



RÉPUBLIQUE  
FRANÇAISE

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*



# LES RENCONTRES DE LA FLOTTE OCÉANOGRAPHIQUE FRANÇAISE

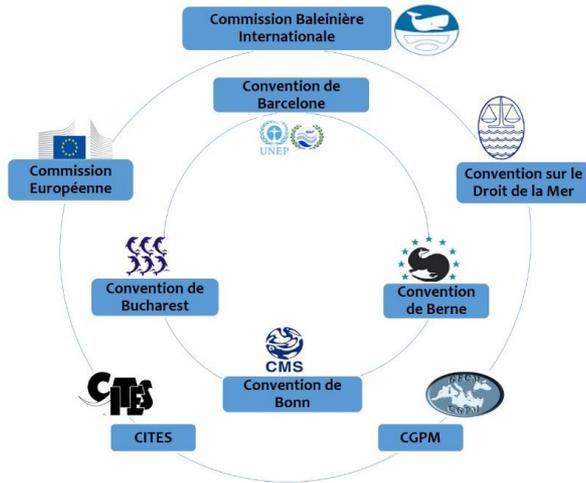


# ACOUSTIQUE ENVIRONNEMENTALE

C. DUCATEL et Y. LE GALL  
DFO/NSE/ASTI

1/04/2021

# CONTEXTE



- Fait l'objet d'un processus à l'ONU
- Mise en place de réglementations nationales et internationales (DCSMM : U.E)

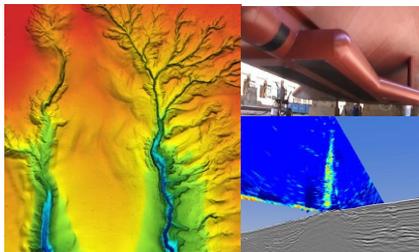


- Arrêté du 1er juillet 2011 : Mammifères marins,

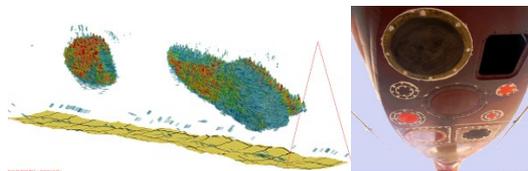
- Arrêté du 14/10/2005 : Tortues marines.



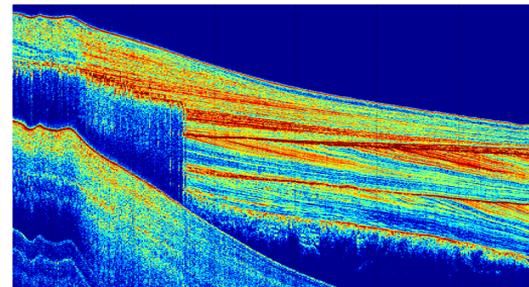
### Cartographie des fonds



### Halieutique

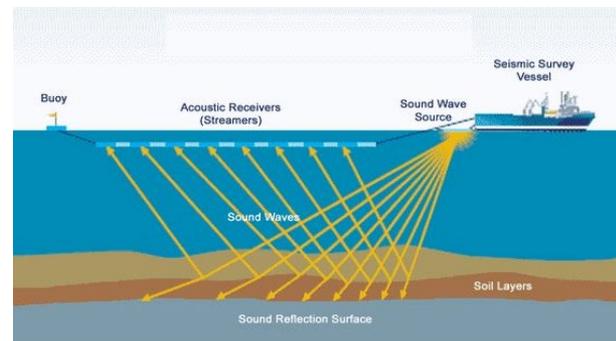


### Investigation du sous-sol superficiel

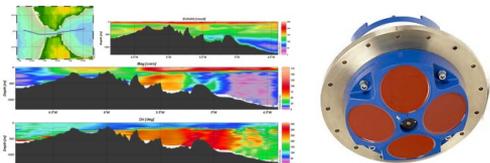


# L'ACOUSTIQUE POUR L'OCÉANOGRAPHIE

### Investigation du sous-sol profond



### Océanographie physique

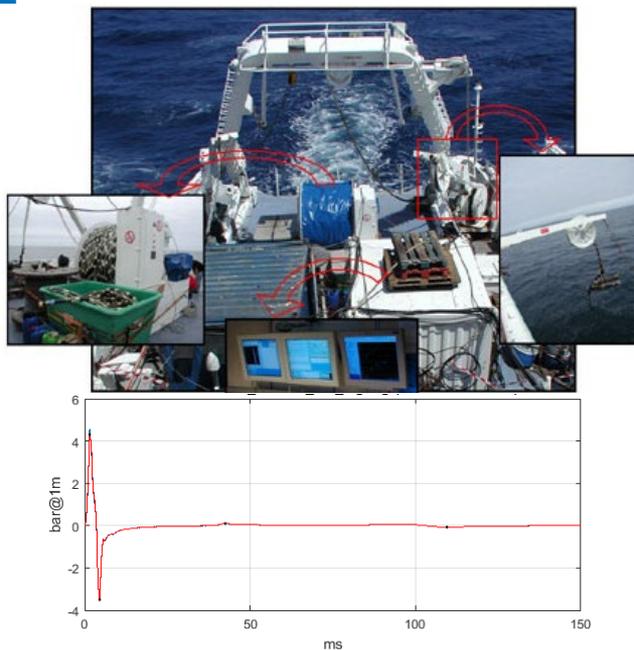


### Intervention sous-marine

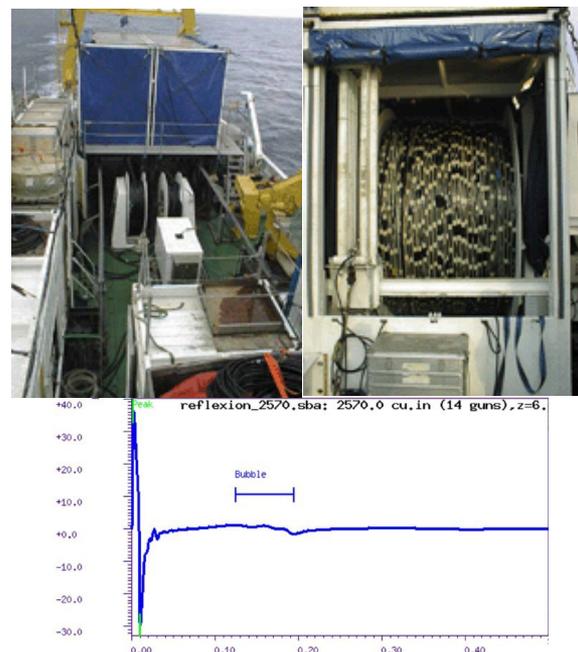


# Différentes sismiques → Différents impacts

## Sismique Haute-Résolution Classe 2



## Sismique « lourde » Classe 1



**Facteur 10 en pression acoustique = 20 dB = facteur 100 en puissance**

Optimisation des volumes et niveaux des sources pour les objectifs à atteindre

# GESTION DES RISQUES SONORES



1. Pré-étude

2. Evaluation des Risques Sonores

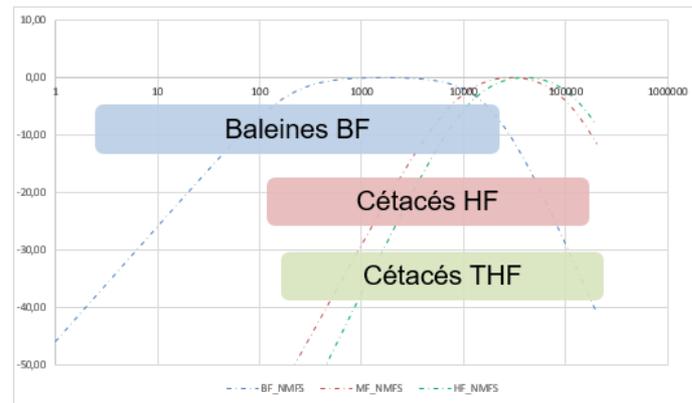
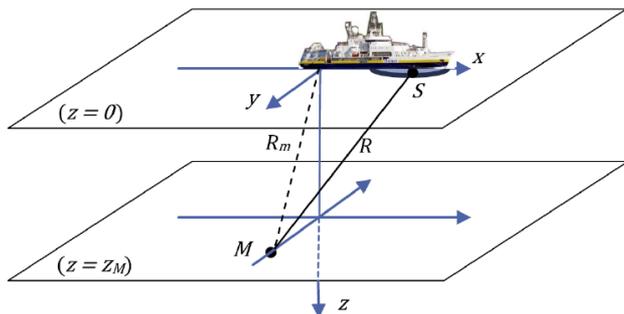
3. Réunion d'information Observateurs

4. Campagne

- 1. Programmation de la flotte:**
- Identification des campagnes à risques
  - Optimisation (période, zone)
  - Informations

- 2. Procédure de demande d'autorisation de travaux:**
- Réglementation
  - Espèces Concernées en présence
  - Caractéristiques des sources sonores
  - Définition des rayons de sécurité
  - Protocole de mitigation

# EVALUATION DES RISQUES SONORES



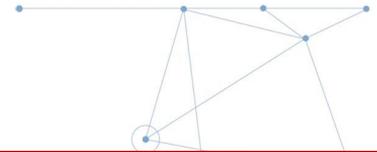
- Calcul de l'énergie cumulée reçue par un MM le long d'un profil d'acquisition,
- Nouvelles fonctions de pondération et nouveaux seuils (NOAA 2016-2018),
- Prise en compte (Ifremer) ou pas (NOAA) de la directivité de la source.

NOAA FISHERIES		U.S. Department of Commerce   National
Hearing Group		PTS Onset* (Received Level)
		Impulsive
Low-Frequency Cetaceans (LF)		PK: 219 dB SEL <sub>cum</sub> : 183 dB
Mid-Frequency Cetaceans (MF)		PK: 230 dB SEL <sub>cum</sub> : 185 dB
High-Frequency Cetaceans (HF)		PK: 202 dB SEL <sub>cum</sub> : 155 dB
Phocid Pinnipeds (PW)		PK: 218 dB SEL <sub>cum</sub> : 185 dB
Otariid Pinnipeds (OW)		PK: 232 dB SEL <sub>cum</sub> : 203 dB

# PROTOCOLE DE MITIGATION



PROTOCOLE DE PROTECTION DE LA  
FAUNE MARINE LORS DES  
CAMPAGNES SISMIQUES



**Objectif** : Protéger les **espèces concernées (E.C)** des émissions sismiques et de limiter les émissions sonores.

**Classe 1 = 3 à 5 personnes en + de l'équipe scientifique à bord**

Diffusion :  
DFO : O. Lefort, P. Morin  
DFO/SE : C. Ducatel  
DFO/ON : P. Babin, E. Babin, M. Babin  
GENAVIR : R. Bakon, F. Benon, J.Y. Tous

DFO/SE  
C. DUCATEL  
11/02/2019

- **Appliqué systématiquement** pour les sources de **Classe 1** par l'équipe de mitigation (MMOs et/ou PAM.O) qui a toute autorité pour faire cesser les tirs sismiques.

	Mammifères marins*	Tortues
<b>Rayon d'exclusion</b>	500 m	100 m

[https://www.flotteoceanographique.fr/content/download/132369/file/ASTI-2019-148\\_VFsigne-Protocole-Protection-Mammiferes-Sismique.pdf](https://www.flotteoceanographique.fr/content/download/132369/file/ASTI-2019-148_VFsigne-Protocole-Protection-Mammiferes-Sismique.pdf)



# SITUATION ACTUELLE

- Le **protocole** de mitigation appliqué à bord des campagnes océanographiques mettant en œuvre la sismique de **Classe 1** est **bien accueilli** par les autorités locales et **reconnu** par de nombreux acteurs du milieu marin.
- Dans **certaines zones**, type sanctuaire, un **démarrage progressif** des sources est appliqué pour les sources de **Classe 2**. (*CASEIS*)
- **Critères d'évaluation** de l'impact sonore **de plus en plus élevés**, notamment dans les sanctuaires et parcs marins et réglementations **de plus en plus contraignantes** (ex: Italie)

# SEUILS PTS / TTS: SISMIQUE CLASSE 2

- **PTS** : *Permanent Threshold Shift* et **TTS** : *Temporary Threshold Shift*

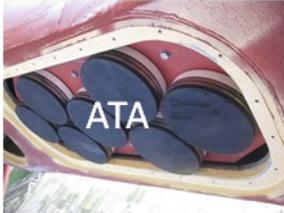
		Groupes de cétacés						
		BF	HF	THF	BF	HF	THF	
MODELE IFREMER	Seuils_SPL <sub>PK</sub> (dB réf 1 μPa)	219	230	202	213	224	196	MODELE IFREMER  SEUILS TTS
	Rex_SPL <sub>PK</sub> (m)	6	2	42	12	4	84	
SEUILS PTS	Seuils_SEL <sub>cum</sub> (pondéré) (dB réf 1 μPa <sup>2</sup> .s)	183	185	155	168	170	140	
	Rex_SEL <sub>cum</sub> (m)	9	0	0	92	0	3	

Le rayon d'exclusion de la source SisRap reste toujours inférieur à 100 m même en tenant compte des seuils **TTS**.

# Les sondeurs monofaisceaux

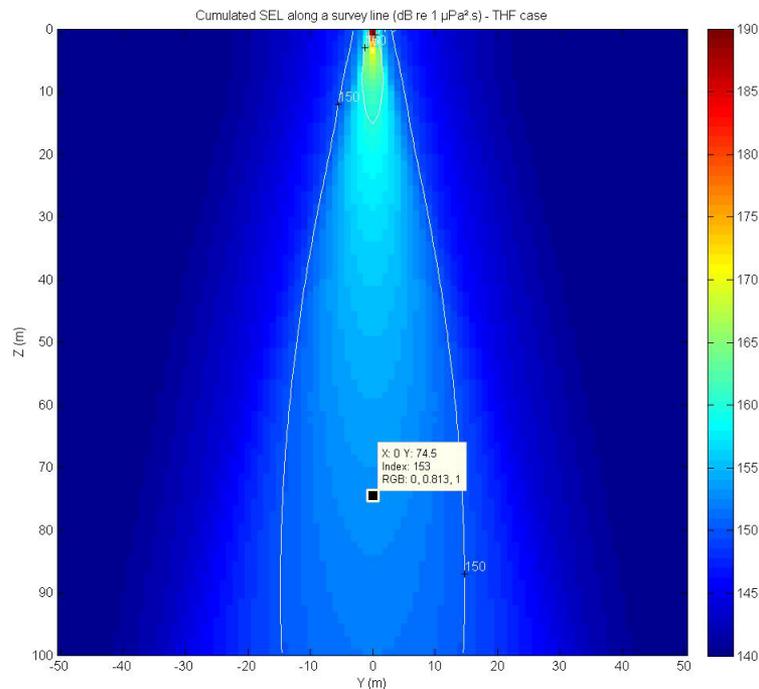
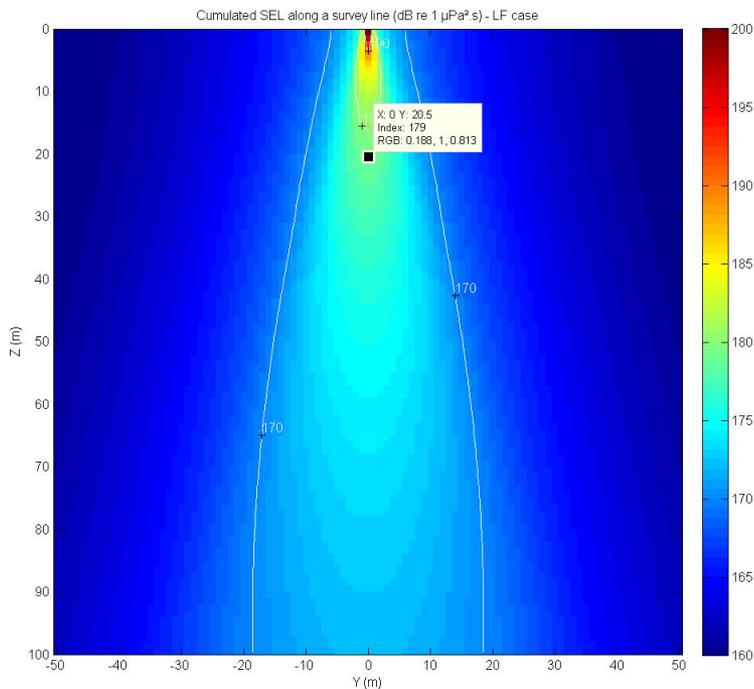
- Niveau d'émission modéré :  $190 < SL < 230$  dB réf.  $1 \mu\text{Pa}$  @ 1 m
  - Signaux non-impulsionnels  $\Rightarrow$  Seuils relevés ( $\sim 15$  dB)
  - Directivité du faisceau d'émission
  - Durée d'impulsion souvent réduite (sauf pour les sondeurs de sédiments)
- $\Rightarrow$  **Risques d'impact physiologique limités à la verticale du sondeur à toute proximité de l'antenne**
- $\Rightarrow$  **Pas d'évaluation demandée et précautions d'usage**

# Les sondeurs de sédiments - BF

	<i><b>Pourquoi pas ?</b></i>	<i><b>L'Atalante</b></i>	<i><b>Thalassa</b></i>	<i><b>Marion-Dufresne</b></i>
<b>Navire</b>				
<b>Antenne</b>				
<b>Niveau d'émission</b>	Entre 209 et 212 dB réf. 1µPa @ 1 m selon la géométrie de l'antenne			Entre 218 et 230 dB réf. 1µPa @ 1 m
<b>Signal</b>	<i>Chirp</i> : 1.5 - 6.5 kHz <i>Durée</i> : de 10 à 100 ms			<i>Chirp</i> : 2.5 - 7 kHz <i>Durée</i> : < 100 ms

# Le sondeur de sédiments Echoes 3500

→ Même en retenant les seuils TTS, le rayon d'impact reste inférieur à 100 m



# Les sondeurs multifaisceaux

- Niveau d'émission modéré :  $210 < SL < 236$  dB réf.  $1 \mu\text{Pa}$  @ 1 m
  - Signaux non-impulsionnels  $\Rightarrow$  Seuils relevés ( $\sim 15$  dB)
  - Directivité longitudinale du faisceau d'émission
  - Durée d'impulsion souvent réduite et cadence de tirs faible en grands-fonds
- $\Rightarrow$  **Faible probabilité d'impact physiologique ; risques à proximité de l'antenne**
- $\Rightarrow$  **En général, pas d'évaluation demandée ... Mais « antériorité Madagascar »**
- $\Rightarrow$  **Possibilité de demandes particulières sur l'utilisation des EM122 et SeaBat 7150**

# SMF et antériorité malgache



- Madagascar (2008) : 100 dauphins d'Electre piégé dans un estuaire
- Présence du *Beautemps-Beaupré* à 65 km : acquisitions EM120 (12 kHz)
- SMF suspecté : scepticisme scientifique général mais forte résonance médiatique

## Pourtant (rapport de 2013) :

There may well be a very low probability that the operation of such sources will induce marine mammal strandings - animals may simply avoid them or even ignore them most of the time. In this case, environmental, social, or some other confluence

## Comment réagir ?

- En s'appuyant sur les travaux de thèse d'Hilary Kates Varghese (NOAA/UNH)
- Non-impact comportemental des émissions du sondeur multifaisceau EM122 sur les baleines à bec

## Mais (rapport de 2013) :

This is the first known such marine mammal mass stranding event closely associated with relatively high-frequency mapping sonar systems. However, this alone is not a compelling reason to exclude the potential that the MBES played a role in this event.

Earlier such events may have been undetected because detailed inquiries were not

# EXEMPLE: OCEAN INDIEN 2021

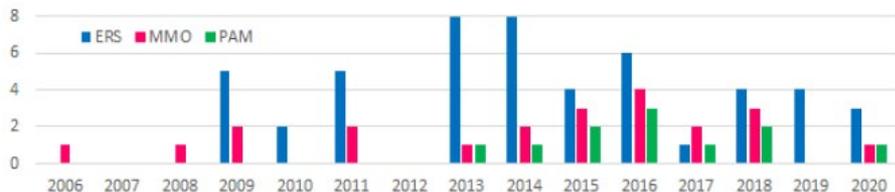
Campagnes	Classe 1	Classe 2	Mesures recommandées par lfremer	Mesures appliquées à bord
<b>SISMAORE LEG 1 &amp; MAYOBS 17</b>		x	Pas de mesures particulières	Démarrage progressif des sources sismiques + prise en compte des <b>péponocéphales (SMF)</b>
<b>SISMAORE LEG 2</b>	x		Protocole MMOs + PAM	Protocole MMOs + PAM inclure les petits delphinidés
<b>CARAPASS</b>		x	Pas de mesures particulières	Démarrage progressif des sources sismiques
<b>SEZAM</b>		x	Pas de mesures particulières	Démarrage progressif des sources sismiques + arrêtes tirs et émissions SMF si MM < 100 m du bâtiment

# EXEMPLE: OCEAN INDIEN 2021

- Plusieurs réunions et échanges avec l'Action de l'Etat en Mer, l'OFB, les TAAFS et le Parc Marin de Mayotte,
- Demande de collaboration Ifremer/OFB (Séminaire), Ifremer/Parc Marin de Mayotte,
- Ce type de collaboration suit la démarche mise en place il y a quelques années avec le sanctuaire Agoa aux Antilles françaises.

# GESTION DES RISQUES SONORES

- Depuis 2011 : Protocole de mitigation appliqué à bord des campagnes de sismiques lourdes.
- Sources de Classe 1 : analyse des risques sonores + protocole
- Depuis 2019 : prise en compte des tortues marines comme EC, planification des campagnes en fonction des périodes sensibles, MMOs, PAM, zone d’alerte et d’exclusion, Arrêts des tirs.
- Pour 50 analyses de risques sonores, protocole appliqué sur 22 campagnes

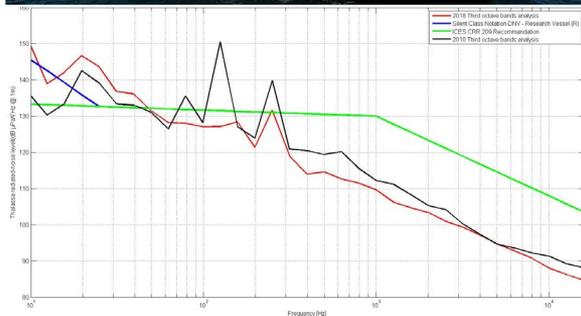


# La mesure de bruits rayonnés des navires

→ Généralisation de ces mesures « maison » : neuveage, avant et après modernisation



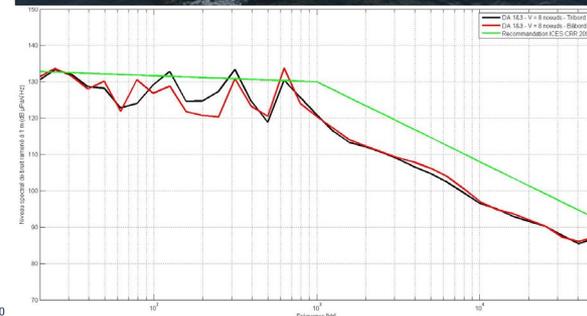
1996  
2010  
2017  
2018  
2021



2005  
2022  
2025



1989  
2020  
2022



# La certification Green Marine Europe

→ Volet « Bruit sous-marin » : réduire le bruit des opérations en mer (navires et équipements) pour limiter l'impact sur la faune marine (focus sur les mammifères)



SHIP OWNERS 	AQUATIC INVASIVE SPECIES	AIR EMISSIONS (SOX/PM)	AIR EMISSIONS (NOX)	GREENHOUSE GASES	OILY DISCHARGE	WASTE MANAGEMENT	UNDERWATER NOISE
Brittany Ferries	2	5	4	3	2	1	2
Corsica Linea	2	4	2	2	2	1	2
Genavir - Ifremer	3	3	3	2	3	2	5
La Méridionale	2	2	2	3	2	1	2
Orange Marine	2	2	2	2	4	1	2
Socatra	1	2	2	2	2	2	1



UNDERWATER NOISE