



RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE

*Liberté
Égalité
Fraternité*



FLOTTE
OCÉANOGRAPHIQUE
FRANÇAISE
PAR L'IFREMER

LES RENCONTRES DE LA FLOTTE OCÉANOGRAPHIQUE FRANÇAISE



LES OUTILS SISMIQUES DE NOUVELLE GÉNÉRATION

Anne Pacault, Jean-Philippe Perrot, IFREMER/DFO/NSE/NE

1/04/2021

LES OUTILS SISMIQUES DE NOUVELLE GÉNÉRATION

1. Présentation générale

Acquisition sismique marine

Projet de renouvellement des équipements sismiques de l'Ifremer

2. Les nouveaux équipements sismiques de l'Ifremer

Principales caractéristiques des équipements sismiques SMT, HR et SISRAP

3. Exemple d'intégration

Équipement sismique SMT sur le NO *L'Atalante*

4. Conclusions et perspectives

LES OUTILS SISMIQUES DE NOUVELLE GÉNÉRATION

1. Présentation générale

Acquisition sismique marine

Projet de renouvellement des équipements sismiques de l'Ifremer

2. Les nouveaux équipements sismiques de l'Ifremer

Principales caractéristiques des équipements sismiques SMT, HR et SISRAP

3. Exemple d'intégration

Équipement sismique SMT sur le NO *L'Atalante*

4. Conclusions et perspectives

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.

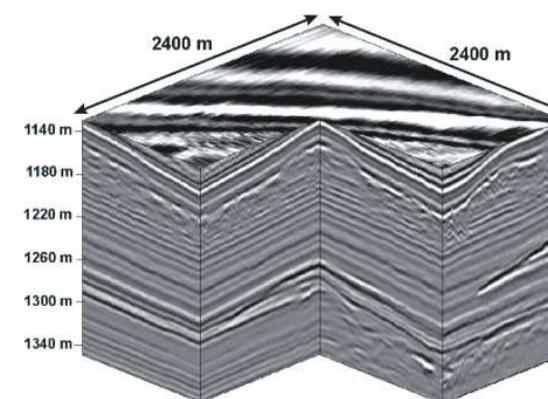
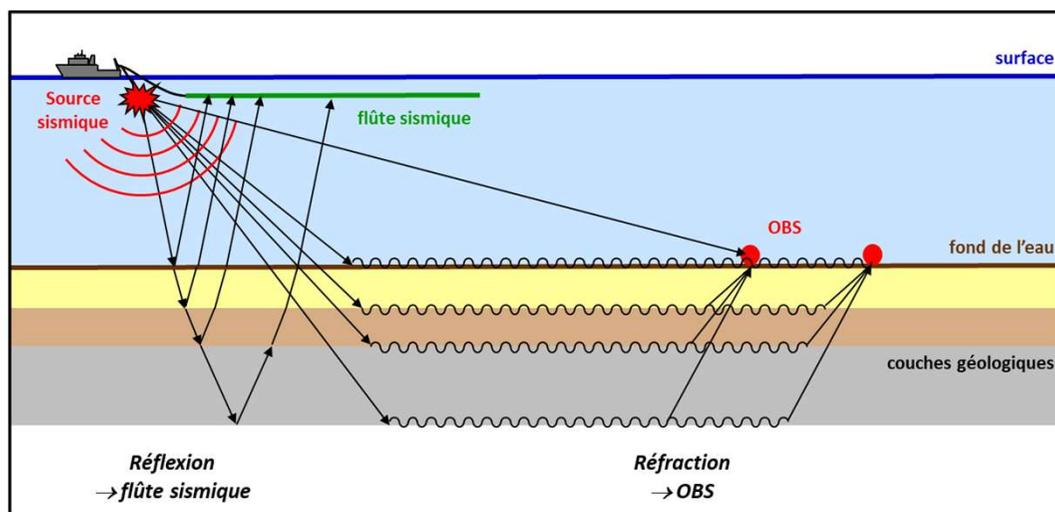
Au niveau de chaque interface entre 2 **couches géologiques** successives :

- 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).

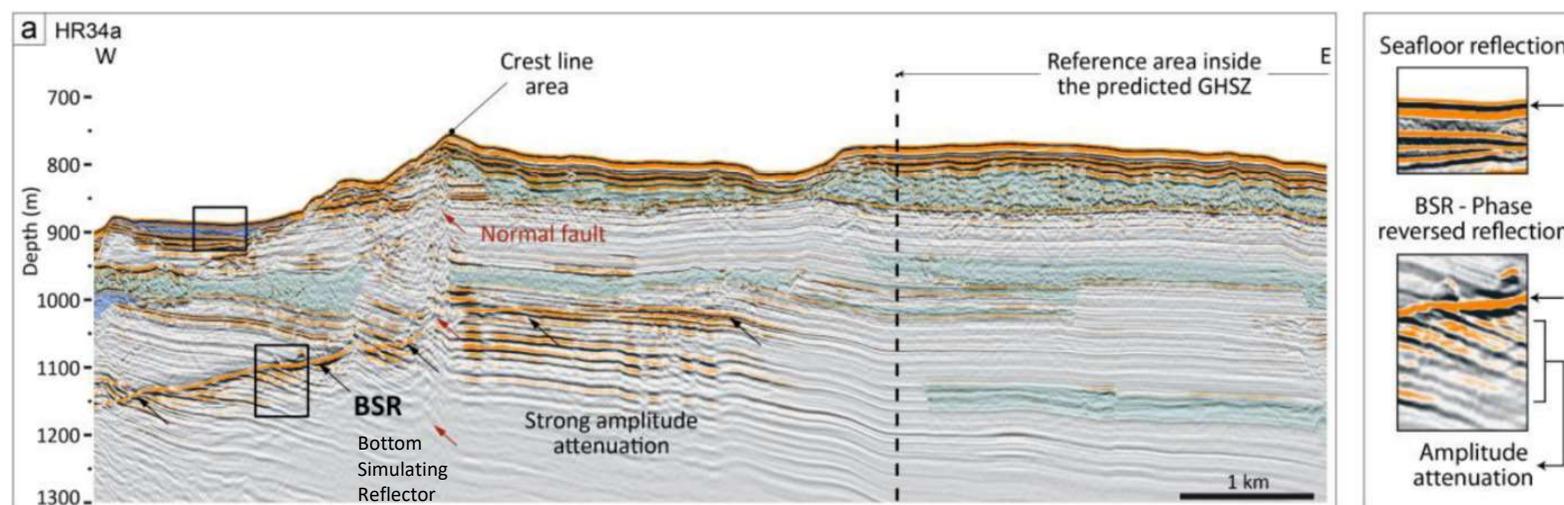
Le **traitement** des données permet de restituer une vision du sous-sol et d'estimer certains paramètres physiques des sédiments.



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 SISMQUES 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 nouveaux 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.

Les équipements appartiennent à l'Ifremer, au profit de la Flotte océanographique française (FOF).

LES OUTILS SISMIQUES DE NOUVELLE GÉNÉRATION

1. Présentation générale

Acquisition sismique marine

Projet de renouvellement des équipements sismiques de l'Ifremer

2. Les nouveaux équipements sismiques de l'Ifremer

Principales caractéristiques des équipements sismiques SMT, HR et SISRAP

3. Exemple d'intégration

Équipement sismique SMT sur le NO *L'Atalante*

4. Conclusions et perspectives

CARACTÉRISTIQUES DES ÉQUIPEMENTS SISMIQUES DE L'IFREMER

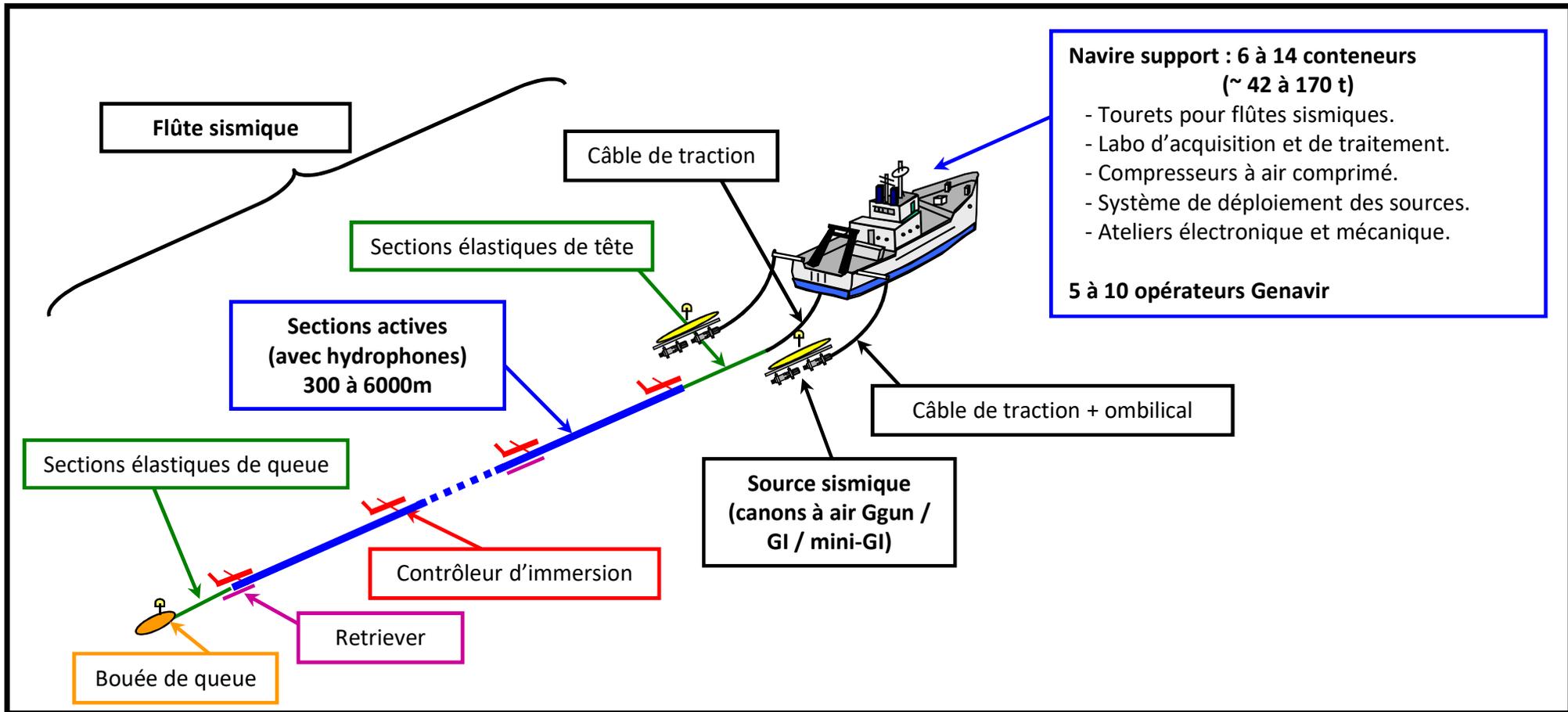
Équipements homogènes : SMT - HR - SISRAP

- Systèmes de **navigation** (ECOS), **système d'acquisition** (SERCEL) et **contrôleur d'immersion** identiques.
- **Flûte sismique** : même technologie (SERCEL Sentinel solid streamer), longueur variable.
- **Source sismique** : compresseurs identiques, canons à air changent en fonction de l'équipement.
- Intégration en **conteneurs** standards (10, 20 or 40').

		SMT	HR		SISRAP
			HR2D	HR3D	
Acquisition	<i>Système de navigation</i>	ECOS (GENAVIR)			
	<i>Acquisition</i>	SERCEL Seal 428			
	<i>Contrôle immersion</i>	ION Compass Birds			
Flûte sismique	<i>Technologie</i>	SERCEL, Sentinel RD solid streamers, intertrace 6.25m			
	<i>Longueur partie active</i>	6000 m	600 ou 1200 m	2 x 600 m @ 25m	300 m
Source	<i>Compresseur</i>	1200 m ³ /h	300 m ³ /h	300 m ³ /h	300 m ³ /h
	<i>Canons</i>	16 Ggun	2 à 4 mini GI	2 mini GI	2 GI
Intégration	<i>Volume total</i>	14 conteneurs (10-20-40')	7 conteneurs 10'	7 conteneurs 10' + 1x20'	6 conteneurs 10'
	<i>Poids</i>	~170 t	~47 t	~60 t	~42 t
Nombre d'opérateurs		10	6		5

CARACTÉRISTIQUES DES ÉQUIPEMENTS SISMIQUES DE L'IFREMER

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



CARACTÉRISTIQUES DES ÉQUIPEMENTS SISMIQUES DE L'IFREMER

Flûte sismique :

- SERCEL Sentinel solid streamers SSRD, intertrace 6.25 m, sections 150 m.



Flûte sismique SERCEL Sentinel.

- Câbles de tête : lead-in DeRegt.
- Sections élastiques : SERCEL SHS, RVIM, HESA, TES.
- Modules électroniques : SERCEL HAU428, LAUM428, TAPU428.

Système d'acquisition :

- SERCEL Seal 428 V2, enregistrement des données au format SEG-D.



Logiciel Seal 428.

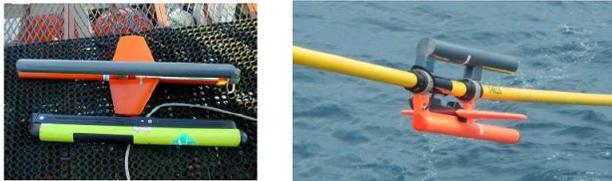
- Autres modules électroniques : DCXU, LCI428, AXCU428, GPS Meinberg.

Système de navigation ECOS (Genavir) :

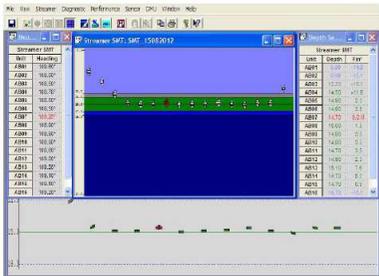


Contrôleur d'immersion du streamer :

- ION Compass bird II + unité de contrôle à bord ION DMU & LIU II.
- + Retrievers (système de récupération) : Geospace SRD500



Birds (retriever / passive)



Bird control

CARACTÉRISTIQUES DES ÉQUIPEMENTS SISMIQUES DE L'IFREMER

Compresseurs : Hamworthy 300 et 660 m³/h (conteneurs 10'-20').
 Pression de travail : 140 bars (2000 psi).



Hamworthy 660 m³/h.



Hamworthy 300 m³/h.

Canons à air :

SERCEL Ggun 150, 250, 380, 520 inch³
 GI gun / mini GI
 BOLT 1500LL 120, 300, 550 inch³



Bolt 1500LL



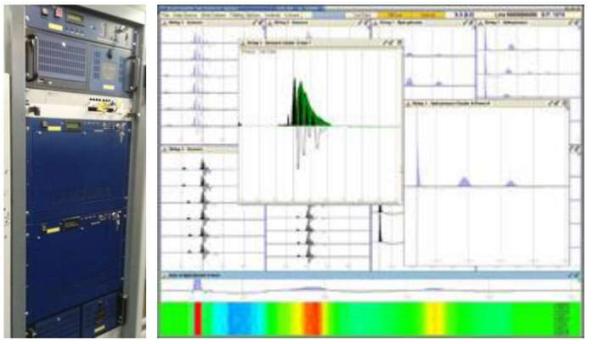
Ggun 150, 250, 380, 520 inch³.



miniGI / GI

Contrôleur de canon :

- SMT : Système Seamap Gunlink 2000.



Contrôleur de canon Seamap Gunlink 2000.

- HR-SISRAP : Système SERAO (développement interne Ifremer).



Canon à air Ggun 150, 140 bars, et bulle d'air générée lors de l'émission.

CARACTÉRISTIQUES DES ÉQUIPEMENTS SISMIQUES DE L'IFREMER

Équipements mobiles :

- Intégrés en conteneurs standards (10, 20 or 40').
- Conteneurs 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)



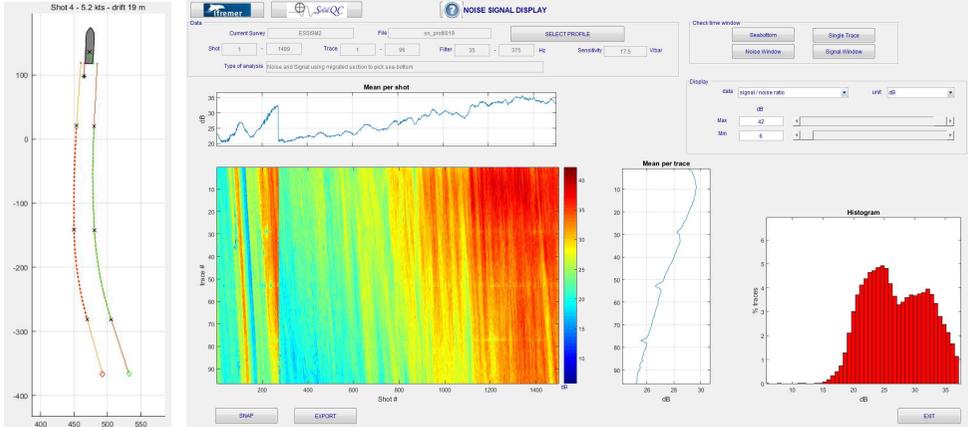
Beautemps-Beaupré (81m)

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...).
- Système PAM (passive acoustic monitoring) : flûte Seiche (déployée sur la flûte sismique) + logiciel PAM guard.
- Fortes contraintes pour la mise en œuvre de l'équipement SMT.

SolidQC : logiciel dédié pour le contrôle qualité des données :

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



Solid QC.

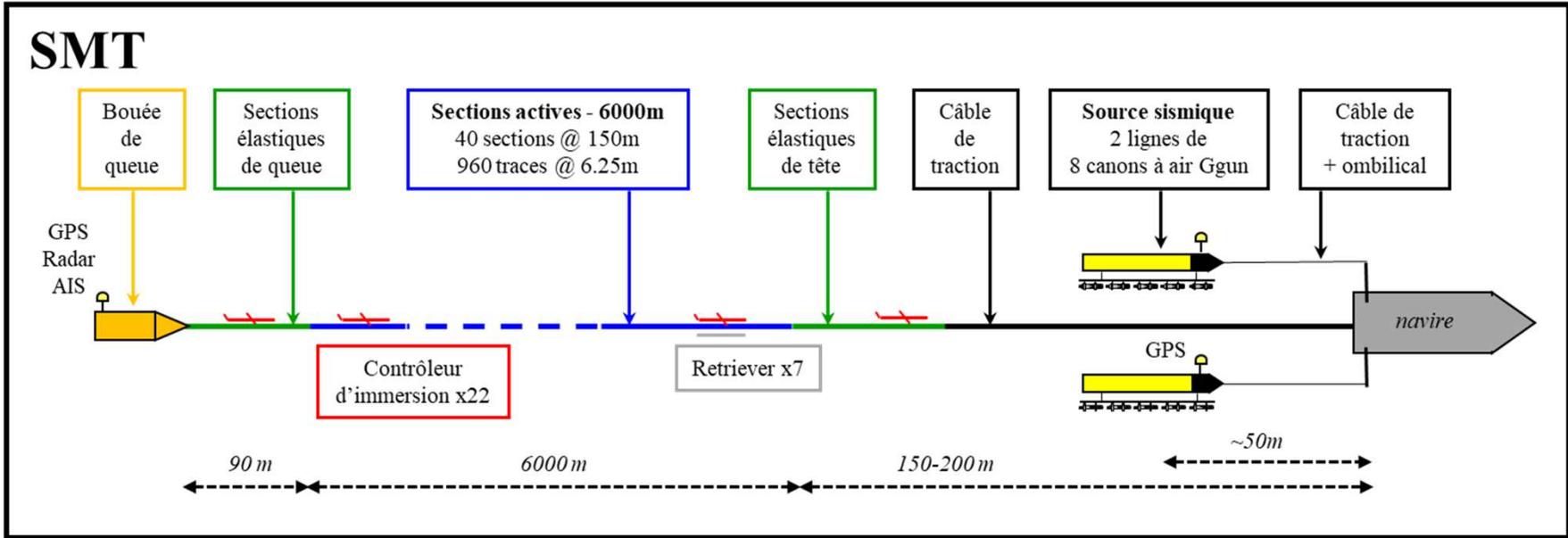
ÉQUIPEMENT SISMIQUE SMT

SMT = Sismique Multi-Traces (960)

- Équipement sismique 2D permettant d'imager des structures profondes.
- Longue flûte sismique (offsets jusqu'à 6000 m), immersion 5-10 m.
- Source sismique de volume important : configuration réflexion (+HF, 2500 inch³) ou réfraction (+BF, 5000 inch³).
- Utilisé avec des OBS en configuration réfraction (OBS € équipes scientifiques).
- Profondeur d'investigation ~ 6000 m en réflexion.
- Résolution verticale ~ 10 m.
- Vitesse d'acquisition : 4-5 nœuds, girations : 3° / minute.
- Mobilisation : 5 jours / démobilisation : 3 jours.

		SMT	HR		SISRAP
			HR2D	HR3D	
Acquisition	<i>Système de navigation</i>	ECOS (GENAVIR)			
	<i>Acquisition</i>	SERCEL Seal 428			
	<i>Contrôle immersion</i>	ION Compass Birds			
Flûte sismique	<i>Technologie</i>	SERCEL, Sentinel RD solid streamers, intertrace 6.25m			
	<i>Longueur partie active</i>	6000 m	600 ou 1200 m	2 x 600 m @ 25m	300 m
Source	<i>Compresseur</i>	1200 m ³ /h	300 m ³ /h	300 m ³ /h	300 m ³ /h
	<i>Canons</i>	16 Ggun	2 à 4 mini GI	2 mini GI	2 GI
Intégration	<i>Volume total</i>	14 conteneurs (10-20-40')	7 conteneurs 10'	7 conteneurs 10' + 1x20'	6 conteneurs 10'
	<i>Poids</i>	~170 t	~47 t	~60 t	~42 t
Nombre d'opérateurs		10	6		5

ÉQUIPEMENT SISMIQUE SMT



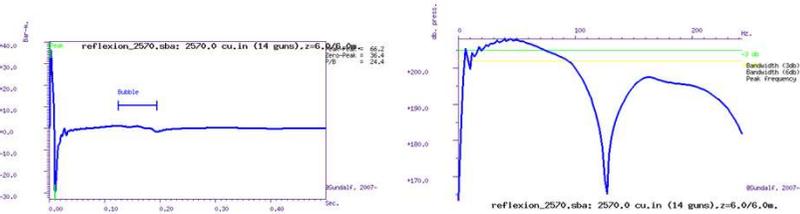
ÉQUIPEMENT SISMIQUE SMT

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 Seemap Gunlink 2000.
 - Rampes dédiées (mise à l'eau + récupération des sources).
 - Compresseurs : 1200 m³/h (+ 600 m³/h rechange).
 - Nombreuses configurations pour les acquisitions réflexion / réfraction.
- (contraintes volume source – capacité compresseurs – cadence de tirs).

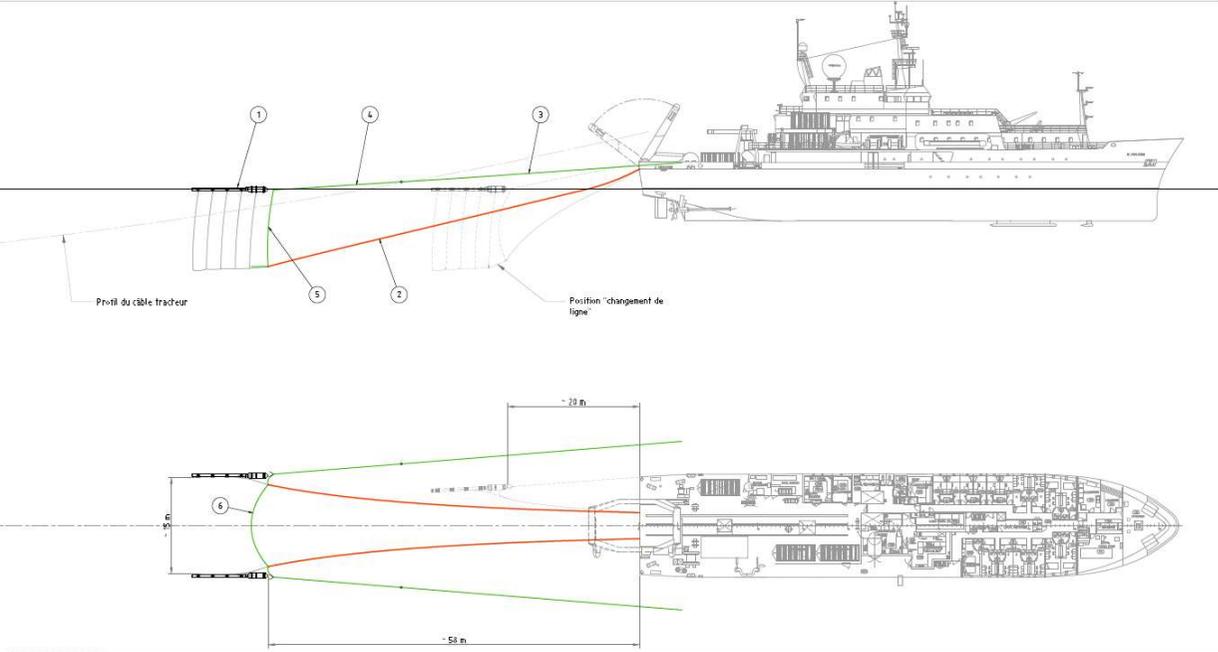
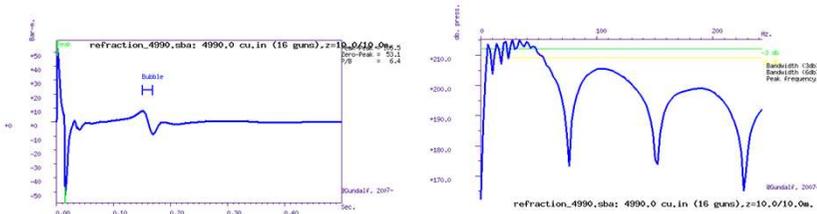
Configuration réflexion :

Signal acoustique + haute fréquence (f pic : 45 Hz)
 Récurrence : 20 s
 Volume : 2570 inch³
 Pic-pic: 66.2 bar-m



Configuration réfraction :

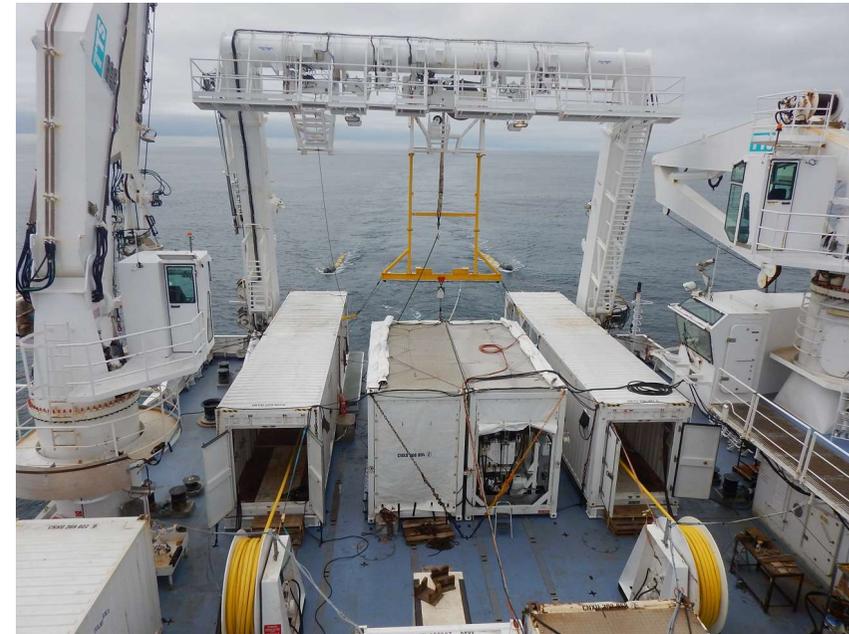
Signal acoustique + basse fréquence (f pic : 27 Hz)
 Récurrence : 60 s (40 s minimum)
 Volume : 4990 inch³
 Pic-pic : 105.5 bar-m



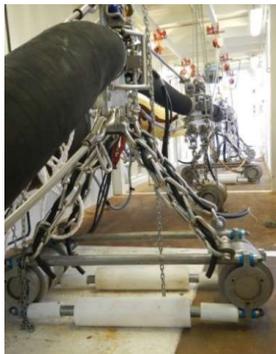
ÉQUIPEMENT SISMIQUE SMT



NO Pourquoi pas ? à Brest (essais août 2018).



Tourets ombilicaires, conteneurs source et tourets flûte.



Cluster de canons à air.



Ligne source.



Déploiement d'une ligne source.



Source sismique durant les acquisitions.

2. LES NOUVEAUX ÉQUIPEMENTS SISMIQUES DE L'IFREMER

Les outils sismiques de nouvelle génération

ÉQUIPEMENT SISMIQUE SMT



Deux nouveaux tourets avec la flûte sismique de 6000m.



Contrôleur d'immersion sur la flûte sismique.



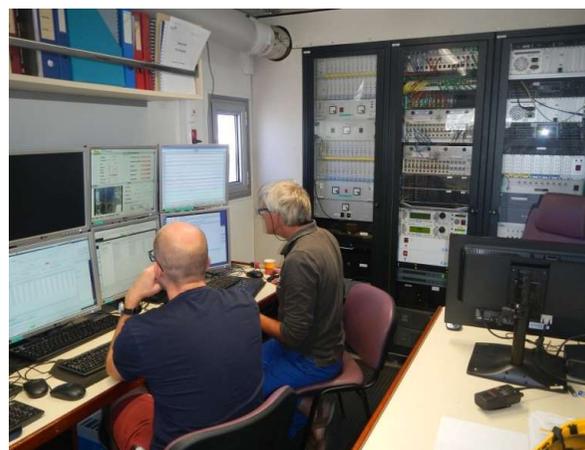
Bouée de queue.



Conteneur avec les sections sismiques de recharge.



Déploiement de la flûte sismique avec la poulie fairlead.



Conteneur acquisition (20').



Racks pour les équipements électroniques et informatiques.

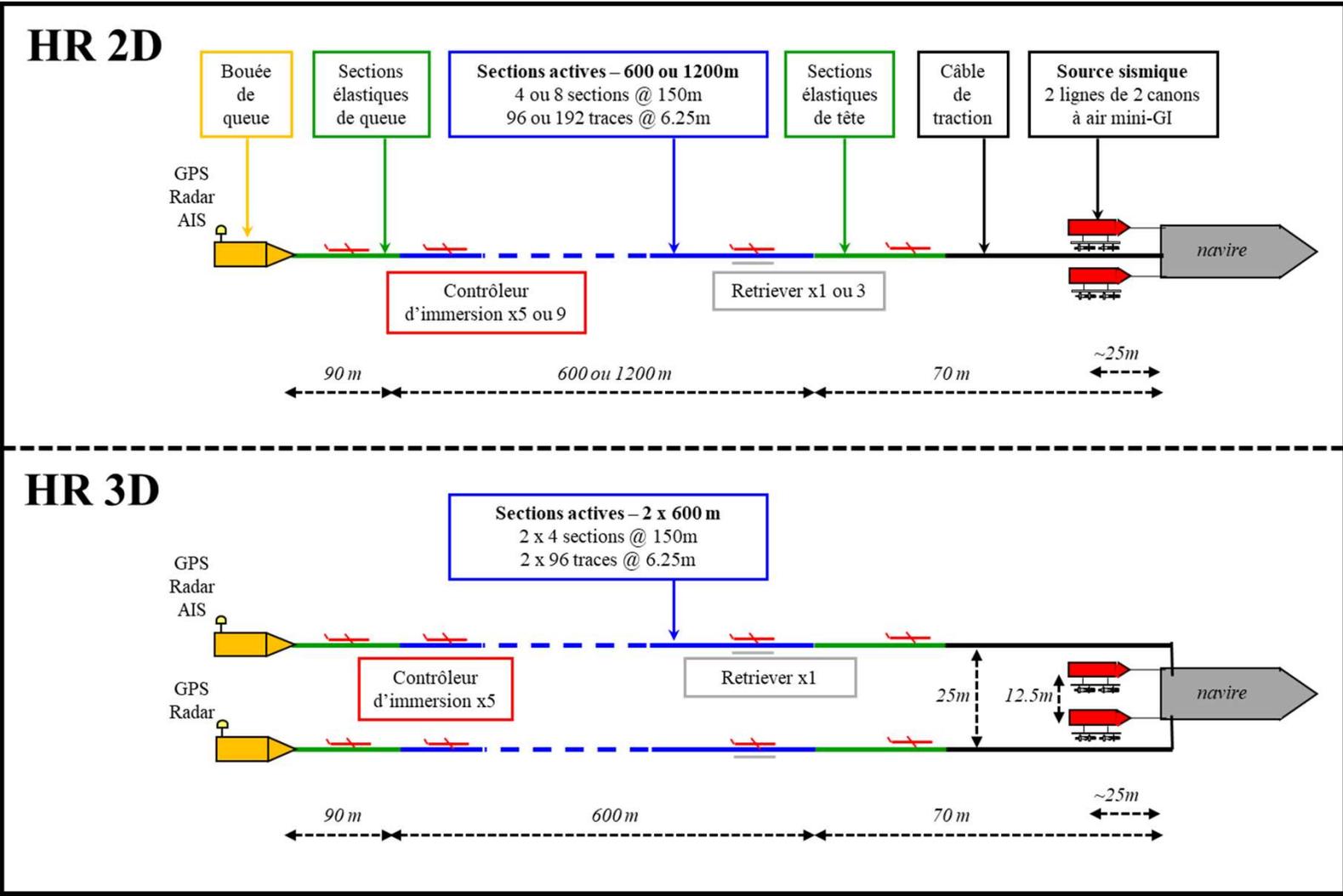
ÉQUIPEMENT SISMIQUE HR

HR = Haute Résolution

- Équipement sismique 2D ou 3D permettant d’imager des structures superficielles avec une haute résolution.
- Profondeur d’investigation ~ 500-1000 m.
- Résolution verticale ~ 2-3 m.
- Vitesse d’acquisition : 4-5 nœuds.
- Immersion source et flûte sismique : 2-3 m.
- Mobilisation : 3 jours / démobilisation : 1 jour.

		SMT	HR		SISRAP
			HR2D	HR3D	
Acquisition	<i>Système de navigation</i>		ECOS (GENAVIR)		
	<i>Acquisition</i>		SERCEL Seal 428		
	<i>Contrôle immersion</i>		ION Compass Birds		
Flûte sismique	<i>Technologie</i>	SERCEL, Sentinel RD solid streamers, intertrace 6.25m			
	<i>Longueur partie active</i>	6000 m	600 ou 1200 m	2 x 600 m @ 25m	300 m
Source	<i>Compresseur</i>	1200 m³/h	300 m³/h	300 m³/h	300 m³/h
	<i>Canons</i>	16 Ggun	2 à 4 mini GI	2 mini GI	2 GI
Intégration	<i>Volume total</i>	14 conteneurs (10-20-40')	7 conteneurs 10'	7 conteneurs 10' + 1x20'	6 conteneurs 10'
	<i>Poids</i>	~170 t	~47 t	~60 t	~42 t
Nombre d'opérateurs		10	6		5

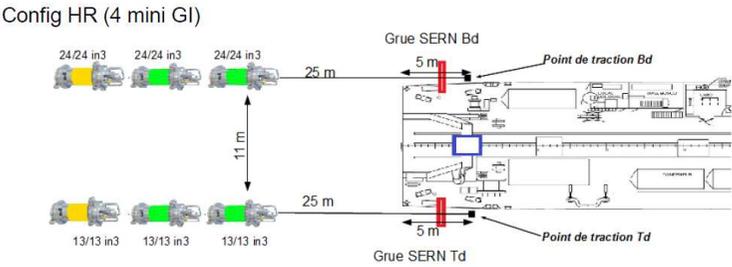
ÉQUIPEMENT SISMIQUE HR



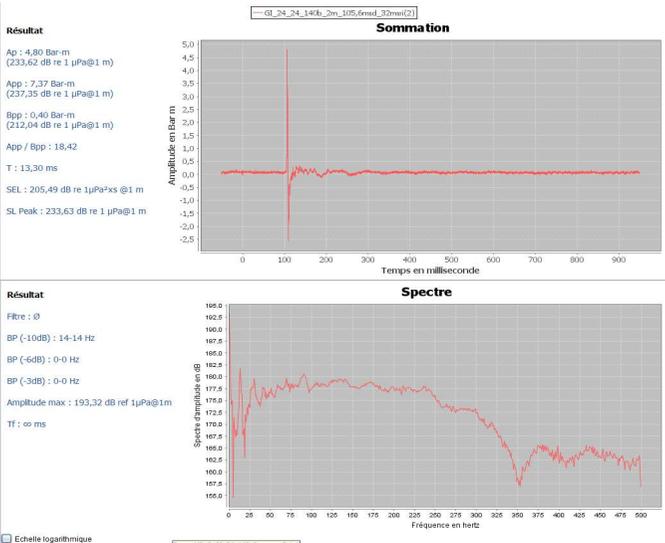
ÉQUIPEMENT SISMIQUE HR

Source HR : 2 lignes de 2 canons à air mini-GI (généralement : fonctionnement true GI, 2 canons 24/24 et 2 canons 13/13)

- Fréquences : 40-250 Hz.
- Récurrence : 5 s.
- Pic-pic: 7.4 bar-m



Volume: 148 in3 à 140 Bars
 Consommation: 174,56 m3/h
 Cadence: 7s
 Profondeurs Théoriques: 1,9 m



Canon à air mini-GI.



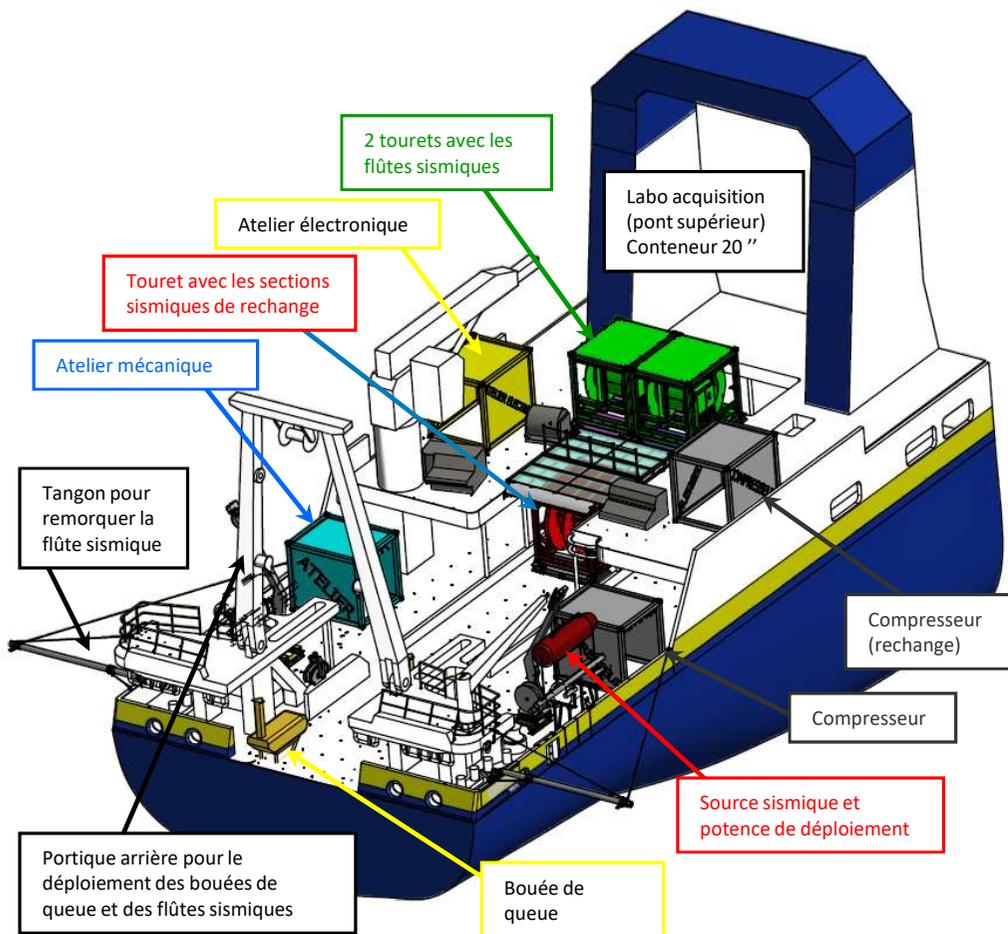
Ligne source de 3 canons mini-GI (2 + 1 recharge).



2 lignes source et flûte sismique.

ÉQUIPEMENT SISMIQUE HR

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.

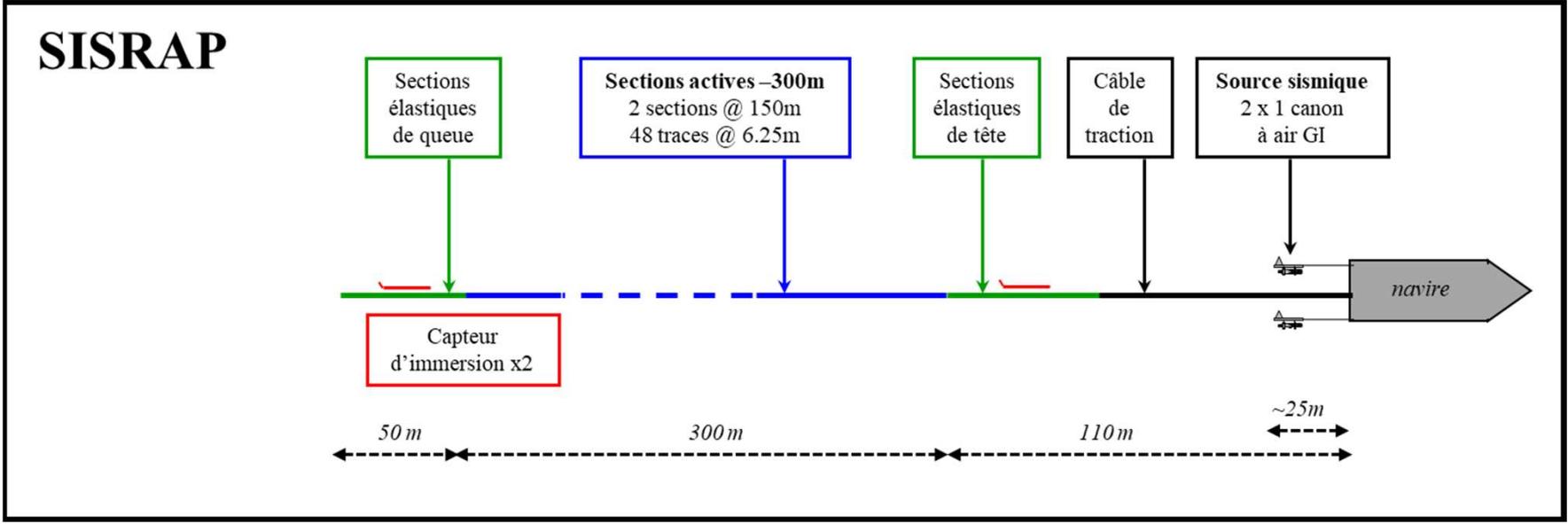
ÉQUIPEMENT SISMIQUE SISRAP

SISRAP = SISmique RAPide

- Équipement sismique 2D permettant d'effectuer des levers d'exploration à 8-10 nœuds, en parallèle de levers bathymétriques par exemple.
- Profondeur d'investigation ~ 1000 m.
- Résolution verticale ~ 5 m.
- Vitesse d'acquisition : 8-10 nœuds.
- Immersion source et flûte sismique : 6-8 m.
- Mobilisation : 2 jours / démobilisation : 1 jour.

		SMT	HR		SISRAP
			HR2D	HR3D	
Acquisition	<i>Système de navigation</i>	ECOS (GENAVIR)			
	<i>Acquisition</i>	SERCEL Seal 428			
	<i>Contrôle immersion</i>	ION Compass Birds			
Flûte sismique	<i>Technologie</i>	SERCEL, Sentinel RD solid streamers, intertrace 6.25m			
	<i>Longueur partie active</i>	6000 m	600 ou 1200 m	2 x 600 m @ 25m	300 m
Source	<i>Compresseur</i>	1200 m³/h	300 m³/h	300 m³/h	300 m³/h
	<i>Canons</i>	16 Ggun	2 à 4 mini GI	2 mini GI	2 GI
Intégration	<i>Volume total</i>	14 conteneurs (10-20-40')	7 conteneurs 10'	7 conteneurs 10' + 1x20'	6 conteneurs 10'
	<i>Poids</i>	~170 t	~47 t	~60 t	~42 t
Nombre d'opérateurs		10	6		5

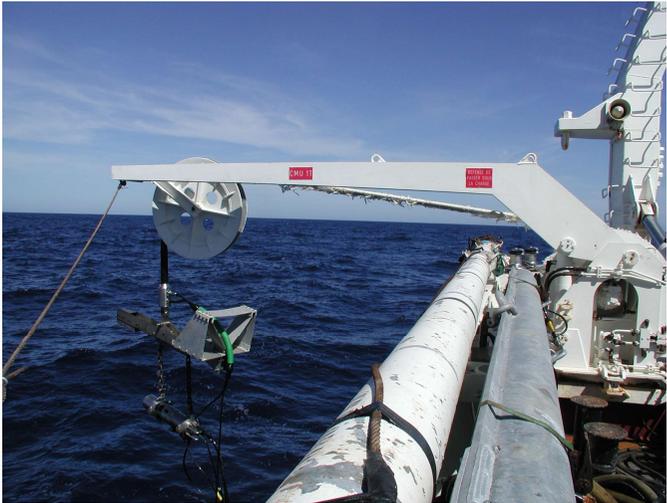
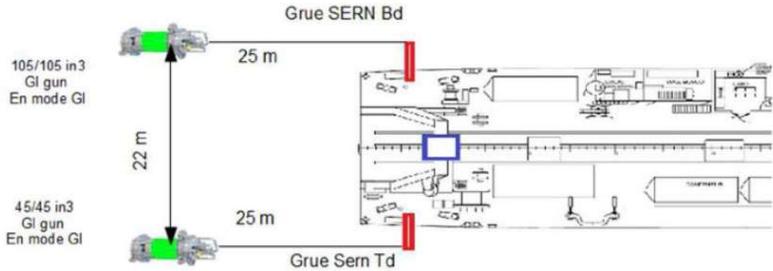
ÉQUIPEMENT SISMIQUE SISRAP



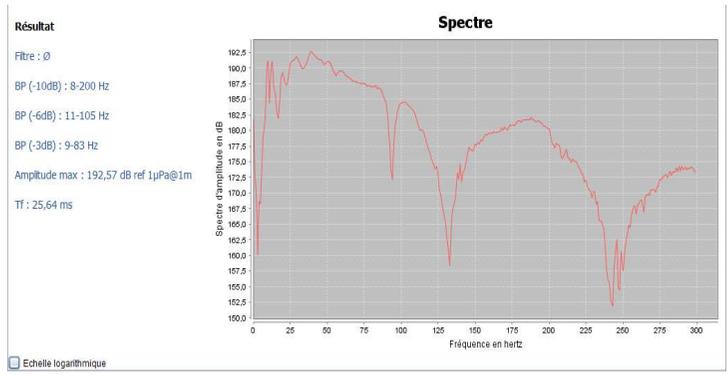
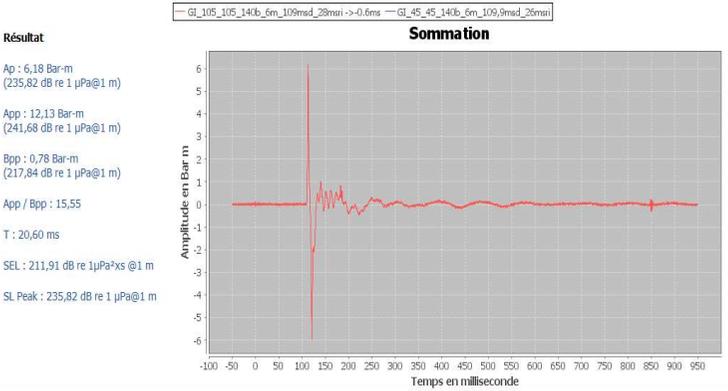
ÉQUIPEMENT SISMIQUE SISRAP

Source SISRAP : 2 canons à air GI (généralement : fonctionnement true GI, 1 canon 105/105 et 1 canon 45/45)

- Fréquences : 10-100 Hz.
- Récurrence : 6 s.
- Pic-pic: 12.1 bar-m



Canon à air GI avec carénage et potence de mise en œuvre.



ÉQUIPEMENT SISMIQUE SISRAP

Installation à bord du NO *Pourquoi pas ?*



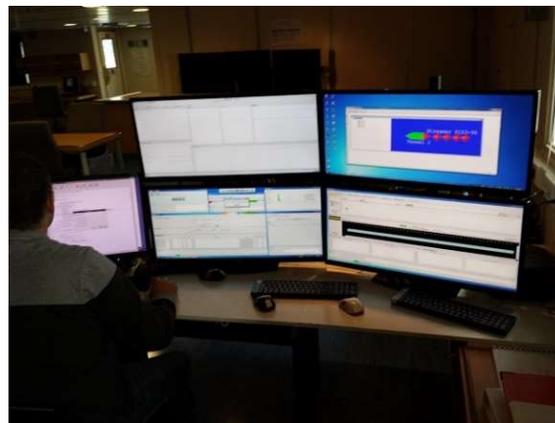
Source sismique SISRAP
(GI et déflecteur).



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.

LES OUTILS SISMIQUES DE NOUVELLE GÉNÉRATION

1. Présentation générale

Acquisition sismique marine

Projet de renouvellement des équipements sismiques de l'Ifremer

2. Les nouveaux équipements sismiques de l'Ifremer

Principales caractéristiques des équipements sismiques SMT, HR et SISRAP

3. Exemple d'intégration

Équipement sismique SMT sur le NO *L'Atalante*

4. Conclusions et perspectives

INTÉGRATION DE L'ÉQUIPEMENT SISMIQUE SMT SUR LE NO *L'ATALANTE*

Cahier des charges strict et conduit par plusieurs besoins forts, à savoir :

Intégration sur des navires pluridisciplinaires (≠ navires dédiés pour les acquisitions sismiques)

- Superficie de plage arrière qui ne permet pas les mêmes agencements
- Hauteur de pont par rapport à la ligne de flottaison qui varie selon les navires
- Caractéristiques des navires très variées : NO *Thalassa* (75m) → NO *Marion Dufresne* (120 m)

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

- Limiter le temps d'installation à bord
- Faciliter les convois selon les ports d'appareillage

Prendre en compte l'ensemble des interfaces :

- Mécanique (encombrement, poids, stabilité navire, mise à l'eau/récup)
- Eau de refroidissement (compresseurs, clim conteneurs)
- Puissance électrique (alimentation des compresseurs, des tourets, des conteneurs acquisition/traitement, des ateliers...)
- Électronique (navigation, horloge, diffusion position équipement, accès réseau...)

INTÉGRATION DE L'ÉQUIPEMENT SISMIQUE SMT SUR LE NO L'ATALANTE



Agencement le plus complexe (équipements installés / superficie disponible)

INTÉGRATION DE L'ÉQUIPEMENT SISMIQUE SMT SUR LE NO L'ATALANTE

Conteneurs source sismique (quantité 2)

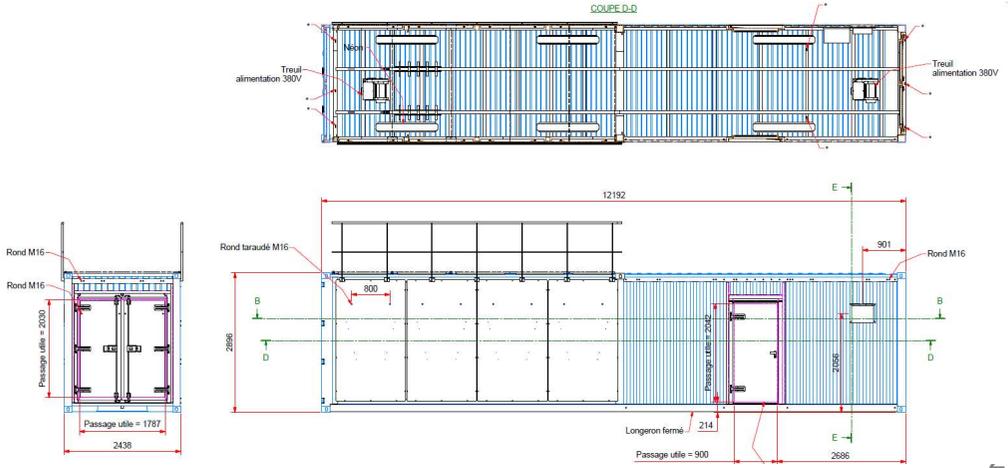
Conçus par l'Ifremer, ces conteneurs de 40' sont placés sur la plage arrière au moyen d'interfaces de fixation. Ces interfaces diffèrent selon les navires afin de pouvoir faire le lien entre le conteneur et les éléments de fixation présents sur les ponts (exemple: fontaines ou empreintes twistlock).

Ils intègrent une grande partie des éléments mis à l'eau :

- « N » Canons, simples ou en clusters (paire de canons)
- Flottabilité (longueur = 12m)
- 2 treuils hydrauliques permettant la mise à l'eau du matériel et sa récupération



Ces éléments sont guidés à l'intérieur des 2 conteneurs, placés côte à côte, par des rails fixés en hauteur et sont mobiles grâce à des chariots porte-palans. Cela permet une manutention plus simple du matériel, réduit l'encombrement au sol pour les équipes utilisatrices.



INTÉGRATION DE L'ÉQUIPEMENT SISMIQUE SMT SUR LE NO L'ATALANTE

Livrés à quai en configuration totalement fermée, afin d'être autorisés au transport, les portes avant et arrière ainsi que les panneaux latéraux des conteneurs sont amovibles. Ceci afin de pouvoir circuler librement sur le pont du navire, d'un conteneur à l'autre.



Conteneur « configuration transport »



Conteneur « configuration travail »

INTÉGRATION DE L'ÉQUIPEMENT SISMIQUE SMT SUR LE NO L'ATALANTE



Conteneur Td sur interfaces de fixation



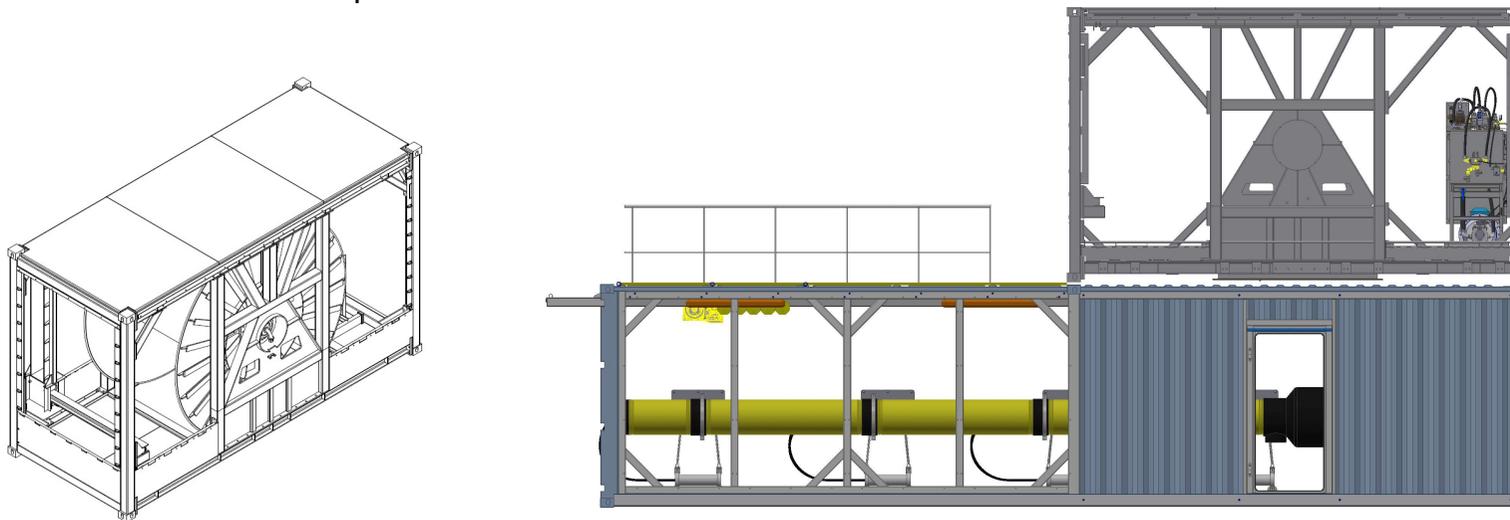
Conteneur Bd sur interfaces de fixation

INTÉGRATION DE L'ÉQUIPEMENT SISMIQUE SMT SUR LE NO *L'ATALANTE*

Touret de mise en œuvre de la flûte sismique (quantité 2)

Afin de déployer la flûte sismique, mais également la stocker, 2 tourets motorisés ont été conçus. Intégrés dans des conteneurs dont l'empreinte au sol est identique à celle d'un conteneur de 20', son installation en est simplifiée.

La surface d'implantation au pont étant trop faible sur le NO *L'Atalante*, il a été décidé d'intégrer les tourets au dessus des conteneurs de 40 pieds. Cette intégration a été validée par des calculs de structure navire, mais aussi des conteneurs sources. En effet, le stockage des 6000m de la flûte sismique ont engendré un conteneur de hauteur « hors gabarit » - 3,6 mètres mais surtout une masse totale de 23 tonnes par élément.



INTÉGRATION DE L'ÉQUIPEMENT SISMIQUE SMT SUR LE NO L'ATALANTE



Touret sur conteneur Td



Touret sur conteneur Bd

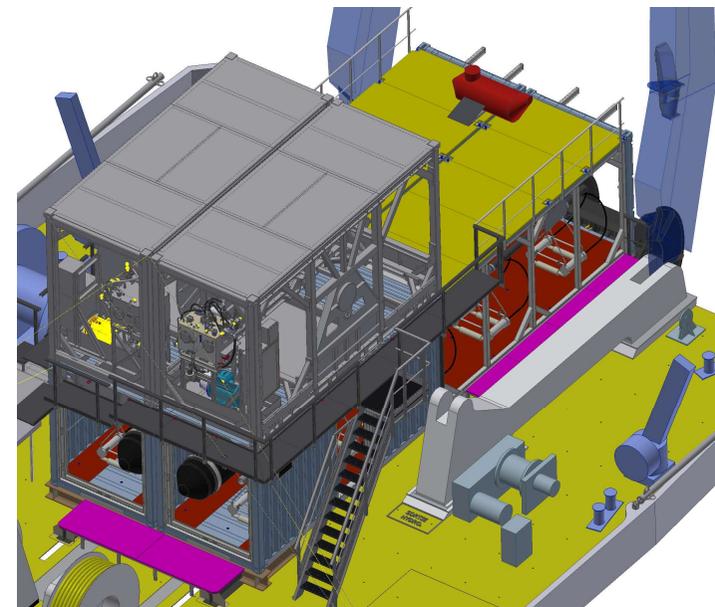
INTÉGRATION DE L'ÉQUIPEMENT SISMIQUE SMT SUR LE NO L'ATALANTE

Passerelle d'accès + escalier

Les tourets de mise en œuvre de la flûte sismique étant opérés de la plateforme supérieure (dessus des conteneurs sources), un escalier et une passerelle ont été développés par le service Navires et Équipements de l'Ifremer, en prenant en compte les besoins suivants :

- Ensemble démontable
- Aucune modification du conteneur qui entrainerait une perte de la classification CSC (transport maritime)
- Légèreté de l'assemblage
- Sécuriser le travail en hauteur

Notre choix s'est porté vers une collaboration avec la société IDREVA afin d'utiliser une structure en composite. Après une première itération, l'escalier et les passerelles latérales ont donné satisfaction aux équipes utilisatrices.



INTÉGRATION DE L'ÉQUIPEMENT SISMIQUE SMT SUR LE NO L'ATALANTE



Escalier d'accès à la plateforme de travail + passerelles latérales

INTÉGRATION DE L'ÉQUIPEMENT SISMIQUE SMT SUR LE NO *L'ATALANTE*

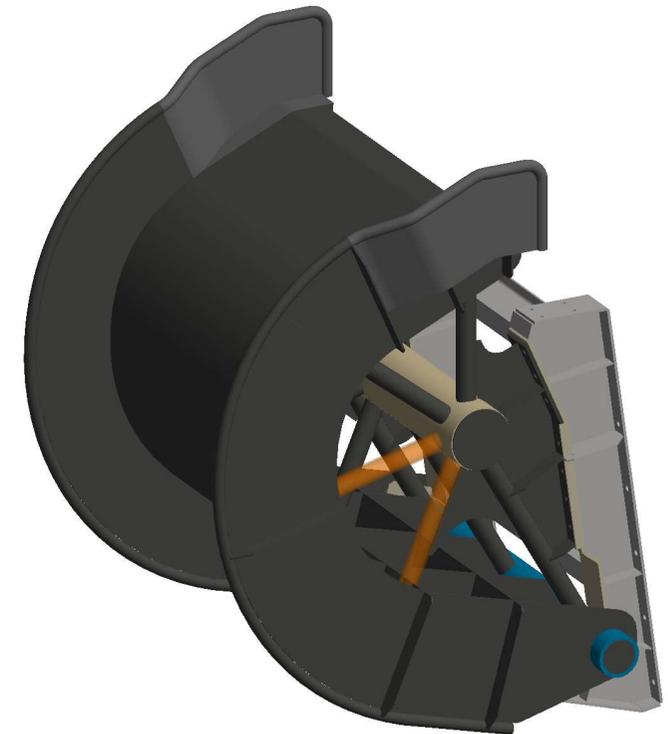
Rampes de mise à l'eau

Les navires de la FOF étant des navires pluridisciplinaires, ils n'ont pas spécifiquement de rampes de mise à l'eau. Cette fonction, indispensable, dans le cadre de la SMT, des éléments amovibles ont été conçus et validés par le calcul.

Ces rampes viennent se fixer sur le tableau arrière et assurent un rayon de courbure des ombilicaux conforme à la spécification fournisseur. Elles assurent également le guidage du matériel lors des opérations de mise à l'eau et de récupération.

Pour permettre ces assemblages, des ajustements ont été opérés, à savoir :

- Découpe des défenses DELTA → Mise en place ou retrait en fonction des missions
- Ajout de fontaines → Fixation des interfaces de rampes
- Renforcement du tableau arrière → Validation Bureau Veritas



Rampe de mise à l'eau



Démontage des défenses DELTA



Montage des rampes de mise à l'eau



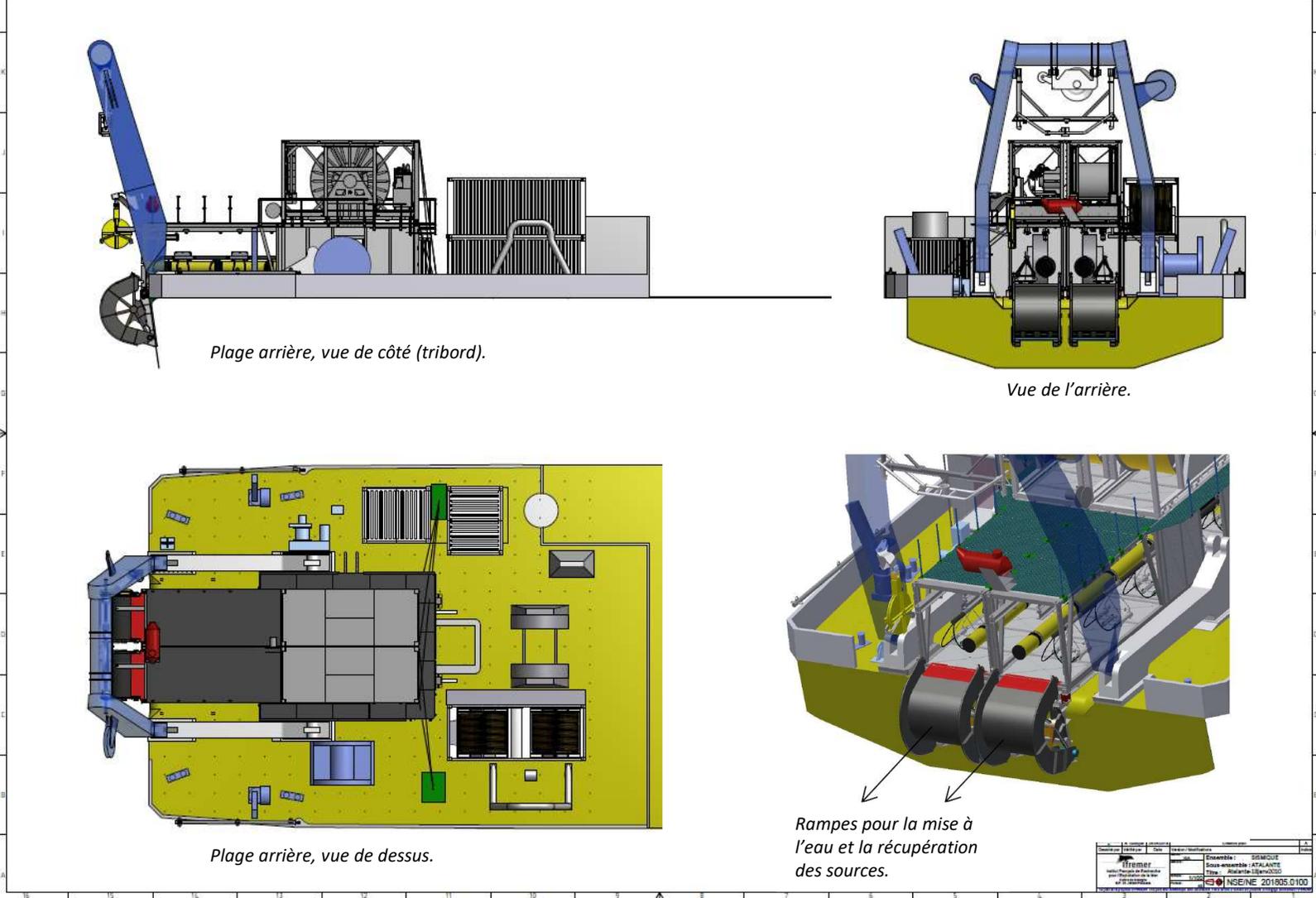
Équipements SMT assemblés sur NO *L'Atalante*

Number of containers/items, Footprint Area required, total weight	
	Total weight : ~180 T, 14 containers (2 x 40' containers + 10 x 20' containers + 2 x 10' containers)
Acquisition lab	20' container, weight 7.3T (to be placed near the boat scientific room)
Processing lab	20' container, weight 6T (to be placed near the boat scientific room)
Compressor 300m3/h	10' container, weight 6T (on the main deck, same 1m around the container for access and connection)
Compressor 300m3/h	10' container, weight 6T (on the main deck, same 1m around the container for access and connection)
2 compressors 300m3/h	20' container, weight 14.2T (on the main deck, same 1m around the container for access and connection)
Compressor 660m3/h	20' container, weight 15T (on the main deck, same 1m around the container for access and connection)
Mecanic workshop	20' container, weight 8.5T (main deck)
Electronic workshop	20' container, weight 7.6T (main deck)
Seismic streamer	2 x 20' non standard containers, for each : height 3.6m, weight 23T (main deck, the containers could be placed above the source storage containers)
Seismic streamer spare part	20' container, weight ~12T
Source storage and deployment	2 x 40' containers, for each : weight 11T
Source deployment	For the seismic source, a dedicated launching ramp has to be fixed at the stern, ~5T
Other equipment	20' half container, weight 7T
Tailbuoy	0.5T
Ramp for the source deployment	A ramp has to be available for the launch and recovery of the seismic source. A dedicated mobile system has been designed for the integration onboard RV Atalante and Pourquoi pas. The total weight is ~10T.
Other (source winches, hydraulic station...)	10T

L'ajout de 180 tonnes d'équipements, répartis en 14 conteneurs mais aussi divers éléments mécaniques a conduit à l'élaboration d'une étude de stabilité du navire.

→ Résultats concluants ont validé l'étude d'implantation générale et déterminé l'installation ci-après.

INTÉGRATION DE L'ÉQUIPEMENT SISMIQUE SMT SUR LE NO L'ATALANTE



LES OUTILS SISMIQUES DE NOUVELLE GÉNÉRATION

1. Présentation générale

Acquisition sismique marine

Projet de renouvellement des équipements sismiques de l'Ifremer

2. Les nouveaux équipements sismiques de l'Ifremer

Principales caractéristiques des équipements sismiques SMT, HR et SISRAP

3. Exemple d'intégration

Équipement sismique SMT sur le NO *L'Atalante*

4. Conclusions et perspectives

ÉTAT DES LIEUX EN 2021

- **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 sism.), Kappa (source), Bretagne Hydraulique (tourets), Oxymontage (conteneurs)...
- **Très 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 : 2 campagnes réalisées, 1 programmée + nombreuses demandes de campagnes dans le cadre des appels d'offres CNFH.

PERSPECTIVES 2021-2022

- Validation du déploiement de l'équipement sismique SMT sur le NO *Marion Dufresne* (2022 ?).
- Modernisation des sources sismiques HR/SISRAP en cours (2021-2022).
- Travaux récurrents de maintenance des équipements (Genavir).

DEMANDE DE CAMPAGNE

Importance de bien définir l'équipement sismique à mettre en œuvre et les acquisitions à réaliser pour :

- Répondre au mieux aux objectifs de la campagne :
 - Zone d'acquisition visée (bathymétrie, extension de la zone).
 - Objectifs scientifiques (profondeur de pénétration dans les sédiments, résolution).
 - Source sismique (contenu fréquentiel, niveau d'émission, contrainte volume source – capacité compresseurs – cadence de tirs).
 - Vitesse d'acquisition (10 nds → SISRAP).

- Réaliser une étude d'impact (faune marine) :
 - Définition précise des profils et des eaux territoriales concernées.
 - Définition précise de la source sismique utilisée.
 - Modification même minime de la source sismique ou des profils → Nécessité de reprendre l'étude.

→ Voir la présentation « Acoustique et impact environnemental » (Yves Le Gall & Cécile Ducatel, journées flotte 1/04/2021 15:15).

- Permettre une bonne programmation de la campagne :
 - Disponibilité des équipements, prise en compte du temps d'expédition / d'installation des équipements.
 - Disponibilité des équipes Genavir, des éventuels observateurs (mammifères marins, observateurs des pays concernés).

→ Prévoir l'embarquement de 5 à 10 personnes Genavir (en fonction équipement) + 0 à 4 observateurs MM + 0 à 2 observateurs pays.

 - Rédaction / transmission du dossier de demande de travaux.

DOCUMENTATION

www.flotteoceanographique.fr

www.genavir.fr/madida/