



Objet :	Point 5.2 : Avis demandé au conseil de gestion : Campagne de recherche sismique « GARANTI »
Date :	11 janvier 2017
Pièces jointes	
Personne(s) à contacter :	Maxime Sèbe / maxime.sebe@aires-marines.fr

Contexte

La campagne scientifique GARANTI (*Geodynamical conditions for Aves Ridge and the Lesser ANTILLES arc splitting*) est une campagne océanographique évaluée par la Commission Nationale Flotte Hauturière dans le cadre des appels d'offres annuels. Le projet de campagne scientifique GARANTI s'inscrit dans la continuité des travaux de recherche antérieurs (ex : Geotref 2014) dont l'objectif est une meilleure compréhension des processus de rifting et d'expansion océanique arrière-arc. Le projet GARANTI s'appliquera particulièrement à l'arc des Petites Antilles, situé à l'est et au sud-est de l'île de Porto Rico et composé des îles de la partie méridionale de l'arc antillais. Il sera mené à bord du N/O L'Atalante du 4 mai au 23 juin 2017, et sera divisé en trois legs.

Localisation

La campagne se déroulera à l'Ouest des îles de Guadeloupe, Martinique, Saint-Martin et Saint-Barthélemy.

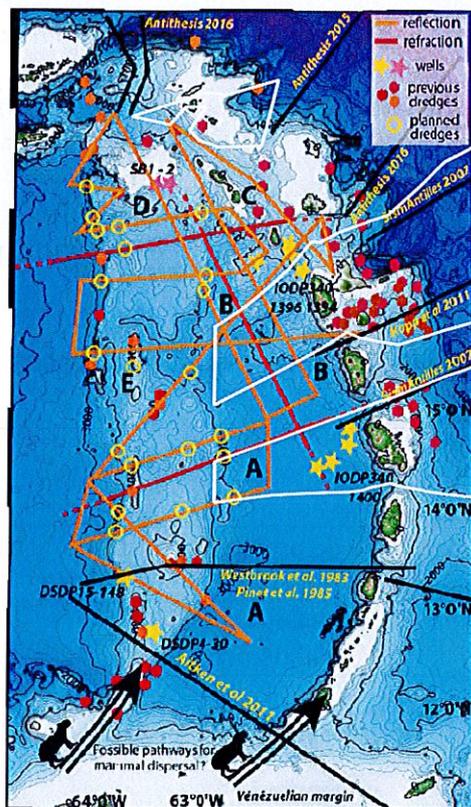


Figure 1: Trajet théorique du navire Atalante. En blanc les limites d'Agoa.



Connaissances relatives aux mammifères marins dans ce secteur

Traversant différent type d'habitat, le navire est susceptible de rencontrer toutes les espèces fréquentant les eaux du sanctuaire Agoa.

Dispositifs techniques utilisés

Les dispositifs utilisés lors de cette campagne sont les suivants :

Tableau 1: Liste des dispositifs utilisés lors de cette campagne. En gris, les dispositifs ayant un impact nul sur les cétacés, en orange, ceux ayant un impact potentiel.

Type de données	Méthode	Equipement	Impact potentiel sur les cétacés
Sismique réflexion multi-trace	Acoustique	Source sismique 7-110 Hz Flûte semi-rigide de 720 traces	
Sismique grand-angle (réfraction)	Acoustique	Source sismique 7-110 Hz OBS	
Bathymétrie	Acoustique	Sondeur multifaisceaux 12-24 kHz	
Sondeur sédiment	Acoustique	Sondeur 2,5-5,5 Hz	
Echantillons géologiques	Dragages	Drague à robe ou carottier percuteur	
Magnétisme	Electromagnétique	Magnétomètre à effet Overhauser	
Mesure de géophysique en route	Gravimétrie Courantologie Température Célérité Sondeur de navigation	Equipement de mesures embarquées à bord du navire pour la navigation et l'acquisition de données scientifiques	

Dispositifs potentiellement impactant pour les cétacés

Impact acoustique théorique

Tableau 2: Seuil d'impact acoustique pour les cétacés

	Niveau de pression acoustique (SPL)	Niveau d'exposition acoustique (SEL)
Réactions comportementales	224 dB re 1 μ Pa	183 dB re 1 μ Pa
Réactions physiologiques	230 dB re 1 μ Pa	198 dB re 1 μ Pa



Etude d'impact IFREMER

L'étude d'impact IFREMER ne prend en compte que les seuils impactant physiologiquement les cétacés. Les seuils impactant le comportement des cétacés ne sont pas pris en compte, car considérés comme non robuste.

Néanmoins, par mesure de précaution, l'IFREMER prend un compte le long temps d'exposition acoustique. Par exemple, tout cétacé à l'intérieur d'une zone impactant physiologiquement, devra rester 10 minutes dans cette zone afin de ressentir les premières conséquences des tirs sismiques. Ce cas de figure n'arrivera pas grâce aux protocoles mis en œuvre.

Pour la sismique de réflexion, la zone d'exclusion, c'est-à-dire la zone dans laquelle les intensités sonores sont au-dessus des seuils physiologiques (198 dB) est définie à 246 mètres.

Pour la sismique de réfraction, la zone d'exclusion est définie à 313 mètres.

Les autres outils ne sont pas impactant pour les cétacés.

Etude d'impact équipe technique Agoa

L'étude d'impact Agoa obtient des résultats différents à cause de moyens de calcul moins robustes, l'IFREMER utilisant des logiciels de calcul (en Annexe 2, la grille d'évaluation test Agoa).

Pour la sismique de réflexion, la zone d'exclusion, c'est-à-dire la zone dans laquelle les intensités sonores sont au-dessus des seuils physiologiques (198 dB) est définie à 300 mètres.

Pour la sismique de réfraction, la zone d'exclusion est définie à 365 mètres.

Les autres outils ne sont pas impactant pour les cétacés.

Par mesure de précaution, la zone d'impact comportemental a été calculée.

Pour la sismique de réflexion, la zone d'impact comportemental, c'est-à-dire la zone dans laquelle les intensités sonores sont au-dessus des seuils physiologiques (183 dB) est définie à 1750 mètres.

Pour la sismique de réfraction, la zone d'exclusion est définie à 2000 mètres.

La probabilité d'impact comportemental est faible car le navire n'est pas fixe et que les cétacés sont mobiles. Ainsi les chances d'exposition durant 10 minutes sont faibles

Conclusion sur l'impact

L'impact potentiel physiologique est non négligeable sur cette campagne.



Protocole de mitigation mis en place par l'IFREMER

Le protocole mis en place par l'IFREMER afin de limiter les impacts des émissions sonores est le suivant :

- A bord, mise en place d'une surveillance visuelle (3 Marine Mammal Observers MMOs) qui sera complétée par un système de détection par acoustique passive (2 opérateurs PAM),
- Recherche pré-tir d'une durée de 60 minutes pour les zones où la hauteur d'eau est supérieure à 200 m. Pour des fonds marins compris entre 0 et 200 m la recherche pré-tir est d'une durée de 30 minutes. Si des mammifères marins sont aperçus pendant cette recherche à moins de 500 mètres des canons, les opérations seront reportées,
- *Soft-start* (augmentation progressive des niveaux) d'une durée de 30 minutes, sera appliqué au commencement des périodes de tirs, qui n'aura lieu que si aucun mammifère marin n'a été vu à moins de 500 m de l'antenne de canons à air pendant au moins 30 minutes ; de plus, les tirs seront interrompus si des mammifères marins sont aperçus pendant les opérations à moins de 500 mètres des canons,
- Zone d'exclusion de 500 m,
- Zone d'alerte de 1,5 km,
- Toute détection de mammifères marins au sein de la zone d'exclusion entraîne un arrêt des tirs,
- L'équipe d'observateurs a toute autorité pour faire cesser les tirs en cas de présence de mammifères marins dans la zone d'exclusion,

Par ailleurs, hors période de tirs, à savoir pendant 50% de la durée de la campagne, un protocole de suivi de la mégafaune marine sera mis en place. Ce dernier contribuera l'amélioration des connaissances de la mégafaune marine présente à cette période dans l'arc des Petites Antilles.

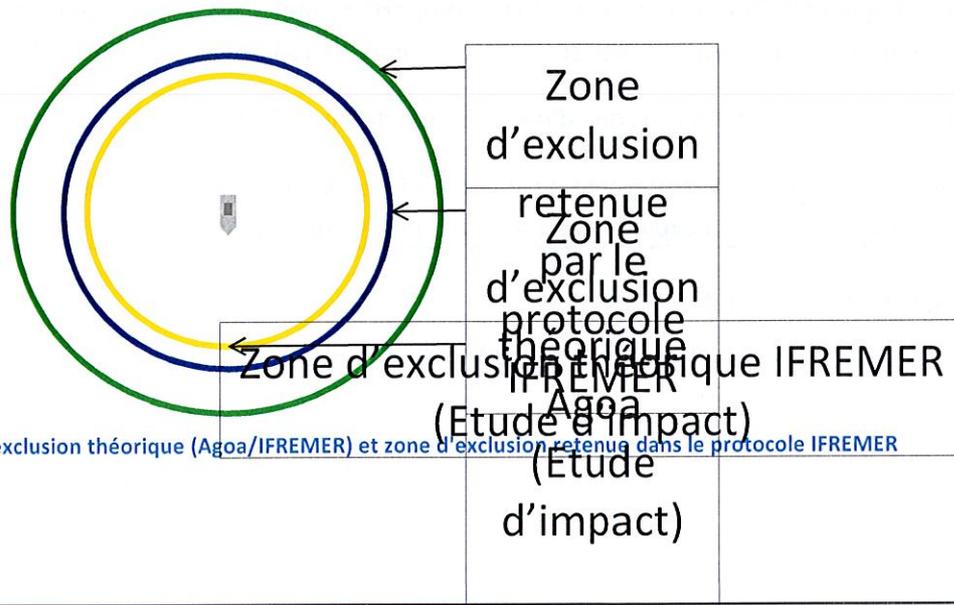


Figure 2: Zone d'exclusion théorique (Agoa/IFREMER) et zone d'exclusion retenue dans le protocole IFREMER



Analyse du protocole IFREMER par l'équipe technique Agoa

Le protocole de mitigation mis en place par l'IFREMER permet de réduire considérablement les risques liés aux tirs sismiques. Ce protocole est satisfaisant et est en adéquation avec les protocoles mis en place au niveau mondial.

Néanmoins, afin d'augmenter la probabilité de détection des cétacés, il peut être intéressant de définir les quarts d'observation. De nombreuses publications scientifiques pointent du doigt que des quarts trop longs peuvent fatiguer les observateurs et impacter leur capacité d'observation (Evans et Hammond, 2004 ; Carlson et al., 2012 ; Correia et al., 2015 ; Leaper et al., 2015).

Ainsi afin de limiter cette fatigue, il serait intéressant d'appliquer des quarts de deux heures en alternance avec une heure de repos (MMOA, 2012 ; Wright et Robertson, 2015). Avec trois MMO embarqués comme prévu par l'IFREMER, les quarts pourraient s'organiser de la manière suivante :

Tableau 3: Exemple de rotation des MMOs respectant, les préconisations de l'équipe technique Agoa afin de diminuer le biais d'observation dû à la fatigue. En bleu, les quarts d'observation, en blanc les périodes de repos.

	5h30		7h30		9h30		11h30		13h30		15h30		17h30
MMO 1		Observation	Repos										
MMO 2	Observation	Repos	Observation										
MMO 3	Observation	Repos	Observation										

Un autre point d'alerte est à noter. Si dans le protocole standard IFREMER (Lurton, 2016) le cas des tirs de nuit est évoqué, ce n'est pas le cas dans le protocole proposé pour la campagne GARANTI. Dans le protocole standard IFREMER (Lurton, 2016), il est signifié que les tirs sismiques peuvent démarrer de nuit et dans des conditions de faible visibilité :

- Si aucune espèce concernée n'a été détectée durant les deux heures précédant le début du profil ;
- et**
- Si au cours des 30 minutes préalables au *soft-start*, il n'y a eu aucune détection acoustique relative à l'une des espèces concernées.



Proposition d'avis

Au vu des éléments du dossier, l'équipe technique Agoa préconise au conseil de gestion de **rendre un avis favorable sous conditions** que :

- soit ajouté au protocole que les quarts d'observations des MMOs soient limités à 2 heures avec 1 heure de repos entre ces quarts ;
- les tirs soient préférentiellement effectués durant la journée ;
- si des tirs doivent être réalisés de nuit, aucune espèce concernée n'aura été détectée durant les deux heures précédant le début du profil et qu'au cours des 30 minutes préalables au *soft-start*, il n'y aura eu aucune détection acoustique relative à l'une des espèces concernées.
- les données sur les observations, hors et en période de tirs, des cétacés soient fournies à Agoa, avec notamment une description complète du comportement des cétacés en période de tirs (avant et après l'arrêt d'urgence des tirs).



Annexe 1 : Références

Carlier, A. et J-P. Delpech. 2011. Synthèse bibliographique : Impacts des câbles sous-marins sur les écosystèmes côtiers, cas particulier des câbles électriques de raccordement des parcs éoliens offshore (compartiments benthiques et halieutiques. Rapport final – RST - DYNECO/EB/11-01/AC

Carlson, T. J., M.B. Halvorsen, S. Matzner, A.E. Copping, et J. Stavole. 2012. Monitoring and Mitigation Alternatives for Protection of North Atlantic Right Whales during Offshore Wind Farm Installation (No. PNNL-21959). Pacific Northwest National Laboratory (PNNL), Richland, WA (US).

Evans, P.G. et Hammond, P.S. 2004. Monitoring cetaceans in European waters. Mammal review, 34(1-2), 131-156.

Genesis Oil and Gas Consultants. 2011. Review and Assessment of Underwater Sound Produced from Oil and Gas Sound Activities and Potential Reporting Requirements under the Marine Strategy Framework Directive. Genesis Oil and Gas Consultants report for the Department of Energy and Climate Change

Geraci, J.R. et V.J. Lounsbury. 1993. Marine Mammals Ashore. A field guide for stranding. A Texas A&M Sea Grant Publication.

Howell, D. and J. Nedwell. 2004. A review of offshore windfarm related underwater noise sources. COWRIE. Report No. 544R 0308.

Ketten, D.R. 2009. Marine mammal auditory systems: summary of audiometric and anatomical data and its implication for underwater acoustics impacts. NOAA-Technical Memorandum NMFS-SW FSC-256.

Leaper, R., S. Calderan et J. Cooke. 2015. A Simulation framework to evaluate the efficiency of using visual observers to reduce the risk of injury from loud sound sources. Aquatic Mammals, 41(4), 375.

Lurton, X. 2013. Contrôle des risques sonores pour les mammifères marins. Protocole IFREMER pour les émissions sismiques. Département infrastructures marines et numériques. Unité des navires et systèmes embarqués. Service acoustiques sous-marine. AS-2013-46.

Lurton, X. 2016. Contrôle des risques sonores pour les mammifères marins. Protocole IFREMER pour les émissions sismiques. Département infrastructures marines et numériques. Unité des navires et systèmes embarqués. Service acoustiques sous-marine. ASTI-2016-5.

McDonald, M. A., J.A. Hildebrand et S.M. Wiggins. 2006 Increases in deep ocean ambient noise west of San Nicolas Island, California, J. Acoust. Soc. Am., 120 (2):711-717.



MMOA. 2012 Marine Mammal Observer Association: Position Statements, Version 1. Consultation Document // 2012

Southall, B.L., A.E. Bowles, W.T. Ellison, J.J. Finneran, R.L. Gentry, C.R. Greene Jr., D. Kastak, D.R. Ketten, J.H. Miller, P.E. Nachtigall, W.J. Richardson, J.A. Thomas et P.L. Tyack. 2007. Marine mammal noise exposure criteria, initial scientific recommendations. Aquatic Mammals Vol.33 Issue 4 p1-121.

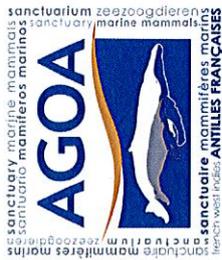
Simmonds, M., S. Dolman et L. Weilgart. 2004. Oceans of noise. A WDCS Science report.

Wilson, B., C. Carter, et J. Elliott. 2009. A baseline acoustic survey of the Fall of Warness tidal test site and assessment of the acoustic output of the vessel CS Sovereign during ROV & Cable laying operations. Oban, PA371QA, UK: Scottish Association for Marine Science.

Wright, A.J. et F.C. Robertson. 2015. Proceedings of the ECS workshop new mitigation methods and evolving acoustic exposure guidelines. Held at the European Cetacean Society's 29th Annual Conference St. Julian, Malta, 21st March 2015. ECS SPECIAL PUBLICATION SERIES NO. 59 .

Correia, A. M., P. Tepsich, M. Rosso, R. Caldeira, et I. Sousa-Pinto. 2015. Cetacean occurrence and spatial distribution: habitat modelling for offshore waters in the Portuguese EEZ (NE Atlantic). Journal of Marine Systems, 143, 73-85.

Annexe 2 : Grille d'évaluation test Agoa

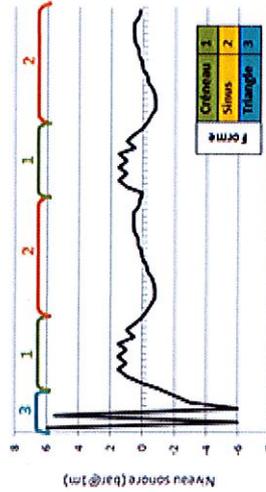


Cocher les cases décrivant la campagne

Mission		à cocher/Note	
Saison	décembre-février		4
	mars-mai	X	5
	juin-août		4
	septembre- novembre		3
Horaire	nuit	X	5
	jour		3
Site à densité	faible		2
	moyenne	X	3
	élevée		5
Habitat d'espèce à enjeu	Baleine à bosse	X	5
	Cachalot	X	5
	Orque	X	3
	Dauphin tacheté pantropical	X	3
	Grand dauphin	X	3
	Grands plongeurs	X	5
Autres espèces	X	3	

Source sismique		à cocher/Note		à cocher/Note	
Si courbe de pression acoustique disponible		Si courbe de pression acoustique non disponible			
SEL = 198 dB	< 100 m		1	< 224 dB	3
	100-500 m	X	3	224-230 dB	4
	> 500 m		5	> 230 dB	5

Calcul SEL



Durée (ms)

Partie	Niveau (N)	Durée (D)	Forme (F)	SEL par partie
1	N	D	3	$N^2 \times 10^{22} \times \frac{D}{F}$
2	N	D	1	$N^2 \times 10^{22} \times \frac{D}{F}$
3	N	D	2	$N^2 \times 10^{22} \times \frac{D}{F}$
4	N	D	1	$N^2 \times 10^{22} \times \frac{D}{F}$
5	N	D	2	$N^2 \times 10^{22} \times \frac{D}{F}$
SEL à 1 mètre (SEL)				$10 \times \log \left(\sum_{i=1}^5 N_i^2 \times 10^{22} \times \frac{D_i}{F_i} \right)$
SEL à X mètres (SELcum)				$SEL - 20 \times \log(X) + 10 \times \log(\Delta brTir/m/m)$

LUT100, 2015

Gestion du risque		à cocher					à cocher				
		3-5	2-5	3-5	3-5	3-5	3-5	3-5	3-5	3-5	3-5
Volume des sources fournies	Oui	X									
	Non										
Nombre de tirs/min fourni	Oui	X									
	Non										
Courbe de pression acoustique fournie	Oui	X									
	Non										
Procédure de ramp-up	Oui	X									
	Non										
Observation visuelle	Oui	X									
	Non										
Nombre d'observateur	0										
	3	X									
	6										
PAM	Contenu	X									
	Nuit	X									
	Non										
Arrêt des tirs lorsque cétacés dans la zone	Oui	X									
	Non										

Sommer les notes de chaque catégorie et cocher l'impact correspondant. La note de la catégorie « habitat d'espèce à enjeu » est la moyenne des notes des cases de cette catégorie.

Note mission	5-9	9-12	12-16	16-20
Impact mission				X

Note mission	1-2	2-3	3-4	4-5
Impact mission			X	

Note gestion du risque	0-10	10-20	20-30	30-40
Reduction d'impact			X	

