



# **Présentation du projet MARS**

## **SERENADE 2022 / Collectif bruit sous-marin**

### **Séminaire national sur le bruit sous-marin**

---

**C. Gervaise, P. Cauchy, P. Mercure-Boissonnault, J. Merindol, H. Catineau, C. Massicote, O. Robin, J.-C. Gauthier-Marquis, K. Kesour, ML. Bazinet, S. Lafrance, G. St-Onge**

# Un projet de rang mondial au cœur des nouveaux enjeux maritimes

- Produire aux professionnels du secteur et aux régulateurs une connaissance objective et de qualité **du bruit des navires et solutions de réduction** des effets sur la faune marine grâce à une activité de recherche et innovation appliquée
- En réponse à une prise de connaissance récente des effets du bruit du trafic maritime sur la faune marine (mammifères marins, poissons , invertébrés)
- En lien avec des problématiques régionales (Saint-Laurent), nationales (Programme de Protection des Océans) et mondiales (LIFE PIAQUO, Directive Cadre Stratégie Milieu Marin en Europe, Organisation Maritime Internationale)

# Un projet fédérateur

[01/12/2020 – 31/03/2024, 7 M\$]

Canada

Québec



UQAR SMER



OpDAQ  
systèmes

MTE  
Instruments



**PROJET  
MARS**  
STATION DE RECHERCHE  
EN ACOUSTIQUE MARINE

- Transports Canada – Centre d'innovation
- Alliance verte
- Armateurs du Saint-Laurent
- Port de Montréal
- Port de Trois-Rivières
- Port de Québec
- Port de Saguenay
- Technopole maritime du Québec
- Stratégies Saint-Laurent
- Créneau d'excellence ACCORD
- Société de promotion économique de Rimouski
- WWF Canada
- Première Nation Malécite de Viger
- Pêches et Océans Canada

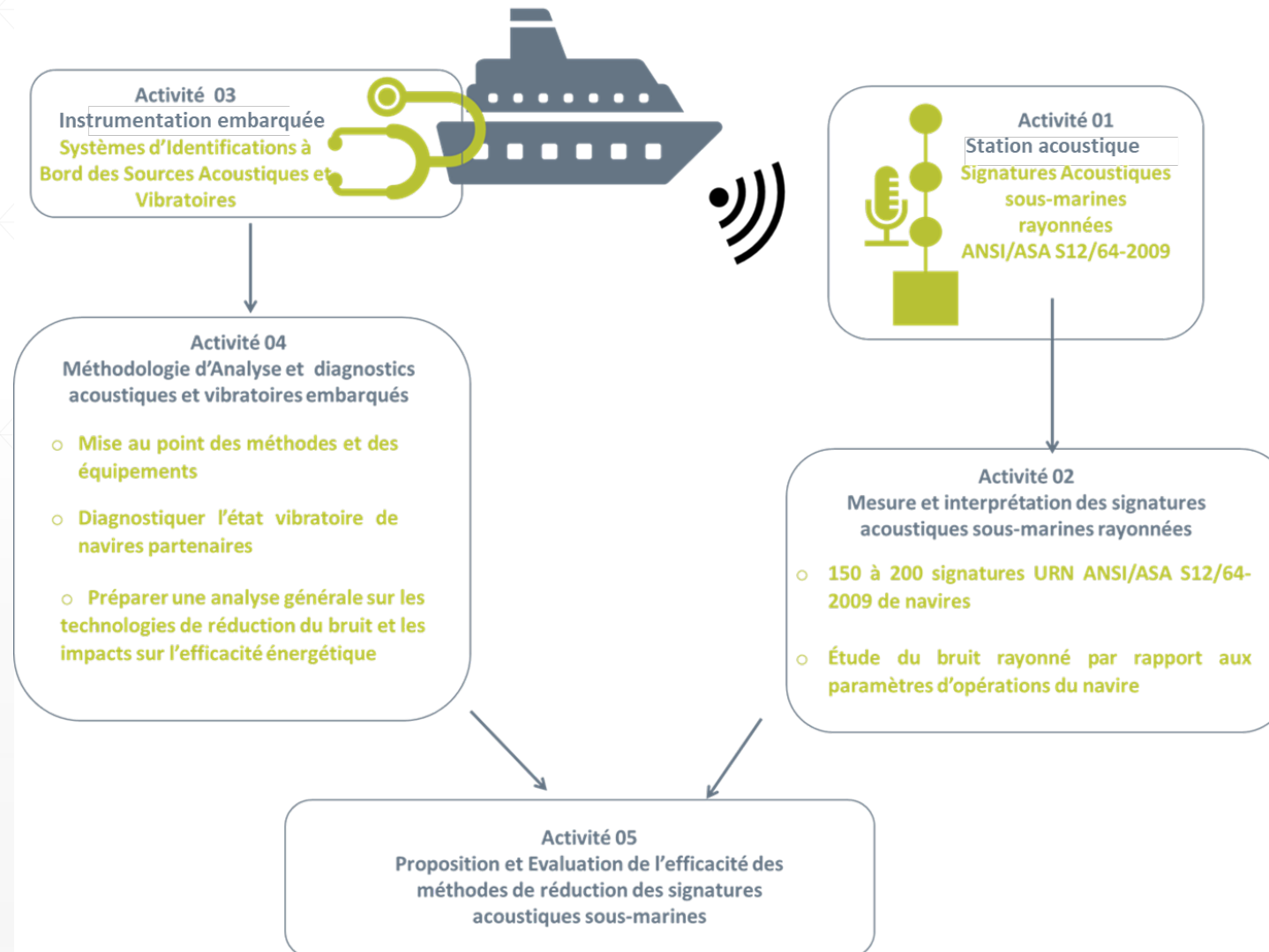


CANADA STEAMSHIP LINES



Société des  
**Traversiers**  
du Québec

# Programme scientifique : 5 activités autour du bruit des navires et des solutions de mitigation



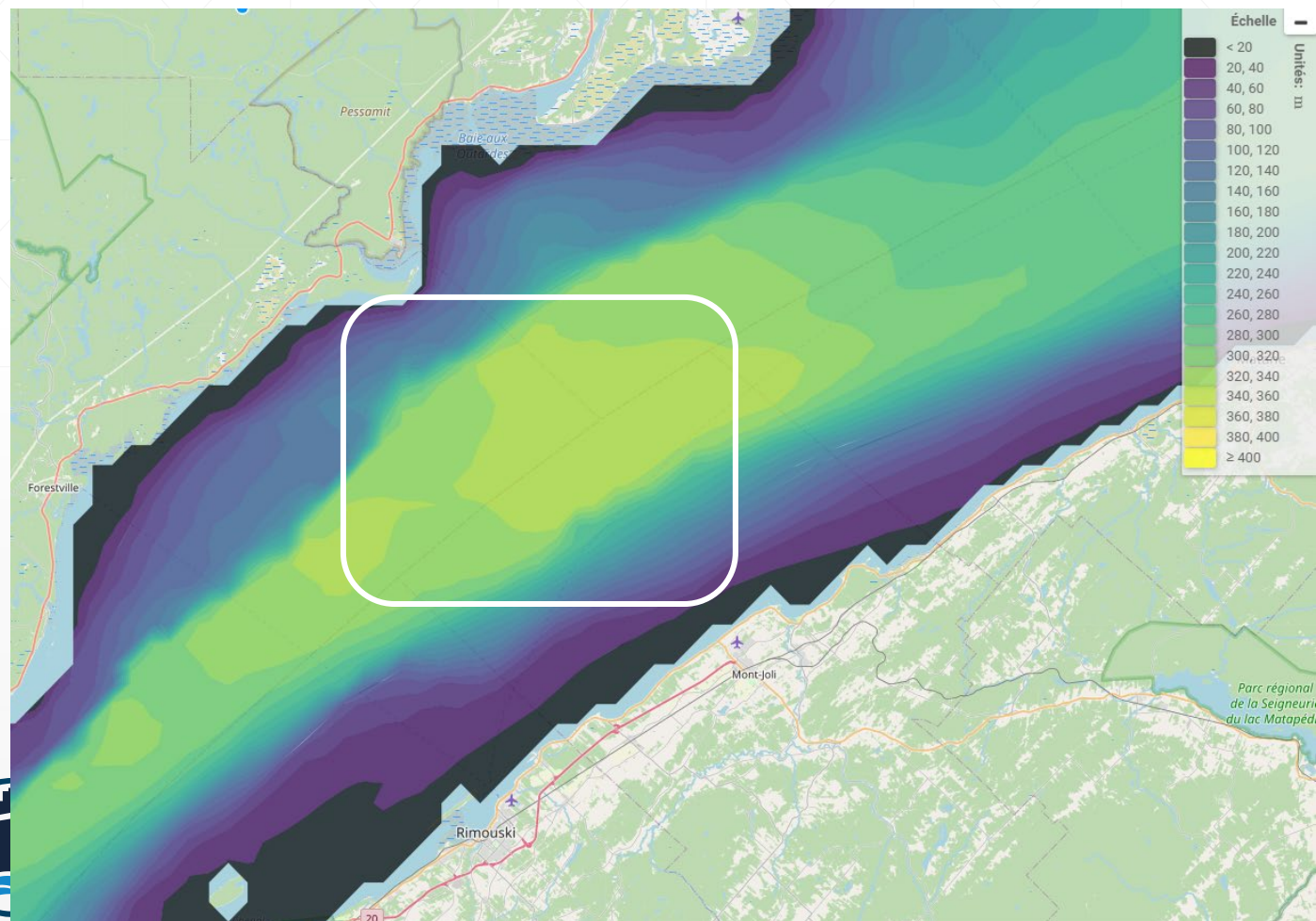
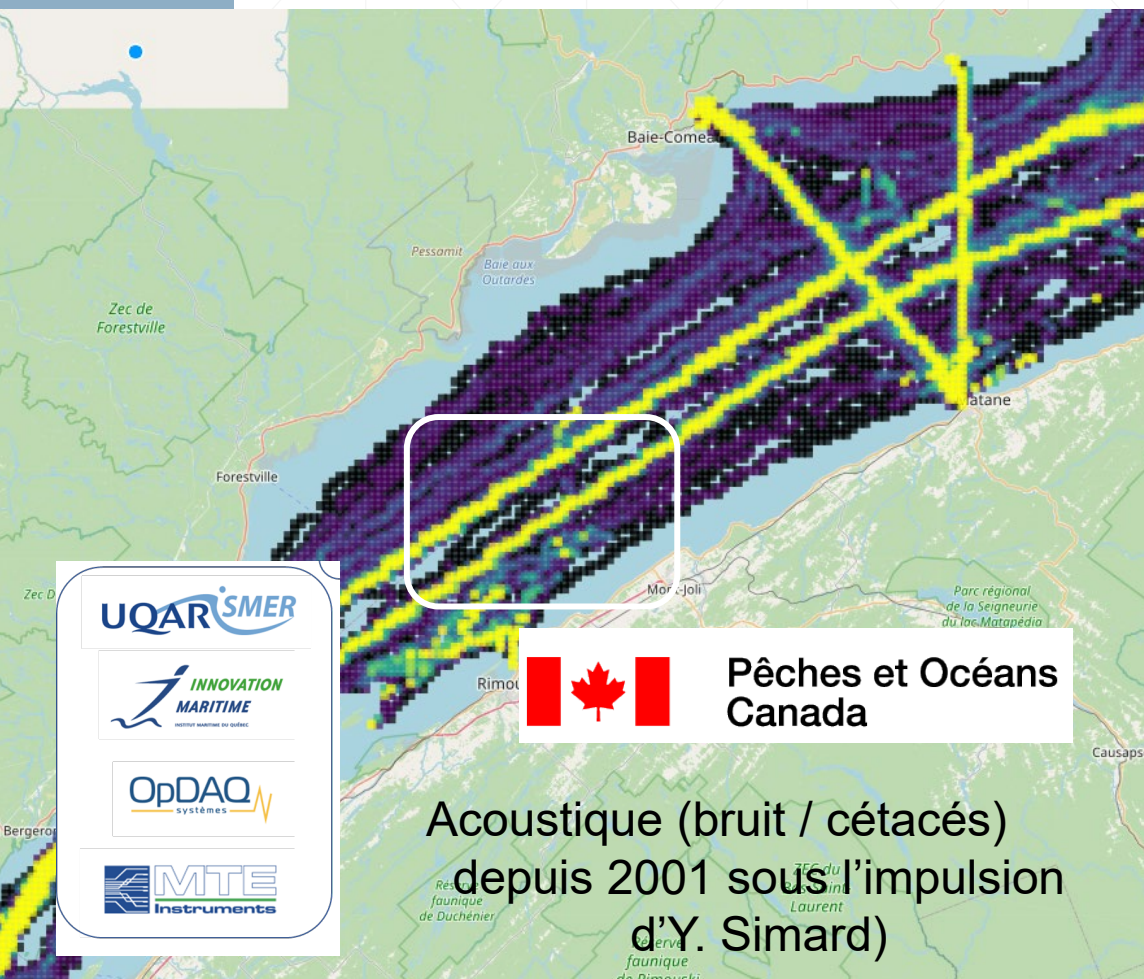




Activité 01  
Station acoustique  
Signatures Acoustiques  
sous-marines  
rayonnées  
ANSI/ASA S12/64-2009

# Station acoustique A proximité de Rimouski profondeur > 300 m, facilité d'accès par le trafic maritime du Saint-Laurent

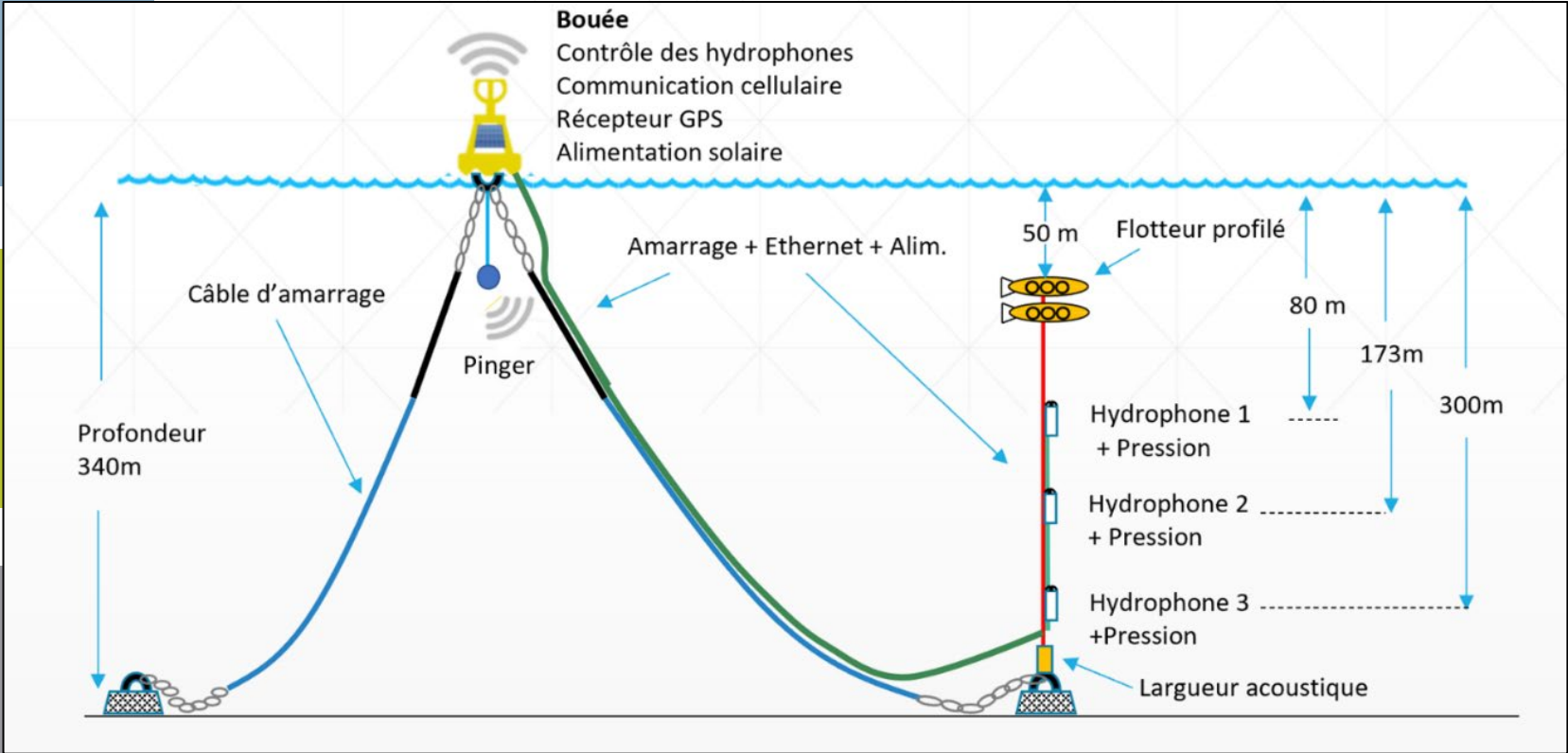
<https://soundscape-atlas.uqar.ca/>



# Station acoustique

## Temps-réel, continue

### Au plus proche des standards internationaux pour une mesure de qualité

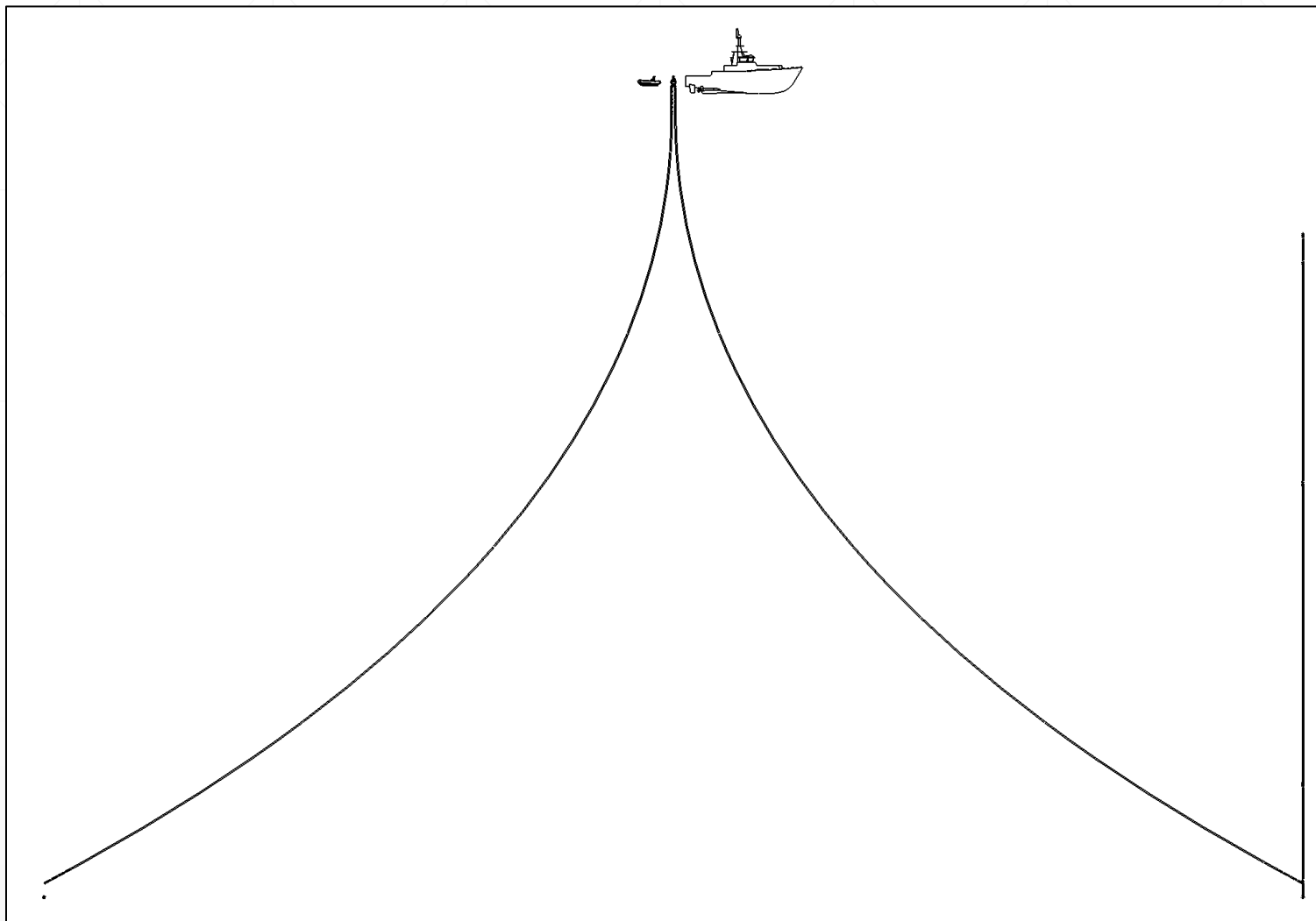


Standard or Organization	Date Issued	Minimum Water Depth
ICES-CRR-209 <sup>9</sup>	May 1995	Not specified
ANSI/ASA S12.6410	Sept 2009	Prec.: 300 m or 3x L Eng: 150 m or 1.5x L Survey: 75 m of 1x L Where L is overall ship length.
ISO-17208-111	March 2016	Greater of 150 m or as given in Note (1)
Lloyds Register <sup>12</sup>	Feb 2018	Greater of 60 m or as given in Note (2)
Bureau Veritas <sup>13</sup>	July 2018	Greater of 60 m or as given in Note (3)
ISO-17208-214	July 2019	N/A
DNV-GL <sup>15</sup>	July 2019	150 m (for deep water testing regardless of ship length) 30 m (for shallow water testing)
DNV-GL <sup>16</sup>	July 2020	N/A
ABS <sup>17</sup>	May 2021	Greater of 60 m or as given in Note (4)
RINA <sup>18</sup>	2021	150 m or as given in Note (5)
Korean Register <sup>19</sup>	2022	To be completed



Activité 01  
Station acoustique  
Signatures Acoustiques  
sous-marines  
rayonnées  
ANSI/ASA S12/64-2009

# Station acoustique Temps-réel, continue Au plus proche des standards internationaux pour une mesure de qualité





[A]



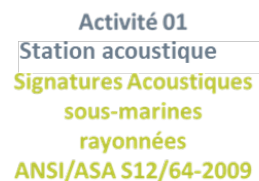
[B]



[C]

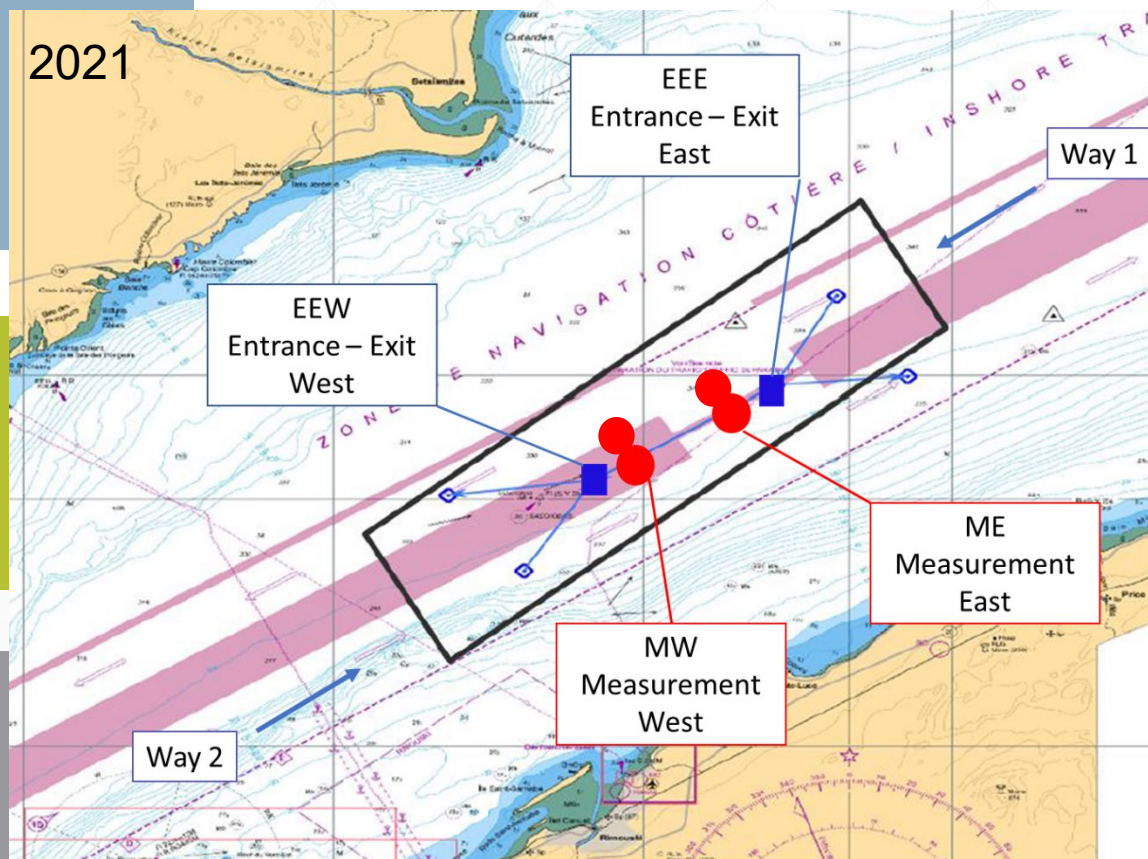




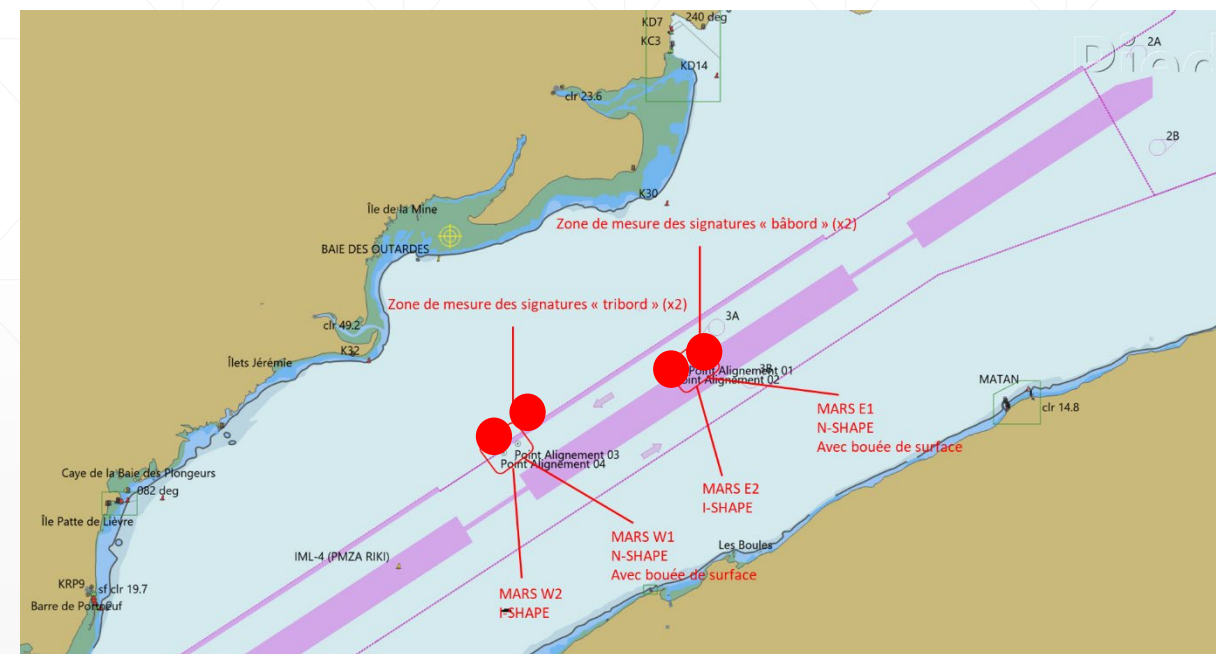


Le schéma illustre le montage d'un système de mesure en mer. Une bouée équipée d'un contrôleur des hydrophones, d'une communication cellulaire, d'un récepteur GPS et d'une alimentation solaire est amarrée à un pinger. Le câble d'amarrage descend jusqu'à une profondeur de 340m. Le câble principal, composé d'amarrage, d'éthernet et d'alimentation, descend également jusqu'à 340m. À cette profondeur, il se connecte à un flotteur profilé qui supporte trois hydrophones (Hydrophone 1 + Pression, Hydrophone 2 + Pression, Hydrophone 3 + Pression) et un largeur acoustique. Les dimensions indiquées sont : 50m entre la bouée et le flotteur, 80m entre les hydrophones, et une profondeur totale de 173m pour le flotteur et 300m pour l'ensemble du système.

2021



2022



29/07/2021- 09/09/2021 - 22/09/2021 – 02/11/2021  
En pandémie covid 19



# Instrumentation embarquée

## Développements spécifiques

### Faciliter le déploiement

### Autonomiser le déploiement



Capteurs



[A]



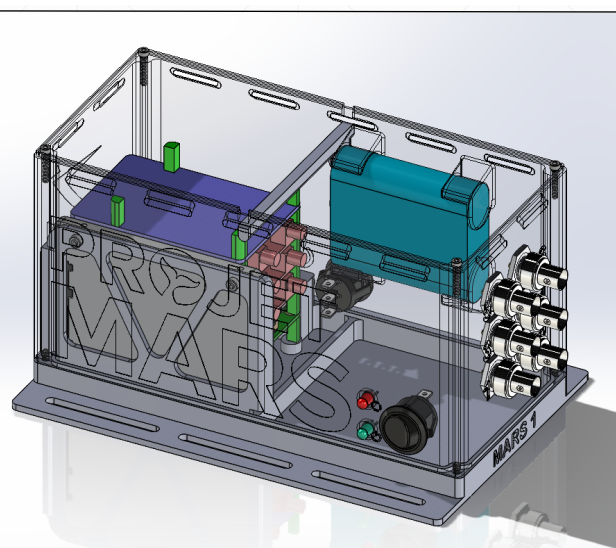
Tablette



X8



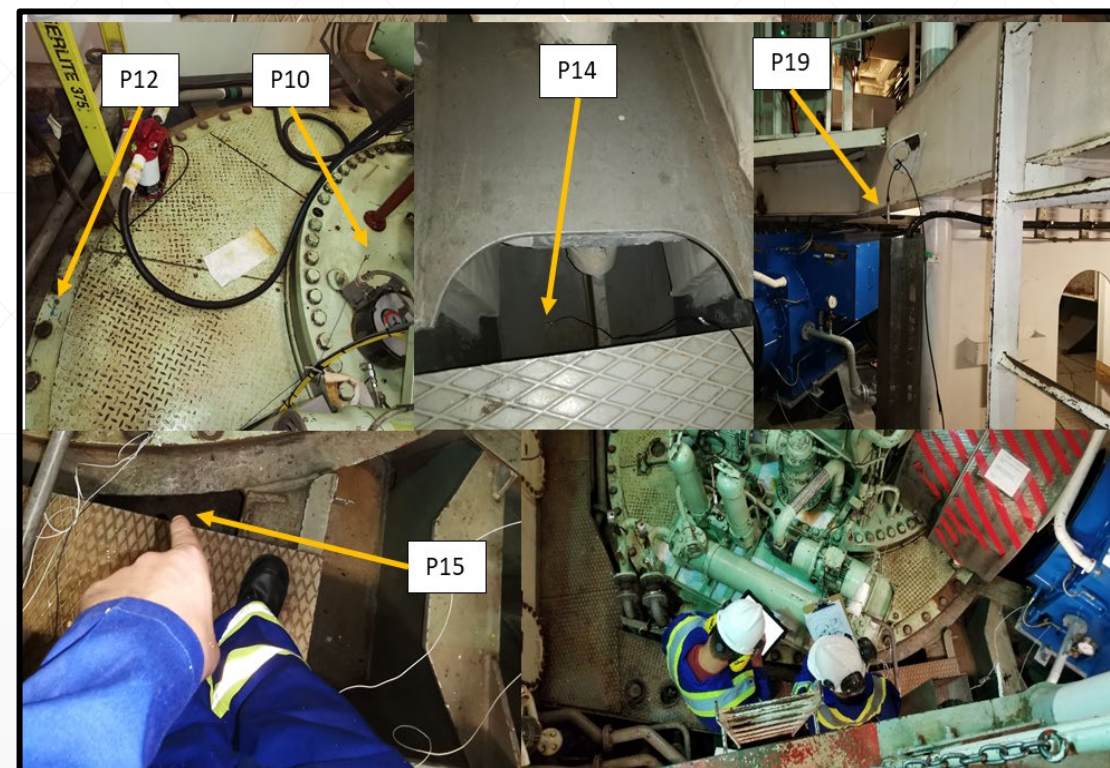
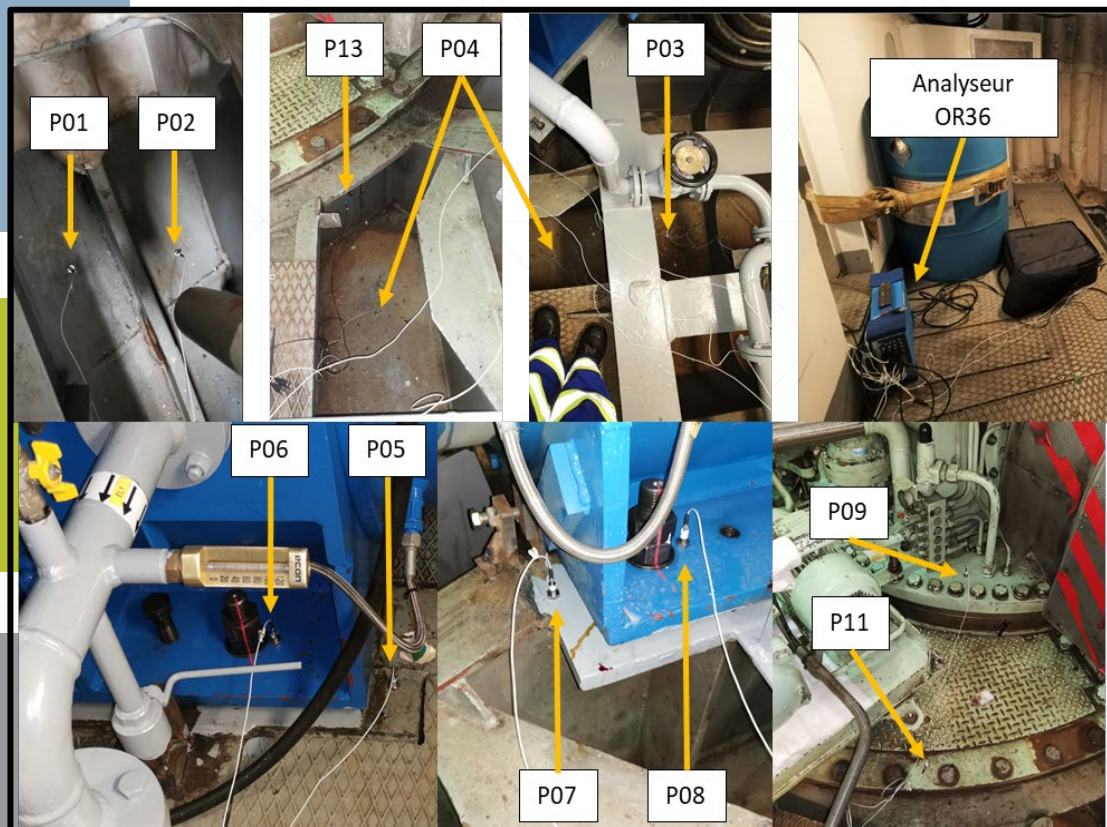
[B]







## Instrumentation embarquée Déployer Diagnostiquer



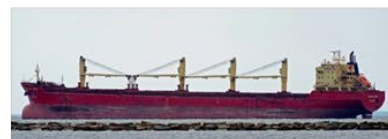


- 150 à 200 signatures URN ANSI/ASA S12/64-2009 de navires
- Étude du bruit rayonné par rapport aux paramètres d'opérations du navire

# Signatures acoustiques 2021

## 29/07/2021- 09/09/2021 - 22/09/2021 – 02/11/2021

### 38 signatures pour 34 navires (en pandémie covid 19 !)



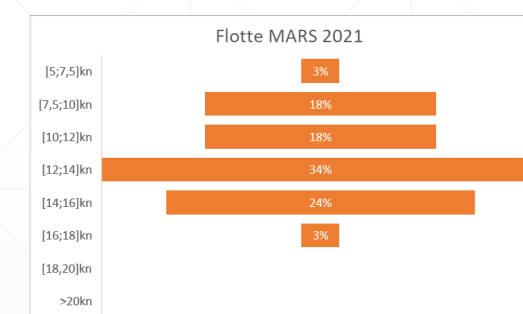
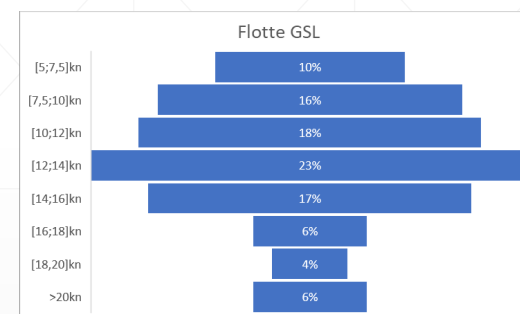
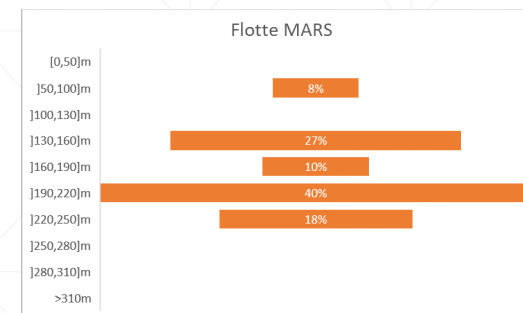
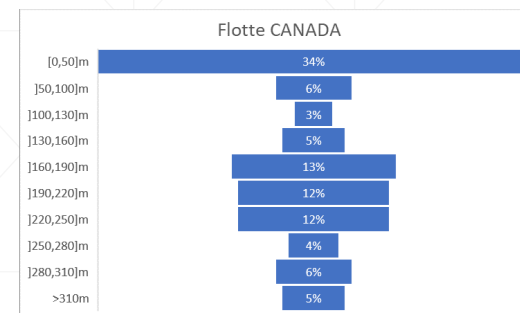
- 150 à 200 signatures URN ANSI/ASA S12/64-2009 de navires
- Étude du bruit rayonné par rapport aux paramètres d'opérations du navire

# Signatures acoustiques 2021

## 29/07/2021- 09/09/2021 - 22/09/2021 – 02/11/2021

### 38 signatures pour 34 navires

	Flotte canadienne (N=8917) (AIS garde côtière, YS)		Flotte MARS 2021 (N=32)	
Catégorie	Nb	%	Nb	%
Cargo	4278	47,3	Vraquier 27	84,4
Tanker	1052	11,6	4	12,5
Fishing	679	7,5	0	0
Tug	628	6,9	0	0
Pleasure Craft	438	4,8	0	0
Passenger	423	4,7	1	3,1
Towing	370	4,1	0	0
Other type	333	3,7	0	0
Search and Rescue vessel	191	2,1	0	0
Law Enforcement	90	1	0	0
Military ops	79	0,9	0	0
Sailing	71	0,8	0	0
Pilot Vessel	69	0,8	0	0
Dredging	39	0,4	0	0
High speed craft	38	0,4	0	0
Wing in ground	38	0,4	0	0
Reserved	35	0,4	0	0
Anti-pollution	33	0,4	0	0
Port Tender	20	0,2	0	0
Diving ops	8	0,1	0	0
Medical Transport	3	0	0	0
Noncombatant ship according to RR Resolution No. 18	2	0	0	0



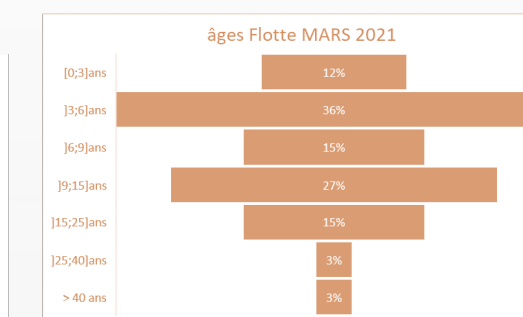
MARS 63 %  
Monde 42 %

Tableau 1 - Âge de la flotte marchande mondiale, par catégories de navires

Tonnage (en millions de tp) et parts relatives de chaque tranche d'âge (en %) au 01/01/2005

Age (ans)	< 5	5 à 10	10 à 15	15 à 20	20 à 25	>25	Total
Pétroliers	97,5	76,6	70,5	39,3	30,6	21,9	336,2
	29,0	22,8	20,9	11,7	9,1	6,5	100
Vraquiers	64,8	70,5	46,8	39,8	69,2	29,5	320,6
	20,2	22,0	14,6	12,4	21,6	9,2	100
Porte-conteneurs	31,3	28,7	16,0	8,6	8,5	4,9	98,0
	31,9	29,3	16,3	8,8	8,7	5,0	100
Cargo classique	6,7	13,8	9,8	10,0	20,6	31,1	92,0
	7,3	15,0	10,7	10,9	22,4	33,7	100
Autres	7,8	7,7	5,8	4,0	9,7	14,0	49,0
	16,0	15,7	11,9	8,1	19,8	28,6	100
Total	206,0	196,2	147,8	101,2	153,2	91,4	895,8
	23,0	15,7	16,5	11,3	17,1	10,2	100

Sources : CNUCED, ISL



- 150 à 200 signatures URN ANSI/ASA S12/64-2009 de navires
- Étude du bruit rayonné par rapport aux paramètres d'opérations du navire

# Signatures acoustiques 2021

## « Monopole Source Level » vs « Underwater Radiated Noise »

- MARS : Eaux peu profondes
- Encadré par des normes pour les eaux profondes (ANSI / ASA S12 64 2009; ISO 17280 part I&II (2016-2019))
- Bientôt encadré par ISO 17280 part III pour les eaux peu profondes
- Orienté par la communauté scientifique (Simard et al, 2016)
- Orienté par des recommandations des sociétés de classification pour les eaux peu profondes

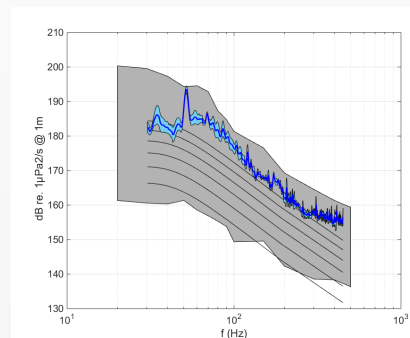
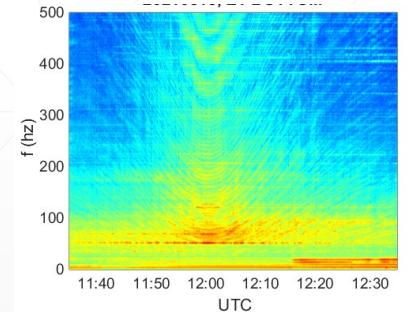
[1] Crossing

[2] Localization of ships (AIS) and array (GPS)

[3] Processing 1 : Received spectrum

[4] Processing 2 : Emitted spectrum (source signature) for a virtual hydrophone @ 1m of the ship – **TL Wave Number Integration techniques**

[5] Signature analysis

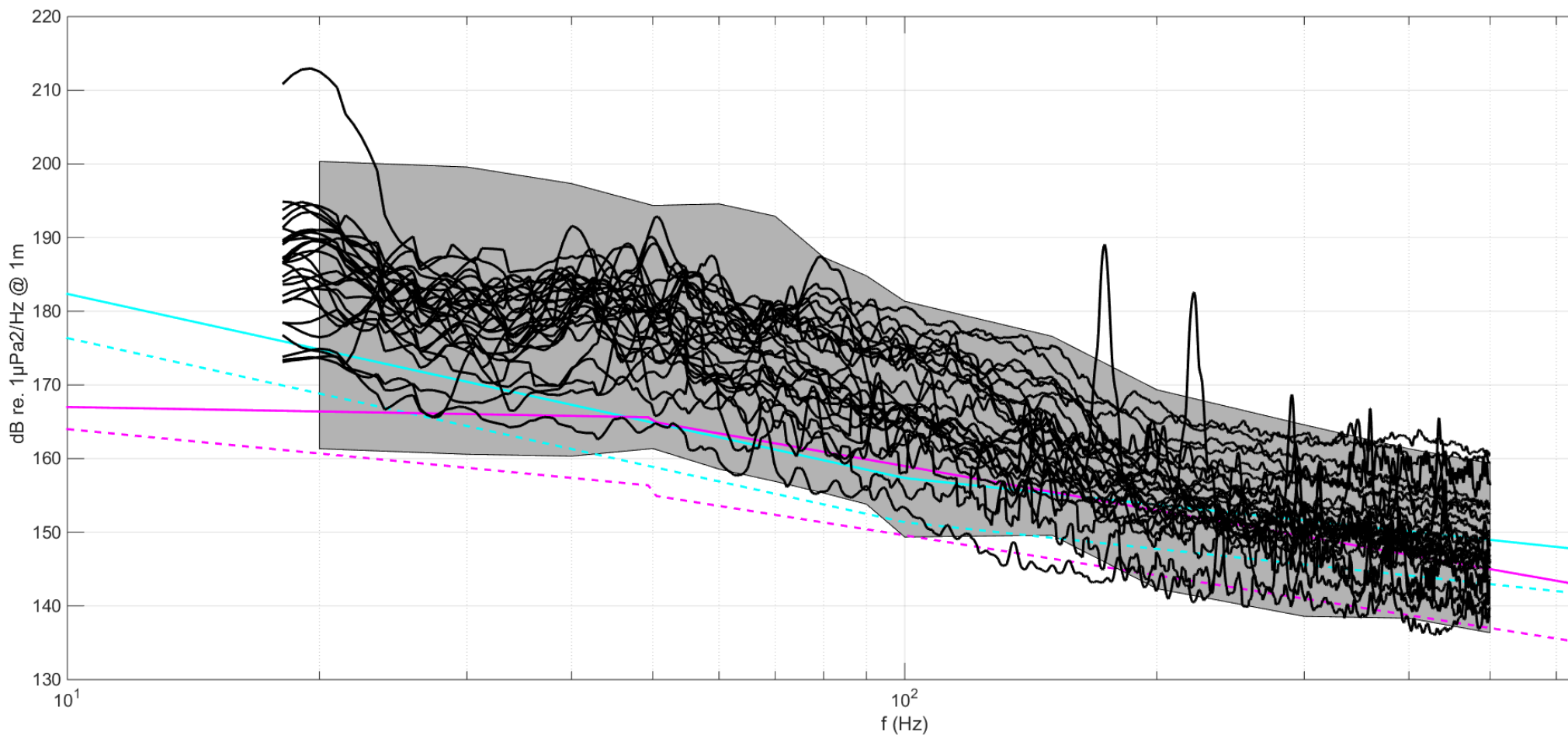


**PROJET  
MARS**  
STATION DE RECHERCHE  
EN ACOUSTIQUE MARINE



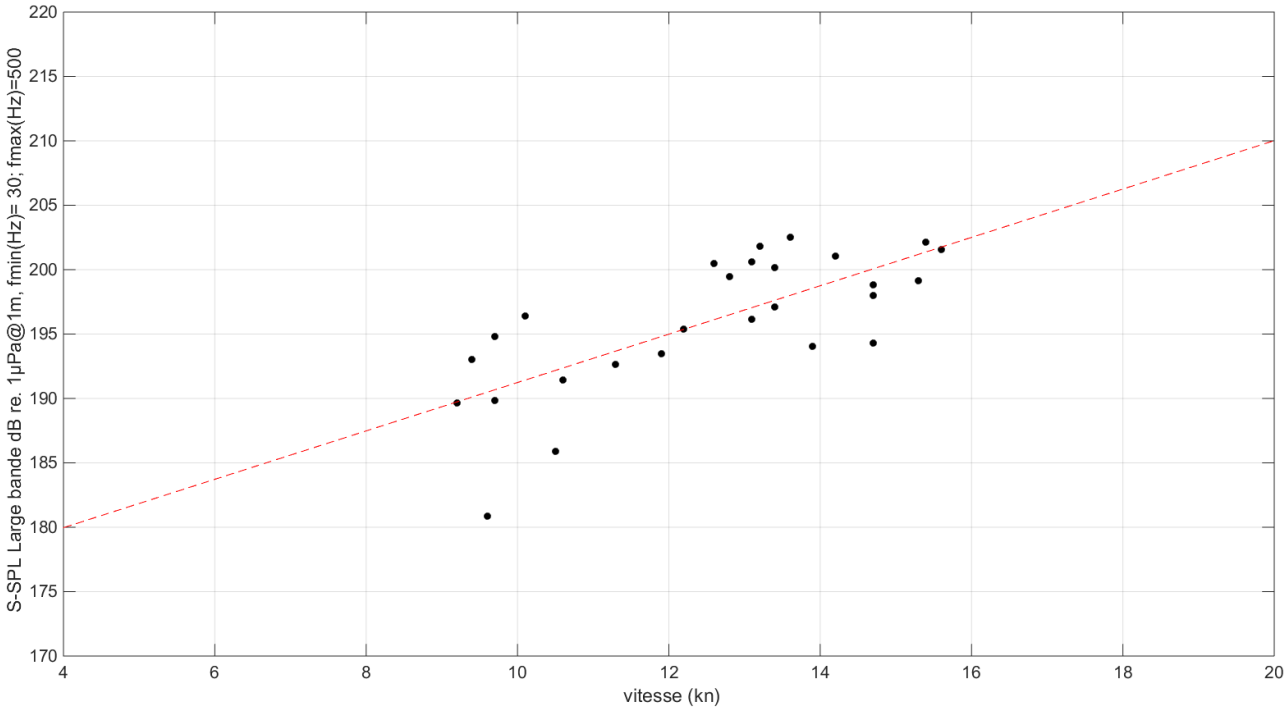
- 150 à 200 signatures URN ANSI/ASA S12/64-2009 de navires
- Étude du bruit rayonné par rapport aux paramètres d'opérations du navire

# Signatures acoustiques (Analyse)



- 150 à 200 signatures URN ANSI/ASA S12/64-2009 de navires
- Étude du bruit rayonné par rapport aux paramètres d'opérations du navire

# Signatures acoustiques (Analyse) (S SPL [30 Hz, 500 Hz])



SPL 40 Hz-500 Hz	r	r2	loi	
vitesse (kn)	0,79	0,6241	SPL = 1,82p+172	δV = 5 kn => δdB = 9 dB => x8 puissance
Longueur (m)	0,53	0,2809	SPL = 0,07p+183	δV = 50 m => δdB = 3 dB => x2 puissance
age (année)	0,36	0,1296	SPL = 0,31p+193	Δage = 10 ans=> δdB = 3 dB => x2 puissance



**Slowing deep-sea commercial vessels reduces underwater radiated noise**

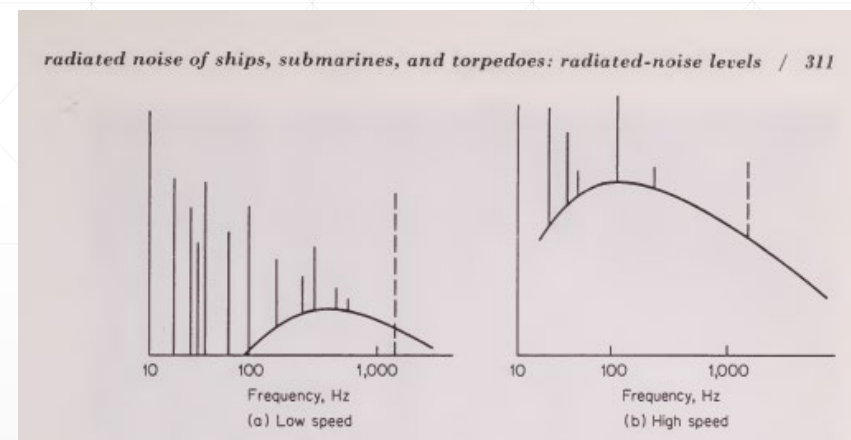
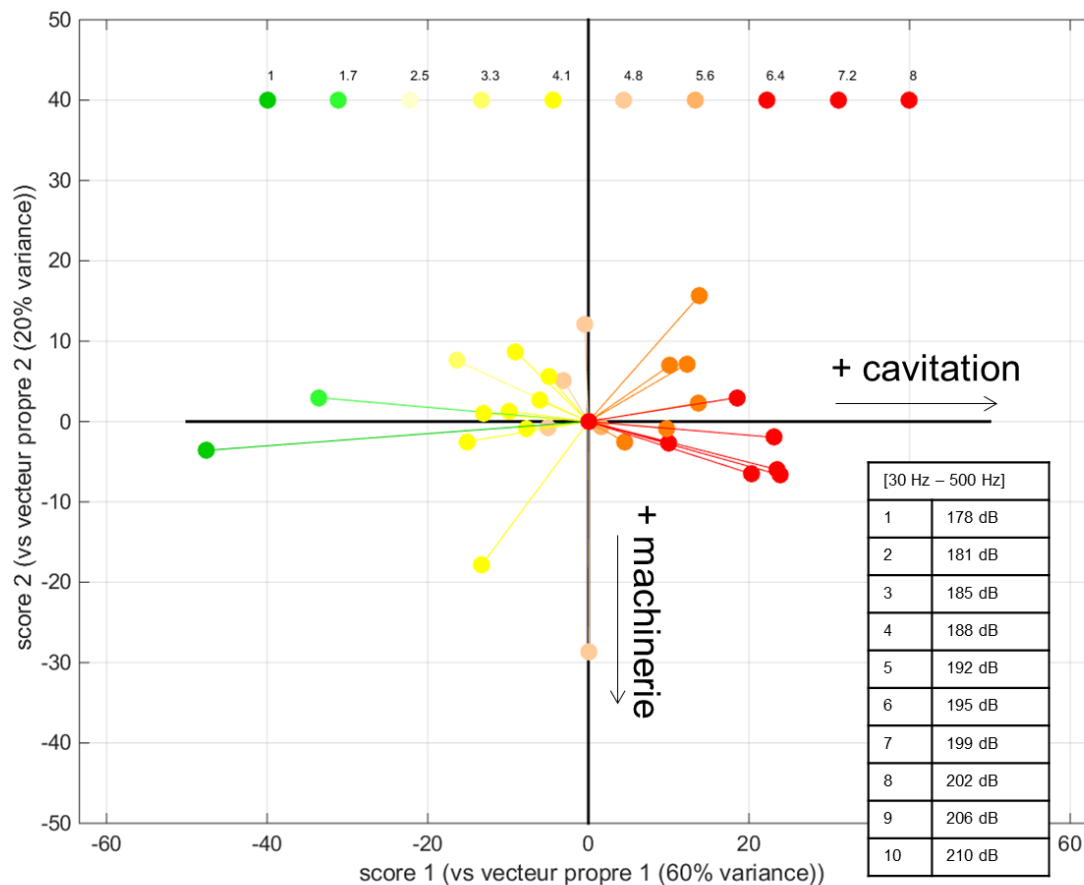
Alexander O. MacGillivray,<sup>1</sup> Zizheng Li, and David E. Hannay  
*JASCO Applied Sciences, 404 Marham Street, Victoria, British Columbia, V8Z 7X8, Canada*  
 Krista B. Younce and Orla M. Robinson  
*Vancouver Fraser Port Authority, 100 The Pointe, 990 Canada Place, Vancouver, British Columbia, V6C 3T1, Canada*  
 (Received 4 March 2019; revised 13 June 2019; accepted 20 June 2019; published online 23 July 2019)

During 2017, the Vancouver Fraser Port Authority's Enhancing Cetacean Habitat and Observation program carried out a two-month voluntary vessel slowdown trial to determine whether slowing to 11 knots was an effective method for reducing underwater radiated vessel noise. The trial was carried out in Haro Strait, British Columbia, in critical habitat of endangered southern resident killer whales. During the trial, vessel noise measurements were collected next to shipping lanes on two hydrophones inside the Haro Strait slowdown zone, while a third hydrophone in Strait of Georgia measured vessels noise outside the slowdown zone. Vessel movements were tracked using the automated identification system (AIS), and vessel phase logged slowdown participation information for each transit. An automated data processing system analyzed acoustical and AIS data from the three hydrophone stations to calculate radiated noise levels and monopole source levels (SLs) of passing vessels. Comparing measurements of vessels participating in the trial with measurements from control periods before and after the trial showed that slowing down was an effective method for reducing mean broadband SLs for five categories of global commercial vessels: containerships (11.5 dB), cruise vessels (10.5 dB), vehicle carriers (9.3 dB), tankers (6.1 dB), and bulkers (5.9 dB).  
 © 2019 Author(s). All article content, except where otherwise noted, is licensed under a Creative Commons Attribution (CC BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).  
<https://doi.org/10.1121/1.5116140> [DfL]

Pages: 540-551

- 150 à 200 signatures URN ANSI/ASA S12/64-2009 de navires
- Étude du bruit rayonné par rapport aux paramètres d'opérations du navire

# Signatures acoustiques (Analyse)



[Urick, 1975]



**PROJET  
MARS**  
STATION DE RECHERCHE  
EN ACOUSTIQUE MARINE



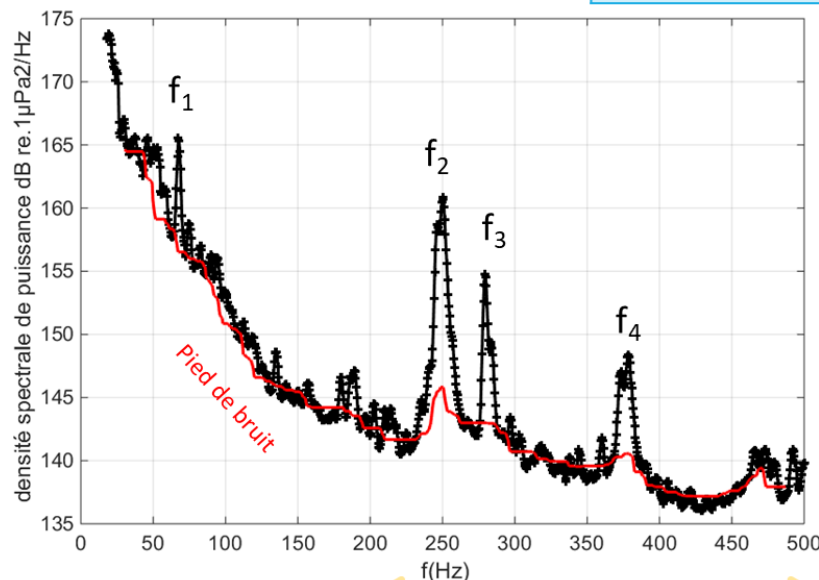
- 150 à 200 signatures URN ANSI/ASA S12/64-2009 de navires
- Étude du bruit rayonné par rapport aux paramètres d'opérations du navire

# Signatures acoustiques (Analyse)



Vocalise D [40Hz-90Hz]

Composante	SPL dB re. 1μPa
Tout [50 Hz – 500 Hz]	179,80
Tout – f1	178,50



$\Delta = 1,3 \text{ dB} \Rightarrow R_{\text{com mitigation}} / R_{\text{com initial}} = 1,16$

$\Delta = 4 \text{ dB} \Rightarrow R_{\text{com mitigation}} / R_{\text{com initial}} = 1,58$

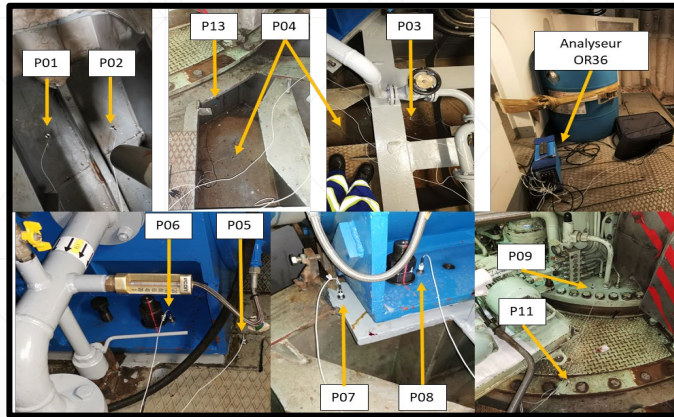
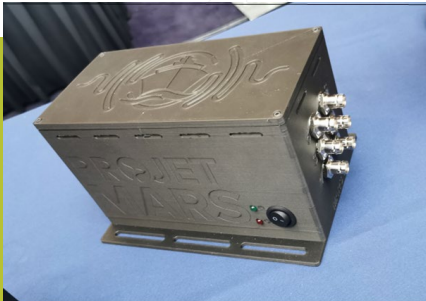


Beluga  
Sifflement type 1  
> 200 Hz

Composante	SPL dB re. 1μPa
Tout [ 200 Hz – 500 Hz]	171,00
Tout – (f2+f3+f4)	167,10

- Mise au point des méthodes et des équipements
- Diagnostiquer l'état vibratoire de navires partenaires
- Préparer une analyse générale sur les technologies de réduction du bruit et les impacts sur l'efficacité énergétique

# Diagnostic vibratoire



[1] Accéléromètres, microphones

[2] Analyse du niveau de vibration large bande (acc rms)

[3] Analyse du spectre vibratoire

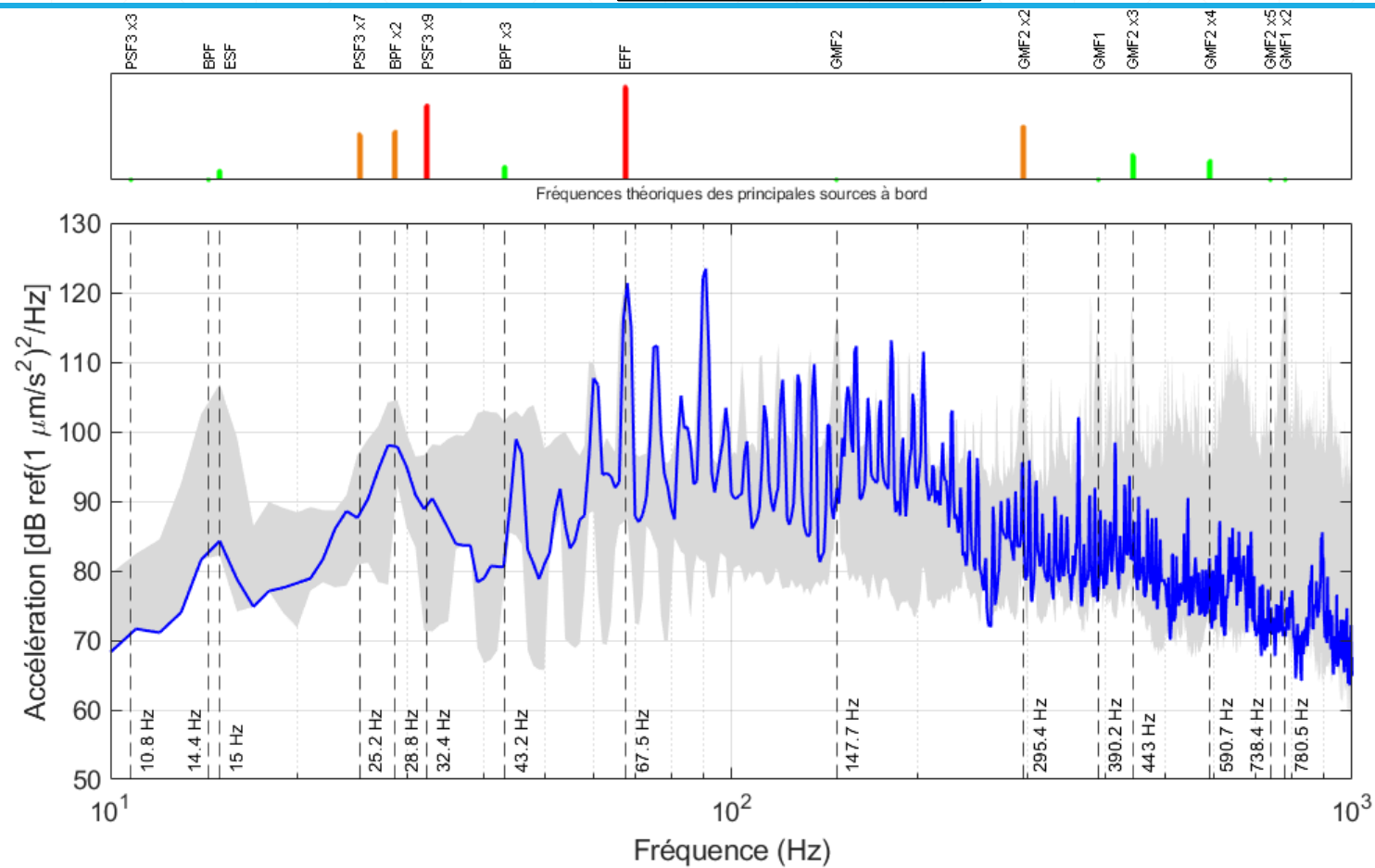
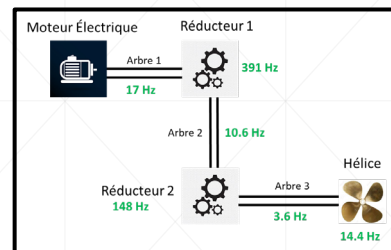
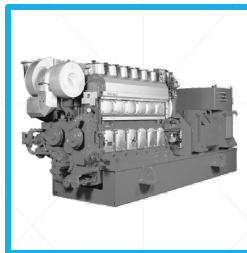
[4] Analyse DEMON (Cavitation)

[5] Comparaison

- mesure / fréquences vibratoires remarquables au sein du navire
- mesure / signature acoustique

- Mise au point des méthodes et des équipements
- Diagnostiquer l'état vibratoire de navires partenaires
- Préparer une analyse générale sur les technologies de réduction du bruit et les impacts sur l'efficacité énergétique

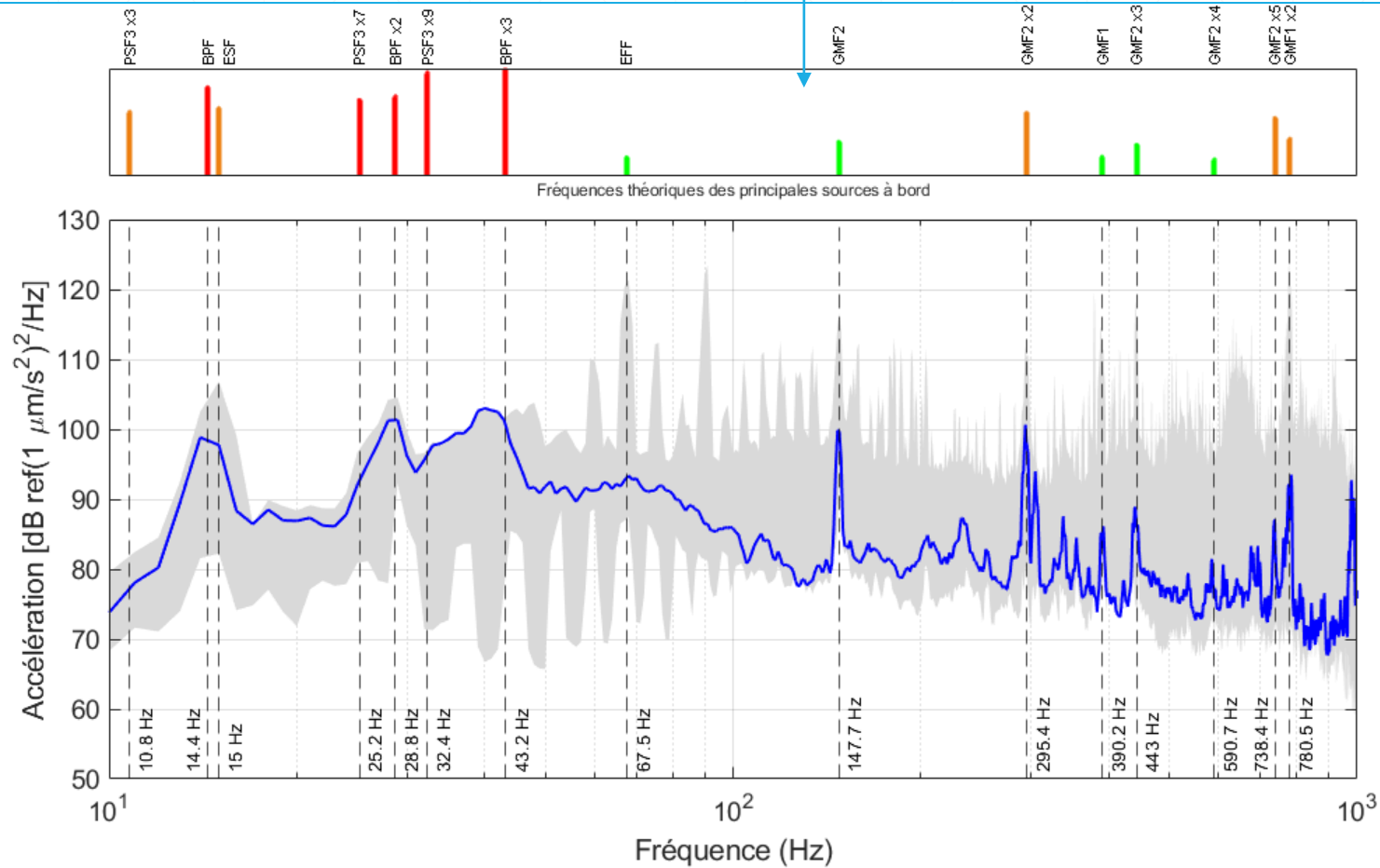
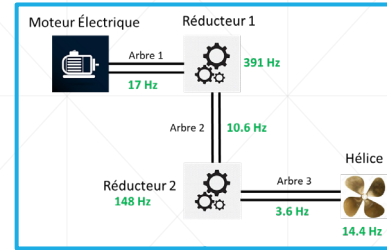
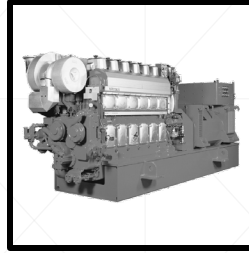
# Diagnostic vibratoire ex. propulsion diesel/électrique et propulseurs azimutaux





- Mise au point des méthodes et des équipements
- Diagnostiquer l'état vibratoire de navires partenaires
- Préparer une analyse générale sur les technologies de réduction du bruit et les impacts sur l'efficacité énergétique

# Diagnostic vibratoire ex. propulsion diesel/électrique et propulseurs azimutaux



**Activité 03**  
Instrumentation embarquée  
Systèmes d'Identifications à  
Bord des Sources Acoustiques et  
Vibratoires



**Activité 01**  
Station acoustique  
Signatures Acoustiques  
sous-marines  
rayonnées  
ANSI/ASA S12/64-2009



**Activité 04**  
Méthodologie d'Analyse et diagnostics  
acoustiques et vibratoires embarqués

- Mise au point des méthodes et des équipements
- Diagnostiquer l'état vibratoire de navires partenaires
- Préparer une analyse générale sur les technologies de réduction du bruit et les impacts sur l'efficacité énergétique

**Activité 02**  
Mesure et interprétation des signatures  
acoustiques sous-marines rayonnées

- 150 à 200 signatures URN ANSI/ASA S12/64-2009 de navires
- Étude du bruit rayonné par rapport aux paramètres d'opérations du navire

**Activité 05**  
Proposition et Evaluation de l'efficacité des  
méthodes de réduction des signatures  
acoustiques sous-marines

[Tous les outils sont en place  
pour débiter l'activité mi-  
2022]

# Conclusions

- MARS un projet de classe mondiale
- Soutien des professionnels de la navigation (4 armateurs + 2 candidatures 2022)
- Equipe de plus de 15 personnes
- Instrumentation unique (station de mesure des signatures continue, temps réel, en // mesures vibratoires à bord)
- Plus de 150 signatures par an
- 8 diagnostics à bord
- 4 étudiants (es) à la maîtrise formés (ées)
- Attentes en termes de valorisations scientifiques, en termes de synergie avec les professionnels
- Volonté de pérenniser la compétence au-delà de 2024 à Rimouski (ISMER, IMAR, MTE-OPDAQ)