

LES ÉQUIPEMENTS SISMIQUES DE L'IFREMER

IFREMER/DFO/NSE/NE (Anne Pacault)

3/07/2020



Équipement sismique SMT sur le NO *Pourquoi pas ?*

Source sismique SMT



www.flotteoceanographique.fr

Les équipements sismiques de l'Ifremer

1. Présentation générale

Acquisition sismique marine

Projet de renouvellement des équipements sismiques

Principales caractéristiques des nouveaux équipements

2. Les nouveaux équipements sismiques de l'Ifremer

Équipement sismique SMT

Équipement sismique HR

Équipement sismique SISRAP

3. Conclusions et perspectives



Les nouveaux équipements sismiques de l'Ifremer sont cofinancés par l'Union européenne.

L'Europe s'engage en Bretagne avec le Fonds européen de développement régional.



ACQUISITION SISMIQUE MARINE

Une **source sismique** (canons à air + compresseurs) génère une onde sonore qui se propage dans l'eau et dans le sous-sol.

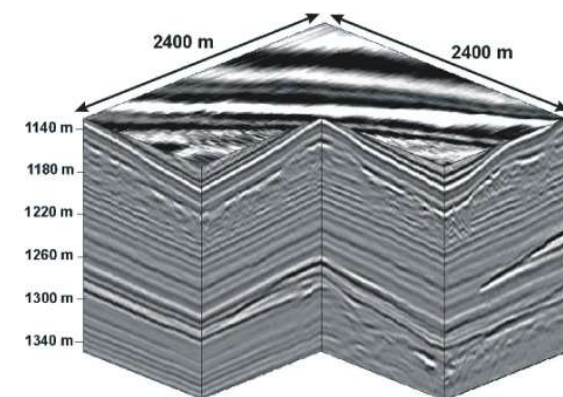
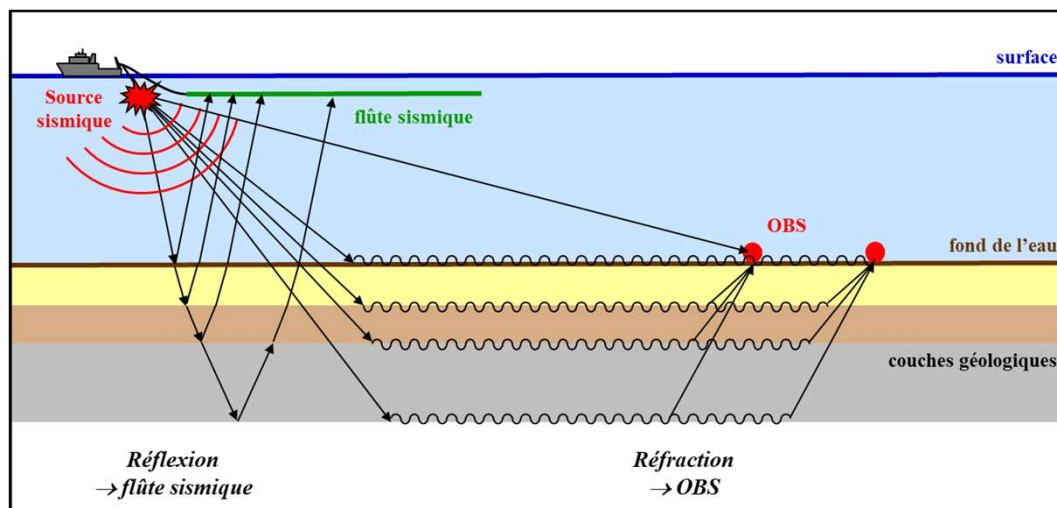
Au niveau de chaque interface entre 2 **couches géologiques** successives :

- Une partie de l'énergie de l'onde incidente est **réfléchi**e vers la surface (réflexion).
- Une partie de l'énergie est **transmise** dans les couches plus profondes (réfraction).

Les signaux réfléchis sont reçus au niveau des **hydrophones** (capteurs de pression) de la **flûte sismique**, puis enregistrés.

Les signaux réfractés (réfraction critique) peuvent être enregistrés au niveau d'**OBS** (Ocean Bottom Seismometer).

Le **traitement** des données permet de restituer une vision du sous-sol et d'estimer certains paramètres physiques des sédiments.

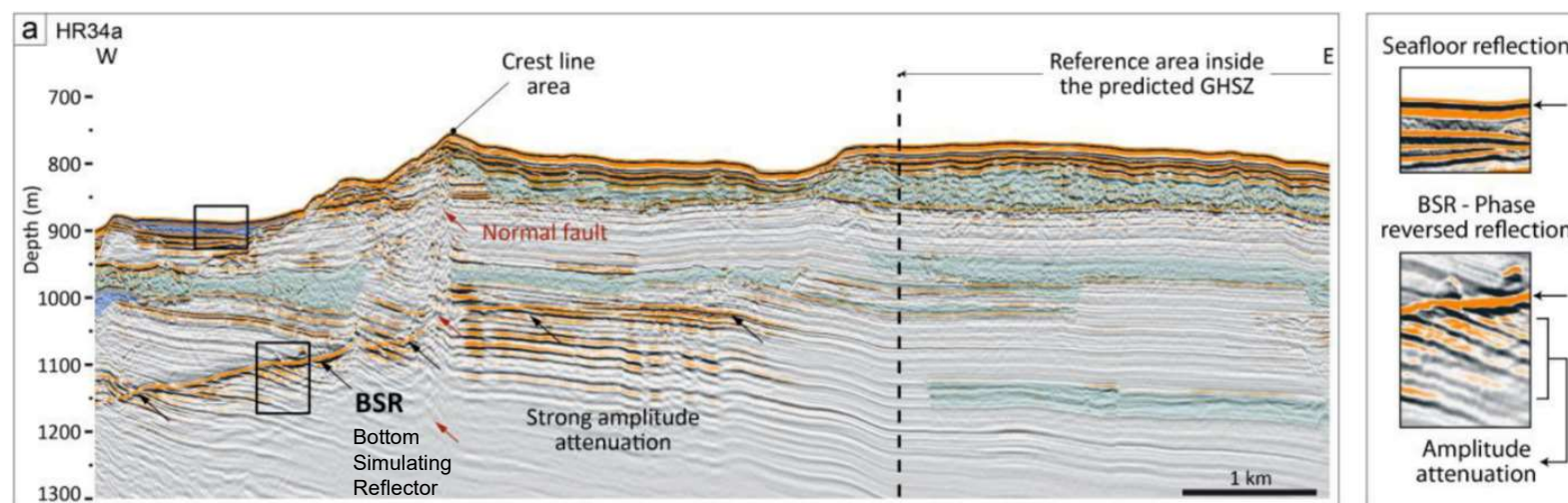


Données sismiques 3D après traitement.

Campagne HYDRATECH (doi : 10.17600/2020060).
Traitement Ifremer/GM.

QUELQUES APPLICATIONS ET EXEMPLE DE DONNÉES

- Exploration de la croûte océanique de quelques mètres à plusieurs km de profondeur.
- Compréhension du mouvement des continents, de l'évolution des systèmes sédimentaires.
- Étude du fonctionnement des failles actives et la genèse de séismes.
- Exploration des ressources minérales et énergétiques.
- Étude des phénomènes de mélange des masses d'eaux océaniques.



Profil sismique acquis avec l'équipement sismique HR (600m), données après traitement.

*Ker Stephan et al. Anomalously deep BSR related to a transient state of the gas hydrate system in the western Black Sea
Geochemistry Geophysics Geosystems (doi: 10.1029/2018GC007861)
Data from the GHASS cruise, RV Pourquoi pas ?, Black Sea, 2015 (doi:10.17600/15000500).*

PROJET DE RENOUVELLEMENT DES ÉQUIPEMENTS SISMIQUES DE L'IFREMER (2014-2018)

Objectifs du projet :

Moderniser et augmenter les capacités des anciens équipements sismiques de l'Ifremer.

Mise au point de 3 équipements sismiques basés sur la technologie de flûte sismique solide (Sercel Sentinel RD).

SMT : équipement sismique 2D

Flûte sismique : 1 x 6000 m

Source sismique modernisée

HR : équipement sismique 2D ou 3D, haute résolution

Flûtes sismiques : 2 x 600 m (distance entre flûtes : 25 m)

Nombreuses configurations possibles (2D ou 3D)

SISRAP : équipement sismique rapide 2D

Flûte sismique : 1 x 300 m

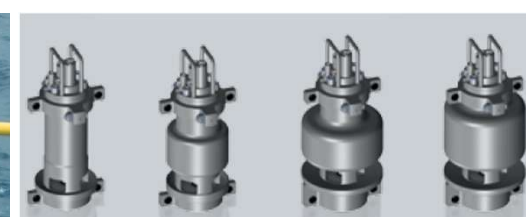
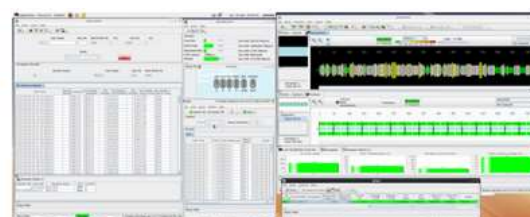
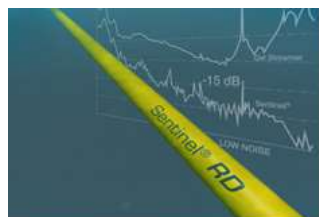
Vitesse d'acquisition : 10 nœuds (au lieu de 5 nœuds)

Évolutions réalisées de façon progressive, équipements disponibles pendant toute la durée du projet.

CARACTÉRISTIQUES DES ÉQUIPEMENTS SISMIQUES DE L'IFREMER

		SMT	HR		SISRAP
			HR2D	HR3D	
Acquisition	Système de navigation	ECOS (GENAVIR)			
	Acquisition	SERCEL Seal 428			
	Contrôle immersion	ION Compass Birds			
Flûte	Technologie	SERCEL, Sentinel RD solid streamers, intertrace 6.25m			
sismique	Longueur partie active	6000 m	600 ou 1200 m	2 x 600 m @ 25m	300 m
Source	Compresseur / canons	1200 m ³ /h - Ggun	300 m ³ /h - mini GI	300 m ³ /h - mini GI	300 m ³ /h - GI
Intégration	Volume total	14 conteneurs (10-20-40')	7 conteneurs 10'	7 conteneurs 10' + 1x20'	6 conteneurs 10'
		~170 t	~47 t	~60 t	~42 t
Nombre d'opérateurs		10	6		5

Equipements homogènes : SERCEL Sentinel RD solid streamer + Seal 428 v2 / ECOS / ION / compresseurs / canons à air.



Flûte sismique SERCEL Sentinel et logiciel d'acquisition SERCEL Seal 428.

Flûte sismique et contrôleur d'immersion.

Ggun 150, 250, 380 et 520 inch³. 6

CARACTÉRISTIQUES DES ÉQUIPEMENTS SISMIQUES DE L'IFREMER

Équipements mobiles intégrés en conteneurs standards (10, 20 or 40'), certifiés CSC pour le transport maritime.

- SMT : NO *L'Atalante*, *Pourquoi pas?*, *Marion Dufresne*.
- HR et SISRAP : NO *L'Atalante*, *Pourquoi pas?*, *Marion Dufresne*, *Thalassa*, *Beautemps-Beaupré*...



L'Atalante (85m)



Pourquoi pas ? (107m)



Marion Dufresne (120m)



Thalassa (74m)



Beautemps-Beaupré (81m)

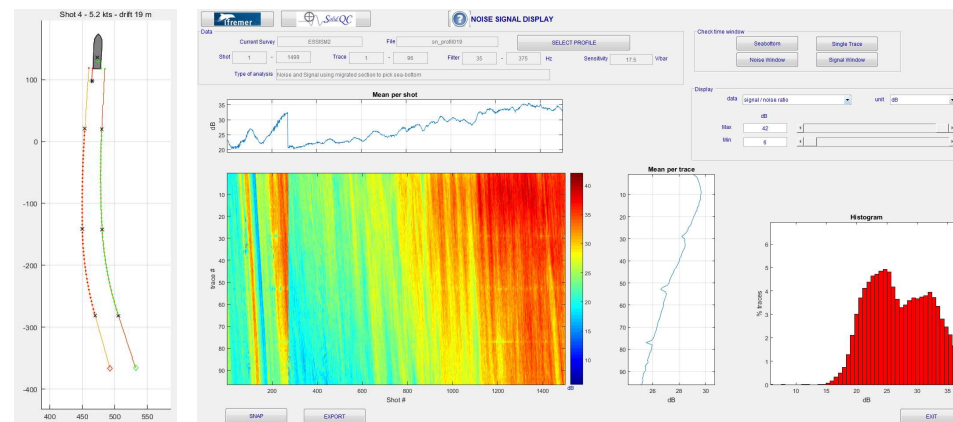
Mise en œuvre d'un **protocole de protection de la faune marine** :

Analyse de risques, procédure de mitigation des émissions sonores (observateurs, système d'écoute passive PAM, démarrage progressif des émissions, arrêt en cas de détection d'un mammifère marin...).

→ Voir présentation « *Sismique et impact environnemental* ».

Logiciel dédié, **SolidQC**, pour le contrôle qualité des données :

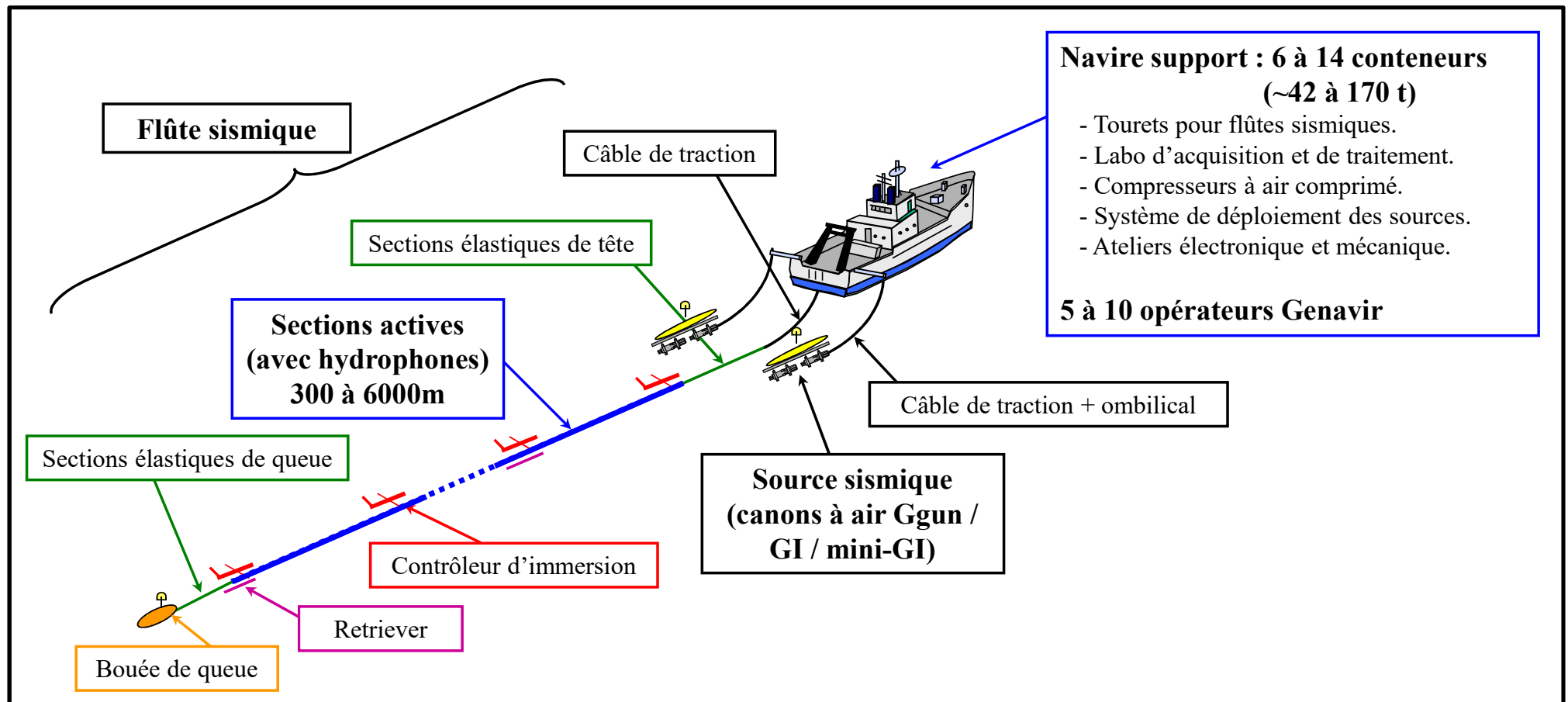
- Équipements SMT/HR/SISRAP.
- Logiciel développé par Ifremer/GM.



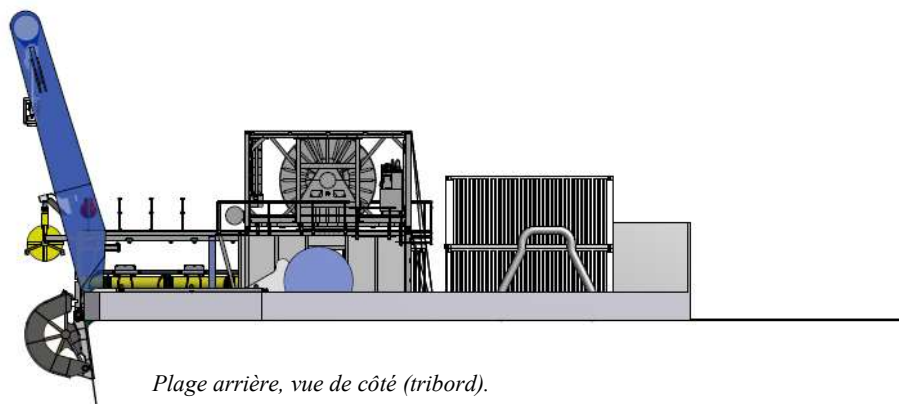
Solid QC.

CARACTÉRISTIQUES DES ÉQUIPEMENTS SISMQUES DE L'IFREMER

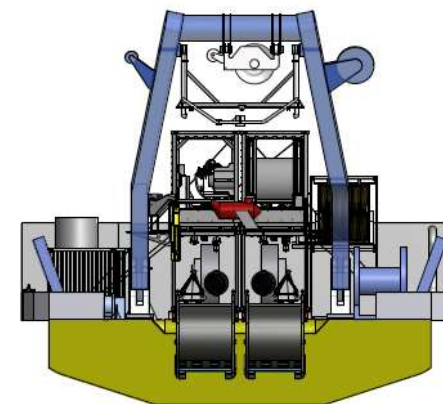
Schéma du déploiement d'un équipement sismique à partir d'un navire.



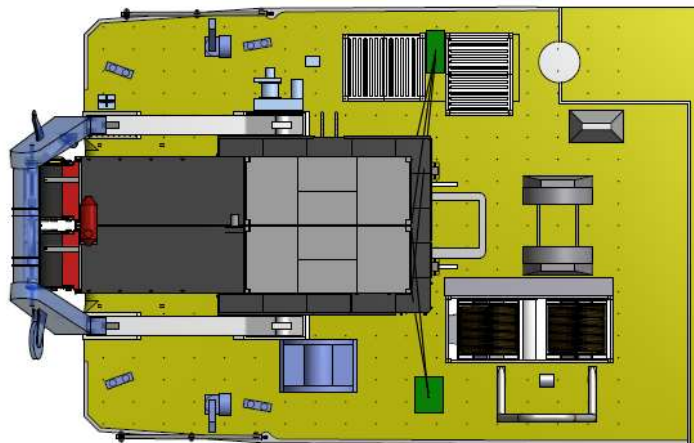
ÉQUIPEMENT SISMIQUE SMT - Configuration 2D (1 x 6000 m) + source modernisée – Installation à bord du NO *L'Atalante*



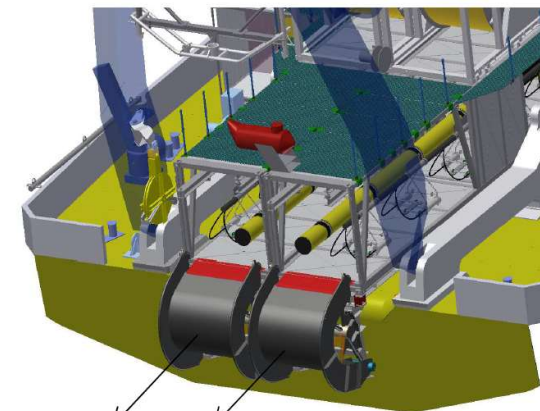
Plage arrière, vue de côté (tribord).



Vue de l'arrière.



Plage arrière, vue de dessus.



Rampes pour la mise à l'eau et la récupération des sources.

Titre	Équipement Sismique
Projet	Source moderne L'ATALANTE
Client	IFREMER
Échelle	1/100
Date	15/03/2015
Version	01
Autre	INSEINE 201805.0100

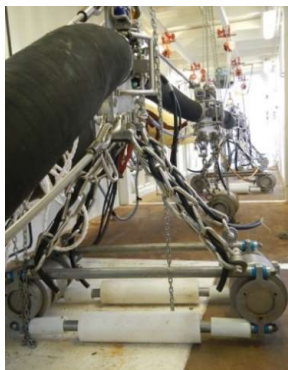
ÉQUIPEMENT SISMIQUE SMT - Configuration 2D (1 x 6000 m) + source modernisée – Installation à bord du NO *L'Atalante*



NO L'Atalante à La Seyne/Mer (essais mai 2018).



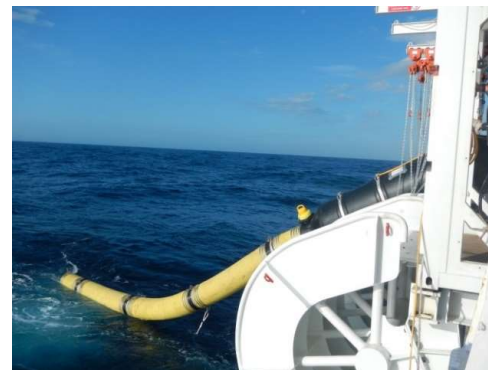
Tourets ombilicaires, conteneurs source and tourets flûte.



Cluster de canons à air.



Ligne source.



Déploiement d'un ligne source.



Source sismique durant les acquisitions.

2. Les nouveaux équipement sismique de l'Ifremer

Les équipements sismiques de l'Ifremer



ÉQUIPEMENT SISMIQUE SMT - Configuration 2D (1 x 6000 m) + source modernisée – Installation à bord du NO *L'Atalante*



Deux nouveaux tourets avec la flûte sismique de 6000m.



Contrôleur d'immersion sur la flûte sismique.



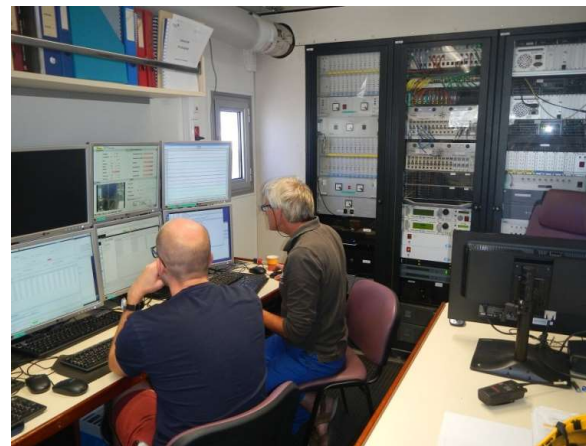
Bouée de queue.



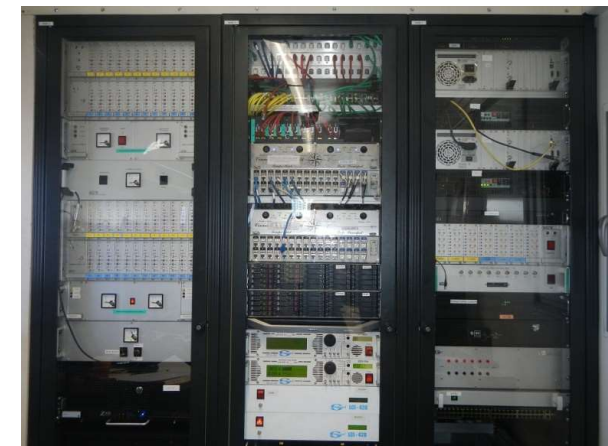
Conteneur avec les sections sismiques de rechange.



Déploiement de la flûte sismique avec la poulie fairlead.



Conteneur acquisition (20').



Racks pour les équipements électroniques et informatiques.

ÉQUIPEMENT SISMIQUE SMT - Nouvelle source sismique

- 2 lignes source : flotteurs flexibles 12 m, intégration en conteneurs 40'.
- Jusqu'à 10 canons à air par ligne (Ggun, 70 à 520 in³)
- Contrôleur Seamap Gunlink 2000.
- Rampes dédiées (mise à l'eau + récupération des sources).
- Compresseurs : 1200 m³/h (+ 600 m³/h recharge).
- Nombreuses configurations pour les acquisitions réflexion / réfraction.

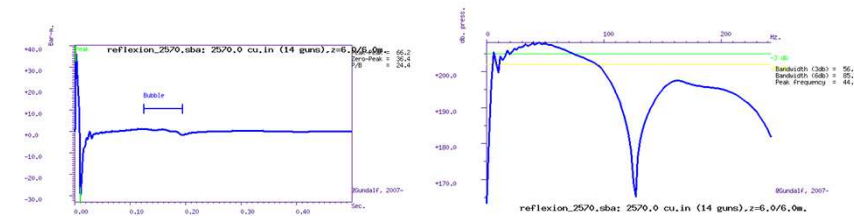
Configuration réflexion :

Signal acoustique + haute fréquence (f pic : 45 Hz)

Récurrence : 20 s

Volume : 2570 inch³

Pic-pic: 66.2 bar-m



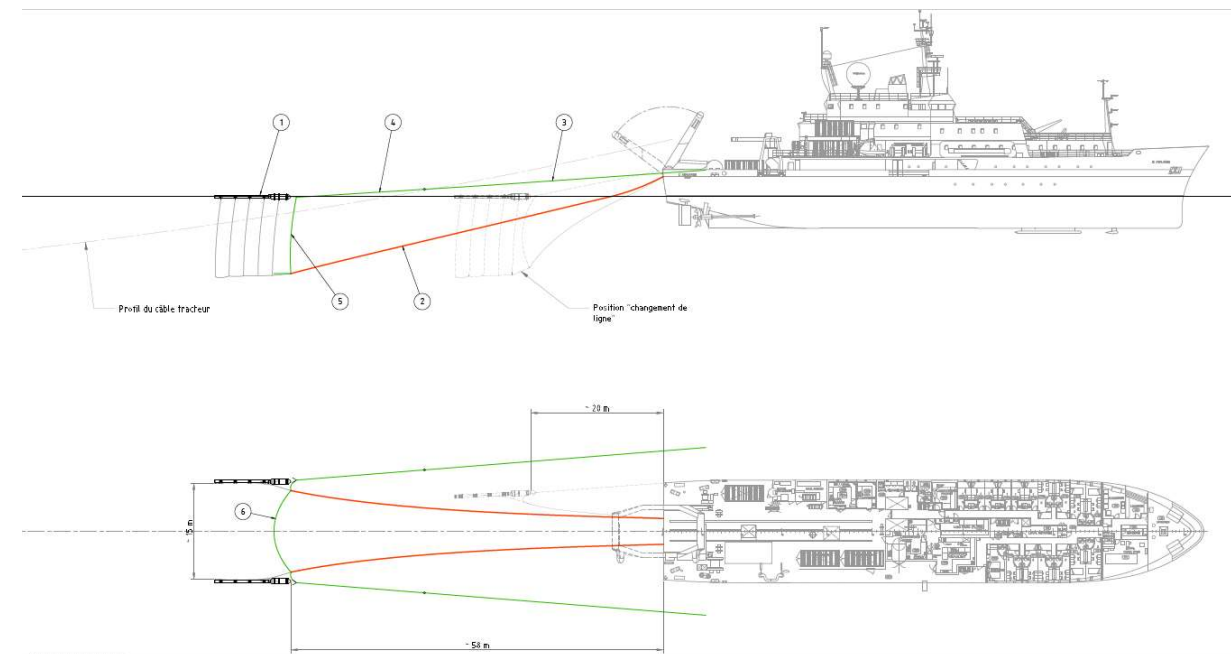
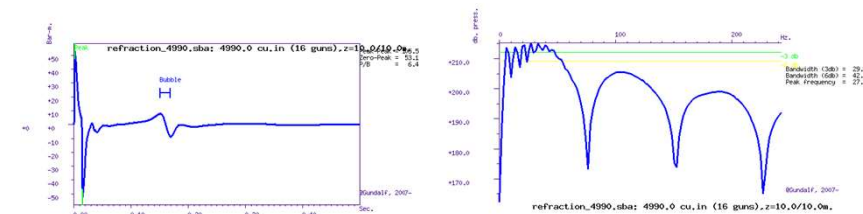
Configuration réfraction :

Signal acoustique + basse fréquence (f pic : 27 Hz)

Récurrence : 60 s

Volume : 4990 inch³

Pic-pic : 105.5 bar-m



2. Les nouveaux équipements sismique de l'Ifremer

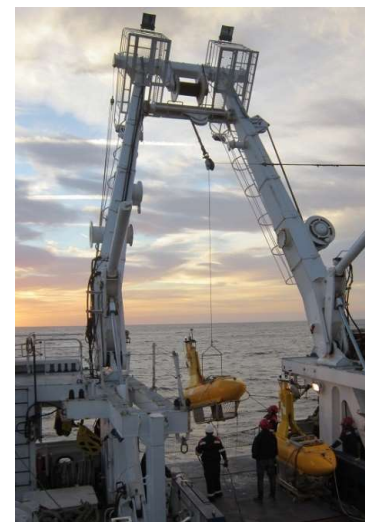
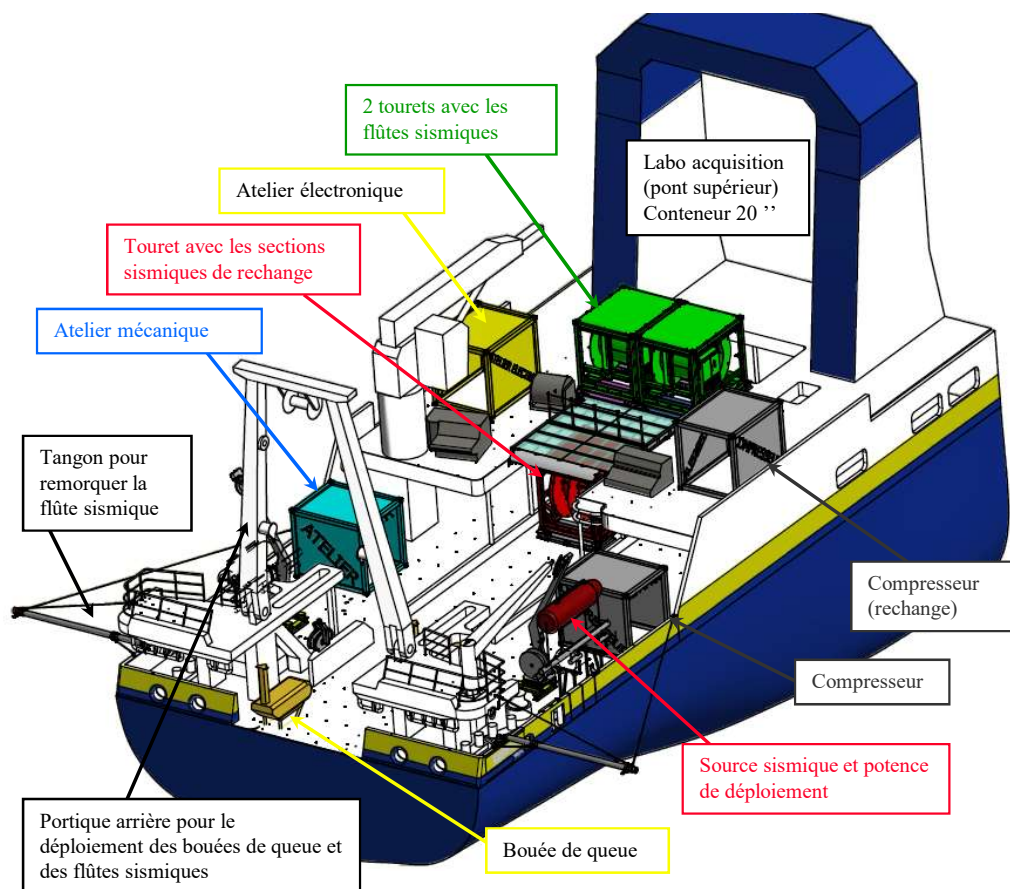
Les équipements sismiques de l'Ifremer



ÉQUIPEMENT SISMIQUE HR

Configuration 3D (2 x 600 m) ou 2D (1 x 1200 m)

Installation à bord du NO *Thalassa*



Mise à l'eau d'une bouée de queue.



Source sismique HR (1 à 3 mini-GI).



Place arrière du NO *Thalassa* : tourets pour les flûtes sismiques.

ÉQUIPEMENT SISMIQUE SISRAP (vitesse d'acquisition : 10 nœuds) Configuration 2D (1 x 300 m) - Installation à bord du NO *Pourquoi pas ?*



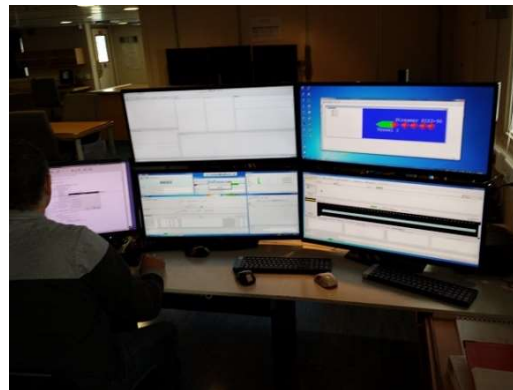
*Source sismique SISRAP
(GI et déflecteur).*



Flûte sismique intégrée sur un touret (conteneur 10').



Déploiement de la flûte sismique avec une poulie fairlead.



Écrans de contrôle durant l'acquisition.



Électronique-informatique.

ÉTAT DES LIEUX EN 2020 :

- **5 années** pour mettre au point progressivement et valider les 3 nouveaux équipements :
 - Équipes impliquées : Ifremer/NSE et GM, Genavir/SEEM.
 - Travail avec des sociétés privées : Sercel (flûtes sismiques), Kappa (source), Bretagne Hydraulique (tourets), Oxymontage (conteneurs)...
- **Nombreuses études** réalisées (définition des équipements, installation à bord...).
- 6 phases **d'essais en mer** (+ 3 tests courts).
- Nouveaux équipements **transférés à Genavir** et mis en œuvre par des équipes Genavir.

3 équipements sismiques, SMT-HR-SISRAP, à la disposition des équipes scientifiques pour les campagnes en mer.

BILAN DE L'UTILISATION SCIENTIFIQUE DES NOUVEAUX ÉQUIPEMENTS SISMIQUES

- Années 2015-2019 : 14 campagnes avec les nouveaux équipements → *Retours très positifs*.
- Année 2020 : une campagne écourtée et une campagne annulée (COVID-19).
- Année 2021 : 3 campagnes ? (*à confirmer*) + nombreuses demandes de campagnes dans le cadre des appels d'offres CNFH 2020-2021.

PERSPECTIVES 2020-2021

- Validation du déploiement de l'équipement sismique SMT sur le NO *Marion Dufresne* (2019 : études et travaux).
- Modernisation des sources sismiques HR/SISRAP.

www.flotteoceanographique.fr



The screenshot shows the homepage of the French Oceanographic Fleet website. At the top, the logo for 'Flotte Océanographique Française' is displayed alongside the text 'Flotte océanographique française opérée par l'Ifremer' and the tagline 'Des navires et instruments de pointe pour explorer les océans'. A navigation menu includes 'ACCUEIL', 'NOS MOYENS', 'LA FLOTTE EN ACTION', 'NOS TECHNOLOGIES', 'NOUS CONNAÎTRE', and 'L'IFREMER'. Below the menu is a large bathymetric map of the ocean floor. A secondary navigation bar contains a home icon, 'Nos moyens', 'Navires, engins et équipements mobiles', 'Équipements mobiles', and 'Equipements sismiques'. To the right, there is a thumbnail image of a ship at sea with a title 'Equipements sismiques' and a short description: 'Explorer la croûte océanique à des profondeurs jusqu'à plusieurs kilomètres'.

www.genavir.fr/madida/



*Base de données informative,
relative au suivi et à la gestion des capteurs et systèmes d'acquisition.*