisés en acoustique sous-marine a été réalisée (de Jong et al. 2019) afin de vérifier et valider les modèles acoustiques et garantir une homogénéité des résultats à l'échelle européenne. JOMOPANS est un projet européen INTERREG North Sea 2018-21 visant à produire la cartographie acoustique de la Mer du Nord et dont Quiet-Oceans est partenaire ;
- dans son ouvrage "Underwater Acoustic Modeling and Simulation" (Etter, 2018), Paul C. Etter compare les principaux modèles et systèmes acoustiques sous-marines reconnus au niveau international et dit de Quonops© :
  « *Quonops© is a forecasting system for anthropological noise developed by Quiet-Oceans (Guelton et al., 2013). It relies on the oceanic propagation model RAM and Bellhop. Starting from a given environmental situation which summarizes oceanographic and meteorological information, Quonops© computes the acoustic field induced by the given anthropological sources such as cargos, windmills or pilling ships, for the given are of interest. The accumulated acoustic pressure in a 3-D mesh is then obtained for the selected area. The computation may involve very large area and several hundreds of acoustic sources. Fields are generated offline for case studies, or online for area monitoring. Offline studies require huge amount of computations involving thousands of simulations due to the use of a Monte-Carlo model. Online studies are less computational-intensive but require tight scheduling. In both cases, High Performance Computing (HPC) is the key to deliver comprehensive reports or real time monitoring. Quonops© use three layers of parallelism via distributed computing employing Caparmor III, a cluster hosted at French Research Institute for Exploitation of the Sea (Ifremer), to handle multiple simultaneous simulations. By using multi-threading, the time constraint for online simulations becomes achievable. Moreover, the manual vectorization of the computation kernels yields additional speedups that benefit both situations*. »

Ce document est la propriété de Quiet-Oceans SAS. Son contenu ne peut, sauf autorisation expresse, être reproduit ou communiqué à des tiers.

IV.4. La technologie : Quonops©, un système de prédiction sous-marine breveté internationalement

Afin de répondre à la question du contrôle du bruit ambiant, notamment pour la mise en œuvre de la Directive Cadre Stratégie du Milieu Marin, un système opérationnel global de prédiction du bruit anthropique appelé Quonops© a été conçu à l'image des systèmes de prévision météorologique. Quonops© combine des données environnementales en temps-réel à des informations humaines en temps-réel et intègre des mesures acoustiques en temps-réel pour produire, en fonction du temps, les champs acoustiques sous-marins tridimensionnels en résultant. Quiet-Oceans a en effet démontré que, mises ensemble, des technologies matures et émergeantes (comme le calcul parallèle, la modélisation sous-marine, les communications satellites…) permettent d'envisager le développement d'une plateforme opérationnelle, en temps réel et globale de monitoring et de prédiction acoustique anthropogénique. Le système a été pensé pour couvrir la plupart des bassins et activités. La version actuelle du système vise à livrer un service de cartographie à la pointe des possibilités techniques et scientifiques.

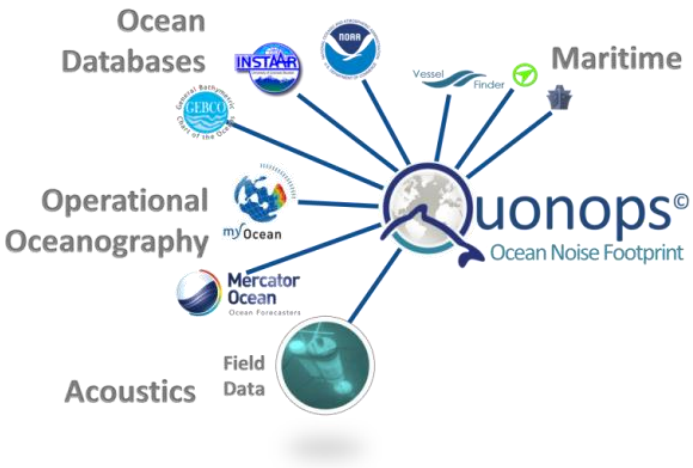
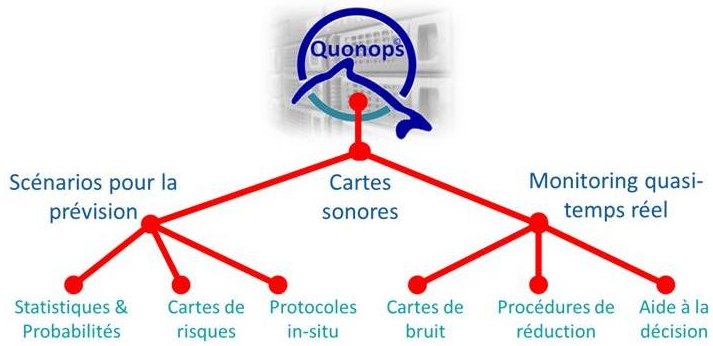


Figure 10 : Principe de Quonops©, système opérationnel global de prédiction du bruit anthropique

Quonops© réunit des informations et données pertinentes au sein d'une plateforme de prédiction du bruit pour livrer une gamme de services géo-référencés comme :

- ✓ Les environnements sonores selon des scenarios océano-météorologiques et humains donnés ;
- ✓ Des statistiques et occurrences du bruit saisonnier à l'échelle des bassins ;
- ✓ Le gain des mesures d'atténuation ;
- ✓ Aide à la décision.

Quonops© a déjà été mis en œuvre pour prédire le bruit réel et l'empreinte sonore induits par plusieurs parcs éoliens en mer, projets d'énergie marémotrice et de projets de constructions en mer en France, dans l'Océan Indien, les Antilles et en Europe. Les zones de projets étaient déjà soumises à la pression du bruit anthropique, notamment par la navigation maritime, la pêche et la plaisance. La description statistique des structures globales de bruit océanique initial et perturbé a permis d'améliorer les décisions de management. Un tel outil est une aide à la décision pour le management car il permet d'évaluer, quantifier et prioriser les pressions anthropiques directes et indirectes sur la vie marine selon les réglementations en développement.



Ce document est la propriété de Quiet-Oceans SAS. Son contenu ne peut, sauf autorisation expresse, être reproduit ou communiqué à des tiers.

Quonops© intègre différentes stratégies de modélisation du bruit en mer, allant des modèles d'équation parabolique (particulièrement bien adaptés aux eaux peu profondes à basses fréquences) à la modélisation de rayonnement de faisceaux gaussiens (bien adaptée pour les fréquences hautes). La physique de propagation des ondes acoustiques, son interaction avec les interfaces (rugosité de surface, propriétés du fond, bathymétrie…) et les propriétés de la colonne d'eau (température, salinité…) sont pris en compte pour la prédiction de bruit fournie par Quonops ©.

Quonops © fait partie des outils de modélisation de pointe. Dans le cadre du projet AQUO, financé par la Commission Européenne, Quiet-Oceans a organisé et contribué à un atelier interne visant à valider les outils de modélisation de plusieurs organismes de recherche européens. En complément, une conférence internationale sur la modélisation du bruit sous-marin a été organisée à Madrid en 2014. L'objectif de cette conférence était d'évaluer la justesse des différentes approches de modélisation. Une série de 5 cas tests ont été définis pour la mise en œuvre de chaque modèle. La comparaison des résultats de cette gamme large de modèles a démontré la grande précision de la modélisation fournie par Quonops©.

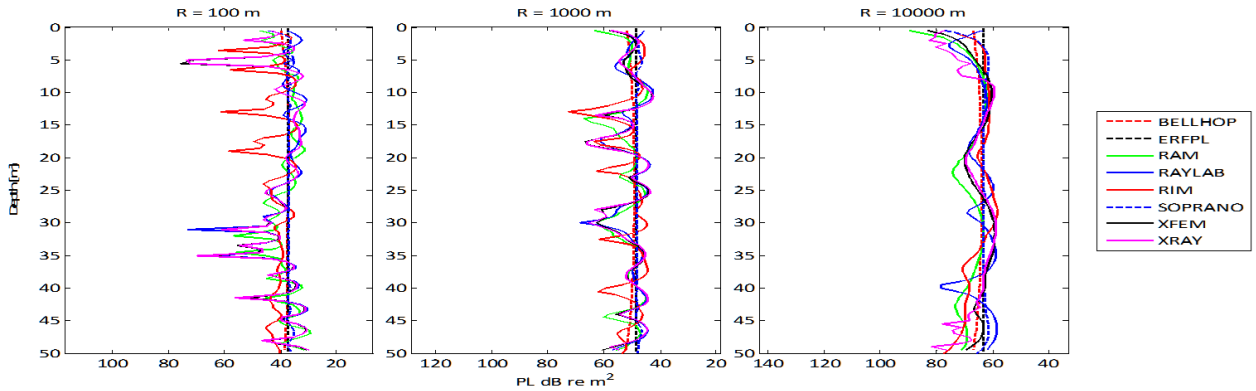


Figure 11 : Comparaison de 8 modèles de propagation du bruit sous-marin dans le cadre des projets européens AQUO et SONIC. Quonops© utilise RAM (Collins, 1994) et Bellhop.

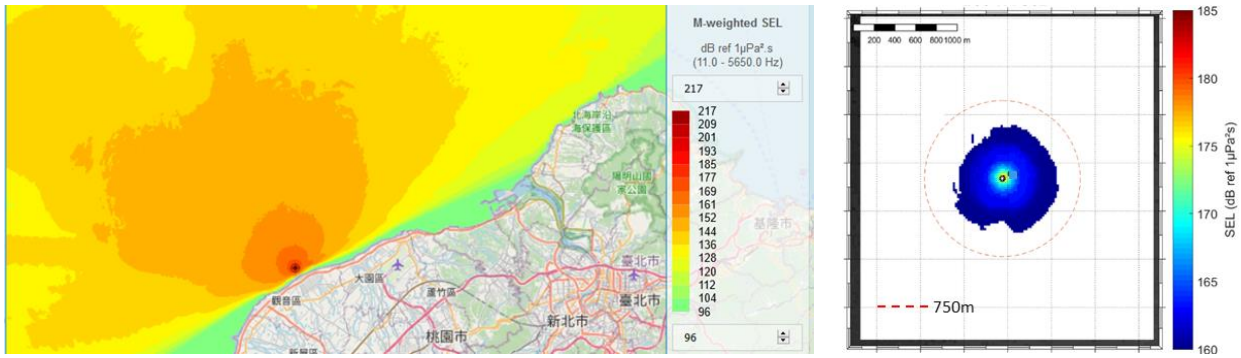


Figure 12 : Cartographie d'opérations de battage de pieux lors de la construction de parcs éoliens en mer à Taiwan. A gauche, empreinte acoustique. A droite, empreinte au-dessus de 160dB.

Ce document est la propriété de Quiet-Oceans SAS. Son contenu ne peut, sauf autorisation expresse, être reproduit ou communiqué à des tiers.

Chapitre V. Présentation générale du parc instrumental de Quiet-Oceans

Le recueil de données acoustiques sous-marines nécessite une instrumentation variée et complète pour **s'adapter aux conditions de mesure** (bruit ambiant, nature du sédiment, courant, hauteur d'eau, état de la surface de la mer…), **à la durée** de mesure, **aux sources sonores** à mesurer et, si besoin, au traitement et à la transmission des résultats en **temps-réel**.

Le **choix du matériel est donc crucial pour s'assurer de la bonne qualité du résultat**. Confronté à des situations opérationnelles complexes où l'adéquation et la robustesse du matériel sont cruciaux pour la bonne réalisation de la mission, Quiet-Oceans acquière, développe et améliore continuellement une gamme d'instruments qu'il utilise au quotidien et qui peut également être mise en œuvre simplement par les acteurs en mer.

Le parc instrumental de Quiet-Oceans est **l'un des plus importants d'Europe** et comprend actuellement :

- **9** systèmes ***Smart-PAM***© de **mesure en temps réel du niveau du bruit et de détection des mammifères marins** :
  - Bouées temps-réel communicantes ***Smart-PAM***© de différents formats en fonction des projets, fabriquées par Quiet-Oceans (France)
  - Systèmes portables et de chantier ***Smart-PAM***©, fabriqués par Quiet-Oceans (France)

- **1** système d'émission d'**acoustique active Pulse**© fabriqué par Quiet-Oceans (France)

- **Plus de 50 enregistreurs acoustiques** :
  - ***SM3M*** (1 à 2 voies) fabriqués par Wildlife Acoustics (Etats-Unis)
  - ***Sylence LP440*** (1 voies) fabriqués par RTSYS (France)
  - ***RS-ORCA 72D*** (4 voies) fabriqués par RS Aqua (Royaume-Uni)
  - ***RS-ORCA ACE*** (5 voies) fabriqués par RS Aqua (Royaume-Uni)
  - ***Porpoise*** fabriqués par RS Aqua (Royaume-Uni)
  - ***IcListen*** fabriqués par OceanSonic (Canada)

- Des systèmes d'**acquisition** :
  - 1 système d'acquisition 32 voies ***Orion 32*** fabriqués par Antelope (Etats-Unis)
  - 1 antenne de 25m de long ***array*** (Etats-Unis)
  - 20 cages acoustiques

- **Plus de 50 hydrophones :**
  - ***AS1*** fabriqués par Aquarian Scientific (Etats-Unis)
  - ***M36-100*** fabriqués par Geospectrum (Canada)

- **Une vingtaine** de systèmes de **détection des clics des cétacés** C-POD/F-POD fabriqués par Chelonia Ltd (Royaume-Uni).

La Figure 13 page suivante illustre une partie de cette instrumentation.

Les matériels les plus utilisés sont présentés dans la suite de ce document.

Ce document est la propriété de Quiet-Oceans SAS. Son contenu ne peut, sauf autorisation expresse, être reproduit ou communiqué à des tiers.

Orion 32 (32 voies)

Porpoise

ORCA ACE

Hydrophone M36-100

Figure 13: Quelques instruments utilisés par Quiet-Oceans

Ce document est la propriété de Quiet-Oceans SAS. Son contenu ne peut, sauf autorisation expresse, être reproduit ou communiqué à des tiers.

V.1. Systèmes *Smart-PAM*© de mesure en temps réel du niveau du bruit et de détection des mammifères marins

V.1.1. Présentation de Smart-PAM

Smart-PAM est une solution de surveillance acoustique passive en temps réel développée par Quiet-Oceans en partenariat avec le Laboratoire de Bioacoustique Appliquée (LAB) de l'Université Polytechnique de Catalogne et sa spin-off SONSETC, dirigée par le Professeur Michel André.

Dans le cadre d'une activité bruyante côtière ou en mer, Smart-PAM permet de détecter en temps-réel toutes les espèces de cétacés, des cétacés basses fréquences aux cétacés hautes fréquences. La connaissance de la présence des mammifères marins repose sur la détection de sons de types clics et sifflements par des algorithmes de très haut niveau développés par le Laboratoire d'Application Bioacoustique de l'Université Polytechnique de Catalogne.

Smart-PAM est une solution électronique, pouvant être intégrée sous différentes formes, en fonction des besoins du projet : dans des bouées de formes adaptées au projet, portables ou dans un coffret de chantier.

Cette solution est mise en œuvre depuis 2016 avec succès sur différents types de projets (surveillance d'aires marines protégées, travaux maritimes, construction de parcs éoliens en mer) aussi bien en France qu'à l'international (Europe du Nord et Taiwan) et a été commandé par le SHOM et la Préfecture Maritime de la Méditerranée pour leurs propres usages. Une bouée Smart-PAM a été mise en œuvre de façon continue pendant 3,5 années de 2017 à 2020 pour le suivi du bruit sous-marin et la détection des mammifères marins lors de la construction du nouveau quartier en mer de l'Anse du Portier à Monaco.

Ce document est la propriété de Quiet-Oceans SAS. Son contenu ne peut, sauf autorisation expresse, être reproduit ou communiqué à des tiers.

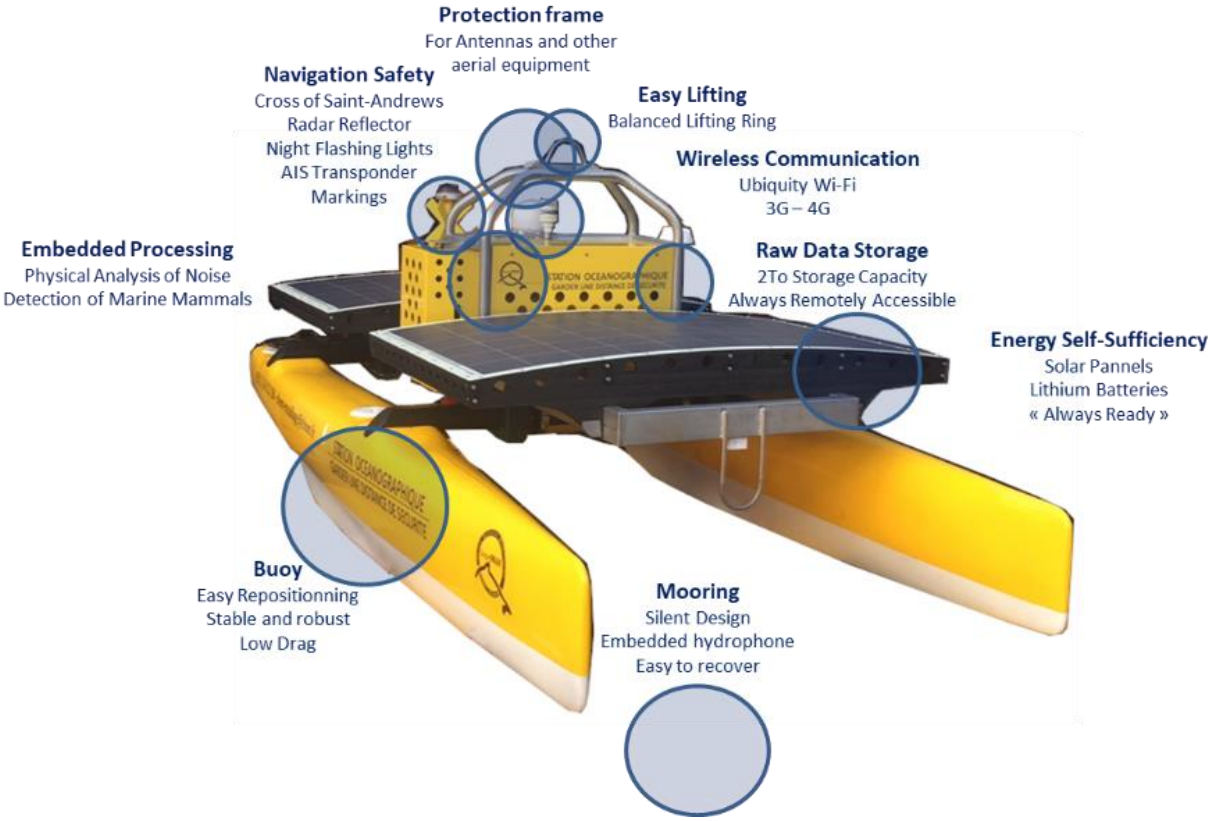


Figure 14 : Smart-PAM sous différentes formes adaptées aux projets

Ce document est la propriété de Quiet-Oceans SAS. Son contenu ne peut, sauf autorisation expresse, être reproduit ou communiqué à des tiers.

Capteurs	Acoustique, GPS
Profondeur max. des hydrophones	70m
Gamme de fréquences	5Hz à 125 kHz
Résolution des données	24 bits
Fréquence d'échantillonnage	Ajustable de 48 kHz à 384 kHz
Période d'échantillonnage et durée des mesures	Ajustable. Standard 10s.
Horodatage des mesures	Par GPS. UTC.
Calibration	Calibration de l'enregistreur, des hydrophones et du traitement embarqué
Energie	Courant fourni par la plateforme du client
Communications	Par réseau téléphonie mobile
Capacité de stockage	2 To (plus de 2 mois d'enregistrement continu à une fréquence d'échantillonnage de 48kHz).
Poids	30Kg

Tableau 2 : Caractéristiques de la solution Smart-PAM

V.1.2. Interface bioacoustique pour le monitoring

Smart-PAM dispose d'une interface pour le monitoring bioacoustique (Figure 15) dédiée à la détection en temps réel des mammifères marins. Il s'agit de surveiller la zone de risque acoustique 30mn à une heure avant le démarrage des travaux pour s'assurer de la non présence d'individu. Une fois les travaux démarrés, les mammifères marins ne s'approchent pas de la zone de risque et il est inutile de surveiller la zone. Le suivi bioacoustique est réalisé à distance en temps réel par un bioacousticien de Quiet-Oceans. Toutes les données mesurées peuvent être rejouées et consultées a posteriori.

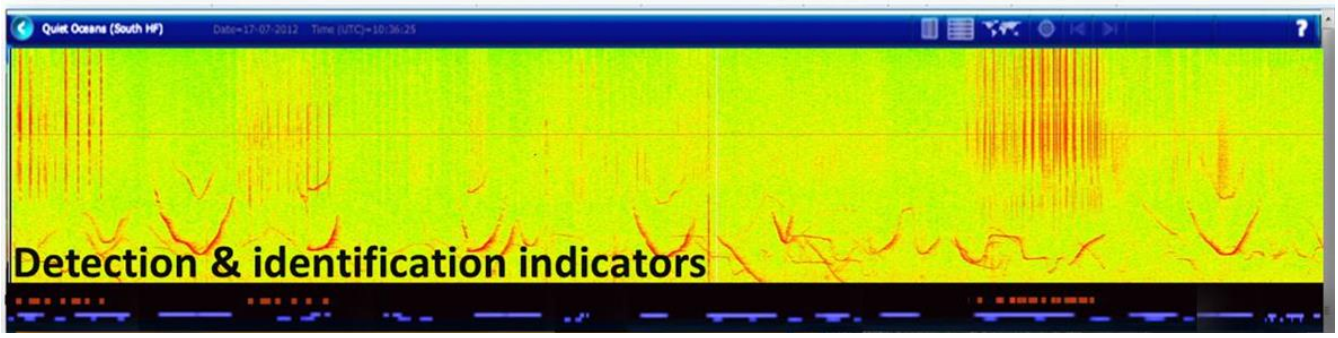


Figure 15: Interface de suivi bioacoustique.

V.1.3. Interface pour le monitoring du bruit physique

Une autre interface permet de suivre en temps réel le bruit ambiant sous-marin (Figure 16). Cette interface est adaptée aux besoins de chaque projet.

Ce document est la propriété de Quiet-Oceans SAS. Son contenu ne peut, sauf autorisation expresse, être reproduit ou communiqué à des tiers.

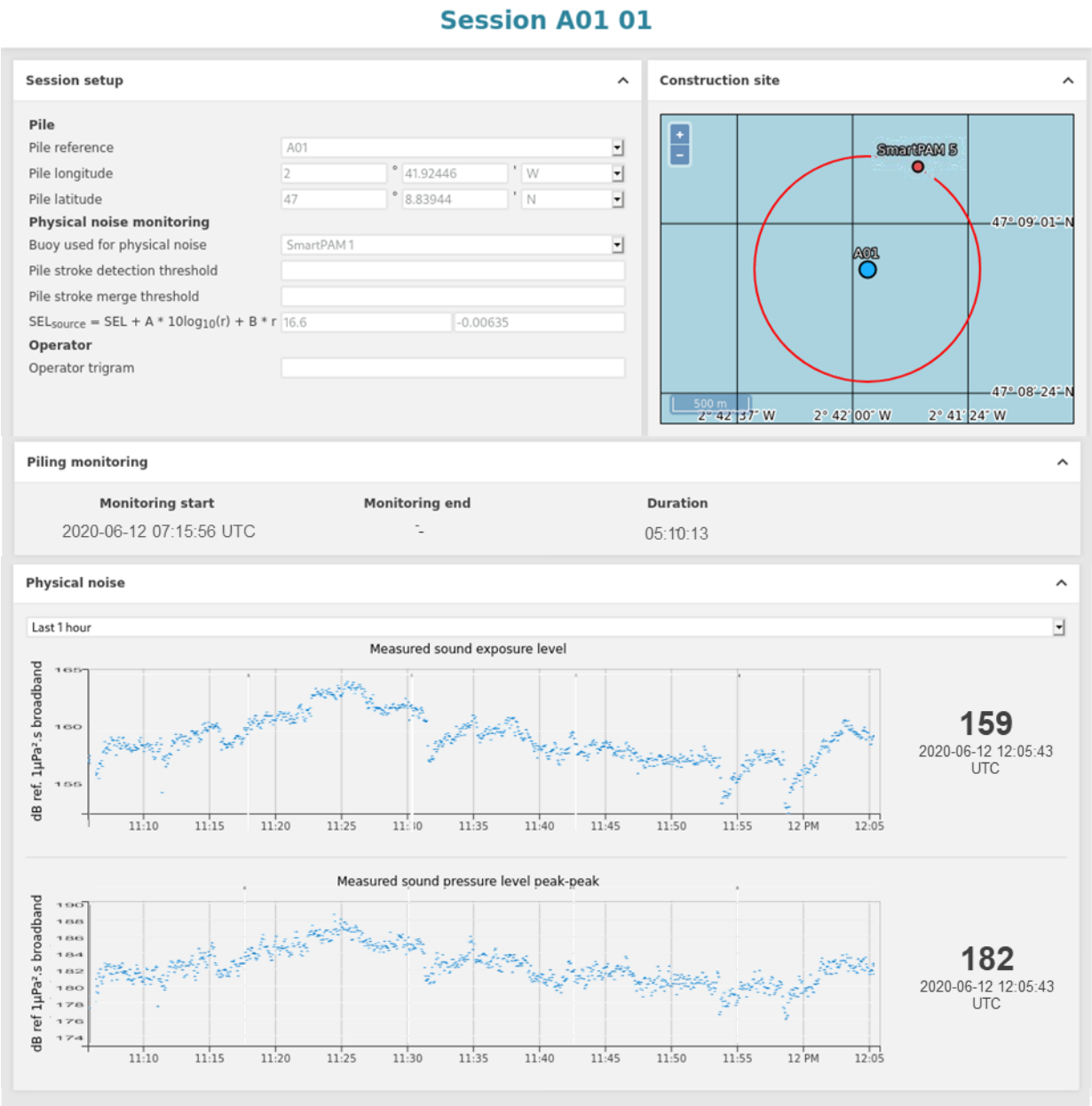


Figure 16: Interface de suivi du bruit ambiant.

Ce document est la propriété de Quiet-Oceans SAS. Son contenu ne peut, sauf autorisation expresse, être reproduit ou communiqué à des tiers.

V.2. Systèmes d'émission d'acoustique active Pulse©

Le système d'émission d'acoustique active **Pulse©**, conçu et fabriqué par Quiet-Oceans est mis en œuvre pour simuler une source acoustique.

Il permet notamment de calibrer acoustiquement une zone de projet par l'émission de signaux à différents points de la zone et l'analyse de sa perception à des points d'écoute.

Figure 17: Système d'émission d'acoustique active Pulse©

Suivi	Logbook des émissions, géo-référencé et horodatage
Niveau de source	130 - 180 dB ref. 1µPa @1m
Gamme de fréquences	300Hz - 20kHz
Autonomie	2h sur batterie
Alimentation électrique	12V-24 V DC/230 V AC
Poids	20 kg

Tableau 3 : caractéristiques du système d'émission d'acoustique active Pulse©

Ce document est la propriété de Quiet-Oceans SAS. Son contenu ne peut, sauf autorisation expresse, être reproduit ou communiqué à des tiers.

V.3. Enregistreurs acoustiques

Quiet-Oceans possède un parc d'enregistreurs diversifié pour s'adapter aux caractéristiques de chaque projet. Il n'existe en effet pas d'enregistreur acoustique universel qui pourrait répondre à toutes les exigences.

La gamme d'enregistreurs acoustiques de Quiet-Oceans offre la possibilité de relier de 1 à 32 hydrophones au même système d'enregistrement, de capter des sons très bas et très élevés et une gamme de fréquences très large.

Ce parc est également important en nombre de façon à pouvoir faire face à l'ensemble des projets confiés simultanément à Quiet-Oceans.

Certains enregistreurs acoustiques comprennent un **hydrophone** dédié, fourni par le fabricant. D'autres doivent être associés à un hydrophone externe. Les performances et caractéristiques de l'hydrophone sont cruciales au bon fonctionnement et à l'expression de toutes les qualités des enregistreurs acoustiques. Pour cela, Quiet-Oceans a sélectionné des hydrophones de très haute qualité, présentés en section V.5. Ces hydrophones offrent notamment la perception d'une gamme de fréquence très large, permettant de capter l'ensemble des sons anthropique et biologiques recherchés pour un projet environnemental.

De même, l'installation de l'enregistreur acoustique dans la colonne d'eau joue également un rôle très important pour l'acquisition de données de qualité. Quiet-Oceans a développé un savoir faire de **mouillages** de qualité, silencieux et de bonne tenue, ainsi que des **cages de fond** présentées en section V.4.1.

Ce document est la propriété de Quiet-Oceans SAS. Son contenu ne peut, sauf autorisation expresse, être reproduit ou communiqué à des tiers.

V.3.1. Enregistreur acoustique IClisten

L'enregistreur acoustique Iclisten est fabriqué par Oceans Sonics au Canada. Ses caractéristiques sont présentées dans le Tableau 4.

Cet enregistreur est particulièrement adapté à l'acquisition de données acoustiques en continu à différentes distances. Il permet une consultation des données en temps réel pour vérifier de la bonne qualité des données acquises.

La gamme de fréquences couverte (10Hz à 180kHz) garantit l'acquisition des données dans toute la gamme de fréquences audibles par les espèces marines habituellement étudiées, des basses fréquences pour les poissons et crustacés et autres invertébrés marins aux hautes fréquences pour les marsouins.

Hydrophone	Omnidirectionnel	
Gamme de fréquences	10Hz à 180kHz	
Fréquence d'échantillonnage maximale	512 kHz	
Sensibilité	-170,4 dB re: 1V/µPa	
Format des fichiers audio	Wav	
Autonomie en mesures continues	10 heures	
Longueur	267 mm	
Diamètre	45 mm	
Poids	0,3 kg	
Profondeur opérationnelle maximale	200 m	
Limites opérationnelles de température	-20°C à 50°C	

Tableau 4: Caractéristiques techniques de l'hydrophone omnidirectionnel Iclisten

Ce document est la propriété de Quiet-Oceans SAS. Son contenu ne peut, sauf autorisation expresse, être reproduit ou communiqué à des tiers.

V.3.2. Enregistreur acoustique Porpoise

L'enregistreur acoustique Porpoise est fabriqué au Royaume-Uni par RS-AQUA (Figure 18).

Associé à un hydrophone M36-100 fabriqué par Geospectrum au Canada, il couvre également une gamme de fréquence permettant de couvrir toute la gamme de fréquences audibles par les espèces habituellement étudiées.

Sa fréquence d'échantillonnage permet de capter l'ensemble des signaux générés par les mammifères marins, y compris les clics émis jusqu'à 180 kHz par les delphinidés.

Figure 18 : Enregistreur acoustique Porpoise

Bande passante analogique	>150 kHz
Résolution	24 bits
Bande dynamique	110 dB
Gain	Ajustable 0-40 dB
Sensibilité maximum	165 dB Re 1V/µPa à 205 dB Re 1V/µPa avec contrôle de gain
Fréquence d'échantillonnage	24, 48, 96, 192, 384 kHz
Filtre passe-haut analogique	13Hz (programmable)
Filtre passe-bas (Filtre anticrénelage)	Inclus
Format des données	Données brutes en wav. Données traitées en ASCII.
Autonomie énergétique	72 heures
Capacité de stockage des données	Jusqu'à 2To
Calibration	Oui
Longueur	23,3 cm
Diamètre	7 cm
Poids	1,2 kg dans l'air
Temps maximal d'enregistrement	72 heures
Profondeur opérationnelle maximale	2.000 m
Température opérationnelle	-10°C à +50°C

Tableau 5 : Caractéristiques de l'enregistreur acoustique Porpoise.

Ce document est la propriété de Quiet-Oceans SAS. Son contenu ne peut, sauf autorisation expresse, être reproduit ou communiqué à des tiers.

V.3.3. Enregistreur acoustique SoundTrap HT600 HF

Fabriqué par Ocean Instruments en Nouvelle-Zélande, l'enregistreur SoundTrap ST600 HF est un enregistreur de longue durée muni de son propre hydrophone. Il atteints de très bonnes performances générales et possède un niveau de bruit propre faible.

La sauvegarde des signaux bruts dans le disque de grande capacité permet de stocker une durée importante d'enregistrement, qui, selon le paramétrage dépendant du type de suivi et des espèces, peut aller jusqu'à plus de 5 mois.

Figure 19 : Enregistreur acoustique SoundTrap ST600 HF

Bande passante analogique	20Hz – 150 kHz
Résolution	16 bits
Gain	Ajustable 14-26 dB
Sensibilité maximum	-185dB re 1 V/µPa avec contrôle de gain de 26 dB
Fréquence d'échantillonnage	Jusqu'à 384 kHz
Format des données	Format compressé sans pertes
Autonomie énergétique	Jusqu'à 160 jours
Capacité de stockage des données	Jusqu'à 2To
Poids	2,5 kg dans l'air, 1,2 Kg dans l'eau
Profondeur opérationnelle maximale	Jusqu'à 500 m

Tableau 6 : Caractéristiques de l'enregistreur acoustique SoundTrap ST600 HF

Ce document est la propriété de Quiet-Oceans SAS. Son contenu ne peut, sauf autorisation expresse, être reproduit ou communiqué à des tiers.

V.3.5. Enregistreur acoustique Sylence LP 440

L'enregistreur acoustique Sylence LP 440, fabriqué en France par RT-SYS est un enregistreur acoustique sous-marin autonome compact à très faible consommation (Figure 20 et Tableau 7).

Il couvre une gamme de fréquence permettant de monitorer toute la gamme de fréquences audibles par les espèces habituellement étudiées.

Sa fréquence d'échantillonnage permet de capter l'ensemble des signaux générés par les mammifères marins, y compris les clics émis jusqu'à 180 kHz par les delphinidés.

Figure 20 : Enregistreur acoustique Sylence LP 440

Bande passante analogique	>150 kHz
Résolution	16 ou 24 bits
Bande dynamique	>110 dB
Bande de fréquence hydrophone	3 Hz - 250 kHz
Gain	Ajustable 0-15 dB
Sensibilité maximum	165 dB Re 1V/µPa à 205 dB Re 1V/µPa avec contrôle de gain
Fréquence d'échantillonnage	64 à 512 kHz
Filtre passe-haut analogique	3 ou 300Hz (programmable)
Format des données	Données brutes en wav. Données traitées en ASCII.
Autonomie énergétique	Jusqu'à 6 mois
Capacité de stockage des données	Jusqu'à 4To
Longueur	43 cm
Diamètre	9 cm
Poids	4,5 kg dans l'air, 1,5 Kg dans l'eau
Temps maximal d'enregistrement	Jusqu'à 6 mois
Profondeur opérationnelle maximale	250 m

Tableau 7 : Caractéristiques de l'enregistreur acoustique Sylence LP440.

Ce document est la propriété de Quiet-Oceans SAS. Son contenu ne peut, sauf autorisation expresse, être reproduit ou communiqué à des tiers.

V.3.6. Enregistreur acoustique SM3M

L'enregistreur acoustique SM3M produits par la société Wildlife Acoustics. L'enregistreur acoustique SM3M mesure le signal acoustique sur une bande de fréquences jusqu'à 180 kHz, suffisante pour caractériser :

(1) les niveaux de bruit ambiant naturel,
(2) les bruits anthropiques liés en particulier au trafic maritime et aux activités de pêche,
(3) les niveaux de bruit émis par les mammifères marins.

La gamme de fréquences couverte (10Hz à 180kHz) garantit l'acquisition des données dans toute la gamme de fréquences audibles par les espèces visées, des basses fréquences pour les poissons et crustacés et autres invertébrés marins aux hautes fréquences pour les marsouins.

Sa fréquence d'échantillonnage permet de capter l'ensemble des signaux générés par les mammifères marins, y compris les clics émis jusqu'à 180 kHz par les delphinidés.

La sauvegarde des signaux bruts dans le disque de grande capacité du SM3M permet de stocker l'équivalent de 30 jours de mesures continues.

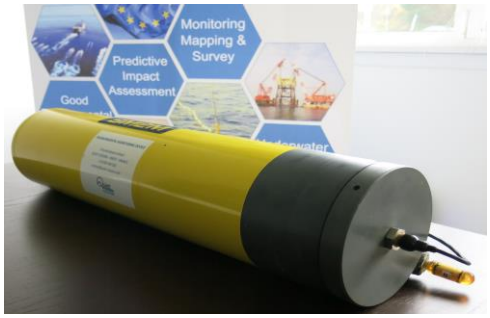
Bande passante analogique	20Hz – 180 kHz	
Résolution	16 bits	
Sensibilité hydrophonique	165 dB Re 1V/µPa	
Fréquence d'échantillonnage	384 kHz	
Poids	13,5 Kg (air) avec ses batteries	
Dimensions	91cm (largeur) x 16,8cm (diamètre)	
Profondeur opérationnelle	150m	
Température opérationnelle	-20 à 50°C	
Autonomie énergétique	3 mois	
Capacité de stockage des données	1,3 To	

Tableau 8 : Enregistreur acoustique SM3M.

Ce document est la propriété de Quiet-Oceans SAS. Son contenu ne peut, sauf autorisation expresse, être reproduit ou communiqué à des tiers.

V.3.7. Enregistreur acoustique TR-ORCA-72D

L'enregistreur acoustique TR-ORCA-72D (Figure 21, Tableau 9) est fabriqué par RS Aqua au Royaume-Uni.

Associé à un hydrophone M36-100 fabriqué par Geospectrum au Canada, il couvre également une gamme de fréquence permettant de couvrir toute la gamme de fréquences audibles par les espèces habituellement étudiées.

Sa fréquence d'échantillonnage permet de capter l'ensemble des signaux générés par les mammifères marins, y compris les clics émis jusqu'à 180 kHz par les delphinidés.

Cet enregistreur permet de mesurer simultanément et de façon synchronisée jusqu'à 5 points, en y associant autant d'hydrophones reliés par câbles.

Figure 21: Enregistreur acoustique TR-ORCA-72D.

Figure 22: Enregistreur acoustique TR-ORCA-72D prêt à être déployé (construction du parc éolien en mer de Kriegers Flak au Danemark pour Vattenfall).

Ce document est la propriété de Quiet-Oceans SAS. Son contenu ne peut, sauf autorisation expresse, être reproduit ou communiqué à des tiers.

Entrées analogiques	
Voies entrées	Jusqu'à 5 (configurable)
Fréquence d'échantillonnage	24, 48, 96, 192, 384 kHz
ADC	SAR – 16 bits, synchrones
Gain	Programmable par logiciel (0 dB, 15 dB, 30 dB, 45 dB)
Mémoire et Energistrement	
Disque interne (Solid State Drive)	500 GB standard
Carte SD	2 entrées, 256 GB
Duty cycle	Configurable par logiciel
Format fichier acoustique	Multi-voies .wav
Configuration, Communications et données temps-réel	
Configuration Interface	10/100 Ethernet (TCP/IP)
Interface Streaming des données en temps réel	Données acoustiques brutes par 10/100 Ethernet (UDP)
Données en temps réel traitées	Analyse 1/3 octave, SPL, AVG, Maxpp. Percentiles par 10/100 Ethernet (UDP)
Chargement des données	USB haute vitesse @ > 40 Mbytes/seconde
GPS	Externe
Energie	
Prise énergie externe Port A	10V-30V
Consommation énergétique	300 mW à 3.1 W selon la configuration
Autonomie énergétique	45 jours
Mécanique et Environnement	
Profondeur max	750 m standard
Valve de pression	18 psi
Taille	17,78 cm diamètre x 77.5 cm longueur
Poids	18,6 kg sans batteries, 29 kg avec batteries dans l'air. 9,3 kg avec batteries dans l'eau de mer
Température opérationnelle	-10 à +50 degrés C

Tableau 9 : Caractéristiques de l'enregistreur acoustique TR-ORCA-72D

Ce document est la propriété de Quiet-Oceans SAS. Son contenu ne peut, sauf autorisation expresse, être reproduit ou communiqué à des tiers.

V.3.8. Enregistreur acoustique RS-ORCA-ACE

L'enregistreur multivoies RS-ORCA-ACE (Tableau 10 et Figure 23) est un enregistreur acoustique communicant fabriqué par RS Aqua au Royaume-Uni. Il comprend :

- une enveloppe étanche ;
- une fonction énergétique ;
- un lien câblé fond-surface ;
- une électronique pour la communication la réception et le traitement de 5 voies analogiques ;
- un ou plusieurs hydrophones omnidirectionnels avec, si besoin, des câbles d'extension.

Associé à un hydrophone M36-100 fabriqué par Geospectrum au Canada, il couvre également une gamme de fréquence permettant de couvrir toute la gamme de fréquences audibles par les espèces habituellement étudiées.

Sa fréquence d'échantillonnage permet de capter l'ensemble des signaux générés par les mammifères marins, y compris les clics émis jusqu'à 180 kHz par les delphinidés.

Longueur	28 cm
Diamètre	18 cm
Poids	5,5 kg dans l'air
Profondeur maximale opérationnelle	200 m
Gamme de température opérationnelle	-10°C à 50°C

Tableau 10 : Caractéristiques générales de l'enregistreur TR-ORCA-ACE

Figure 23 : TR-ORCA-ACE avec, à droite, les hydrophones M36-100

Ce document est la propriété de Quiet-Oceans SAS. Son contenu ne peut, sauf autorisation expresse, être reproduit ou communiqué à des tiers.

V.4. Systèmes d'acquisition

V.4.1. Cage de fonds

Lorsque les contraintes du projet ne sont pas favorables à un mouillage classique, les enregistreurs sont intégrés dans une cage de fond équipée et lestée (jusqu'à 200 kg en acier). Par sa faible hauteur (35cm) et son centre de gravité très bas, la cage constitue un équipement adapté au contexte environnemental de la zone du projet contrairement à un mouillage classique qui entrave la colonne d'eau et génère une gêne à la navigation.

Une perche verticale de 1m est ajoutée à la cage afin de surélever l'hydrophone, et de disposer d'un point de visibilité en cas d'ensevelissement de la cage.

Cette cage de fond (Figure 24) peut abriter jusqu'à deux enregistreurs acoustiques dont les capteurs hydrophoniques sont placés à la cime sur un support rigide (qualité de la mesure optimisée liée à la pollution par les vibrations parasites), sans entrave pour l'écoute avec une directivité omnidirectionnelle.

Un système de mise à l'eau spécifique permet de poser la cage sur le fond de la mer à l'aide d'un **crochet auto-largable**, sécurisant la manœuvre de déploiement qui ne nécessite pas l'intervention de plongeurs et permettant un déploiement très rapide dépassant rarement quelques minutes.

Une flottaison embarquée dans la cage, largable depuis le navire par commande acoustique permet de simplifier la récupération de la cage.

Cette solution, issue d'un programme de recherche menée par Quiet-Oceans est **éprouvée par plus de 20 années cumulées de déploiement**.

Dimensions cage	145 (L) x 105 (l) x 45 (h) cm
Poids	150 à 300 Kg

Tableau 11 : Caractéristiques de la cage de fonds de Quiet-Oceans

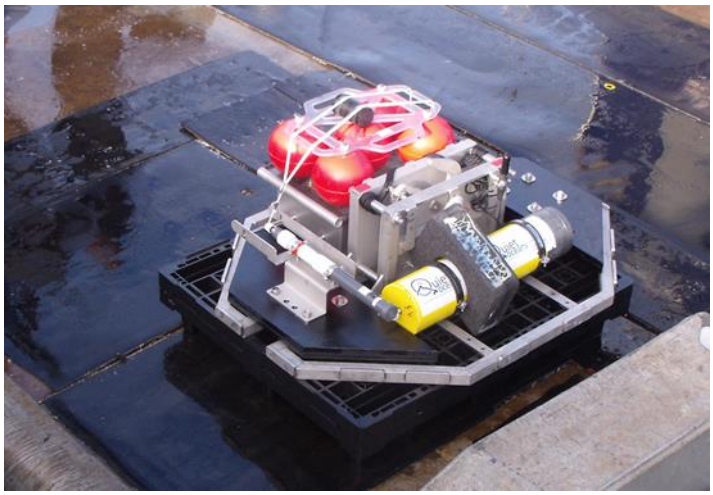


Figure 24 : Cage instrumentée d'un enregistreur SM3M prête à être déployée lors d'une campagne pour l'état de référence.
Source : Quiet-Oceans.

Ce document est la propriété de Quiet-Oceans SAS. Son contenu ne peut, sauf autorisation expresse, être reproduit ou communiqué à des tiers.

V.5. Hydrophones

V.5.1. M36-900 hydrophones

L'hydrophone M36-900 fabriqué par Geospectrum au Canada satisfait les standards les plus exigeants, notamment l'ISO 14806:2017. Il offre une sensibilité haute, un bruit propre bas et une réponse fréquentielle plate sur une bande large couvrant l'essentiel des besoins.

Son incertitude maximale est de +/-2dB (Figure 25). Sa gamme de fréquences opérationnelle va de 1 Hz à près de 200 Khz.

Il peut être calibré à tout moment grâce au calibreur de terrain M351 (Figure 26) fourni par le fabricant.

Characteristics	
Nominal Voltage Sensitivity (without preamp)	-200 dBV re 1 µPa @ 20°C
Size	7.8" length, 1.3" max OD
Depth Rating	2500 m
Storage and Operating Temperatures	-40 to +70°C
Acceleration Sensitivity	<1.5 mbar/g, in air, any axis
Labelling	Calibration parameters, serial number, date
Connector	MCBH-8M
Pre-Amplifier	
Preamp signalling	Current, single ended voltage or, differential voltage (selectable on order)
Gain	0 – 35 dB (selectable on order)
Input Voltage	6.8 VDC nominal 4.5 – 30 VDC operating range
Band Pass	5 Hz HPF, no LPF installed (unless otherwise specified)
IRN	<30 nV/√Hz @10 Hz <4 nV/√Hz @1 kHz
Current Draw	1.3 mA (at 6.8 VDC) 4.2 mA with current signalling preamp

Tableau 12 : Caractéristiques de l'hydrophone M36-900

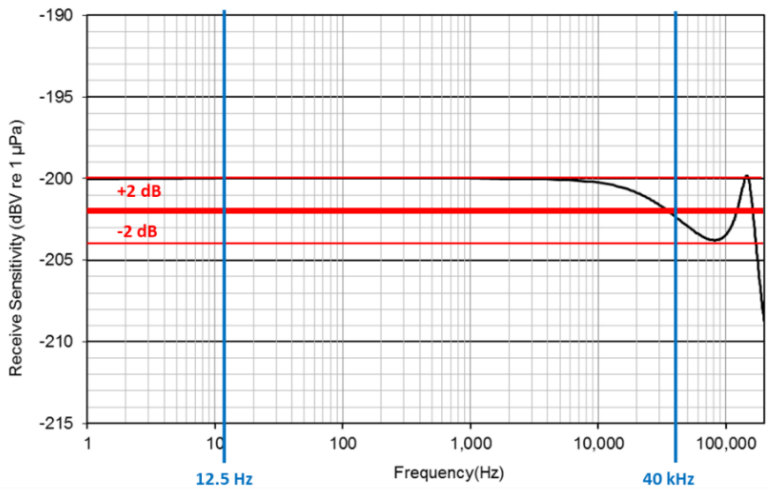


Figure 25 : Réponse fréquentielle type de l'hydrophone 6-900 fabriqué par Geospectrum

Figure 26: Calibreur de terrain M351 pour hydrophones

Ce document est la propriété de Quiet-Oceans SAS. Son contenu ne peut, sauf autorisation expresse, être reproduit ou communiqué à des tiers.

V.5.2. Calibration de l'enregistreur acoustique et de l'hydrophone

Deux niveaux de calibration sont effectués sur l'équipement acoustique :

1- Une calibration en usine de l'enregistreur et de l'hydrophone,

2- Une calibration des hydrophones, un avant le premier suivi, un à la fin selon la demande. Des calibrations plus fréquentes peuvent être proposées.

V.5.2.a. Calibration en usine

Pour les systèmes proposés où l'hydrophone peut être séparé de l'enregistreur, l'hydrophone est calibré indépendamment par le fabricant. Le jeu de données d'étalonnage de l'hydrophone fourni est enregistré dans une feuille d'étalonnage pour chaque hydrophone, y compris la courbe d'étalonnage (voir le modèle en Figure 27). Ce jeu de données numériques est intégré dans le traitement des données.

Les enregistreurs sont également calibrés par injection de signaux électriques connus qui couvrent la bande de fréquence de l'enregistreur avec une procédure dédiée développée par Quiet-Oceans. Le signal de calibration est enregistré. Le jeu de données de calibration des enregistreurs fourni est formalisé dans une fiche de calibration pour chaque enregistreur, incluant la courbe de calibration (voir modèle en igure 10). Ce jeu de données est intégré dans le traitement des données.

Les deux sensibilités sont ensuite combinées pour fournir la sensibilité globale du système.

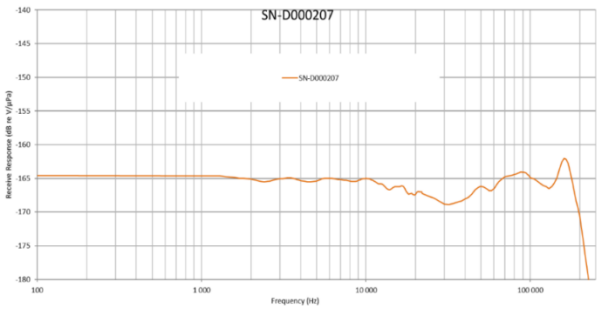


Figure 27 : Courbe de calibration de l'hydrophone

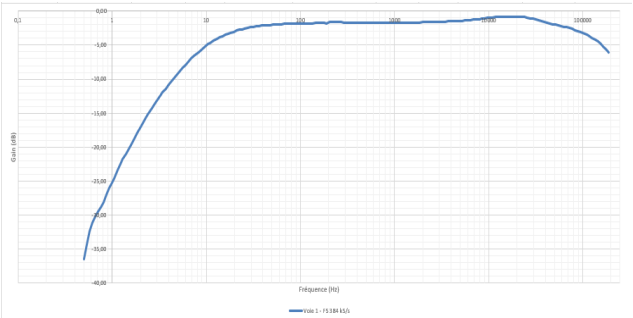


Figure 28 : Courbe de calibration de l'enregistreur acoustique

V.5.2.b. Calibration de terrain

Les hydrophones sont vérifiés à l'aide d'un pistonphone portable dédié M351 qui utilise la méthode d'étalonnage de la pression à basse fréquence dans une chambre fermée remplie d'air dans la gamme de fréquences de 20 Hz à 250 Hz. Ce produit fabriqué par Geospectrum est dédié à la série d'hydrophones M36.

Cette procédure est conforme aux exigences en matière d'étalonnage et à (ISO, 2017).

Figure 29: M351 Hydrophone Field Calibrator

Ce document est la propriété de Quiet-Oceans SAS. Son contenu ne peut, sauf autorisation expresse, être reproduit ou communiqué à des tiers.

V.6. Systèmes de détection des clics des cétacés

Le détecteur C-Pod (*Cetacean POrpoise Detector,* fabriqué par Chelonia Ldt) est un instrument spécialisé pour la détection des clics d'écholocation des marsouins communs et des clics des delphinidés dans la bande de fréquence de 9 à 170kHz (Figure 30). Il détecte également les signaux des sonars opérant dans cette gamme de fréquences.

Les C-POD sont des systèmes constitués d'un capteur qui enregistre les sons du milieu marin et d'un algorithme de détection, interne à l'instrument, qui compare directement l'énergie présente entre une bande de fréquence de référence et celle des signaux d'intérêts (c.-à-d. clics de Marsouin, Delphinidés). Lorsqu'un bruit est en phase avec ces critères alors l'instant auquel le signal d'intérêt recherché a eu lieu et sa durée sont enregistrés dans un fichier comme un évènement.

La répétition, la durée et la fréquence des évènements détectés sont analysées à l'aide d'un logiciel spécifique et la source des évènements est alors catégorisée entre différentes possibilités : cétacé haute fréquence (essentiellement marsouins), autres cétacés, inconnus et sonar de bateau.

Sa fiabilité dépend des conditions de site et du chorus sonore local. Des bruits parasites (sonar, activité benthique, bruits de chaînes…) peuvent être détectées comme des clics de cétacés sans qu'il soit possible de le vérifier car le C-POD ne garde pas d'enregistrement des sons captés. L'expérience montre que ses résultats peuvent être fiables pour certains sites et très peu fiables pour d'autres.

Figure 30 : C-Pod

Gamme de fréquences	20 kHz to 160 kHz
Distance de détection	400 m pour les marsouins, > 1 km pour les delphinidés
Mémoire	16 GB (2 cartes SD de 8 GB)
Profondeur maximale opérationnelle	100 m minimum
Dimensions	Diamètre 9 cm, longueur 67 cm
Poids	3,5 kg dans l'air avec piles
Autonomie	Variable. 4 mois couramment, 7 mois maximum

Tableau 13 : Caractéristiques générales de l'enregistreur TR-ORCA-ACE

FIN DU DOCUMENT

Ce document est la propriété de Quiet-Oceans SAS. Son contenu ne peut, sauf autorisation expresse, être reproduit ou communiqué à des tiers.