



Conseil de gestion Agoa,

Séance du 21 mai 2015

Délibération Agoa 2015_006

**Avis défavorable pour la campagne sismique
« géologie sans frontières »**

Vu le code de l'environnement, notamment ses articles L334
Vu la délibération n°2013_31 du conseil d'administration de l'Agence portant approbation de la gestion directe du sanctuaire Agoa par l'Agence.
Vu la délibération n°2014_17 du conseil d'administration de l'Agence portant création du conseil de gestion du sanctuaire Agoa.
Vu la décision 2015/001 du président du conseil d'administration de l'Agence en date du 13 mai 2015 portant nomination des membres du conseil de gestion d'Agoa.
Vu le règlement intérieur.
Considérant que le quorum est atteint et que le conseil de gestion peut valablement délibérer.

Le conseil de gestion adopte les décisions suivantes :

Article 1 :

Le conseil de gestion rend un **avis défavorable** à la demande de campagne sismique de l'association « Géologie sans frontière » qui au vu de l'analyse technique (ci-jointe), présente des impacts majeurs directs sur les mammifères marins.

Article 2 :

Le directeur de l'Agence des aires marines protégées est chargé de l'application de la présente délibération qui fera l'objet des mesures de publicité prévues par l'article R. 334-15 du code de l'environnement et notamment de la publication au recueil des actes administratifs de l'Agence.

Le président du conseil de gestion

**Le directeur de l'Agence des aires
marines protégées**

Olivier Laroussinie
Directeur



Objet :	Point n°7.1 : Avis demandé au conseil de gestion « Géologie Frontières »
Date :	21 mai 2015
Pièce jointe	Dossier complet Campagne (un exemplaire imprimé pour consultation en séance)
Personne(s) à contacter :	Sophie Bédel et Maxime Sèbe / sophie.bedel@aires-marines.fr maxime.sebe@aires-marines.fr

Contexte

Le Ministère des Affaires Étrangères ainsi que le Délégué du gouvernement pour l'action de l'État en mer aux Antilles ont sollicité l'avis d'Agoa pour campagne de recherches sismiques de l'association russe « Géologie sans Frontières » prévue du 1^{er} juillet 2015 au 1^{er} août 2016 et se déroulant en partie dans le périmètre du sanctuaire Agoa.

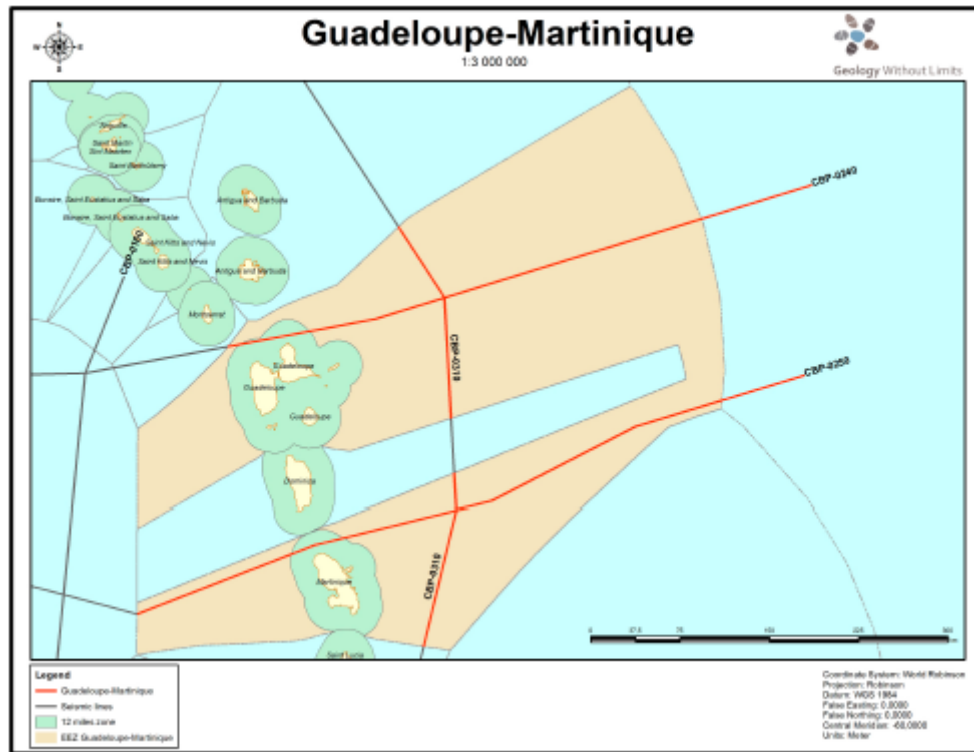
En 2014 (27/07/2014) un premier avis était demandé à Agoa par le Délégué du gouvernement pour l'action de l'État en mer aux Antilles. Suite à l'analyse du dossier l'équipe Agoa avait rendu un avis technique négatif. Des compléments d'information avaient été demandés dont d'éventuelles mesures de limitation des risques pour les mammifères marins (notamment présence d'observateurs à bord et procédure d'éloignement progressif dite de « *ramp-up* » ou « *soft-start* »).

En 2015, une nouvelle demande d'avis est adressée au sanctuaire Agoa, via le Ministère des Affaires Étrangères (en date du 11 mars 2015) et via le Délégué du gouvernement pour l'action de l'État en mer aux Antilles (en date du 5 mai 2015).

Les dates de missions ont évolué et certaines modifications ont été apportées au dossier, notamment la présence de deux observateurs à bord et la mise en place de procédures de « *ramp-up* » ou « *soft-start* ».

La demande

L'association « Géologie sans frontières » (Russie) souhaite mener une campagne de recherche océanographique à bord des navires « Northern Explorer » ("pavillon : Panama") et « Geo Arctic » (pavillon : Russie).. L'objectif de la mission est d'étudier les interrelations des blocs continentaux et de la croûte océanique, la genèse de failles de différentes profondeurs, le rôle des cisaillements et la tectonique de poussée dans la formation de la structure régionale du sous-sol et de la couverture sédimentaire, les principales caractéristiques de la distribution et de la structure de carbonate. La campagne se déroulera en partie dans périmètre du sanctuaire Agoa.



Transects sismique de la mission Géologie sans frontières (source : dossier de demande).

Deux types d'engins acoustiques actifs seront utilisés :

- Canons à air, type BOLT 1900LLXT (x44)
- Echo-sondeurs, types Furuno FE-700 et Kongsberg EA 600

Avis technique

Sensibilité des cétacés

Le son de ces engins est dit « impulsif ». Ce type de son peut déclencher des réactions comportementales et/ou physiologiques chez les cétacés (Southall et al., 2007 ; Lurton, 2013 ; cf. Annexe 2) :

- 1) Réactions comportementales :
 - niveau de pression acoustique(SPL)¹ dépassant 224 dB re : 1 μ Pa
 - niveaux d'exposition acoustique(SEL)² dépassant 183 dB re : 1 μ Pa
- 2) Réactions physiologiques :
 - niveau de pression acoustique (SPL) dépassant 230 dB re : 1 μ Pa
 - niveaux d'exposition acoustique (SEL) dépassant 198 dB re : 1 μ Pa

¹ Le niveau de pression acoustique (Sound Pressure Level SPL) est le niveau sonore à partir de 0 dB soit le plus petit niveau sonore audible. Ce niveau est mesurable par les instruments (sonomètre) mais ne correspond pas à l'intensité perçue par les animaux. Son unité est le dB

² Le niveau d'exposition acoustique (Sound Exposition Level SEL) correspond à ce qui est perçu par les cétacés (le SPL pondéré à l'audition du cétacé). Il prend aussi en compte les pertes intensités sonores dues à l'engin émettant le son (durée d'émission...) Son unité est le dB.



Sondeurs

Les échosondeurs sont considérés comme non impactants (Southall et al., 2007 ; Lurton, 2013) .

Le sondeur Furuno FE-700 a un faisceau directionnel et étroit (4°), ce qui limite les chances que celui-ci rencontre un cétacé. De même, le sondeur mono-faisceau Kongsberg EA 600 émet son signal sur une durée courte (10 ms), ce qui réduit son niveau d'exposition acoustique à 160 dB re : 1µPa (Lurton, 2013).

Canons à air

Afin de réaliser de la prospection sismique par réflexion, l'utilisation de canons à air (« *airguns* ») est nécessaire.

L'intensité des tirs de canons à air peut être source de modifications comportementales et générer des lésions physiologiques chez les cétacés.

L'association « Géologie sans frontières », envisage un niveau de pression acoustique maximum de 223,1 bar-m pour un réseau de 44 canons à air ce qui après conversion, correspond à **266,9dB re : 1 µPa (SPL), soit un niveau de pression acoustique au-dessus des seuils considérés comme impactants pour les cétacés.**

Intensité sonore (SPL <i>Sound Pressure Level</i>) à partir de laquelle des réactions comportementales sont constatées	Intensité sonore (SPL <i>Sound Pressure Level</i>) à partir de laquelle des réactions physiologiques sont constatées	Intensité sonore (SPL <i>Sound Pressure Level</i>) émise par les canons à air de la mission de « Géologie sans frontières »
224 dB re : 1 µPa	230 dB re : 1µPa	266,9 dB re : 1 µPa

Zone impactée par les sons impulsionnels produits par les canons à air

Les propriétés d'atténuation du son dans l'eau rendent non-impactants les tirs de canons à air à partir d'une distance que nous évaluons à 21 km de la source (voir annexe 1) à l'aide des éléments fournis par le demandeur (éléments non complets, certaines valeurs n'étant pas disponibles dans le dossier du pétitionnaire).

En l'absence de modèle de propagation des sons sur la zone prospectée et avec l'ensemble des détails techniques des engins utilisés, la distance de sécurité ne peut pas être réduite à moins de 21 km.

La présence de deux observateurs ne garantit pas la détection des animaux

Ce type de campagne de prospection sismique se déroule en continu de jour comme de nuit. Les observateurs ne pourront pas détecter les animaux pendant toutes les phases de prospections nocturnes.



En journée, la présence d'observateurs à bords (conditions requises : 4 personnes en permanence en observation et disposant toute de la formation de *Marine Mammal Observer - MMO*) permet la détection de cétacés à une distance optimale théorique de 2,5 km dans des conditions de mer et de visibilité optimales. Ces éléments chiffrés sont valables pour un observateur placé au niveau de l'eau.

Si les observateurs sont positionnés en hauteur la distance maximale de détection indique une distance maximum de 22 km pour un observateur avec jumelles posté à 14,8 m de haut. Le ratio de détection à cette distance est très faible (Buckland et al., 1993 ; voir annexe 3).

Considérant ces différents éléments, la détection des animaux par observateurs visuels ne pourra pas être faite sur la zone impactée par le son « impulsionnel » émis par les canons à air.

La procédure de « Ramp-up »

Il est à noter que la procédure « *RAMP-UP* », avertit les animaux mais ne garantit pas que ceux-ci quittent la zone. Par ailleurs, l'effet des canons à air sur les juvéniles n'est pas connu.

Proposition d'avis

Au vu des éléments fournis dans le dossier, ce projet présente des impacts majeurs directs sur les mammifères marins.

Il est donc proposé au conseil de gestion de donner un **avis défavorable** à la demande de campagne sismique de l'association « Géologie sans frontière ».



Annexe 1 : Calculs

Conversion de l'intensité sonore (IS) des bar-m au dB re : 1µPa

Une pression de 1 bar = 10^{11} µ Pa donc 223,1 bar-m = 223.1×10^{11} µPa-m

$$IS (dB re : 1\mu Pa) = 20 \times \log \frac{IS (bar - m)}{1} = 20 \times \log \frac{(223.1 \times 10^{11})}{1} = 266.9 dB re : 1\mu Pa$$

L'intensité sonore des canons à air de la mission "géologie sans frontières" est donc de 266.9 dB re : 1µPa.

Calcul de la perte de transmission et de distance de sécurité

Les calculs de cette distance ont été faits avec les fréquences issues de la littérature ainsi que des paramètres de calcul standards disponibles dans la littérature, ceux de la mission « Géologie sans frontière » n'étant pas disponibles dans le dossier de demande.

Afin d'avoir la distance de sécurité minimale pour ce type de prospection sismique, il est d'usage, notamment aux États-Unis et au Canada, que le pétitionnaire fournisse un modèle de propagation du son de la zone à prospecter (Richardson et al., 1995).

Légende :

Niveau reçu SPL (NR)

Niveau émis SPL (NE) : valeur issue du dossier de demande

Perte de transmission (PT)

Niveau de bruit (NB) : **la valeur retenue est nulle - non fourni par le pétitionnaire**

Gain d'antenne (GD) ; Gain de traitement (GT) : caractéristique des appareils de mesure, **les valeurs retenues sont nulles - non fournies par le pétitionnaire.**

Température (T) : valeur moyenne des eaux Caribéennes 26°C

Salinité (S) : valeur moyenne des eaux Caribéennes 35

Rayon (R) : différentes distances à la source ont été testée (voir tableau 1)

Fréquence de la source sonore (f) : fréquence minimale trouvée dans la littérature pour les canons à air

- Perte de transmission (formule de Thorpe)

$$PT = 10 \times \log(R) + \alpha R$$

Avec $\alpha = \alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3$

$$\begin{array}{l} \alpha_1 = (2.1 \times 10^{-10} (T-38)^2 + 1.3 \times 10^{-7} \times f^2) \\ \alpha_2 = b \times f_0 \times \left(1 + \left(\frac{f_0}{f}\right)^2\right)^{-1} \\ \alpha_3 = c \times f_1 \times \left(1 + \left(\frac{f_1}{f}\right)^2\right)^{-1} \end{array} \left| \begin{array}{l} \text{Avec } b = 2 \times S \times 10^{-5} \text{ et } f_0 = 50 \times (T + 1) \\ \text{Avec } c = 1.2 \times 10^{-4} \text{ et } f_1 = 10^{\frac{T-4}{100}} \\ \text{Avec } T = 26, S = 35 \text{ et } f = 2 \text{ Hz (littérature)} \end{array} \right.$$



- Niveau reçu en fonction de la distance

$$NR = NE + PT + NB + GD + GT$$

Avec NR en dB re : 1 μ Pa
NE = 266.9 dB re : 1 μ Pa
NB = - 0 dB re : 1 μ Pa
GD et GT dépendent de
l'instrument de mesure

Résultats

Les résultats de la formule de Thorpe montrent le niveau sonore en fonction de la distance à la source. Dans le tableau, en rouge, les distances auxquelles le niveau sonore est au-dessus de celui entraînant des réactions comportementales chez les cétacés (224 dB re : 1 μ Pa). En vert, les distances auxquelles le niveau sonore est en dessous de celui-ci entraînant des réactions comportementales chez les cétacés. Les distances en vert sont donc les distances auxquelles le son des canons à air n'a théoriquement plus d'impact sur les cétacés.

Tableau 1: Niveau sonore reçu (dB) en fonction de la distance à la source (m) - Résultats de la formule de Thorpe

Distance à la source (m)	1 000	6 000	11 000	16 000	21 000	26 000
Niveau sonore reçu SPL (dB)	236.9	229.5	226.5	224.86	223.7	222.7



Annexe 2 : Définition de réactions comportementales et physiologiques

Réactions comportementales

Interruption de comportement normal, modification de comportement, stress, fuite, changement de rythme respiratoire, arrêt ou augmentation des vocalisations, rupture de la relation mère/enfant, plongée, perturbation du repos, évitement...

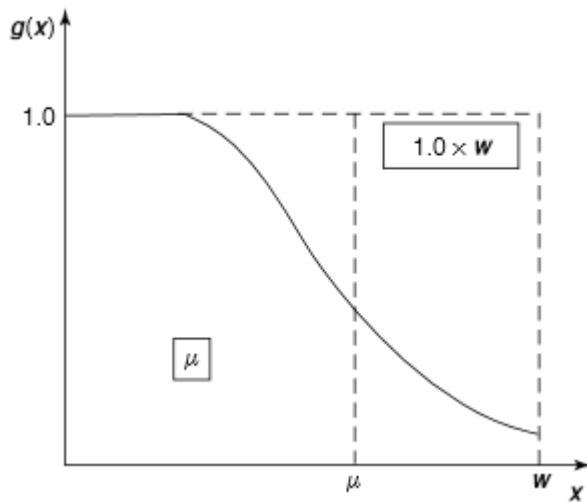
Réactions physiologiques

Douleur, vertige, bourdonnement, perte de l'audition, déchirure du tympan, otite, rupture de la membrane tympanique, hématome de la membrane tympanique, plasma sanguin dans l'oreille moyenne, dissection de la muqueuse, fracture/dislocation des osselets, rupture de la fenêtre ronde de l'oreille, fuite du liquide cérébro-spinal dans l'oreille moyenne, dommage cochléaire et sacculaire...

Référence : Ketten, 2009 ; Simmonds et al., 2004

Annexe 3 : Ratio de détection en fonction de la distance

En fonction de la hauteur de l'observateur sur le navire, une distance de détection théorique w peut être définie. Au-delà de cette distance, il est supposé que la détection de cétacé est impossible. En pratique, la probabilité de détection diminue, plus la distance augmente, et ce, à l'intérieur même de la distance w . Cette diminution est due à la capacité de l'œil humain, les conditions de la mer ainsi qu'à la probabilité de regarder au bon en droit, au bon moment.



$$\text{Avec } \mu = \int_0^w g(x) dx$$

$$P(\text{probabilité de détection}) = \frac{\mu}{w}$$

Et $g(x)$, modèle de Buckland et al., 1993

Courbe de probabilité de détection de cétacés en fonction de la distance. Avec w , la distance de détection théorique et μ la distance à laquelle la probabilité de détection d'un cétacé est égale à la probabilité de ne pas détecter un cétacé.



Annexe 4 : Références

Buckland, S.T., D.R. Anderson, K.P. Burnham et J.L. Laake. 1993. Distance Sampling: Estimating Abundance of Biological Populations, Chapman & Hall, London, reprinted (1999) by Research Unit for Wildlife Population Assessment, St Andrews.

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.

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.

National Marine Fisheries Service. 2013. Issuance of incidental harassment authorization under section 101(a)(5)(a) of the Marine mammal protection act to TGS-NOPEC Geophysical Company ASA (TGS) for marine 2D seismic activities in the Federal and International waters in the Chukchi Sea, during the 2013 open water season. NMFS Consultation Number: F/AKR/2013/9282

Richardson, W.J., C.R. Greene Jr., C.I. Malme et D. Thomas II. 1995. Marine mammals and noise. Academic Press, San Diego, CA. 576 pp.

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.

Richardson, W.J., C.R. Greene Jr., C.I. Malme et D. Thomas II. 1995. Marine mammals and noise. Academic Press, San Diego, CA. 576 pp.

Stocker, M.S., J.B. Pheasant et H. Josenhans. 1997. Seismic methods and interpretation. Glaciated Continental Margins. Part one, pp9-26. DOI 10.1007/978-94-011-5820-6_2