

OCTOBRE 2007

**Atelier scientifique
international sur la gestion
spatio-temporelle du bruit**



Atelier scientifique international sur la gestion spatio-temporelle du bruit

Puerto Calero, Lanzarote
4 au 6 juin 2007

Remerciements

Nous remercions Dieter Paulmann et Dokumente des Meeres qui ont commandité cet atelier et le présent rapport. Merci également à Jo Hastie pour son support logistique considérable, à Erich Hoyt et à Lesley Frampton pour la réalisation des cartes, à Brendan Wittle pour le modèle de structure et à Sarah Dolman qui coordonné la production, sans oublier Leila Hatch qui a assuré la présidence de l'atelier.



DOKUMENTE DES MEERES

Dokumente des Meeres GmbH;
Auf der Marienhöhe 15; D - 64297
Darmstadt, Allemagne

www.oceanos-stiftung.org

Date de publication : Octobre 2007

Pour obtenir des copies de ce rapport, veuillez contacter Andrew Wright,
de préférence par email : marinebrit@gmail.com;
Leviathan Sciences, 3414 17th St. N., #3, Arlington, VA 22207, États-Unis

Citations

Agardy, T., Aguilar, N., Cañadas, A., Engel, M., Frantzis, A., Hatch, L., Hoyt, E., Kaschner, K., LaBrecque, E., Martin, V., Notarbartolo di Sciara, G., Pavan, G., Servidio, A., Smith, B., Wang, J., Weigart, L., Wintle, B. et Wright, A. 2007. Atelier scientifique international sur la gestion spatio-temporelle du bruit. Compte-rendu de l'atelier scientifique.

Photo de couverture de Natacha Aguilar Solo : Étude de baleines à bec au large d'El Hierro : Écologie et conservation, Université de La Laguna et Woods Hole Oceanographic, avec la permission du Comité Environnement du gouvernement des Îles Canaries.

PARTICIPANTS

Tundi Agardy Ph.D.
Directeur général
Sound Seas
6620 Broad St
Bethesda MD 20816
ÉTATS-UNIS
www.soundseas.org tundiagardy@earthlink.net

Natacha Aguilar Soto Ph.D.
Chercheur, Groupe BIOECOMAR
Department of Animal Biology
La Laguna University
Ténérife, Iles Canaries
ESPAGNE
naguilar@ull.es
natacha@whoi.edu

Ana Cañadas Ph.D.
Alnitak
Nalón 16
28240 Hoyo de Manzanares
Madrid
ESPAGNE
alnitak.ana@cetaceos.com

Marcia Engel MSc
Directeur général
Instituto Baleia Jubarte
Rua Barão do Rio Branco, 26
45900-000
Caravelas, Bahia,
BRÉSIL
marcia.engel@baleiajubarte.com.br

Alexandros Frantzis Ph.D.
Directeur scientifique
Pelagos Cetacean Research Institute
Terpsichoris 21
16671 Vouliagmeni
GRÈCE
afrantzis@otenet.gr

Leila Hatch Ph.D. (Présidente de l'atelier)
Spécialiste des bruits océaniques
Stellwagen Bank National Marine Sanctuary
175 Edward Foster Road
Scituate, MA 02066
ÉTATS-UNIS
Leila.hatch@noaa.gov

Erich Hoyt
Directeur de recherche
WDCS, the Whale and Dolphin Conservation Society
29A Dirleton Avenue
North Berwick, Écosse EH39 4BE
ROYAUME-UNI
erich.hoyt@mac.com

Kristin Kaschner Ph.D. (par liaison satellite)
Centre for Research into Ecological
and Environmental Modeling (CREEM)
The Observatory
Buchanan Gardens
University of St Andrews
St Andrews, Écosse KY16 9LZ
ROYAUME-UNI
k.kaschner@fisheries.ubc.ca

Erin LaBrecque
Adjointe de recherche
Marine Geospatial Ecology Lab
A328 LSRC, Box 90328
Nicholas School of the Environment and Earth Sciences
Duke University
Durham, NC 27708-0328
ÉTATS-UNIS
erin.labrecque@duke.edu

Vidal Martin Ph.D.
Directeur
Museo de Cetáceos de Canarias
Edif. Antiguo Varadero
1a planta. Local 8B
Urb. Puerto Calero
35571 Yaiza
Lanzarote, Iles Canaries
ESPAGNE
direccion@museodecetaceos.org

Giuseppe Notarbartolo-di-Sciara Ph.D.
Président honoraire
Tethys Research Institute
Via Benedetto Marcello 43 - 20124
Milan
ITALIE
giuseppe@disciara.net

Gianni Pavan
(travail présenté par Notarbartolo di Sciara et Frantzis)
Università degli Studi di Pavia
Centro Interdisciplinare di Bioacustica e Ricerche
Ambientali
Via Taramelli, 24 - 27100 PAVIE
ITALIE
gianni.pavan@unipv.it

Antonella Servidio
Museo de Cetáceos de Canarias
Edif. Antiguo Varadero
1a planta. Local 8B
Urb. Puerto Calero
35571 Yaiza
Lanzarote, Iles Canaries
ESPAGNE
antonella@cetaceos.org

Brian Smith Ph.D.
Zoologiste associé, spécialiste de la conservation
Wildlife Conservation Society
Asia Coordinator,
IUCN SSC Cetacean Specialist Group
26/16 Soi Naya Moo 1
Rawai, Phuket 83130
THAÏLANDE
orcaella@phuket.ksc.co.th

John Y. Wang, Ph.D.
IUCN SSC Cetacean Specialist Group
FormosaCetus Research and Conservation Group
310-7250 Yonge Street
Thornhill, Ontario
CANADA L4J-7X1
et
(Chercheur associé)
National Museum of Marine Biology and Aquarium
2 Houwan Road
Checheng, Pingtung County, 944, TAIWAN
pcrassidens@rogers.com

Lindy Weigart Ph.D.
Adjointe de recherche
Department of Biology
Dalhousie University
Halifax, Nouvelle Écosse B3H 4J1
CANADA
lweilgar@dal.ca

Brendan Wintle Ph.D.
Directeur de recherche
The School of Botany
The University of Melbourne
Victoria, 3010
AUSTRALIE
brendanw@unimelb.edu.au

Andrew J. Wright (Facilitateur de l'atelier)
Leviathan Sciences
3414 17th St N, No. 3
Arlington
VA 22207
ÉTATS-UNIS
marinebrit@gmail.com

SOMMAIRE EXÉCUTIF

La faune marine, en particulier les cétacés, s'appuie sur les sons pour diverses fonctions biologiques et craint les effets de la pollution sonore (Richardson *et al.*, 1995). Pourtant, le bruit, bien qu'implicitement classé comme polluant par la Convention des Nations Unies sur le Droit de la mer (UNCLOS), n'est pas soumis au même niveau de réglementation que les autres polluants.

Les restrictions spatio-temporelles (RST), comme celles qui s'appliquent aux zones marines protégées (ZMP), offrent un des moyens les plus efficaces de protéger les cétacés et leurs habitats des effets cumulatifs et synergiques du bruit, ainsi que des autres facteurs de stress anthropique (Weigart, 2006), car les divers dangers menaçant les cétacés ne se produisent pas de manière isolée. Il est prouvé, par exemple, qu'une interaction existe entre les bruits anthropiques et les captures accidentelles ou les collisions avec des bateaux, le bruit empêchant les animaux de détecter les filets de pêche ou les bateaux approchants, et les rendant ainsi plus vulnérables (Todd *et al.*, 1996; Andre *et al.*, 1997). Toutefois, en dépit d'un fort potentiel, il n'existe aujourd'hui que fort peu de ZMP assez vastes pour réduire l'insonification (c'est-à-dire l'exposition) des cétacés par les bruits provenant des activités humaines dans l'océan (Hoyt, 2007). Ce rapport de consensus crée une fondation conceptuelle, visant à utiliser les zones marines protégées et autres RST pour essayer d'améliorer cette situation.

LES ZMP ET SANCTUAIRES EXISTANTS

La vitesse de propagation des sons dans l'eau (par rapport à leur transmission dans l'air) augmente l'étendue géographique des effets de la pollution sonore anthropique, qui est susceptible d'interférer avec les processus biologiques à des distances considérables. Il serait donc possible d'arriver à réduire l'insonification en interdisant des niveaux prédéterminés de sons intenses à moyenne fréquence, dans des zones s'étendant sur des dizaines de kilomètres autour des habitats critiques (ce qui veut dire qu'une RST de 100 km² serait, en fait, proche de 1 000 km²). Toutefois, pour protéger les animaux des sons forts à basse fréquence, il faudrait sans doute envisager des distances de centaines de kilomètres et des superficies de 10 000 à 100 000 km² pour les RST.

Diverses stratégies ont été envisagées pour augmenter la superficie des ZMP et leur niveau de protection. L'Organisation des Nations Unies (ONU), ainsi que d'autres initiatives et congrès, ont suggéré de protéger d'une façon ou d'une autre de 20 à 30% de la surface des océans (Roberts *et al.*, 2006) et il existe des traités régionaux, comme l'Accord sur la conservation des cétacés de la mer Noire, de la mer Méditerranée et de la zone Atlantique adjacente (ACCOBAMS), qui contribuent à la réalisation de ces objectifs. Cependant, moins de 1% de la surface des océans bénéficie d'une protection quelconque et le niveau de protection le plus élevé (UICN Catégorie 1) ne s'applique qu'à 0,01% de la surface (Hoyt, 2005).

La gestion spatio-temporelle du milieu marin est potentiellement capable de contribuer fortement à la conservation des cétacés, par l'atténuation des bruits de toutes natures et des menaces qui y sont associées. Les participants ont examiné plusieurs types de zones pouvant s'avérer utiles (Hoyt *et al.*, en préparation) :

1. Le terme de zone marine protégée, ou ZMP, est un terme générique qui sert habituellement à décrire une zone marine dédiée à la protection d'espèces ou d'habitats, avec l'appui d'une réglementation locale, régionale ou nationale. Plus de 350 ZMP comportent un habitat pour les cétacés, mais seulement 20 d'entre elles ont une superficie supérieure à 10 000 km² et seraient capables d'assurer une bonne atténuation de certains bruits.
2. Une zone tampon spatio-temporelle est une zone marine définie autour d'une ZMP pour assurer une distance suffisante, ou de précaution, entre les sources de bruit et un habitat qui abrite ou est soupçonné d'abriter des cétacés (le banc des Abrolhos au Brésil - Engel, le présent rapport).
3. Un sanctuaire international pour les cétacés est une zone marine créée dans les eaux internationales (en haute mer) par un organisme international ou par un groupe de pays, et au sein de laquelle il est interdit de chasser les baleines et les dauphins (les sanctuaires de la Commission baleinière internationale dans l'océan Austral et l'océan Indien). À l'exception du Sanctuaire PELAGOS pour les mammifères marins de la Méditerranée (87,492 km²), ces zones ne bénéficient d'aucun programme de gestion.

4. Un sanctuaire national pour les cétacés est une zone marine occupant tout (ou la plus grande partie) de la zone économique exclusive (ZEE) d'un pays ou territoire d'outre-mer. Une vingtaine de pays ont institué, dans leurs eaux territoriales, des sanctuaires pour les mammifères marins dont la superficie va de 120 000 à 16 millions de km². Ces zones marines ne bénéficient d'aucun plan de gestion, mais sont soumises aux lois du pays, dans les limites de leur application à la ZEE.
5. Des RST (restrictions spatio-temporelles) sur les sources de bruit sont appliquées en divers endroits pour favoriser l'atténuation des bruits jugés les plus dangereux (par exemple, les restrictions sur les sonars actifs à moyenne fréquence des forces navales, dans un rayon de 50 milles marins (92km) autour des îles Canaries).

Les participants à cet atelier sont tous d'avis que des RST sur la pollution sonore seraient bénéfiques pour les cétacés et se sont félicités des efforts des pays qui ont employé des mesures substantielles pour protéger les cétacés des impacts de la pollution sonore anthropique dans leurs eaux territoriales. Ils recommandent en particulier :

- Que les pays côtiers s'informent auprès de la communauté scientifique et des organisations de conservation, pour réexaminer les réglementations s'appliquant aux sanctuaires nationaux (ZEE) et internationaux et suggèrent d'y incorporer des RST sur le bruit.
- Que soient entreprises une surveillance visuelle et acoustique à long terme des espèces, ainsi qu'une surveillance acoustique des niveaux de bruit, dans les ZMP et les sanctuaires pour cétacés existant actuellement.
- Que les pays côtiers et les organismes de gestion des ZMP régionales et nationales explorent les options/outils qui sont à leur disposition pour la création de zones tampons spatio-temporelles autour des zones de gestion marine spatio-temporelles (comme les ZMP), existantes et en proposition, comportant des habitats de cétacés.
- Dans l'intérêt de la conservation des cétacés, que les pays côtiers développent des RST sur le bruit, qui soient indépendantes des zones officiellement protégées existantes.
- Que les organismes de gestion des ZMP et autres parties prenantes réexaminent les plans de gestion des ZMP existantes et évaluent leur efficacité en termes de protection des cétacés contre des niveaux prédéterminés de bruit intense.
- Que des intervalles entre les ZMP existantes et les zones soumises à des activités génératrices de bruit soient identifiés.

LA STRUCTURE

Historiquement, la planification de la conservation s'est faite essentiellement de manière ad-hoc et opportuniste, en se basant sur un système de réserves qui penchait en faveur de zones peu productives et de sites perçus comme "charismatiques" (Pressey *et al.*, 1993). À cet égard, la conservation des cétacés s'avère quelque peu emblématique. C'est ce qui a conduit à un réseau de réserves non représentatif du problème et qui, à lui seul, risque fort de ne pas préserver suffisamment la biodiversité. Pour redresser la situation, la planification systématique de la conservation a évolué vers un processus de priorisation des sites de conservation par optimisation des décisions prises sur l'ensemble des espèces et autres valeurs. Les avantages de ces outils qui ont maintenant fait leurs preuves (Pressey, 1998; Myers *et al.*, 2000; Cowling et Pressey, 2003; Fernandes *et al.*, 2005) sont d'assurer l'efficacité (en utilisant les ressources disponibles et en évitant les autres coûts sociétaux), la transparence et la capacité d'incorporer les connaissances scientifiques au processus de planification, tout en permettant un système de gestion adaptative.

Les participants à cet atelier ont convenu de la nécessité de développer un protocole systématique d'identification et de priorisation des actions d'atténuation des bruits anthropiques. A cet effet, le rapport expose une structure en six étapes qui s'appuie fortement sur les principes généraux identifiés dans la documentation sur la planification de la conservation et la gestion adaptative, tout en s'adaptant au contexte de l'atténuation des bruits dangereux pour les cétacés.

Cette structure, comme c'est souvent le cas de nos jours avec la planification de la conservation, est guidée par les principes généraux de la conservation écologique : a) les vastes zones d'habitat sont préférables aux petites ; b) la connectivité des paysages est plus favorable au maintien des processus de population que leur fragmentation (Lambeck et Hobbs, 2002), et c) un habitat diversifié abrite généralement plus d'espèces qu'un habitat uniforme. Dans l'état actuel de nos connaissances sur la répartition des cétacés, leur abondance et leur utilisation des habitats, ainsi que sur la production et la propagation des bruits anthropiques, les participants ont reconnu la nécessité d'adopter une approche de précaution sur la réglementation des bruits. Ce qui peut suggérer d'exclure certaines zones, une fois les informations obtenues, et de transférer aux générateurs de bruit la responsabilité de prouver qu'une zone ne contient pas d'habitat de grande valeur.

1. Définir le ou les but(s) visé(s), les contraintes et l'étendue géographique du processus de planification

La première étape d'un modèle de priorisation de site/d'action est de définir clairement le but visé. L'énoncé du but se doit d'être explicite quant au lieu d'application du plan, aux mesures qui serviront à évaluer sa réussite et aux contraintes qui s'y appliqueront. Le but lui-même est mesurable et il est possible de contrôler les progrès réalisés en ce sens. La définition du but est indispensable à la transparence du projet et favorise l'engagement de toutes les parties prenantes, lors de l'étape initiale du processus de modélisation.

2. Identifier les données pertinentes et les insuffisances de données

La deuxième étape d'un modèle de priorisation de site est d'identifier, de compiler et d'évaluer les données pertinentes. Au cœur d'un modèle de priorisation de site/d'action, il y a les informations spatiales sur la répartition des habitats des différentes espèces, les dangers qui les menacent et les informations socio-économiques. Ce type de données est rarement disponible pour toutes les espèces et pour tous les aspects d'un problème de planification de la conservation. En cas de forte insuffisance de données, on identifie les priorités en termes de recherches et de collecte de données. Dans certains cas, il faut organiser une collecte urgente de données avant d'entreprendre le processus de priorisation, mais il est généralement préférable de travailler avec les informations disponibles et d'appuyer les décisions sur l'expérience et les modèles des experts, quitte à les modifier un peu plus tard, après avoir reçu de nouvelles données. Dans le domaine de la conservation, il est extrêmement rare que l'ajournement de décisions, en attente d'un complément de données, permette d'obtenir de meilleurs résultats. En conséquence, l'opinion des experts est indispensable à la plupart des processus de planification de la conservation.

3. Synthétiser l'habitat et les données de menaces pour générer des cartes d'exposition

La troisième étape du modèle de priorisation de site est de faire la synthèse des cartes d'exposition, à partir des données biologiques et des données de menaces, pour identifier les zones où les valeurs de biodiversité se superposent aux dangers qui les menacent. Si cette compréhension est suffisante, on peut assigner certains coefficients de pondération à des associations espèce-menace particulières, pour cerner les différentes magnitudes d'impact de ces associations. Toutefois, en l'absence d'une telle compréhension, on peut raisonnablement assumer que l'impact d'un type particulier de menace est le même sur toutes les espèces.

4. Générer une carte de zones d'atténuation prioritaires

La quatrième étape du modèle de priorisation de site va intégrer les cartes d'exposition de la troisième étape aux données spatiales sur les possibilités et les obstacles existants, les coûts des possibilités et toutes les autres informations spatiales sur les contraintes et les préférences pouvant être systématiquement incorporées à l'énoncé des objectifs. Au nombre des possibilités et obstacles existants, il y a les ZMP qui peuvent apporter certaines opportunités d'économie dans la mise en œuvre et une meilleure connectivité des habitats "protégés", et il y a les obstacles sociaux et juridiques comme les zones de grande valeur pétrolière, les réglementations multilatérales ou les grandes zones récréatives.

5. Identifier et hiérarchiser les actions en faveur de zones de conservation prioritaires

Les concepts de bénéfice de conservation, de faisabilité et d'efficacité économique doivent faire partie de la priorisation. Les bénéfices de conservation reflètent la valeur de conservation qui, selon les prévisions, devrait résulter de la mise en œuvre d'une action. La faisabilité reflète la probabilité de réussite d'une action en termes de bénéfice pour la biodiversité. Finalement, parce que la conservation fonctionne sur des budgets limités, le coût d'une action implique la perte de possibilité d'investir dans d'autres actions. Les actions réalisables, à faible coût et à fort bénéfice, vont donc être favorisées par rapport aux actions à coût élevé qui n'ont que peu de chances de succès.

6. Mise en œuvre et surveillance

Un nombre étonnant d'initiatives de planification ne sont jamais mises en œuvre (Knight *et al.*, 2006). Sans une stratégie de surveillance efficace, il est impossible d'évaluer la réussite des actions de gestion et l'état de nos connaissances, et donc impossible d'améliorer l'efficacité de la gestion future. Il faut considérer la surveillance comme une part intégrale de la gestion, et donc la prévoir et en établir le coût en conséquence.

La structure présente un processus systématique ouvert que les participants à l'atelier recommandent aux gestionnaires, et aux scientifiques qui travaillent à protéger les cétacés de la pollution sonore, d'adopter. Néanmoins, il ne s'agit pas d'un processus complètement nouveau, mais plutôt d'une formalisation (et d'une standardisation) des efforts existants. Par exemple, les efforts réalisés pour protéger les zones de reproduction des mégaptères, dans la région du banc des Abrolhos, des bruits générés par les études sismiques (voir Engel, dans ce rapport) suivent un processus similaire.

L'adoption d'une approche systématique de la priorisation peut contribuer à identifier les priorités de manière efficace et transparente, à mettre en évidence les zones où l'insuffisance de données a le plus d'impact sur la fiabilité des décisions, et à apporter une base saine de discussion et de comparaison des stratégies de conservation en concurrence. De nombreuses recommandations supplémentaires sont faites dans le présent rapport pour une utilisation efficace de la structure.

ÉTUDES DE CAS

La section suivante du rapport contient des études de cas de zones géographiques, au sein desquelles il est possible d'associer l'atténuation du bruit à des efforts de ZMP, pour réduire les effets du bruit sur les cétacés, dans ce qu'on pourrait considérer comme des projets pilotes ou des démonstrations. L'Atelier portait sur a) la région méditerranéenne, incluse dans l'Accord sur la conservation des cétacés de la mer Noire, de la mer Méditerranée et de la zone atlantique adjacente (ACCOBAMS) qui fait l'objet d'un grand intérêt scientifique, où des ZMP sont proposées et où des mécanismes de plan d'action pour la gestion du bruit sont en cours de développement et b) certaines parties du Sud et de l'Est de l'Asie, des régions fortement productives où la situation des cétacés est moins bien connue, mais où les pressions liées au développement industriel et commercial sont fortes et en augmentation constante.

En Méditerranée, les participants ont recommandé l'établissement de RST sur les activités génératrices de bruit dans la mer d'Alboran pour y protéger diverses espèces de cétacés, ainsi que dans le Sud-ouest de la Crète et la fosse hellénique pour protéger les populations de cachalots (*Physeter macrocephalus*) et de baleines de Cuvier (*Ziphius cavirostris*). Les participants ont fait un certain nombre de recommandations concernant ces zones, ainsi que le Sanctuaire PELAGOS pour les mammifères marins de la Méditerranée, pour la mise en œuvre et/ou le renforcement de protections contre les bruits liés à l'utilisation des sonars militaires et aux études sismiques, et pour le déplacement des couloirs de navigation à l'écart des habitats des cétacés sensibles à ce type de bruit et risquant des collisions avec les bateaux. Ils ont aussi recommandé l'application par ACCOBAMS de cette structure à l'examen des options possibles pour l'établissement, en Méditerranée, d'un réseau de sanctuaires offrant une protection contre la pollution sonore.

En Asie, ce sont les dangers menaçant les cétacés dans la Baie du Bengale et l'Asie orientale qui ont été examinés. Les participants ont recommandé la collecte de données sur la répartition des cétacés et des sources de bruit, ainsi que les effets du bruit sur les espèces présentes, et la compilation des données existantes sur ces zones pour déterminer l'utilité des RST. Il faut sensibiliser le public, en particulier dans les zones identifiées comme prioritaires, et tenir compte de l'emplacement des activités génératrices de bruit à l'étape de planification. Les participants recommandent aussi d'améliorer la surveillance des échouages de cétacés.

TABLE DES MATIÈRES

Introduction	2
A) Les ZMP Et Sanctuaires Existants	3
Les ZMP et sanctuaires existants : recommandations	4
B) La Structure	6
Résumé	6
Principes et outils de conservation systématique	6
Une structure d'identification des priorités en termes d'atténuation des bruits menaçants les cétacés	8
Autres questions	12
Conclusions	14
Principale recommandation	14
Recommandations sur les données	14
Recommandations sur la priorisation des espèces	15
Recommandations sur la surveillance pour la gestion adaptative	15
Recommandations sur la priorisation et gestion de l'habitat	15
C) Études de cas	17
1. La Méditerranée	17
i. Le Sanctuaire PELAGOS	17
ii. Proposition de ZMP dans la mer d'Alboran	19
iii. Proposition de ZMP dans la fosse hellénique	20
2. Le sud et l'est de l'Asie	21
i. La Baie du Bengale	21
ii. Les eaux d'Asie orientale	23
Extraits des présentations faites pendant l'Atelier	25
1^{ère} session :	
Le rôle des ZMP en tant que mécanisme de protection de la vie marine contre les effets de la pollution sonore	25
I. ZMP mondiales - Tundi Agardy	25
II. Les ZMP et les cétacés : Le rôle des ZMP en tant que mécanisme de protection de la vie marine contre l'insonification - Erich Hoyt	25
III. Le Banc des Abrolhos : Le rôle des ZMP dans la protection de la plus importante zone de reproduction des mégaptères du Sud-Ouest Atlantique - Marcia Engel	26
IV. Le Sanctuaire marin Gerry E. Studds du banc de Stellwagen en tant que modèle de gestion et de caractérisation de l'environnement acoustique marin - Leila Hatch	27
V. Le moratoire naval des Iles Canaries - Natacha Aguilar de Soto et Vidal Martín	28
2^{ème} session :	
L'application de la modélisation spatiale à la prévision de zones prioritaires au sein des zones pilotes	29
I. CARTE MARINE DE L'OBIS Données sur les mammifères marins et modélisation - Erin LaBrecque	29
II. Modélisation des densités globales et des points sensibles de la biodiversité des espèces de mammifères marins, basée sur une modélisation de la qualité relative de l'environnement - Kristin Kaschner	30
III. Vers un effort collaboratif ACCOBAMS pour l'établissement de cartes des zones à fortes populations de baleines à bec dans la Méditerranée - Ana Cañadas	30
IV. Modélisation et évaluation du risque en biologie de conservation - Brendan Wintle	31
3^{ème} session :	
Les connaissances actuelles sur la répartition et l'abondance des cétacés dans deux zones pilotes	31
I. 1 ^{ère} partie : Les connaissances actuelles sur la distribution et l'abondance des cétacés, et sur la pollution sonore dans la mer Méditerranée - Giuseppe Notarbartolo di Sciara, Alexandros Frantzis	31
2 ^{ème} partie : Le problème du bruit, un défi pour la survie et le bien-être des mammifères marins - Gianni Pavan	32
II. 1 ^{ère} partie : Identification des points sensibles des cétacés asiatiques pour la gestion du bruit - Brian Smith	33
2 ^{ème} partie : Les cétacés et le bruit en Asie du Sud-est - John Wang	34
Références	35

INTRODUCTION

La faune marine, en particulier les cétacés, dépendent des sons pour diverses fonctions biologiques et craignent les effets de la pollution sonore (Richardson *et al.*, 1995). Les inquiétudes se portent essentiellement sur les sons de forte amplitude produits par les sonars actifs à moyenne et basse fréquence des forces navales et par les canons à air remorqués par les bateaux d'études sismiques au cours d'explorations géophysiques, ainsi que sur l'augmentation du bruit provenant des bâtiments de transport maritime. Le bruit, en tant qu'énergie, est implicitement considéré comme un polluant dans le cadre de l'Article 1(1) (4) de la Convention des Nations unies sur le Droit de la mer (UNCLOS). Mais il n'est pas soumis au même niveau de réglementation que les autres polluants, sur le plan national ou international, bien que des efforts en ce sens soient présentement entrepris en Méditerranée (Pavan, 2006; 2007).

Les participants à cet atelier sont tous d'avis que des restrictions spatio-temporelles (RST)¹ de la pollution sonore seraient bénéfiques pour les cétacés. La vitesse de propagation des sons dans l'eau (par rapport à leur transmission dans l'air) augmente l'étendue géographique des effets de la pollution sonore anthropique, qui est donc susceptible d'interférer avec les processus biologiques à des distances considérables. La mise en oeuvre d'une gestion spatio-temporelle pour la protection des principaux habitats des cétacés a souvent été identifiée comme un des moyens actuels les plus efficaces d'atténuer l'impact du bruit sur les cétacés (Barlow et Gisiner, 2006; Weilgart, 2006) et a été réalisée dans plusieurs endroits du monde (comme l'Australie et les Iles Canaries). Les participants à cet atelier se félicitent des efforts de ces pays, qui n'ont pas hésité à employer des mesures radicales pour protéger les cétacés des impacts de la pollution sonore anthropique dans leurs eaux territoriales. Malheureusement, à ce jour, ces efforts n'ont pas été standardisés au niveau régional ou national.

En dépit de mérites indiscutables, il arrive que les restrictions géographiques et le recours aux RST ne présentent qu'un intérêt limité, du fait du manque actuel de données sur la répartition des cétacés et/ou sur les zones d'importance particulière, comme les secteurs de reproduction et d'allaitement. Les RST ont tendance à favoriser les zones ayant fait l'objet d'études approfondies, de dénombrements et d'observations, et à ignorer les zones sur lesquelles existent peu d'informations. Évidemment, l'absence d'observations dans une zone n'implique pas l'absence de cétacés. Des données ponctuelles sur l'origine des bruits anthropiques et sur les espèces animales présentes au même moment contribueraient à la gestion du bruit. Toutefois, étant donné la pénurie de réglementations sur la pollution sonore anthropique en milieu marin, il n'est généralement pas demandé aux générateurs de bruit de rassembler des données sur les effets potentiels de leurs activités sur l'environnement marin. Étant donné l'état actuel de nos connaissances, les participants ont reconnu la nécessité d'adopter une approche de précaution. Ce qui peut suggérer d'exclure certaines zones, une fois les informations obtenues, et de déplacer la responsabilité de prouver qu'une zone ne contient pas d'habitat de grande valeur vers les générateurs de bruit.

Ce rapport de consensus a pour but de créer une fondation conceptuelle, visant à utiliser les zones marines protégées et autres RST pour essayer d'améliorer cette situation. La Section A donne des recommandations sur la façon de mettre en place et d'adapter les ZMP, afin de mieux protéger les zones d'habitat important de cétacés de la pollution sonore. La Section B expose une structure systématique d'identification des efforts d'atténuation les plus efficaces, et des meilleurs endroits pour les RST, applicable au niveau national et international, ou tout autre niveau intermédiaire. Parmi les recommandations associées, la mise en place d'instruments juridiques pour réglementer la pollution sonore et augmenter la mise à disposition de données sur les activités génératrices de bruit devrait permettre les contributions publiques et scientifiques, tout en favorisant une meilleure compréhension de l'effet du bruit sur les cétacés.

La Section C du rapport contient des études de cas de zones géographiques, au sein desquelles il est possible d'associer l'atténuation du bruit à des efforts de ZMP, pour réduire les effets du bruit sur les cétacés dans ce qu'on pourrait considérer comme des projets pilotes ou des démonstrations. L'Atelier portait sur a) la région méditerranéenne, incluse dans l'Accord sur la conservation des cétacés de la Mer Noire, de la Mer Méditerranée et de la zone atlantique adjacente (ACCOBAMS) qui fait l'objet d'un grand intérêt scientifique, où des ZMP sont proposées et où des mécanismes de plan d'action pour la gestion du bruit sont en cours de développement et b) certaines parties de l'Asie, des régions fortement productives où la situation des cétacés est moins bien connue, mais où les pressions liées au développement industriel et commercial sont fortes et en augmentation constante.

¹ Ces restrictions spatio-temporelles (RST) concernent aussi les zones marines protégées classiques (qui vont des réserves naturelles rigoureusement protégées aux sanctuaires et parcs marins à grande échelle et à usages multiples). Nous avons toutefois choisi d'examiner des mesures de gestion non conventionnelles par zone, comme les fermetures temporaires avec couloirs de migration pendant certaines saisons, ou des réglementations spéciales, géographiquement référencées, destinées à la protection des mammifères marins, comme les sanctuaires de baleines nationaux ou internationaux, qui existent hors du contexte des véritables zones marines protégées (ZMP).

A LES ZMP ET SANCTUAIRES EXISTANTS

Zones de gestion spatio-temporelle du milieu marin (comme les ZMP et les sanctuaires) existant actuellement pour les cétacés, en relation avec les sources de bruit anthropique.

Les restrictions spatio-temporelles (RST), dont font partie les zones marines protégées (ZMP), offrent un des moyens les plus efficaces de protéger les cétacés et leur habitat des effets cumulatifs et synergiques du bruit, ainsi que des autres facteurs de stress anthropique (Weilgart, 2006). Il est important de bien comprendre que les divers dangers menaçant les cétacés, comme les captures accidentelles par les pêcheurs, la dégradation de l'habitat, la pollution chimique, la pêche à la baleine, les collisions avec des bateaux et le réchauffement planétaire ne se produisent pas de manière isolée. Par exemple, l'interaction des impacts humains sur les écosystèmes marins - comme la surpêche, l'eutrophisation et les changements climatiques - peut en amplifier les effets (Lotze et Worm, 2002; Worm *et al.*, 2002). Nous avons la preuve qu'une telle interaction existe entre les bruits anthropiques et les captures accidentelles ou les collisions avec des bateaux, le bruit empêchant les animaux de détecter les filets de pêche ou les bateaux se trouvant à proximité et augmentant ainsi leur vulnérabilité (Todd *et al.*, 1996 ; Andre *et al.*, 1997). Les ZMP qui protègent efficacement les cétacés risquent d'être le seul moyen d'éviter ce type d'impact.

Toutefois, en dépit d'un fort potentiel, il n'existe aujourd'hui que fort peu de ZMP assez vastes pour réduire l'insonification des cétacés par divers sons impulsionnels ou par l'augmentation du bruit ambiant résultant des activités humaines dans l'océan (Hoyt, le présent rapport). L'étendue de ZMP nécessaire dépend de la sensibilité de l'espèce (dans la mesure où cette sensibilité est connue) et de sa mobilité, du lieu (bathymétrie et topographie des fonds) et de l'origine des bruits (dB, directionnalité, durée et fréquence de répétition). Mais on peut dire, en termes généraux, qu'il serait possible d'arriver à réduire l'insonification en interdisant des niveaux prédéterminés de sons intenses de fréquence moyenne dans des zones s'étendant sur des dizaines de kilomètres autour des habitats critiques (ce qui veut dire qu'une zone de 100 km² serait, en fait, proche de 1000 km²). Par contre, pour protéger les animaux des sons forts à basse fréquence, il faudrait sans doute envisager des distances de centaines de kilomètres et des superficies de 10 000 à 100 000 km² pour les RST.

Diverses stratégies ont été envisagées pour augmenter la superficie des ZMP et leur niveau de protection. Le Sommet mondial sur le développement durable (Johannesburg, 2002) et le 5^{ème} Congrès mondial sur les Parcs (Durban, 2003) avaient défini des objectifs pour la création, d'ici 2012, d'un système mondial de ZMP, avec des zones strictement protégées représentant au moins 20-30% de chaque habitat (Hoyt, 2005). Les traités régionaux, comme ACCOBAMS, contribuent à la réalisation de ces objectifs. Au nombre des autres initiatives, il y a aussi le Projet du Millénaire de l'Organisation des Nations Unies (ONU) qui veut commencer par constituer des réserves marines sur 10% des océans, avec un objectif à long terme de 30% (Roberts *et al.*, 2006). De nos jours, les zones protégées ne concernent que moins de 1% de la surface des océans et le niveau de protection le plus élevé (UICN Catégorie 1) ne s'applique qu'à 0,01% de la surface des océans (Hoyt, 2005).

Divers types de zones de gestion spatio-temporelle du milieu marin ont le potentiel nécessaire pour contribuer fortement à la conservation des cétacés, par l'atténuation des bruits de toutes natures et des menaces qui y sont associées. Les participants ont examiné plusieurs types de zones pouvant s'avérer utiles (Hoyt *et al.*, en préparation) :

1. Le terme de zone marine protégée, ou ZMP, est un terme générique qui sert habituellement à décrire une zone marine dédiée à la protection d'espèces ou d'habitats, avec l'appui d'une réglementation locale ou nationale. Dans certaines parties du monde, les ZMP sont appelées " sanctuaires marins ", " parcs marins " ou " réserves marines ". Plus de 350 ZMP comportent un habitat pour les cétacés, mais seulement 64 d'entre elles ont une superficie d'au moins 1000 km², susceptible de permettre une certaine atténuation des bruits si des réglementations étaient mises en place. Il n'existe que 20 ZMP de plus de 10 000 km² offrant un habitat pour les cétacés, qui soient capables de permettre une très bonne atténuation de certains bruits. Il faut cependant ajouter que même les six plus vastes ZMP comportant un habitat pour les cétacés (avec une superficie de 100 000 à 350 000 km²) sont probablement trop petites pour protéger ces derniers des sons à basse fréquence de forte intensité comme les sonars actifs à basse fréquence, tout en admettant qu'une certaine protection contre les niveaux les plus intenses (à proximité de la source de bruit) est préférable à une absence totale de protection.

2. Une zone tampon spatio-temporelle est une zone marine définie autour d'une ZMP pour assurer une distance suffisante, ou de précaution, entre les sources de bruit et un habitat qui abrite ou est soupçonné d'abriter des cétacés. Par exemple, dans la région du banc des Abrolhos, au Brésil, une zone-tampon de 95 000 km² a été établie en 2003, autour des 913 km² du Parc national marin des Abrolhos, pour protéger les mégaptères (*Megaptera novaeangliae*) et autres espèces marines de tests sismiques associés à des activités d'exploration pétrolière et gazière, ainsi que des bruits provenant des aménagements pétroliers pouvant en résulter (Engel, 2007). Cette zone tampon a été supprimée par décision d'un tribunal vers la mi-juin 2007, en dépit des procédures légales maintenant entamées au Brésil pour la rétablir ou pour créer une ZMP beaucoup plus vaste.
3. Un sanctuaire international pour les cétacés est une zone marine créée dans les eaux internationales (en haute mer) par un organisme international ou par un groupe de pays, et au sein de laquelle il est interdit de chasser les baleines et les dauphins. Les sanctuaires de la Commission baleinière internationale (CBI) dans l'Océan Austral (50 millions de km²) et dans l'Océan Indien (103,6 millions de km²), ainsi que l'Eastern Tropical Pacific Seascape (2.1 million km²) en sont des exemples. À l'exception du Sanctuaire PELAGOS pour les mammifères marins de la Méditerranée (87,492 km²), qui est quelquefois considéré comme une ZMP, du fait de sa situation en partie dans des eaux nationales et en partie dans les eaux internationales, et qui s'articule autour d'un plan de gestion, ces zones ne bénéficient d'aucun programme de gestion. À l'heure actuelle, aucune de ces zones n'est soumise à des restrictions liées au bruit, mais le Sanctuaire PELAGOS fait l'objet de recommandations en ce sens à la Section C du présent rapport.
4. Un sanctuaire national pour les cétacés est une zone marine occupant la totalité (ou la plus grande partie) de la zone économique exclusive (ZEE) d'un pays ou territoire d'outre-mer. Une vingtaine de pays et territoires d'outre-mer ont institué des sanctuaires pour les baleines, les cétacés ou les mammifères marins dans leurs eaux territoriales (certains pays étendent cette protection aux tortues marines). Ces zones marines ne bénéficient d'aucun plan de gestion, mais sont soumises aux lois du pays, dans les limites de leur application à la ZEE. Ces sanctuaires ont une superficie qui va de 120 000 à 16 millions de km². La plupart sont de l'ordre du million de km².
5. Des RST (restrictions spatio-temporelles) sur les sources de bruit sont appliquées en divers endroits pour favoriser l'atténuation des bruits jugés les plus dangereux. Par exemple, une zone d'atténuation de bruit a été instaurée dans un rayon de 50 milles marins (92km) autour des îles Canaries, pour lutter contre les effets des sonars actifs à moyenne fréquence des forces navales. Tout en donnant le bon exemple, le moratoire des îles Canaries risque de s'avérer insuffisant pour protéger les animaux de tous les bruits de sonar à moyenne fréquence, puisque des décès de baleines à bec (*Ziphiidae*), liés à des bruits anthropiques, ont été signalés depuis, à environ 120 milles marins (222 km) des sources de bruit (les animaux morts ont flotté ensuite vers les îles).

LES ZMP ET SANCTUAIRES EXISTANTS : RECOMMANDATIONS

- Les pays côtiers devraient s'informer auprès de la communauté scientifique et des organisations de conservation, pour réexaminer les réglementations s'appliquant aux sanctuaires nationaux (ZEE) et internationaux et suggérer d'y incorporer des RST. Il n'existe, pour l'instant, aucun plan de gestion de ces zones, ni aucune restriction sur le bruit, mais on pourrait envisager l'introduction de zones d'atténuation du bruit pour réduire l'insonification des cétacés sensibles, ou soupçonnés d'être sensibles, à certains bruits. Dans la plupart des cas, ces zones sont suffisamment vastes pour offrir aux cétacés du littoral ou des zones côtières une bonne protection contre certains niveaux prédéterminés de sons à moyenne fréquence.
- Il faudrait entreprendre une surveillance visuelle et acoustique à long terme des espèces, ainsi qu'une surveillance acoustique des niveaux de bruit, dans les ZMP et les sanctuaires pour cétacés existant actuellement.
- Les pays côtiers et les organismes de gestion des ZMP régionales et nationales devraient explorer les options/outils qui sont à leur disposition pour la création de zones tampons spatio-temporelles autour des zones de gestion marine spatio-temporelles (comme les ZMP), existantes et en proposition, comportant des habitats de cétacés. Les distances des

zones tampons devront varier en fonction des caractéristiques des espèces concernées (caractère saisonnier, répartition, sensibilité, lorsqu'on les connaît) et les caractéristiques des sources de bruit (répartition, incidence, intensité fréquence, etc.). De nombreuses zones de gestion marine spatio-temporelle auront besoin de zones tampons pour arriver à réduire efficacement l'insonification des populations de cétacés résidents en permanence et/ou temporairement dans leurs eaux. Par exemple, dans le cadre de la Directive Habitats et Espèces de l'UE, les zones spéciales de conservation (ZSC) font toutes (sauf une) moins de 1000 km², alors que les sons de forte intensité à basse fréquence (et quelquefois à moyenne fréquence) sont capables de se propager à des niveaux dépassant largement le bruit ambiant de ces zones, même si la source du bruit se trouve loin de la ZSC. Il est possible que certaines zones n'aient besoin que d'une protection temporaire, par exemple, les zones tampons pour les baleines à fanons qui pourraient être établies uniquement pendant les périodes de reproduction ou d'allaitement, lorsque les baleines sont présentes dans la zone.

- Dans l'intérêt de la conservation, les pays côtiers devraient développer des RST sur le bruit qui soient indépendantes des zones officiellement protégées existantes. Par exemple, une poignée de pays ont déjà désigné l'ensemble de leur ZEE comme zone de protection des cétacés. Comme indiqué ci-dessus, on pourrait persuader ces pays d'interdire, dans leurs eaux territoriales, les opérations produisant les bruits les plus envahissants (les sonars actifs et les études sismiques utilisant des canons à air), sur une échelle spatio-temporelle appropriée, et dans les secteurs ou aux saisons qui posent des inquiétudes. Il arrivera que ce genre d'action soit impossible (comme d'empêcher l'accès d'un port au trafic maritime), auquel cas il faudrait imposer des mesures d'atténuation et les faire rigoureusement appliquer. De même, dans les zones qui servent de couloirs d'atténuation, mais ne sont pas protégées comme les ZMP, on pourrait instituer des RST sur le bruit, uniquement pendant les périodes de présence de cétacés - à l'image des restrictions de pêche appliquées aux Etats-Unis lorsque les tortues luth se déplacent dans les eaux de la plate-forme continentale, le long des états de la côte atlantique.
- Il faudrait que les organismes de gestion des ZMP et autres parties prenantes réexaminent les plans de gestion des ZMP existantes et évaluent leur efficacité en termes de protection des cétacés contre des niveaux prédéterminés de bruit intense. Il serait intéressant d'identifier des remèdes potentiels au bruit, par exemple le maintien de zones tranquilles aux endroits actuellement dépourvus de sources de bruit (par exemple, la zone de protection des mammifères marins du Great Australian Bight Marine Park, qui protège les baleines franches australes (*Eubalaena australis*) et les otaries à fourrures d'Australie (*Arctocephalus pusillus*) en interdisant les études sismiques). Les organisations non gouvernementales (ONG) de conservation, en particulier, devraient essayer de sensibiliser le public aux sanctuaires qui n'existent que sur le papier et à l'absence de dispositions protégeant les cétacés des bruits anthropiques. Il faudrait que les ONG, en collaboration avec les chercheurs, établissent un programme de commentaires sur les plans de gestion des ZMP (existantes et en proposition) abritant des cétacés, pour essayer d'y ajouter, ou de développer, les dispositions jugées nécessaires.
- Il faut identifier les intervalles entre les ZMP existantes et les zones soumises à des activités génératrices de bruit. De nombreuses ZMP sont établies parce que l'occasion s'en présente et pas forcément pour lutter contre des dangers imminents menaçant les cétacés. On pourrait facilement appliquer la structure conceptuelle décrite ci-dessus au niveau mondial, pour étudier les répartitions de cétacés connues, les menaces associées au bruit et l'efficacité des ZMP existantes (y compris les sanctuaires nationaux comme les ZEE de protection des cétacés mentionnés plus haut). Cette analyse globale devrait conduire à une identification de zones prioritaires, où les ZMP sont inexistantes ou incapables de lutter contre les dangers associés au bruit.

B LA STRUCTURE

Une structure systématique pour la création de zones d'atténuation du bruit et de zones protégées pour la conservation des cétacés

Résumé

Il existe de nombreuses incertitudes sur la meilleure façon d'atténuer géographiquement l'impact des bruits anthropiques sur les cétacés. Comment définir, par exemple, les endroits les plus appropriés pour une mise en œuvre réussie des mesures d'atténuation ? Il est important d'associer les méthodes d'identification des zones prioritaires à un plan de surveillance et d'étude de l'efficacité des stratégies de conservation. Nous disposons d'antécédents solides et de documents sur la planification systématique de la conservation en quantité suffisante pour découvrir le meilleur moyen de créer des RST et de traiter les incertitudes de manière adaptée. Les participants présentent ici un rapide tour d'horizon des documents disponibles et une structure générale visant à définir les priorités à donner aux zones d'atténuation du bruit et de conservation des cétacés. La structure s'articule en six étapes :

1. Établissement d'objectifs mesurables et de seuils de performance acceptable, définition de l'étendue géographique du problème.
2. Identification des compétences utiles et des données spatiales et biologiques à notre disposition pour établir des cartes des habitats clés de cétacés.
3. Superposition des cartes d'habitat avec des cartes des dangers existants et à craindre dans l'avenir, pour générer une carte des surfaces où la biodiversité est menacée.
4. Identification des zones candidates à l'atténuation en priorité, par l'intégration des surfaces menacées et d'autres informations spatiales pertinentes (y compris les coûts des contraintes ou possibilités juridiques, industrielles et autres).
5. Identification des actions prioritaires convenant à chaque zone candidate, sur la base de leur efficacité en termes de conservation, à partir d'une série d'actions candidates potentielles.
6. Mise en place des actions prioritaire et contrôle de leur efficacité.

L'importance de maintenir une bonne flexibilité dans le processus de définition des priorités spatiales a aussi fait l'objet de discussions. De cette façon, il sera possible d'adapter la gestion à la lumière des nouvelles informations recueillies, en contrôlant les performances des stratégies de conservation.

Principes et outils de conservation systématique

Historiquement, la planification de la conservation s'est faite essentiellement de manière ad-hoc et opportuniste, en se basant sur un système de réserves qui penchait en faveur de zones peu productives et de sites perçus comme " charismatiques " (Pressey *et al.*, 1993). À cet égard, la conservation des cétacés s'avère quelque peu emblématique. C'est ce qui a conduit à un réseau de réserves non représentatif du problème et qui, à lui seul, risque fort de ne pas préserver suffisamment la biodiversité. La planification systématique de la conservation a évolué pour redresser la situation, en présentant une structure d'incorporation des meilleures informations scientifiques qui va aider à définir les priorités à accorder aux actions de conservation.

La planification systématique de la conservation consiste donc à sélectionner des sites de conservation en optimisant les décisions prises sur l'ensemble des espèces et autres valeurs. Entre autres avantages, ces outils apportent l'efficacité (en utilisant les ressources disponibles et en évitant les autres coûts sociétaux), la transparence et la capacité d'incorporer les connaissances scientifiques au processus de planification, tout en permettant un système de gestion adaptative. La technique s'est révélée utile dans bien des cas, permettant l'identification de points sensibles de biodiversité (Myers *et al.*, 2000), l'attribution de terrains à un système de réserves (Pressey, 1998), la sélection de zones d'exclusion dans les zones de pêche (Fernandes *et al.*, 2005) et l'identification de zones dans les banlieues des villes où la conservation nécessite une attention spéciale (Cowling et Pressey, 2003).

De nos jours, la planification de la conservation est souvent guidée par les principes généraux de la théorie écologique. Des principes tirés de la biogéographie des îles (MacArthur et Wilson, 1967), de la théorie de métapopulation (Hanski, 1998) et de la théorie de niche écologique (Connell, 1975) ont servi à produire des règles générales telles que : (a) les vastes zones d'habitat sont préférables aux petites ; (b) la connectivité des paysages est plus favorable au maintien des processus de population que leur fragmentation (Lambeck et Hobbs, 2002), et (c) un habitat diversifié abrite généralement plus d'espèces qu'un habitat uniforme. Ces principes écologiques généraux ont été appliqués à la planification de la conservation, pour essayer de maintenir une biodiversité aussi élevée que possible en l'absence de données spécifiques sur les besoins de chaque espèce.

Il existe de nombreuses méthodes de sélection des sites de conservation et d'optimisation des espèces et autres valeurs. La plus simple est de classer les sites en fonction d'une série de critères : comme la richesse de l'espèce, la présence d'espèces menacées, la forme, la proximité de routes ou les coûts d'acquisition (Margules *et al.*, 1991). Le critère choisi doit pouvoir faire l'objet de comparaisons dans l'ensemble du paysage et, idéalement, doit être numérique et indépendant (Root *et al.*, 2003).

Les algorithmes de création de réserve font progresser cette approche simple, en classant les sites en fonction d'objectifs minimum spécifiés. Ces outils permettent aux responsables de définir un réseau de réserves qui atteint les cibles spécifiées (ex : 15% de tous les types de forêts) tout en minimisant le coût pour l'économie (ex : pertes de revenus pour les pêcheries) (Possingham *et al.*, 2000). Il existe plusieurs logiciels pouvant faciliter ce processus, comme C-Plan (Kerley *et al.*, 2003), MARXAN (Ball et Possingham, 1999) et ZONATION (Moilanen *et al.*, 2005). La méthode analytique GAP (Jennings, 2000), utilisée aux États-Unis, illustre cette approche, qui permet la sélection et la gestion de réserves supplémentaires, en s'appuyant sur le fait qu'elles abritent des espèces ou des types de végétation sous-représentés.

On peut définir des cibles quantitatives de protection de l'habitat et de sa configuration spatiale à partir de modèles de viabilité de population (Burgman *et al.*, 2001) ou d'approches empiriques de la planification de la conservation (Lambeck, 2003). Ces logiciels d'optimisation peuvent servir à optimiser la valeur économique d'un site (ex: valeur d'une pêcherie), sous réserve des contraintes de biodiversité. De même, on peut maximiser les valeurs de la biodiversité, sous réserve de contraintes économiques et autres. Dans un cadre marin, ces deux approches du problème permettent d'examiner les compromis possibles entre les pêcheries (et autres valeurs) et la conservation de la biodiversité.

Margules et Pressey (2000) ont résumé les six étapes de la planification systématique de la conservation :

1. Compilation de données sur la biodiversité de la région concernée
2. Identification des objectifs de conservation de la région concernée
3. Revues des zones de conservation existantes
4. Sélection de zones de conservation supplémentaires
5. Mise en place des actions de conservation
6. Maintien des valeurs requises dans les zones de conservation

Margules et Pressey (2000) précisent également que la planification systématique de la conservation se distingue par plusieurs caractéristiques. " D'abord, elle nécessite des choix clairs sur les paramètres qui vont servir de substitut à la biodiversité générale dans le processus de planification. Deuxièmement, elle se fonde sur des objectifs explicites, de préférence convertis en cibles quantitatives de fonctionnement. Troisièmement, elle reconnaît dans quelle mesure les objectifs de conservation ont été atteints dans les réserves existantes. Quatrièmement, elle emploie des méthodes simples et explicites pour déterminer l'emplacement et la désignation de nouvelles réserves, en complément de celles qui existent déjà, dans la poursuite des buts visés. Cinquièmement, elle applique des critères explicites à la mise en œuvre des actions de conservation sur le terrain, en particulier la coordination de la gestion de la protection, lorsqu'il est impossible de sécuriser en même temps toutes les zones candidates (ce qui est généralement le cas). Enfin et sixièmement, elle adopte des objectifs et des mécanismes explicites pour assurer le maintien des conditions à l'intérieur des réserves qui sont nécessaires à la persistance des caractéristiques naturelles clés, tout en assurant la surveillance de ces paramètres et une gestion adaptative. Pour être efficace, la planification systématique de la conservation doit savoir tirer parti de ressources limitées pour atteindre ses buts, savoir se justifier et faire preuve de souplesse face à des utilisations concurrentes des terrains, et se montrer responsable en permettant une revue critique de ses décisions. Cette description idéalisée d'un processus est difficile à réaliser dans la pratique, et pourtant, d'importantes parties de ce processus ont maintenant été mises en œuvre dans le monde entier. "

Les nombreuses incertitudes liées à la planification systématique de la conservation ont conduit certains scientifiques à questionner la pertinence des outils d'optimisation, en particulier dans des paysages qui changent rapidement (Meir *et al.*, 2004). Meir *et al.* (2004) soutiennent que, dans ces situations, il pourrait s'avérer plus efficace d'avoir recours à de simples règles de décision, comme de protéger le site concerné par un degré élevé d'irremplaçabilité ou de richesse d'une espèce, en particulier lorsque la mise en œuvre s'étale sur plusieurs années. Fort peu ont essayé de traiter explicitement les nombreuses incertitudes inhérentes à la planification de la conservation (voir toutefois Moilanen & Wintle 2006). La stratégie la plus cohérente pour traiter des graves incertitudes touchant la planification de la conservation est d'adopter une approche adaptative (Walters & Holling 1990) avec une stratégie d'apprentissage de l'efficacité des actions de conservation, bien qu'il n'existe que fort peu d'exemples d'une véritable application de la gestion adaptative (Stankey *et al.*, 2003).

La planification de la conservation vise deux buts principaux : la représentativité et la pertinence (aussi appelée persistance) (Margules et Pressey, 2000). Les principes écologiques généraux suggèrent des possibilités de mécanismes d'amélioration de la persistance du biote dans le paysage, mais sans identifier suffisamment les avantages et les coûts relatifs, ni les risques posés aux espèces individuelles par des plans de conservation différents (Lambeck et Hobbs, 2002). Les tentatives d'optimisation des paysages à des fins de représentativité et de persistance (Haight *et al.*, 2002) sont rares, et des méthodes de développement qui intègreraient ces deux buts ont été identifiées comme un besoin primordial en termes de recherche (Opdam *et al.*, 2002). Toutefois, la principale valeur d'une structure systématique de planification de la conservation réside dans la standardisation des approches et l'introduction d'une transparence du processus utilisé pour arriver aux recommandations finales. Dans la suite de cette section, les participants proposent une structure utilisable de concert avec les outils d'optimisation spatiale ou avec une démarche heuristique (ex : méthode Delphi) pour parvenir aux recommandations finales.

Une structure d'identification des priorités en termes d'atténuation des bruits menaçants les cétacés

Les participants à cet atelier ont convenu de la nécessité de développer un protocole systématique d'identification et de priorisation des actions d'atténuation des bruits anthropiques. Etant donné que la plupart des stratégies d'atténuation nécessitent l'identification de zones particulières de protection ou de réduction du bruit, on peut soutenir le bien-fondé des méthodes de priorisation spatiale. Les paragraphes qui suivent décrivent les six étapes proposées comme structure d'une priorisation systématique d'atténuation des bruits anthropiques. Cette structure s'appuie fortement sur les principes généraux identifiés dans la documentation sur la planification de la conservation et la gestion adaptative, tout en s'adaptant au contexte de l'atténuation des bruits menaçant les cétacés. La description de la structure (Figure 1 et texte ci-dessous) est suivie d'une discussion générale sur ses caractéristiques et les difficultés susceptibles de se présenter lors de sa mise en œuvre.

1. Définir le ou les but(s) visé(s), les contraintes et l'étendue géographique du processus de planification

La première étape d'un modèle de priorisation de site est de définir clairement le but visé. L'énoncé du but se doit d'être explicite quant au lieu d'application du plan, aux mesures qui serviront à évaluer sa réussite et aux contraintes qui s'y appliqueront. On peut, par exemple, définir comme but raisonnable " *d'identifier en mer Méditerranée des zones d'exclusion qui vont assurer qu'au moins 80% des habitats de reproduction de toutes les espèces de cétacés ne subissent pas d'impacts sonores supérieurs à X décibels, avec un taux de confiance de 95%, tout en minimisant les entraves aux activités d'exploration pétrolière dans cette région* ". Cet énoncé n'est un exemple hypothétique, mais il définit les conditions requises pour structurer la priorisation : l'étendue géographique (la Méditerranée), la cible de conservation visée (mesurable) (*80% des habitats de reproduction ne subissent pas d'impacts sonores supérieurs à X décibels*), le degré voulu de confiance (95%) et une mesure des coûts sociaux (préjudice économique). Le but lui-même est mesurable et il est possible de contrôler les progrès réalisés en ce sens. Définir le but est indispensable pour la transparence du projet et favorise l'engagement de toutes les parties prenantes, lors de l'étape initiale du processus de modélisation. On peut spécifier des buts plus sophistiqués, en rapport avec les probabilités de persistance, mais il faudra des compétences beaucoup plus techniques pour les évaluer et en assurer la surveillance.

2. Identifier les données pertinentes et les insuffisances de données

La deuxième étape d'un modèle de priorisation de site est d'identifier, de compiler et d'évaluer les données pertinentes. Au cœur d'un modèle de priorisation de site/d'action, il y a les informations spatiales sur la répartition des habitats des différentes espèces, les dangers qui les menacent et les informations socio-économiques. Ce type de données est rarement disponible pour toutes les espèces et pour tous les aspects d'un problème de planification de la conservation. En cas de forte

insuffisance de données, on identifie les priorités en termes de recherches et de collecte de données. Dans certains cas, il faut organiser une collecte urgente de données avant d'entreprendre le processus de priorisation, mais il est généralement préférable de travailler avec les informations disponibles et d'appuyer les décisions sur l'expérience et les modèles des experts, quitte à les modifier un peu plus tard, après avoir reçu de nouvelles données. Dans le domaine de la conservation, il est extrêmement rare que l'ajournement de décisions, en attendant d'un complément de données, permette d'obtenir de meilleurs résultats. En conséquence, l'opinion des experts est indispensable à la plupart des processus de planification de la conservation. Il est toutefois important, pour garder la confiance du public, que l'opinion des experts soit enregistrée et utilisée de manière officielle et transparente. L'approche systématique de la modélisation des habitats de différentes espèces, des dangers qui les menacent et des informations socio-économiques est un domaine où les conseils sont rares, mais on arrive à en trouver (USFWS, 1980; Crance, 1997; Rand & Newman, 1998; Burgman *et al.*, 2001; Wintle *et al.*, 2005; Burgman 2005).

Lorsque les données nécessaires sont disponibles, il est possible de prédire la répartition des habitats de chaque espèce à l'aide de modèles statistiques (Wintle *et al.*, 2005; Elith *et al.*, 2006; et bien d'autres). En l'absence de relevés biologiques suffisants, on peut avoir recours aux avis d'experts pour définir les indices d'habitabilité (HSI) : le fait d'avoir recours à de multiples experts pour calculer les indices ne peut qu'améliorer leur robustesse et leur crédibilité. Les données de présence seule (aussi appelées données ad-hoc) qui, par nature, contiennent des données d'efforts associés, peuvent servir au développement de méthodes statistiques par des moyens variés (Elith *et al.*, 2006). Bien qu'un peu plus robustes que ceux des avis d'experts, les modèles de présence seule manquent de méthodes qui soient acceptées pour l'évaluation de leurs performances (Wintle *et al.*, 2005). Les données de présence-absence sont utilisées dans divers modèles de régression, comme les modèles linéaires généralisés (GLM) (McCullagh et Nelder, 1989) et les modèles additifs généralisés (GAM) (Hastie et Tibshirani, 1990). Bien qu'il soit rare de trouver des données de dénombrement fiables, celles-ci peuvent être employées à la construction de modèles biologiques. Pour une vue d'ensemble des méthodes statistiques utilisables pour créer des cartes d'habitat, voir Guissan & Zimmerman, 2000; Wintle *et al.*, 2005; Elith *et al.*, 2006 (voir aussi des abrégés de LaBreque; Kaschner; Cañadas; Wintle, dans le présent rapport).

Par données de menaces, on entend tous les types de données spatiales concernant des menaces anthropiques envers une espèce, telles que, entre autres : l'interpolation de champs acoustiques, les zones de navigation très fréquentées, les zones connues d'exploration sismique, les zones de future exploration sismique, et les sorties de modèles de prévision de la direction des déversements d'hydrocarbures. Les données socio-économiques comprennent des cartes sur les limites actuelles de juridiction, les ZMP existantes, des informations spatiales sur les coûts de création de ZMP et diverses autres représentations de préférences sociales sur la conservation biologiques et les activités concurrentes.

3. Synthétiser l'habitat et les données de menaces pour générer des cartes d'exposition

La troisième étape du modèle de priorisation de site est de faire la synthèse des cartes d'exposition à partir des données biologiques et des données de menaces. L'objectif principal de cette étape est d'identifier les zones où les valeurs de biodiversité se superposent aux dangers qui les menacent. Le plus simple, pour synthétiser ces données, serait d'identifier un seuil de menace (dans notre cas, les niveaux de bruit) et des seuils de valeur biologique (comme la qualité de l'habitat) pour obtenir une carte binaire des valeurs de biodiversité menacées et non menacées. En fonction de la disponibilité de données utiles, une approche plus sophistiquée pourrait produire une carte permanente de risque d'exposition, avec une équation du type :

$$exposure_{ijk} = \sum_j \sum_k [pr(biovalue)_i * pr(threat)_k],$$

où $exposure_{ijk}$ représente le niveau d'exposition à une menace donnée k de l'espèce j sur le site i . Les cartes de menaces peuvent être spécifiques à une espèce ou générales, en fonction du niveau de compréhension de la façon dont les menaces individuelles affectent certaines espèces. Si cette compréhension est suffisante, on peut assigner certains coefficients de pondération à des associations espèce/menace particulières, pour cerner les différentes magnitudes d'impact de ces associations. Toutefois, en l'absence d'une telle compréhension, on peut raisonnablement assumer que l'impact d'un type particulier de menace est le même sur toutes les espèces.

Il arrive, dans certains cas, que les planificateurs souhaitent pondérer les espèces par des critères sociaux ou scientifiques. Traditionnellement, l'effort de conservation est attribué en fonction de la menace perçue comme pesant sur l'espèce, pour que les espèces très menacées reçoivent des ressources plus immédiates et plus substantielles que les espèces moins menacées. Mais il ne s'agit là que d'une des approches parmi toutes celles auxquelles on peut avoir recours. Il est rarement admis que les méthodes actuelles de planification de la conservation donnent plus

d'importance aux espèces qui ont fait l'objet d'études approfondies, ayant permis de bien comprendre l'état de leur population et les dangers qui les menacent. Ce sont, en général, des espèces charismatiques ou d'un grand intérêt sur le plan économique, du fait de leur valeur marchande en tant que denrée ou de leur valeur touristique. Le plus souvent, l'option par défaut serait d'utiliser les mêmes coefficients (ce qui revient à ne pas les utiliser) dans le processus de cartographie de l'exposition, mais les coefficients sont faciles à mettre en œuvre si on peut convenir d'un processus cohérent pour les déterminer.

4. Générer une carte de zones d'atténuation prioritaires

La quatrième étape du modèle de priorisation de site va intégrer les cartes d'exposition de la troisième étape aux données spatiales sur les possibilités et les obstacles existants, les coûts des possibilités et toutes les autres informations spatiales sur les contraintes et les préférences pouvant être systématiquement incorporées à l'énoncé des objectifs. Au nombre des possibilités et obstacles existants, il y a les ZMP qui peuvent apporter certaines opportunités d'économie dans la mise en œuvre et une meilleure connectivité des habitats " protégés ", et il y a les obstacles sociaux et juridiques comme les zones de grande valeur pétrolière, les réglementations multilatérales ou les grandes zones récréatives.

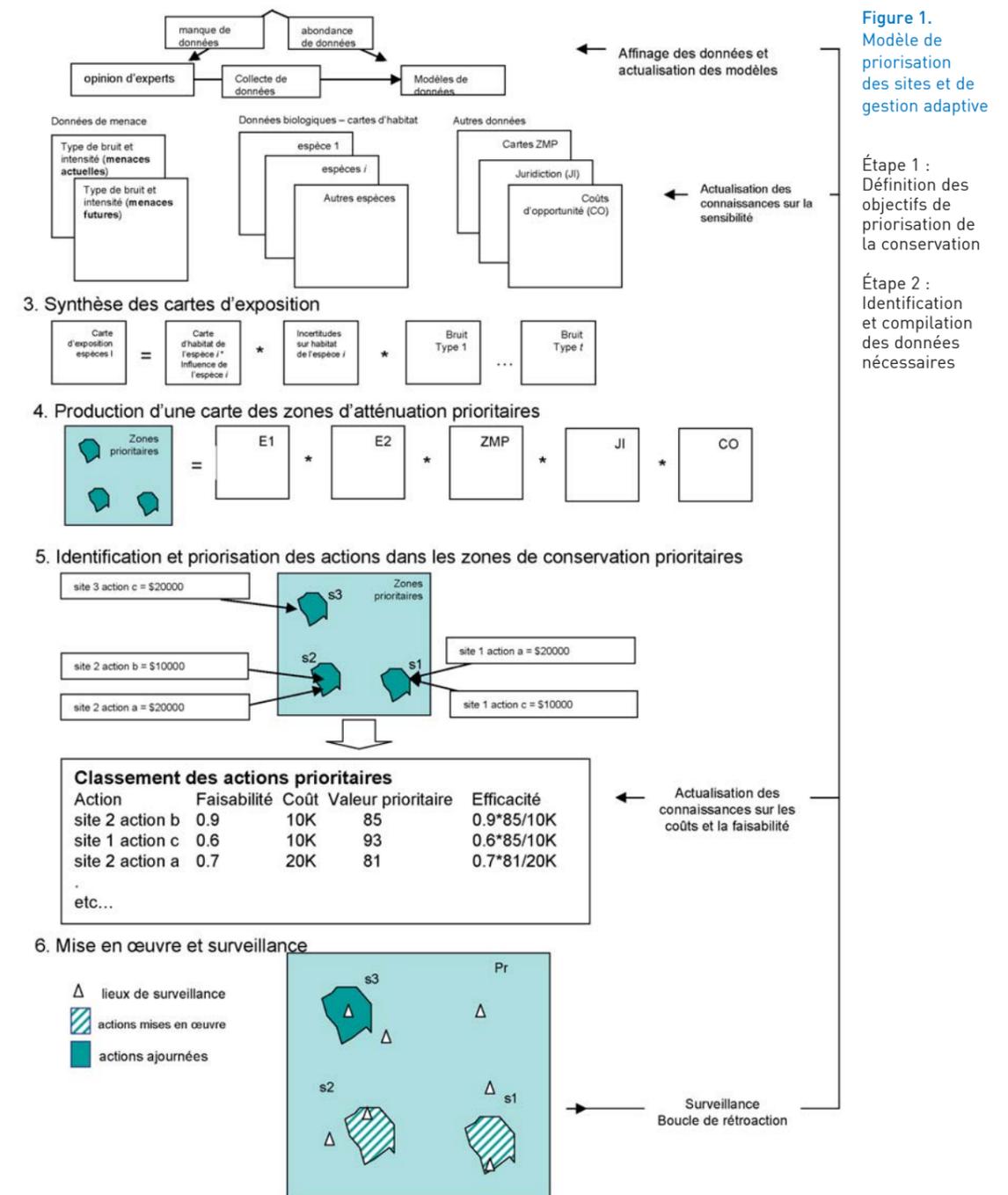
La quatrième étape est l'étape habituellement associée aux algorithmes de planification systématique de la conservation (comme MARXAN, C-Plan, ZONATION) pouvant servir à produire un aménagement " optimal " des zones potentielles de conservation. L'optimalité est traditionnellement définie comme la solution qui assure la meilleure protection possible à une espèce ou un habitat, pour un coût aussi bas que possible. Le coût peut être mesuré en termes de zone, de préjudice économique, de préjudice financier causé par le manque de protection (effondrement des stocks de poisson ou baisse de la fréquentation touristique), de rétribution de l'effort de protection (augmentation des stocks de poisson ou forte fréquentation touristique des régions avoisinantes), ou d'une association quelconque des éléments ci-dessus. Il n'est toutefois pas nécessaire d'avoir recours aux algorithmes de planification systématique de la conservation dans cette étape. On peut consulter des experts réunis en comité (méthode Delphi) pour identifier les zones prioritaires, en renonçant toutefois à l'optimalité de la conception, ce qui ne constitue pas forcément un problème dans les situations où les priorités possibles et les variables décisionnelles sont peu nombreuses. Mais des problèmes plus compliqués pourront s'avérer difficiles à mettre en œuvre par consultation d'experts.

Quelle que soit l'approche utilisée pour identifier les zones spatiales prioritaires, l'étape la plus importante et la plus difficile sera le développement d'un énoncé des objectifs (ou d'une fonction des objectifs dans les algorithmes automatisés) qui reflète correctement les préférences des parties prenantes. Il est essentiel de spécifier la fonction des objectifs, car elle détermine les types de compromis considérés comme " acceptables " dans le processus de priorisation. Supposons, par exemple, que la zone 1 est le dernier secteur de reproduction connu d'une population de mammifères marins menacée d'extinction, mais qu'elle se trouve sur un champ pétrolier potentiellement lucratif, tandis que la zone 2, de moindre valeur pétrolière, n'a qu'une valeur de conservation moyenne. Selon la spécification de la fonction des objectifs (soit une simple division de la biovaleur par le coût), il est possible que la valeur spatiale prioritaire attribuée à la zone 1 soit plus basse que celle attribuée à la zone 2. Si cette décision est considérée comme inacceptable par certaines ou par toutes les parties prenantes, c'est que la fonction des objectifs ne reflète pas correctement les véritables objectifs de l'exercice de planification et doit donc être modifiée. La spécification de la fonction d'un objectif donne une carte des sites répondant aux critères définis par la cartographie de l'habitat, la pondération de l'importance des espèces, la sensibilité des espèces aux dangers qui les menacent, les incertitudes liées aux données, ainsi que le coût social et infrastructurel de la mise en œuvre d'une ZMP.

5. Identifier et hiérarchiser les actions en faveur de zones de conservation prioritaires

Si l'on disposait d'un budget illimité pour entreprendre des actions de conservation, il n'y aurait nul besoin de hiérarchiser ces actions en fonction de leur efficacité économique, puisqu'on aurait les moyens de les mettre toutes en œuvre. Malheureusement, les budgets de conservation sont limités et il faut donc établir une priorité des actions. Les priorisations ad-hoc sont souvent synonymes de gaspillage, et conduisent à des résultats de conservation sous-optimaux et à une perte de confiance du public. Il est donc souhaitable d'adopter une approche cohérente et transparente dans l'établissement des priorités. Il existe de nombreux protocoles de priorisation (Possingham *et al.*, 2002).

Quel que soit le protocole utilisé, certains principes de priorisation s'appliquent. Les concepts de bénéfice de conservation, de faisabilité et d'efficacité économique doivent faire partie de la priorisation. Les bénéfices de conservation reflètent la valeur de conservation qui, selon les prévisions, devrait résulter de la mise en œuvre d'une action. Si l'action est préventive ou améliorative, le bénéfice se mesure en termes de pertes évitées par sa mise en œuvre. Autrement, si l'action est réparatrice, le bénéfice se mesure en termes d'augmentation de la valeur biologique



qui devrait résulter de cette réparation. On peut le mesurer en termes d'augmentation des chiffres de population (ou de baisse évitée), de changement dans la probabilité de survie d'une espèce (ou de plusieurs espèces) dans une région, ou toute autre mesure cohérente. Il vaut mieux avoir des mesures qui reflètent directement les valeurs d'intérêt (chiffres de population ou probabilités) que des indices de bénéfice arbitraires ou indirects. La faisabilité reflète la probabilité de réussite d'une action en termes de bénéfice pour la biodiversité. Il est inutile d'investir dans une action qui n'a que peu ou pas de chances de réussir. On peut favoriser les actions qui ont de fortes chances d'apporter un bénéfice quelconque, plutôt que celles qui n'ont que très peu de chance de donner de bons résultats. Finalement, parce que la conservation fonctionne sur des budgets limités, le coût d'une action implique la perte de possibilité d'investir dans d'autres actions. Les actions réalisables, à faible coût et à fort bénéfice, vont donc être favorisées par rapport aux actions à coût élevé qui n'ont que peu de chances de succès.

Il faut rendre ce compromis explicite pour permettre aux planificateurs d'explorer les compromis entre les actions en concurrence et de signaler les options non financées du fait des contraintes budgétaires existantes. Il existe un moyen très puissant de présenter un cas pour obtenir un meilleur financement. La Figure 1 montre un modèle de candidature associant bénéfice, faisabilité et coût. Mais la manière exacte dont ces variables (et d'autres, si besoin est) sont présentées ensemble doit refléter le but spécifique du plan de conservation et les préférences de toutes les parties prenantes. À ce stade, on peut aussi ajouter des coefficients pour certaines espèces.

6. Mise en œuvre et surveillance

La mise en œuvre et la surveillance sont des étapes critiques, mais souvent oubliées, de la planification de la conservation. Un nombre étonnant d'initiatives de planification ne sont jamais mises en œuvre (Knight *et al.*, 2006). Malheureusement, le contrôle des performances d'une action de conservation constitue l'exception plutôt que la règle, ce qui veut dire que la gestion adaptative n'est pratiquement jamais mise en pratique. La surveillance, ou l'intégration des données de surveillance recueillies dans le processus de prise de décision, est le chaînon manquant qui va faire de la gestion adaptative une réalité. La coordination entre les responsables et les scientifiques est indispensable pour assurer une mise en œuvre aussi bonne que possible des actions prioritaires et contrôler leur efficacité. La planification du suivi est la clé du succès de la structure de priorisation adaptative, parce que, sans elle, il est impossible d'évaluer la réussite des actions de gestion, ce qui veut dire que l'état des connaissances et donc l'efficacité de la gestion ne pourront pas être améliorés. La mise en œuvre et la surveillance doivent être intimement liées au processus de planification. Il faut considérer la surveillance comme une part intégrale de la gestion, et donc la prévoir et en établir le coût en conséquence. La planification de la surveillance doit être organisée bien avant l'étape de mise en œuvre, car on constate souvent que cette dernière a besoin d'être précédée de certains contrôles.

Autres questions

Actions non spatiales

Ce rapport traite de la priorisation spatiale des actions de conservation, en particulier l'identification des zones de RST. Toutefois, du fait des lacunes subsistant dans nos connaissances, la priorisation spatiale risque d'avoir des limitations et, dans certains cas, risque de ne pas être l'option la plus efficace. Les actions non spatiales d'atténuation et de conservation comprennent les modifications techniques ou mécaniques, la formation et le développement des capacités, les aménagements sociaux et touristiques, la surveillance communautaire (dans le cadre de la surveillance stratégique), les observateurs indépendants embarqués à bord des vaisseaux militaires, d'études sismiques et autres, ainsi que l'évaluation des efforts de dénombrement visant à vérifier l'absence de cétacés dans les zones d'impact. Il existe de nombreux autres facteurs non spatiaux importants qui ne sont pas du ressort de ce rapport.

Faire face aux incertitudes et à la pénurie de données

Les incertitudes sont souvent invoquées comme excuse à l'inaction, avec des conséquences souvent nuisibles pour l'environnement et la biodiversité (Stern, 2006). De grandes incertitudes entourent l'impact des bruits sur les cétacés, des incertitudes qui se retrouvent dans les informations sur leur répartition, ainsi que sur les schémas de propagation des sons sous l'eau. Mais l'incapacité d'agir en fonction des preuves disponibles ou de l'opinion des experts est, en soi, une décision chargée de conséquences spécifiques qui devront être mises en balance avec les coûts et bénéfices d'une action.

La structure, décrite ci-dessus et illustrée à la Figure 1, présente un exemple de gestion passive adaptative. Elle donne explicitement aux gestionnaires la possibilité d'apprendre (à partir de la surveillance), au fur et à mesure de la mise en œuvre des stratégies de conservation, que les stratégies précédemment sélectionnées étaient, en fait, sous-optimales et qu'il faut en explorer d'autres. Une exploration systématique des stratégies concurrentes, avec un plan pour apprendre comment elles fonctionnent, s'appelle gestion adaptative active. La gestion adaptative active est une approche cohérente permettant de traiter les incertitudes dans les situations où la stratégie de gestion optimale ne peut être définie avant la mise en œuvre des actions. Une approche adaptative de gestion des menaces posées par le bruit permettrait une stratégie suffisamment souple et prudente pour laisser les gestionnaires adapter leurs actions à la lumière de meilleures informations, de modifications des connaissances et de variabilité spatiale et temporelle dans la répartition des cétacés et des menaces. Toutefois, ceci représente un défi bureaucratique majeur que les décideurs devront mettre à l'étude.

L'adoption d'une structure systématique pour la priorisation de la conservation aide aussi à identifier les cas où la fiabilité des décisions est limitée par les connaissances existantes. Celles-ci peuvent, par exemple, s'avérer insuffisantes pour prendre des décisions justes ou empêcher de classer les stratégies concurrentes de manière raisonnable. La mise en œuvre d'une priorisation systématique de la conservation donne généralement lieu à une stratégie de recherche ciblée, destinée à combler les lacunes critiques des connaissances. Dans une grande mesure, l'application d'une structure systématique va précipiter la collecte de données de base, pour identifier les habitats critiques des cétacés et la présence de bruit, et encourager les vérifications sur le terrain dans les zones prédites

(par les modèles ou les experts) comme étant des habitats potentiellement précieux pour des espèces sensibles.

Le recours aux experts

La structure s'appuie sur l'opinion des experts et sur la disponibilité de données permettant l'identification des secteurs de superposition probable entre les zones où le bruit constitue un danger réel et les zones de grande importance, et l'identification des bénéfices des actions individuelles pour la biodiversité. Les processus de planning systématique sont souvent critiqués pour leur recours à des "modèles sophistiqués dont nous ne disposons pas". Cette critique n'est pas raisonnable. En fait, la planification de la conservation peut être entreprise (et elle l'est souvent) en s'appuyant uniquement sur l'avis des experts. La valeur de notre structure réside dans le fait qu'elle encourage les experts à travailler dans la transparence et dans une monnaie commune, en justifiant chacun de leurs choix et de leurs coefficients avec les preuves pertinentes. Par exemple, en l'absence de données de dénombrement systématique, il est raisonnable (et même désirable) de développer des indices de qualité de l'habitat (Burgman *et al.*, 1994) pouvant servir à développer des cartes d'habitat convenant à l'espèce considérée. Le recours aux experts de manière structurée, pour développer des cartes qui vont servir à la planification de la conservation, donne de la transparence au processus. En l'absence ou en cas d'insuffisance des données empiriques, les participants recommandent d'utiliser les connaissances des experts de manière structurée.

La structure peut être appliquée avec ou sans modèles informatiques ou algorithmes d'optimisation. En cas d'insuffisance des compétences informatiques, le processus peut être mis en œuvre avec les cartes et l'expertise disponibles. Toutefois, le fait d'entreprendre le processus de cette façon réduit forcément l'efficacité du processus en termes de biodiversité et d'économie, en particulier en cas de problème multidimensionnel occasionnant de multiples contraintes et des compromis difficilement maîtrisés par l'esprit humain. En outre, les modèles informatiques peuvent produire des résultats inattendus ou contre-intuitifs qui, par définition, ne seraient pas pris en compte dans des décisions basées uniquement sur l'opinion des experts.

Evaluation prospective de l'efficacité des stratégies de conservation

Pour plus de clarté et de simplicité, la discussion sur la structure de priorisation a délibérément évité le sujet de l'évaluation des risques et de l'analyse de viabilité des populations. L'analyse de viabilité des populations (AVP) est une forme particulière d'évaluation du risque souvent utilisée pour quantifier la probabilité de déclin d'une espèce jusqu'à une population jugée trop basse dans un délai donné. L'AVP a servi à établir des priorités d'investissements dans la conservation des espèces (IUCN, 1994), à identifier les priorités en termes de recherche (Possingham & Lindenmayer, 1994) et à classer les options de gestions (Wintle *et al.*, 2005). Il est plausible de penser qu'elle pourrait servir à déterminer les conséquences probables sur une population ou à prévoir les bénéfices pouvant résulter d'une proposition ou option de priorisation spatiale, et à comparer les options de conservation à l'option de ne rien faire (status quo). Les options sont habituellement comparées sur la base des risques relatifs d'extinction, ou de la population minimum attendue sur une période donnée dans l'avenir (McCarthy & Thompson, 2003). Lorsque des options de gestion concurrentes (y compris celle de ne rien faire, qui constitue aussi une décision) risquent d'amener l'extinction d'espèces menacées, il est raisonnable d'espérer que ceux qui ont le pouvoir de gérer ces espèces menacées vont entreprendre une évaluation des conséquences de ces actions sur les populations. Etant donné que la technologie et l'expertise nécessaires à la mise en œuvre de ce type d'évaluation existent depuis 20 ans, entreprendre une AVP pour évaluer le sort des espèces menacées apparaît comme le minimum de la diligence requise. Toutefois, il n'est pas fréquent d'avoir recours à l'AVP pour évaluer les mérites relatifs des stratégies de gestion concurrentes. Les participants recommandent d'entreprendre des efforts pour évaluer la viabilité des populations de cétacés menacées, dans le cadre d'une série de scénarios de gestion, tout en tenant compte des difficultés réelles d'appliquer les techniques d'AVP à l'évaluation des risques d'extinction de populations de cétacés du fait de la pollution sonore, seule et en association avec d'autres facteurs.

Est-ce nouveau?

La structure décrite ci-dessus présente un processus systématique, ouvert, dont les participants à l'atelier recommandent l'adoption aux gestionnaires, et aux scientifiques qui travaillent à protéger les cétacés de la pollution sonore. Néanmoins, il ne s'agit pas d'un processus complètement nouveau, mais plutôt d'une formalisation (et d'une standardisation) des efforts existants. Par exemple, les efforts réalisés pour protéger les zones de reproduction des baleines à bosse, dans la région du Banc des Abrolhos, des bruits générés par les études sismiques (voir Engel, dans ce rapport) suivent un processus similaire. C'est en songeant à ce but (étape 1) que les données disponibles sur la répartition des diverses espèces dans la zone et sur les emplacements des licences pétrolières et gazières ont été recueillies (étape 2). On a comparé les divers risques d'exposition au bruit et à des fuites d'hydrocarbure (étape 3), et des gestionnaires ont été assignés aux baleines et aux récifs coralliens (étape 4). On a obtenu ainsi une indication de la zone tampon protégée requise (étape 5), qui a été pleinement acceptée par l'Agence brésilienne de l'environnement (IBAMA) jusqu'à sa mise en œuvre (étape 6). L'annulation prononcée au moment de mettre sous presse reflète la conclusion d'un juge qui considère que la création de zones tampons doit dépendre d'un décret présidentiel ou d'une résolution du CONAMA (le Conseil brésilien de l'environnement), plutôt que d'une action de l'IBAMA ou d'un rejet de la déclaration initiale. Le juge n'a pas mentionné l'étendue de la zone tampon, ni ses limitations, comme problématiques.

Conclusions

Les ressources de conservation sont limitées, et la désignation et la gestion des zones marines protégées (ainsi que des RST) entraînent des coûts de gestion et des préjudices économiques, bien que les mesures de protection puissent être à l'origine d'avantages économiques. Le fait d'incorporer explicitement l'efficacité dans la priorisation des mesures d'atténuation réduit le préjudice économique, tout en déterminant les actions de gestion pouvant être entreprises avec les ressources disponibles. Autre avantage, l'utilisation d'un processus de priorisation systématique rend l'approche d'identification des priorités transparente et défendable. Après avoir institué un protocole systématique de priorisation, il est relativement aisé pour chaque partie prenante de tester l'efficacité relative des autres priorisations ou des stratégies d'atténuation qui ont leur faveur, et de les comparer aux politiques existantes. Les participants sont persuadés que l'adoption d'une approche systématique de la priorisation peut contribuer à identifier les priorités de manière efficace et transparente, à mettre en évidence les zones où l'insuffisance de données a le plus d'impact sur la fiabilité des décisions, et à apporter une base saine de discussion et de comparaison des stratégies de conservation en concurrence.

PRINCIPALE RECOMMANDATION

- Il est recommandé aux gestionnaires d'appliquer la structure décrite dans le présent rapport. Par exemple, pour commencer, ACCOBAMS pourrait appliquer cette structure à l'examen des options possibles pour l'établissement, en Méditerranée, d'un réseau de sanctuaires offrant une protection contre la pollution sonore.

RECOMMANDATIONS SUR LES DONNÉES

- Générer les données de base nécessaires à l'identification des habitats importants pour les cétacés et des niveaux de pollution sonore présents dans ces habitats. Étudier (sur le terrain) les zones modélisées comme susceptibles de constituer des habitats critiques pour les espèces sensibles.
- Demander aux générateurs de bruit d'utiliser des courbes de détectabilité (un graphique décrivant l'évolution de la probabilité en fonction des efforts de dénombrement) pour déterminer la durée et les circonstances des relevés de cétacés dans une zone (en particulier les espèces qui restent longtemps en plongée et les espèces cryptiques comme les baleines à bec, les baleines pygmées et les cachalots pygmées (*Kogia spp.*) afin d'obtenir des statistiques fiables sur l'occupation de cette zone et, le cas échéant, sur la densité de sa population, plutôt que de conclure à la quasi absence d'animaux, suite à un effort de dénombrement insuffisant.
- Les gestionnaires et le public doivent avoir accès aux données sur les caractéristiques des sources de bruit, la répartition spatio-temporelle de leur utilisation et les protocoles d'atténuation concernant les activités génératrices de bruit. Il faut exiger des générateurs de bruit un préavis suffisant de leur calendrier d'activités (c'est-à-dire d'un an au moins pour des activités importantes), de façon à permettre une atténuation suffisante et une évaluation scientifique des impacts (études " avant, pendant et après " ; CBI, 2006).
- Demander à des organismes experts et à des scientifiques extramurs de jouer un rôle dans les discussions entourant la délimitation des sites qui serviront à des activités génératrices de bruits anthropiques intenses.
- Les agences gouvernementales, les groupes de recherche, les industries et les promoteurs devraient permettre que soient rendus publics les commentaires sur leurs activités et sur les protocoles d'atténuation concernant les sources de bruit susceptibles d'avoir un impact sur la faune marine comme, entre autres, les sonars actifs, les études sismiques et/ou l'usage d'explosifs.
- Demander des rapports d'expert à des organismes indépendants comme les organismes de recherche locaux, les organisations de conservation et les agences environnementales.
- Il faut que les auteurs d'actions génératrices de bruit, comme les manœuvres navales avec sonar, donnent des informations complètes, en temps utile et de manière transparente, pour permettre l'analyse indépendante des corrélations potentielles entre ces actions et des événements biologiques, comme les échouages causés par les sonars actifs.
- Dans certaines zones (comme de nombreuses régions d'Asie et d'Afrique), des données empiriques existent sur la répartition, l'abondance et la structure des populations de cétacés, mais elles n'ont jamais été compilées. La compilation de ce type de données est indispensable à l'atténuation spatio-temporelle des bruits anthropiques dans ces régions et, dans les régions où ces données n'existent pas, mais où l'on s'attend à avoir des activités génératrices de bruit, il faut faire de l'étude des cétacés une priorité, sans toutefois en retarder la gestion, car l'opinion d'experts reconnus peut suppléer à l'insuffisance de données.

RECOMMANDATIONS SUR LA PRIORISATION DES ESPÈCES

- CRITÈRES DE PRIORISATION. Il est probable que tous les cétacés subissent, à un degré quelconque, l'impact des bruits anthropiques, mais les populations de certaines espèces (comme les baleines à bec) sont identifiées comme particulièrement sensibles à certaines sources de bruit (du type sonar militaire à moyenne fréquence). En outre, certaines espèces de cétacés sont fortement résidentes et présentes en petits groupes isolés (ex : dauphins de rivière, vaquitas, *Phocoena sinus*, et probablement certaines baleines à bec), ont des concentrations saisonnières pour des activités biologiquement importantes, comme l'allaitement et la reproduction (mégaptères) et/ou communiquent sur des largeurs de fréquence qui se superposent fortement aux bruits anthropiques (ex: le rorqual commun *Balaenoptera physalus*, le rorqual bleu *B. musculus*, et la marine marchande). Ces caractéristiques pourraient en faire d'excellentes candidates à la gestion spatio-temporelle. Un autre critère de priorisation à considérer doit être le statut de conservation des espèces et populations ou, en cas d'absence ou d'insuffisance de données sur le sujet, la probabilité d'une atteinte irréversible à long terme.
- Il faut consolider les données mondiales sur les échouages, ainsi que les informations sur d'éventuels événements générateurs de bruit survenus simultanément à ces échouages, à la fois pour analyser les données de répartition des espèces et pour détecter une possible corrélation entre certaines espèces et des événements acoustiques d'origine anthropique.

RECOMMANDATIONS SUR LA SURVEILLANCE POUR LA GESTION ADAPTATIVE

- La mise en place de réseaux échouages efficaces, transparents et capables d'intervenir rapidement, permettrait d'améliorer les chances de détecter des échouages et d'obtenir des échantillons récents. Il faut accorder la priorité aux zones soumises à des bruits intenses et aux endroits où ce type de réseau n'existe pas, ou a besoin d'être amélioré, comme le sud de la mer de Chine et le sanctuaire PELAGOS dans l'ouest de la Méditerranée.
- Il faut commencer une surveillance à long terme, avec une surveillance acoustique passive dans les zones connues pour être le foyer permanent d'activités acoustiques à haut risque (Asie orientale et Afrique), dans les zones de gestion spatio-temporelle pour cétacés existantes et dans les zones identifiées comme des candidates possibles à une gestion spatio-temporelle.

RECOMMANDATIONS SUR LA PRIORISATION ET LA GESTION DE L'HABITAT

Bruit de navigation

- Il faudrait que l'Organisation maritime internationale (OMI) modifie les couloirs de navigation en joignant les couloirs existants et/ou en créant de nouvelles mesures ou des limitations de vitesse pour minimiser l'exposition des cétacés sensibles au bruit et au trafic des grands vaisseaux. Cette approche a été adoptée dans la ZEE américaine (modification des dispositifs de séparation du trafic dans la Baie de Massachusetts, en relation avec la répartition de plusieurs populations de baleines à fanons du Nord-ouest Atlantique menacées d'extinction), dans la ZEE canadienne (modification des dispositifs de séparation du trafic et mesures associées, en relation avec la population de baleines franches de l'Atlantique nord, *Eubalaena glacialis*, dans la Baie de Fundy), dans le détroit de Gibraltar et la mer Alboran (modification des dispositifs de séparation du trafic et ralentissement de la vitesse, en relation avec la population de cachalots, *Physeter macrocephalus*, dans l'ouest du détroit). Il faudrait que les organismes de régulation nationaux et/ou régionaux, les scientifiques qui étudient les cétacés, des représentants du transport maritime et des organisations de conservation entament le dialogue dans les zones associant trafic intense et populations de cétacés sensibles au bruit, afin d'identifier des possibilités de modification et/ou de fusion des voies de navigation qui tiendraient compte à la fois des besoins de ces espèces (protection contre le bruit et les risques de collision) et de l'industrie du transport. Les propositions en résultant pourraient être soumises à l'approbation de l'OMI et des pays côtiers.
- En ce qui concerne le problème des bruits ambiants à basse fréquence, il faudrait que les gouvernements et les parties prenantes favorisent l'introduction, au sein de l'OMI, de technologies d'atténuation des bruits de navigation, comme celles qui ont été examinées lors du symposium international organisé en 2007 par l'Agence américaine d'étude de l'océan et de l'atmosphère (NOAA)².
- **Exploration gazière et pétrolière**
- Il faut demander aux compagnies pétrolières et gazières d'identifier leurs nouveaux sites d'exploration avant d'y engager des capitaux et de les signaler aux organismes de conservation concernés (ex : Ministères de l'environnement des pays concernés, traités

² Pour une vue d'ensemble des technologies d'assourdissement des vaisseaux, existantes et en proposition, ayant fait l'objet de discussions pendant le symposium, voir <http://www.nmfs.noaa.gov/pr/acoustics/presentations.htm>

internationaux, accords ou conventions sur la haute mer) pour permettre une évaluation programmatique portant, entre autres, sur des mesures d'atténuation spatio-temporelles. Il faut une structure de planification programmatique ; il faut que les compagnies évitent les zones qui posent des inquiétudes, en permanence ou selon la saison ; et il faut entamer une collecte de données indépendante, avec surveillance acoustique passive à long terme, dans les zones où les informations sur la répartition et l'abondance des cétacés sont limitées.

Sonar naval

- Il faut que les marines nationales s'engagent à assurer en permanence une surveillance indépendante dans toutes les zones actuelles d'exercices militaires, pour comprendre les impacts à long terme sur les populations et les individus du biote marin. Il faut aussi disposer d'informations sur les exercices militaires, si ce n'est déjà le cas, en particulier dans les zones soumises à des activités acoustiques à haut risque (ex : Asie orientale). Il faut entreprendre des mesures d'atténuation spatio-temporelles par précaution pour les activités navales à courte et longue portée, ainsi que pour l'emplacement des champs de tir.
- L'organisation du Traité de l'Atlantique Nord (OTAN) devrait rendre publiques ses directives opérationnelles sur l'atténuation des sonars actifs de forte intensité.

Accès aux données

- Il faudrait que les marines nationales, les compagnies pétrolières et gazières et les autres générateurs de bruit trouvent un équilibre entre le besoin de transparence et les questions de sécurité et/ou de concurrence. Il faudrait déterminer, par des processus formalisés, les informations et activités pouvant être mises à la disposition du public et/ou des organismes de régulation, en tenant compte de la nécessité de prendre des décisions informées sur l'atténuation. Lorsqu'il est impossible de rendre ces informations publiques, il faut établir des processus permettant un partage limité des données (ex : par des autorisations aux organismes de régulations ou aux membres du public).

Financement des recherches et de la gestion

- Il faudrait que le maintien du principe des " pollueurs seront les payeurs ", le financement du dénombrement des cétacés dans les zones qui vont être insonifiées, et l'étude des effets potentiels du bruit soient gérés et contrôlés indépendamment, pour éviter de mettre les scientifiques dans des situations de conflits d'intérêt avec leurs investisseurs qui sont aussi générateurs de bruit.
- Il faudrait que les pays et les organismes régionaux continuent à financer les sanctuaires et ZMP existants pour y maintenir les niveaux actuels de protection contre le bruit et autres impacts, pour les empêcher de devenir des sanctuaires n'existant que sur le papier et pour que les décisions qui sont les conditions d'une gestion efficace restent bien informées.

Les outils juridiques de gestion

- Il faudrait que les membres de l'OMI demandent une modification de la Convention internationale MARPOL pour la prévention de la pollution marine, pour que " l'énergie " soit ajoutée à sa définition des polluants, conformément à l'Article 1(1)(4) de la Convention des Nations Unies sur le droit de la mer (UNCLOS). Dans l'immédiat, il faudrait que l'OMI, en tant que seule organisation compétente pour réglementer le transport maritime international, examine les options possibles pour réduire l'impact des bruits de navigation sur la vie marine, par exemple en développant les directives de l'OMI sur l'identification et la désignation de zones marines particulièrement sensibles (PSSA), (Paragraphe 2.2 de la Résolution A. 982(24)), qui identifient les bruits de navigation comme des polluants marins. Il suffirait pour cela d'avoir recours aux dispositions de navigation existantes (ex : dispositifs de séparation du trafic ou zones à éviter) ou de développer de nouveaux critères d'assourdissement du bruit des bateaux. Il faudrait que l'OMI examine la possibilité d'ajouter les bruits océaniques et les collisions avec les bateaux aux points à l'ordre du jour de son Comité de protection de l'environnement marin (CPEM).
- Des accords régionaux peuvent constituer un moyen efficace d'identifier et de désigner des zones d'exclusion de bruit, à une échelle biologiquement appropriée. OSPAR (la Convention pour la protection du milieu marin de l'Atlantique du Nord-est), ACCOBAMS (l'Accord sur la conservation des cétacés de la mer Noire, de la mer Méditerranée et de la zone Atlantique adjacente), les SPA (Zones spécialement protégées), le Protocole de la Convention de Barcelone pour la protection de la mer Méditerranée et le SPAW (le Protocole relatif aux aires spécialement protégées et à la faune et la flore des Caraïbes) sont au nombre des accords existants qui devraient étendre leur compétences aux problèmes de bruit. Dans les zones qui, pour l'instant, ne disposent pas des structures juridiques nécessaires (le Sud et l'Est de l'Asie, l'Afrique), il faut demander l'établissement d'outils régionaux multilatéraux, avec des mandats exécutoires clairement définis.
- En règle générale, les bruits sous-marins devraient être expressément classifiés comme polluants (si ce n'est déjà le cas) par les pays et gérés en conséquence. Les participants ont remarqué et approuvé le fait que la proposition actuelle de Directive " stratégie pour le milieu marin " de l'UE inclut les bruits sous-marins dans sa définition de pollution. Une fois adoptée, cette Directive obligera les Etats-membres à gérer la pollution sonore dans les eaux européennes et fournira un modèle à des législations similaires hors d'Europe.

C ÉTUDES DE CAS

1. LA MÉDITERRANÉE

i. Le Sanctuaire PELAGOS

Le Sanctuaire PELAGOS est un espace maritime protégé, s'étendant sur plus de 87 500 km² au nord-ouest de la mer Méditerranée, entre le sud-est de la France, Monaco, le nord-ouest de l'Italie, le nord de la Sardaigne, autour de la Corse et de l'archipel Toscan (Figure 2). Il englobe les eaux de la mer Ligurienne et une partie des eaux de la Corse et de la mer Tyrrhénienne et comprend les eaux intérieures (15% de sa superficie) et territoriales (32%) de la France, de Monaco et de l'Italie, ainsi que les eaux avoisinantes de la haute mer (53%).

Le Sanctuaire PELAGOS contient un habitat qui répond aux besoins de reproduction et de nutrition de l'ensemble des espèces de cétacés se trouvant régulièrement en mer Méditerranée (Notarbartolo di Sciara *et al.* 2007). Les deux espèces les plus abondantes, le rorqual commun et le dauphin rayé (*Stenella coeruleoalba*), représentent plus de 80% des observations de cétacés faites pendant les croisières estivales organisées dans cette zone, de 1986 à 1989 (Notarbartolo di Sciara, 1994). L'ouest de la Méditerranée compte environ 3500 rorquals communs qui se concentrent essentiellement dans le bassin provençal-corse-ligurien pour se nourrir de krill en été (Forcada *et al.*, 1996), bien qu'il soit possible d'y observer des baleines toute l'année (Notarbartolo di Sciara *et al.*, 2003). Les dauphins rayés sont les plus abondants dans les eaux de la Méditerranée (Aguilar, 2000) ; on en compte de 20 à 30 000 dans le Sanctuaire (Forcada *et al.*, 1995) et ils représentent 60% des observations de cétacés faites de 1986 à 1989 (Notarbartolo di Sciara, 1994). Les autres espèces sont, elles aussi, des éléments habituels de la faune du sanctuaire ; il y a les odontocètes teutophages, comme le cachalot, le globicéphale noir (*Globicephala melas*) et le dauphin de Risso (*Grampus griseus*), qui fréquentent autant les eaux du large que celles du littoral (Di-Méglio *et al.*, 1999; Gordon *et al.*, 2000) ; les baleines de Cuvier (*Ziphius cavirostris*) favorisent les pentes des canyons sous-marins (Nani *et al.*, 1999) ; le dauphin commun (*Delphinus delphis*), maintenant rare et menacé, se trouve dans les zones côtières et les eaux plus profondes du sud du Sanctuaire (Bearzi *et al.*, 2003) ; enfin le grand dauphin (*Tursiops truncatus*), dont la répartition est résolument côtière, fréquente essentiellement les plates-formes entourant la Corse, le nord de la Sardaigne, l'archipel toscan et les côtes françaises (Nutti *et al.*, 2004).

L'existence du Sanctuaire PELAGOS est due à l'effort de trois pays, l'Italie, Monaco et la France. En plus d'être la première ZMP de haute mer pour les cétacés, le Sanctuaire a été inscrit en 2001 sur la liste des ASPIM (Aires spécialement protégées d'importance en Méditerranée) par la Convention de Barcelone. En tant que tel, son sort n'intéresse plus seulement les trois pays qui l'ont créé, mais tous ceux qui ont ratifié le Protocole ASP de la Convention de Barcelone (Notarbartolo di Sciara *et al.*, 2007). En outre, le développement de nouvelles industries dans ces régions nécessite une étude d'impact sur l'environnement (EIE), en plus des conditions requises par l'un ou l'autre des trois pays.

Le Secrétariat de la zone protégée se trouve à Gênes. Un plan de gestion du Sanctuaire marin PELAGOS a été développé et corrigé, mais n'a pas encore été mis en oeuvre. Il ne contient, pour l'instant, que très peu de restrictions sur la pollution sonore. Le trafic maritime est très important dans le Sanctuaire (Figure 3). Toutefois, l'Italie a proclamé, unilatéralement, qu'elle n'utiliserait pas de sonars militaires dans les limites de la ZMP.

Parce que les nombreuses espèces de cétacés, qui sont la raison de la création du sanctuaire, sont menacées par des bruits anthropiques intenses, les participants à cet atelier **recommandent** l'établissement des mesures de gestion suivantes :

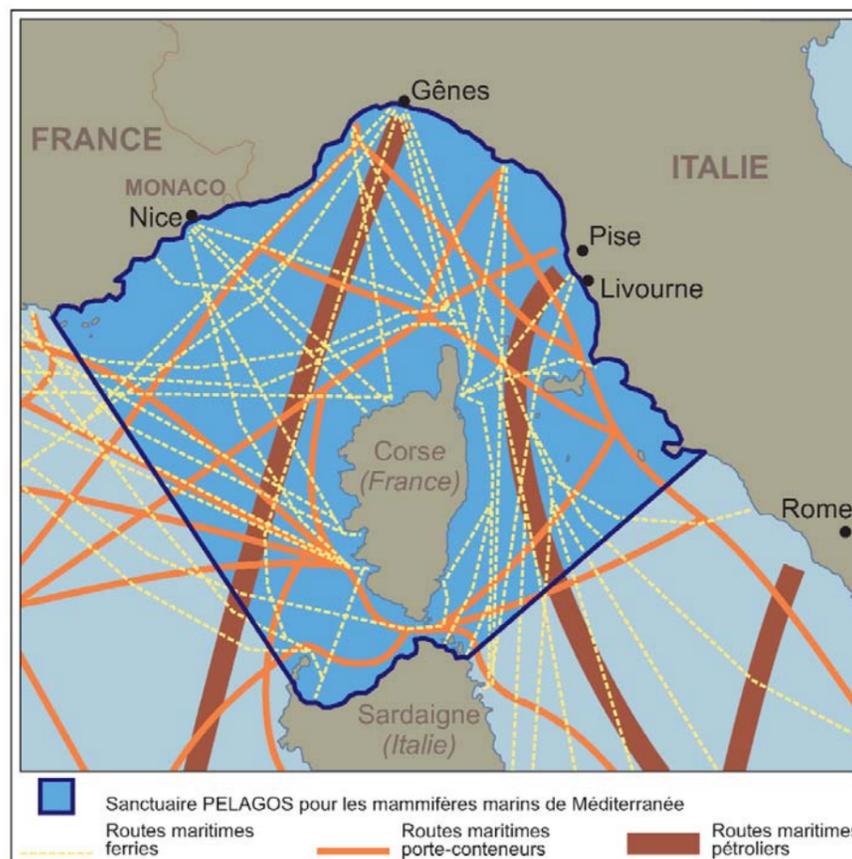
- Interdire tous les sonars militaires dans les limites du sanctuaire, pour y protéger la concentration de baleines de Cuvier.
- Interdire les études sismiques dans les limites du sanctuaire, pour protéger la concentration permanente d'espèces vulnérables. Organiser la protection autour d'habitats importants pour le rorqual commun, connu pour sa sensibilité à ce type de bruit (Clark et Gagnon, 2006), mais aussi pour les autres espèces.
- Créer une zone tampon contre les bruits sismiques, qui s'étendrait à l'Ouest, parallèlement au Sanctuaire, pour offrir une protection supplémentaire au cachalot et au dauphin rayé. Les dimensions de cette zone tampon seraient basées sur des isoplèthes estimées par modélisation (et par des mesures) de la propagation acoustique dans le milieu marin environnant, sur la répartition des rorquals et autres animaux marins et les informations sur les zones évitées par eux, ainsi que sur des réactions acoustiques documentées aux

Figure 2.
Carte du Sanctuaire
PELAGOS



Sanctuaire PELAGOS pour les mammifères marins de Méditerranée

Figure 3.
Carte du Sanctuaire
PELAGOS avec
les couloirs de
navigation



Sanctuaire PELAGOS pour les mammifères marins de Méditerranée
Routes maritimes ferries Routes maritimes porte-conteneurs Routes maritimes pétroliers

activités sismiques. En l'absence de réaction documentée aux activités sismiques d'une espèce connue pour son activité acoustique et/ou ses réactions à d'autres types de bruits, il faudrait inclure, par précaution, la protection de ces espèces dans le développement de la zone tampon.

- Collaborer avec l'OMI, les transports maritimes et les compagnies de ferry pour changer l'itinéraire d'un certain nombre de couloirs de navigation (y compris ceux des ferry, cargos et tankers), afin de les éloigner des espèces qui sont sensibles à ces sources de bruit (et qui risquent des collisions), peut-être avec une nouvelle désignation PSSA.
- Entreprendre de nouvelles recherches sur l'itinéraire des couloirs de navigation. Observer les mouvements de bateaux avec des systèmes de surveillance (VMS), tels que le Système automatique d'identification (SAI), et surveiller les autres activités sonores avec des bouées acoustiques passivement positionnées.
- Encourager le Secrétariat permanent du Sanctuaire PELAGOS à entamer le dialogue avec les compagnies de transport maritime opérant dans cette zone, pour les persuader d'employer des mécanismes d'assourdissement des vaisseaux, comme ceux examinés récemment lors d'un symposium international sponsorisé par l'Agence américaine d'étude de l'océan et de l'atmosphère (NOAA).
- Renforcer le réseau échouages actuel, en le dotant des capacités de réaliser les nécropsies jugées nécessaires pour détecter le syndrome d'embolie graisseuse et gazeuse, les lésions dues à des collisions avec des bateaux, etc. (ainsi que des activités de formation et l'établissement d'une banque de tissus).

ii. Proposition de ZMP dans la mer d'Alboran

Les participants ont remarqué que la zone de la mer d'Alboran et du détroit de Gibraltar offrait la plus grande diversité de cétacés de la Méditerranée, avec des populations permanentes de grands dauphins, dauphins communs, dauphins rayés et dauphins de Risso, rorquals, cachalots, globicéphales noirs, épaulards (*Orcinus orca*) et baleines de Cuvier (Cañadas *et al.*, 2002). Le Comité scientifique d'ACCOBAMS a récemment proposé aux parties d'ACCOBAMS de créer, dans la zone de la mer d'Alboran et du détroit de Gibraltar, une ZMP qui fait actuellement l'objet des prémisses d'une étude de l'Espagne et du Maroc pour " la création d'un plan de gestion commun qui assurerait la conservation de sa biodiversité et une priorisation durable " ; l'Algérie pourrait se joindre à eux dans l'avenir. Les participants ont admis que les limites proposées par le Comité scientifique d'ACCOBAMS pour la mer d'Alboran étaient présentement suffisantes pour offrir une protection contre les sonars à moyenne fréquence et les études sismiques dans les zones présentant une forte probabilité de présence d'espèces sensibles. Les participants ont examiné plusieurs problèmes de pollution sonore affectant les populations de cétacés de la mer d'Alboran. Le groupe s'est inquiété plus particulièrement des manœuvres militaires (avec explosions pyrotechniques et sonars) dans la région, en relation avec les échouages de plusieurs baleines de Cuvier en janvier 2006 (Fernández, 2006).

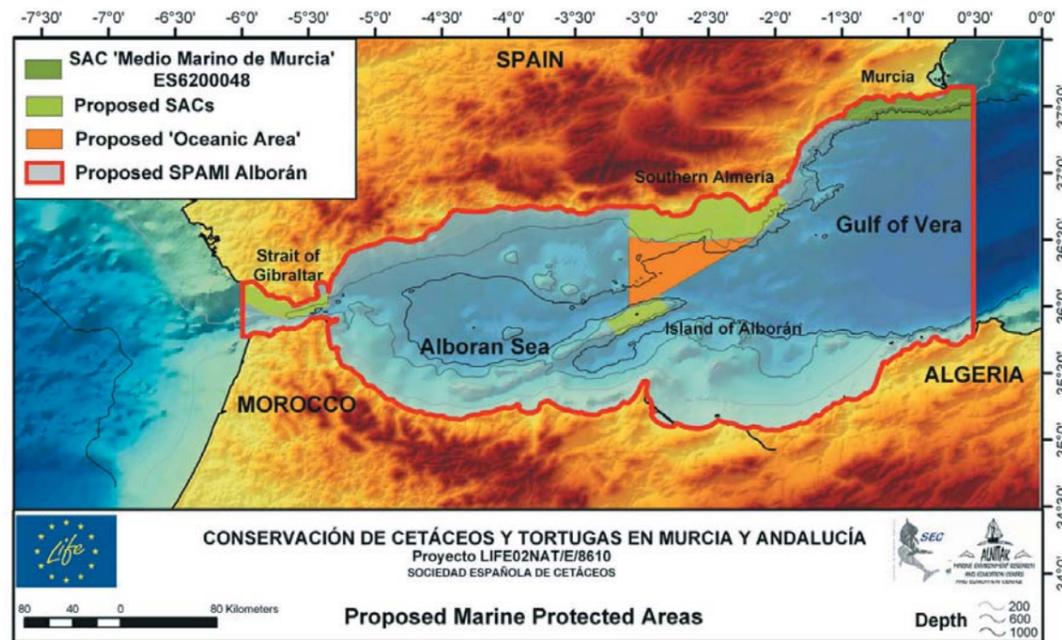
Les **recommandations** suivantes sont donc impératives :

- Etant donné les connaissances disponibles sur la forte densité de cétacés dans le détroit de Gibraltar, les participants recommandent aux forces navales de réduire l'utilisation de sonars dans le détroit de Gibraltar et d'éviter toute utilisation de sonars dans la mer d'Alboran, où un habitat important de baleines de Cuvier a été identifié.
- Éviter les études sismiques dans toute la zone jusqu'à la mise en place par les gouvernements de réglementations ou de directives d'atténuation.
- Avant d'établir des couloirs de navigation, effectuer des recherches pour définir le meilleur itinéraire, de façon à minimiser l'exposition des cétacés sensibles aux bruits de forte intensité générés par le trafic maritime.
- Encourager le Secrétariat du Sanctuaire PELAGOS à entamer le dialogue avec les compagnies de transport maritime opérant dans cette zone, pour les persuader d'employer des mécanismes d'assourdissement des bateaux.
- Demander instamment à la Commission européenne de désigner la partie nord-est de la mer d'Alboran comme une ZSC, dans le cadre de la Directive habitats et espèces de l'UE, et d'exercer ses fonctions de surveillance et de police pour garantir la mise en

œuvre par l'Espagne de la ZSC proposée et le respect par tous les Etats-membres de leurs obligations, de façon à éviter toute perturbation délibérée des cétacés dans cette zone (Directive Habitats et espèces de l'UE, Article 12; voir Cañadas *et al.*, 2005).

- Créer un réseau échouage sur la côte nord-africaine et améliorer celui de la côte espagnole, en le dotant de capacités lui permettant de réaliser les nécropsies jugées nécessaires (en plus d'activités de formation et de l'établissement d'une banque de tissus).

Figure 4. Proposition de ZMP dans la mer d'Alboran



iii. Proposition de ZMP dans la fosse hellénique

Les participants se sont félicités de la proposition faite par ACCOBAMS d'une ZMP couvrant le sud-ouest de la Crète et la fosse hellénique, pour protéger les populations de cachalots et de baleines de Cuvier dans l'est de la Méditerranée. Cette proposition porte essentiellement sur les eaux territoriales de la Grèce (qui fait partie de l'Accord ACCOBAMS) et s'étend au large dans les eaux internationales.

En 2002, suite à une proposition du Comité scientifique d'ACCOBAMS, les parties d'ACCOBAMS ont adopté l'idée d'une ZMP pilote au sud-ouest de la Crète et dans la fosse hellénique. Cette ZMP n'est pas encore désignée, mais le Comité scientifique a réaffirmé l'urgence de sa création lors d'un atelier ZMP d'une journée organisé en novembre 2006 et, début 2007, il en a défini plus précisément les limites (Figure 5).

Reconnaissant :

1. Que les cachalots sont particulièrement sensibles au bruit, directement et indirectement (collisions) et que la population méditerranéenne de cette espèce est probablement très réduite et a souffert la perte d'un nombre important d'individus (à cause des filets dérivants et des collisions) au cours des dernières décennies ;
2. Qu'en 2006, une réunion d'experts IUCN-ACCOBAMS a officiellement proposé l'établissement d'une liste rouge définissant le cachalot méditerranéen comme une espèce menacée ;
3. Que les baleines de Cuvier ont été victimes d'échouages en masse, causés par des essais de sonar en Méditerranée orientale, et que cette espèce est connue pour sa sensibilité aux sonars et autres sources de bruit ; et que
4. Que les cachalots et les baleines de Cuvier vivant dans la fosse hellénique sont soumis à un niveau important de pollution sonore en provenance du transport maritime, des sonars militaires, de la pêche illégale à la dynamite et des sondages sismiques toujours plus nombreux.

Les participants à cet atelier **recommandent** :

- La cessation immédiate de toutes les activités de sonar militaire et de sondage sismique dans cette zone, ainsi que l'introduction de restrictions pour les vaisseaux qui la traversent, en attendant la mise en place de zones de protection contre le bruit, de mesures d'atténuation et de réglementation des couloirs de navigation, dans le cadre de la structure d'une ZMP.
- L'application des réglementations par les autorités grecques, en vue de faire cesser toutes les activités illégales liées à la pêche à la dynamite le long de la fosse hellénique (et dans toutes les eaux grecques).
- La désignation par la Grèce d'une ZMP au sud-est de la Crète et dans la fosse hellénique, avec un plan de gestion complémentaire pour la sauvegarde des espèces et de l'écosystème.
- L'établissement de couloirs de navigation après que des recherches aient été effectuées pour définir le meilleur itinéraire, de façon à minimiser l'exposition des espèces de cétacés, comme celles qui plongent en eau profonde, sensibles aux bruits de forte intensité générés par le trafic maritime.
- La création d'un réseau échouage tout le long de la fosse hellénique et de la côte grecque, qui aurait les capacités nécessaires pour réaliser des nécropsies.

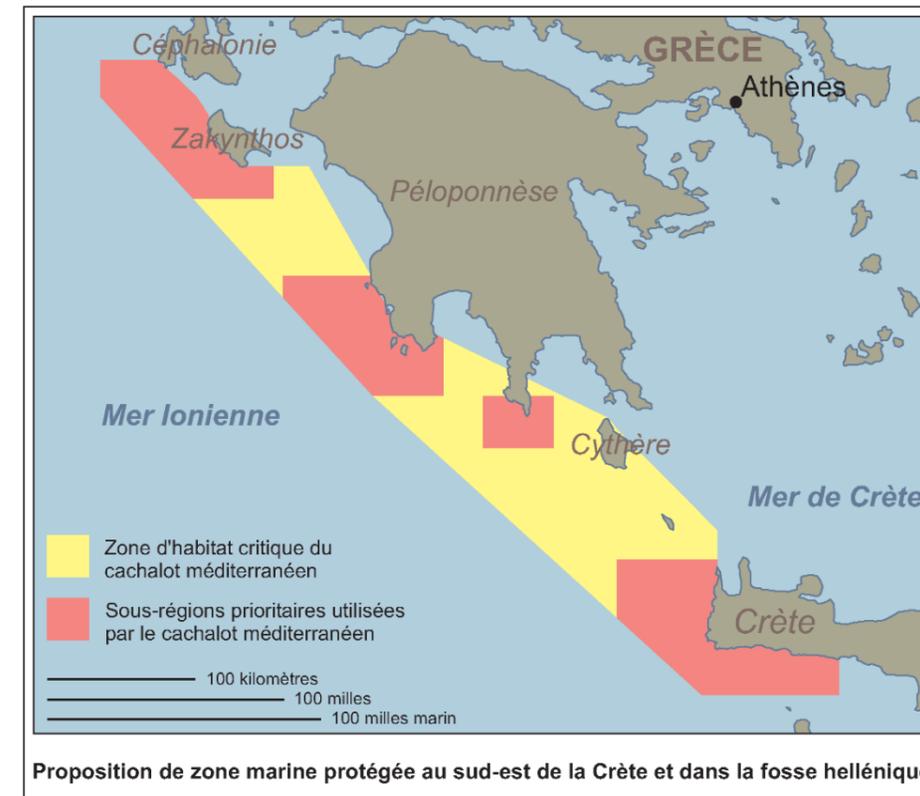


Figure 5. Proposition de ZMP au sud-ouest de la Crète et dans la fosse hellénique

2. LE SUD ET L'EST DE L'ASIE

i. La Baie du Bengale

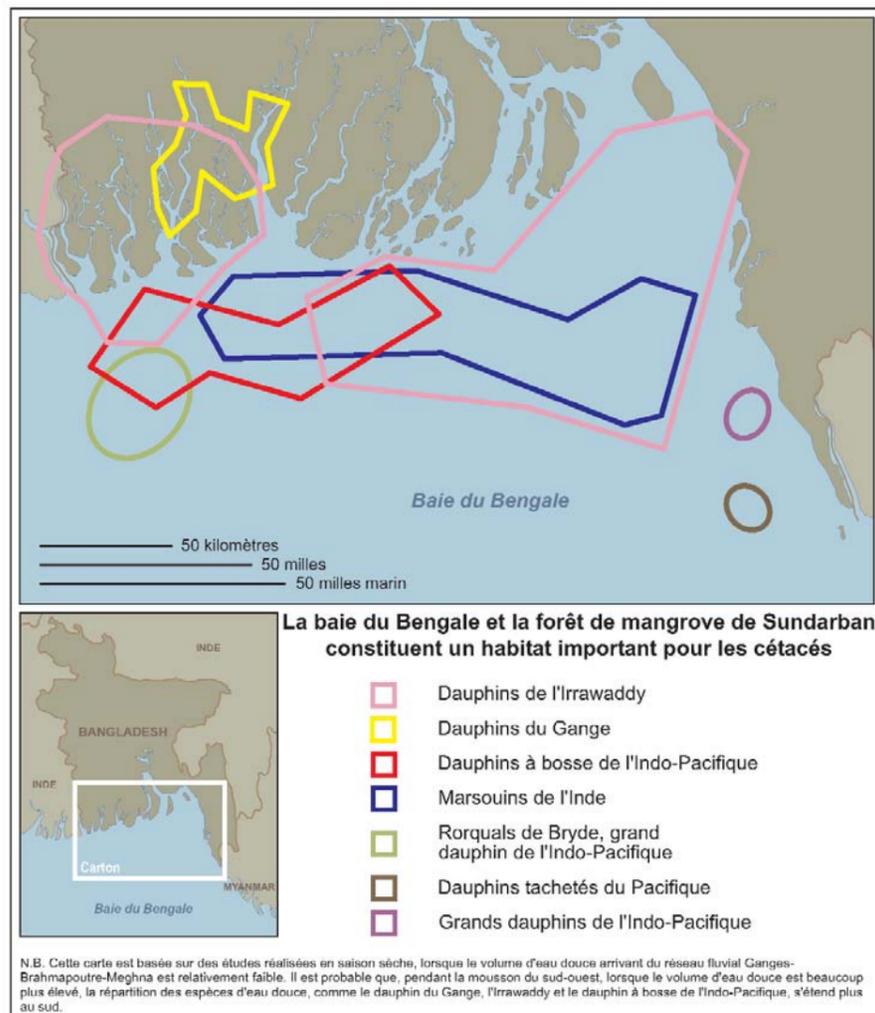
Au Bangladesh, dans le nord de la baie du Bengale, une ceinture de 120 km de large de forêt de mangrove, d'estuaires et de canyons de grande profondeur a été identifiée pour la diversité et l'abondance de ses cétacés, car elle abrite plusieurs populations importantes d'espèces menacées (Figure 6). Dans la partie nord de cette ceinture, les cours d'eaux de la forêt de mangrove des Sundarbans contiennent l'habitat le plus en aval de l'espèce menacée des dauphins du Gange (*Platanista gangetica*). Dans une bande géographique généralement étroite de cet habitat, on trouve

aussi la répartition la plus en amont d'une population saisonnière de dauphins de l'Irrawaddy (*Orcaella brevirostris*). Plus au large, mais toujours dans un habitat où se déversent des eaux douces, on trouve des sotalies de Chine (*Sousa chinensis*) et des marsouins de l'Inde (*Neophocaena phocaenoides*). Enfin, à relativement courte distance de la forêt de mangrove, se trouve un canyon de plus de 900 mètres de profondeur, où les courants ascendants abritent de larges groupes de grands dauphins de l'océan Indien (*Tursiops aduncus*), de dauphins à long bec (*Stenella longirostris*) et de dauphins tacheté du Pacifique (*S. attenuata*), ainsi qu'une population probablement résidente de rorquals de Bryde (*Balaenoptera edeni/brydei*).

La diversité des cétacés occupant cette zone relativement petite est remarquable, et des estimations rigoureuses d'abondance de dauphins du Gange, de l'Irrawaddy et de l'océan Indien, ainsi que de marsouins de l'Inde, indiquent que ces espèces comptent encore de vastes populations. Toutefois, l'optimisme concernant la capacité de survie à long terme de cétacés dans ces eaux est tempéré par les menaces grandissantes présentées par les filets maillants et la pêche au chalut, ainsi que par la perte et la dégradation des habitats, dues aux activités et aménagements industriels et commerciaux.

Bien que relativement calmes, surtout par rapport aux autres régions d'Asie (comme le détroit de Taiwan), ces eaux constituent un milieu dangereusement bruyant pour les cétacés, avec une forte hausse du trafic maritime commercial, la construction de nouveaux ports et les activités d'exploration pétrolière au large. L'effort du Bangladesh, qui a réalisé le danger des captures accidentelles et de la pollution sonore, pourrait en faire un refuge pour les cétacés d'eau douce et ceux de la côte, dont les populations disparaissent dans le reste de l'Asie et permettrait de l'utiliser comme "témoin" pour des comparaisons avec des zones où les mêmes espèces fréquentent des eaux beaucoup plus bruyantes.

Figure 6. Important habitat de cétacés dans la Baie du Bengale



Les participants à l'atelier ont donc fait les **recommandations** suivantes :

- Dans certaines régions (comme en Asie), des données empiriques sur certaines espèces et leur écologies sont systématiquement recueillies, mais ne sont pas compilées pour identifier les habitats de cétacés, à des fins de gestion du bruit. Ces régions sont souvent des endroits où les sources de bruit envahissent tout, sans que la moindre action soit envisagée pour protéger les cétacés (comme dans le sud de la mer de Chine), ou bien des endroits où les eaux sont encore relativement calmes, mais où les projets de développement font craindre une future pollution sonore qui, ajoutée aux autres dangers qui menacent les cétacés, comme les prises accidentelles ou délibérées et la diminution des proies aggravée par la surpêche, pourrait faire pencher la balance vers une extinction de ces espèces ou de ces populations. Dans ces régions, il faut donner la priorité à la compilation des données existantes sur l'abondance et la répartition des cétacés, leur écologie et la structure de leurs populations, pour éviter d'exclure des habitats biologiquement importants des prises de décision concernant la gestion spatio-temporelle du bruit. Cet exercice amènera aussi une meilleure compréhension des lacunes à combler en priorité, en termes d'efforts de dénombrement sur le terrain.
- Dans les zones identifiées comme prioritaires pour la gestion du bruit, il faut engager une plus grande variété de scientifiques et de responsables des ressources pour collecter et analyser les données nécessaires à des décisions axées sur la recherche et pour contrôler l'efficacité de ces décisions. Cette recommandation s'applique particulièrement à l'Asie où le problème du bruit est pratiquement ignoré des scientifiques (bien que le continent asiatique soit celui qui abrite le plus grand nombre d'espèces de cétacés menacés) et où les gouvernements hésiteront à s'en préoccuper sans le soutien et l'engagement des autorités locales.

ii. Les eaux d'Asie orientale

L'Asie Orientale compte quelques-uns des plus grands ports et des plus vastes aménagements côtiers du monde, avec des activités d'exploration et d'extraction pétrolières et minières en augmentation rapide, sans parler de la pêche à l'explosif qui se poursuit dans de nombreuses régions. En outre, l'accroissement des tensions politiques a conduit à une intensification des activités militaires (par les États-Unis, Taiwan, la Chine, le Japon, la Corée et les Philippines) dans les eaux de cette région. Des sonars puissants (sonars actifs à fréquence intermédiaire, sonars actifs à basse fréquence), qui ont été associés à des décès de cétacés dans d'autres régions du monde, sont couramment utilisés dans les eaux d'Asie orientale. On manque toutefois de connaissances sur la répartition et l'abondance des cétacés, ainsi que sur les niveaux, la répartition et l'usage spatio-temporel des sources de bruit. L'examen d'un nombre limité de carcasses, faisant suite à des échouages inhabituels à Taiwan, en 2004 et 2005, a révélé de graves lésions internes des organes de plongée et de réception acoustique (Wang et Yang, 2006).

La Figure 7 montre les habitats de cétacés connus et les ZMP d'Asie orientale. De nos jours, les cétacés n'y sont que peu, ou pas, protégés du bruit (ni de bien d'autres dangers) et ce dernier, en tant que menace pour les cétacés, n'est pas l'objet de beaucoup d'attention ou d'une grande sensibilisation. Les bruits en provenance des sonars militaires et autres sources ne vont probablement pas diminuer dans un avenir proche. Il faut pourtant que des aires de conservation et de densités relativement élevées d'espèces sensibles soient identifiées, pour pouvoir gérer la pollution sonore et minimiser l'exposition des espèces et populations des habitats importants.

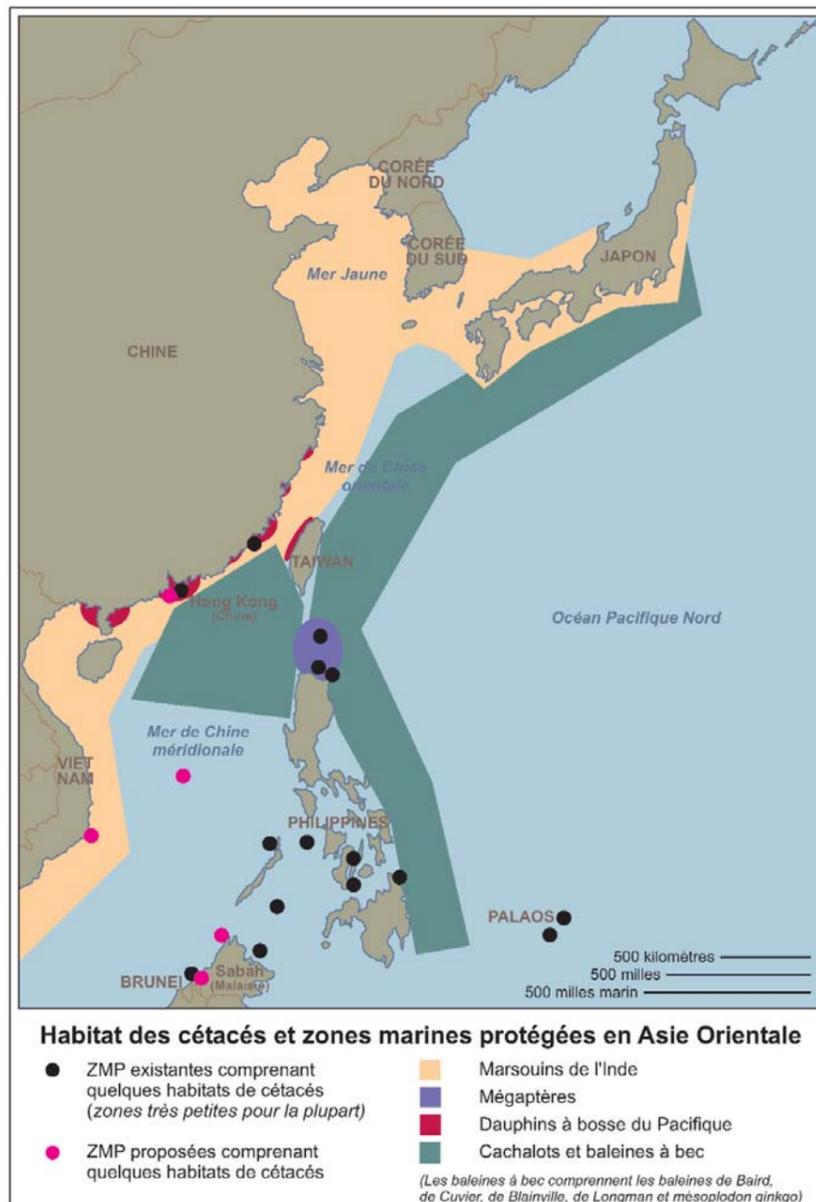
Ce qui suit constitue une première tentative d'identification des travaux de recherches à effectuer, pour combler les importantes lacunes des informations dont nous disposons sur cette région à haut risque. Le nord de la mer de Chine, ainsi que le plateau continental et les eaux adjacentes, du Japon aux Philippines, en passant par Taiwan, font partie des zones qui posent le plus d'inquiétudes (tout en reconnaissant que l'identification de cette région particulière n'indique pas que les problèmes de bruit n'affectent pas les cétacés dans d'autres régions, mais les discussions se sont limitées à celles-ci). Outre l'application des principales recommandations de cet atelier concernant cette région, les participants **recommandent** :

- D'entreprendre des recherches permettant de comprendre l'impact des bruits sur les sotalies de Chine, les marsouins de l'Inde et autres espèces qui sont sujet de préoccupations, y compris celles qui plongent à de grandes profondeurs, comme les baleines à bec, le cachalot et le cachalot pygmée (*Kogia spp*), le mégaptère (dans leurs eaux de mise bas et d'hibernation et sur les couloirs de migration), le rorqual de Bryde, le

grand dauphin de l'océan Indien et le globicephale tropical (*Globicephala macrorhynchus*), et la répartition de ces mammifères marins dans toute la région. Ils recommandent d'entreprendre une surveillance visuelle et acoustique à grande échelle.

- Que la planification des activités militaires tienne compte de certains aspects saisonniers (effets de la météo et de la visibilité sur l'atténuation et la surveillance, comme les vents de mousson d'hiver pendant la saison des typhons) pouvant affecter les eaux où les mégaptères mettent bas au nord des Philippines, ainsi que les autres éventuelles régions d'hibernation des mysticètes.
- Que des efforts soient faits pour préserver les carcasses entières de cétacés échoués (en particulier les espèces plongeant en eau profonde et les espèces océaniques) et les faire examiner par des scientifiques expérimentés, et pour travailler en collaboration avec les experts internationaux des pathologies affectant les cétacés.
- Que tous les échouages soient étudiés en relation avec les activités militaires récentes ou autres activités émettant une énergie intense (exercices de tir, études sismiques) dans les eaux locales ou avoisinantes.

Figure 7.
Habitat des cétacés et
ZMP en Asie Orientale



EXTRAITS DES PRESENTATIONS FAITES PENDANT L'ATELIER

1^{ère} session. Le rôle des ZMP en tant que mécanisme de protection de la vie marine contre les effets de la pollution sonore

- I. ZMP mondiales - Tundi Agardy
- II. Les ZMP et les cétacés : Le rôle des ZMP en tant que mécanisme de protection de la vie marine contre l'insonification - Erich Hoyt
- III. Le Banc des Abrolhos : Le rôle des ZMP dans la protection de la plus importante zone de reproduction des mégaptères du Sud-Ouest Atlantique - Marcia Engel
- IV. Le Sanctuaire marin Gerry E. Studds du banc de Stellwagen en tant que modèle de gestion et de caractérisation de l'environnement acoustique marin - Leila Hatch
- V. Le moratoire naval des Iles Canaries - Natacha Aguilar de Soto et Vidal Martín

I. Les zones marines protégées dans le monde

Tundi Agardy

Il existe actuellement dans le monde plusieurs milliers de zones marines protégées (ZMP), d'importance et d'étendue très diverses, depuis les petites réserves halieutiques jusqu'aux vastes zones à usages multiples. La plus vaste ZMP existant à ce jour est le nouveau Sanctuaire du Nord-Ouest des îles Hawaï, qui sera probablement un jour divisé en zones d'usages permmissibles. Une revue des zones protégées existantes, alliée à des explorations théoriques de modèles de ZMP, suggère que seuls quelques types de ZMP pourraient servir de modèles à de nouveaux sanctuaires silencieux pour les cétacés. Etant donné l'étendue du home range de certaines espèces de cétacés et du fait que certaines catégories de bruit se propagent sous l'eau à des distances extrêmement longues, les petites réserves risquent de s'avérer inutiles.

La plupart des réserves halieutiques qui sont interdites d'exploitation ou même d'accès nous donnent des leçons très utiles, du fait de la simplicité de leurs restrictions, mais ces réserves sont minuscules et ne peuvent donc pas démontrer les principes qui seraient étudiés par les mammalogistes marins pour la création de sanctuaires moins bruyants. En même temps, les grandes ZMP à usages multiples, comme celles du Nord-Ouest des îles Hawaï, de la Grande barrière de corail et du Sanctuaire marin des Florida Keys sont probablement trop complexes pour démontrer les principes génériques d'un modèle de sanctuaire silencieux pour les cétacés. Les meilleurs modèles sont sans doute les zones maritimes particulièrement sensibles (Particularly Sensitive Sea Areas - PSSA) créées par l'OMI, grâce auxquelles de vastes zones sont considérées suffisamment importantes et sensibles pour y interdire la navigation de bateaux dépassant un certain tonnage. Du fait de la sensibilité apparente de certaines espèces de cétacés aux systèmes LOFAR et SONAR, des sanctuaires de ce type devront chercher les moyens de restreindre non seulement la navigation des navires marchands ou à passagers, mais surtout celles des bâtiments militaires qui utilisent ou qui testent des armes et des systèmes de surveillance acoustiques.

Il faudrait établir les zones protégées du bruit non seulement aux endroits connus comme étant des habitats critiques d'espèces sensibles ou vulnérables de cétacés, mais là où existent des possibilités de contrôler les nombreuses sources potentielles de bruits dangereux pour les cétacés. Sans vouloir laisser les considérations de faisabilité dicter la conception et le choix d'emplacement des ZMP, il est indéniable qu'elles joueront un rôle important dans le choix de quelques ZMP pilotes qui serviront à démontrer que l'outil ZMP peut vraiment contribuer à réduire les risques menaçant les cétacés.

II. Les ZMP et les cétacés : Le rôle des ZMP en tant que mécanisme de protection de la vie marine contre l'insonification

Erich Hoyt

Dans la mesure où elles aident à étudier et à gérer les dangers menaçant les cétacés, les zones marines protégées (ZMP) peuvent constituer des outils précieux pour leur conservation. Leur utilité serait encore plus grande si elles pouvaient contribuer à réduire l'insonification des cétacés par divers sons impulsionnels de forte intensité, ainsi que par l'augmentation du bruit ambiant dû aux activités humaines dans l'océan. Il existe, à présent, plus de 350 ZMP dans le monde protégeant l'habitat de cétacés (Hoyt 2005). 175 zones supplémentaires ont été proposées. Et pourtant, il n'existe pas beaucoup qui assurent une véritable protection contre l'insonification, comme le trafic maritime, les sonars ou les explorations sismiques, bien que les contrôles existants dans certaines zones au niveau des explorations pétrolières et gazières, ou d'autres activités, soient susceptibles

de réduire cette insonification. La stipulation anti-bruit la plus répandue dans ce domaine se trouve dans les réglementations sur l'écotourisme baleinier ou whale-watching (Carlson 2005).

Cependant, même s'il existait des réglementations pour réduire l'insonification, les ZMP actuelles sont-elles assez vastes pour protéger les cétacés du bruit ? L'étendue de ZMP nécessaire dépend de la sensibilité de l'espèce, du lieu (bathymétrie et topographie des fonds) et de l'origine des bruits (dB, directionnalité, durée et fréquence de répétition). Mais on peut dire, en termes généraux, qu'il serait possible d'arriver à réduire l'insonification en interdisant les sons intenses de fréquence moyenne de plus de 200 dB dans des zones s'étendant sur plusieurs dizaines de kilomètres autour des habitats critiques (ce qui veut dire qu'une zone de 1 000 km² serait en fait proche de 10 000 km²). Par contre, pour protéger les animaux des sons forts de basse fréquence de plus de 200 dB, il faudrait sans doute envisager des distances de centaines, voire de milliers de kilomètres (soit des zones d'environ un million de km² ou plus).

La superficie exacte de la zone de protection marine est connue pour 225 des 350 ZMP protégeant des habitats de cétacés. A présent, seules 64 d'entre elles ont une superficie de 1000 km² ou plus. 44 ZMP ont une superficie de 1000 à 9 999 km² ; 14 ont une superficie de 10 000 à 99 999 km² et seulement 6 ont une superficie de 100 000 à 350 000 km². (71 autres ZMP sont dans la catégorie de 100 à 999 km² et pourraient offrir une certaine protection contre les moyennes fréquences si on les dotait des zones périphériques avec un niveau de bruit réduit. De nos jours, il n'existe aucune zone capable d'offrir une protection contre les bruits intenses à basse fréquence, à moins de convertir les sanctuaires nationaux et internationaux en zones d'insonification réduite ou de bruit faible. Les 20 sanctuaires nationaux des ZEE ont une superficie comprise entre 120 000 et 16 millions de km², avec une majorité autour du million de km². Les sanctuaires nationaux n'offrent qu'une protection minimale aux cétacés (en dehors de la chasse) et ne disposent d'aucun plan de gestion spécifique, mais les pays sont responsables de la gestion de leurs ressources au sein de leur ZEE. Deux sanctuaires internationaux (le Sanctuaire de l'Océan Austral avec 50 millions de km² et le Sanctuaire de l'Océan Indien avec 103,6 millions de km², tout deux désignés par la Commission baleinière internationale [IWC]) pourraient offrir un certain potentiel, mais il serait sans doute plus productif de travailler avec des zones comme l'Eastern Tropical Pacific Seascape (2,1 millions de km²) en Amérique Latine ou avec ACCOBAMS (Accord sur la conservation des cétacés de la mer Noire, de la mer Méditerranée et de la zone atlantique adjacente) et le Sanctuaire PÉLAGOS pour les mammifères marins de la Méditerranée (87 492 km²).

Pour instaurer des dispositions en vue de réduire l'insonification des zones d'habitat critique des cétacés, il faut examiner des plans de gestion pour chacune des 350 ZMP concernées (ainsi que pour les 175 autres actuellement en cours de proposition), afin de déterminer la situation actuelle en termes de dispositions anti-bruit et de savoir à quel moment le plan de gestion sera préparé ou révisé. Est-il possible de désigner ou de créer de nouvelles zones de bruit atténué autour des ZMP existantes ? Un travail plus poussé, lors de la création des ZMP, qui songerait dès le départ à l'atténuation du niveau de bruit et à la réduction de l'insonification pourrait s'avérer très productif.

III. Le Banc des Abrolhos : Le rôle des ZMP dans la protection de la plus importante zone de reproduction des mégaptères du Sud-Ouest Atlantique

Marcia H. Engel

Le Banc des Abrolhos (56 000 km²), qui est une avancée du plateau continental brésilien, est le plus grand et le plus riche récif corallien de l'Atlantique Sud. Environ 9% de sa superficie se trouve en zone marine protégée (ZMP). La première ZMP créée au Brésil, le parc national marin des Abrolhos, se trouve dans cette région et protège un récif de corail endémique très riche. Les mégaptères (*Megaptera novaeangliae*) se rassemblent près du Banc des Abrolhos au printemps et en hiver pour se reproduire et mettre bas. Depuis 2001, l'Instituto Baleia Jubarte et le Humpback Whale Institute - Brésil ont entrepris des enquêtes par photographies aériennes et des croisières de recherches pour évaluer l'importance de leur population et la répartition des espèces le long des côtes des états de Bahia et d'Espirito Santo. Ces études ont démontré l'importance du Banc des Abrolhos en tant que principal lieu de reproduction et de mise bas des mégaptères dans l'Atlantique Sud, regroupant 84% des individus.

En 2003, du fait des incertitudes liées aux impacts négatifs sur les cétacés des activités sismiques d'exploration pétrolière et du fait de l'importance de la zone sur le cycle de reproduction des mégaptères brésiliens, une proposition - basée sur le " principe de précaution " - d'interdiction des sondages sismiques pendant la saison de reproduction des mégaptères, de juillet à novembre, a été soumise à l'Agence brésilienne de l'environnement (IBAMA). L'IBAMA a accepté d'incorporer cette directive à son " Guide d'attribution des permis d'activités pétrolières sur la côte brésilienne " et cette restriction est actuellement en vigueur. Cette discussion s'est étendue à d'autres aires de concentration d'espèces menacées de mammifères marins (*Pontoporia blainvillei*, *Eubalaena australis*, *Balaenoptera edeni* et *Trichechus manatus*) et à cinq espèces de tortues marines vivant le

long de la côte brésilienne. Le résultat de cette discussion est la publication d'un nouvel édit très favorable à la conservation.

Egalement en 2003, une grande partie du banc des Abrolhos et du banc Royal Charlotte devait faire l'objet d'une mise aux enchères internationales par l'Autorité nationale pétrolière (ANP) pour la concession de blocs d'exploration et d'exploitation pétrolières. A la suite de discussions avec Conservation Internationale au Brésil et ses partenaires, une évaluation de l'impact a été réalisée sur le développement de normes applicables aux activités pétrolières dans le banc des Abrolhos, dont la biodiversité est une des plus vulnérables et des plus riches de la côte brésilienne. Avec l'appui de données scientifiques, la CI du Brésil, l'Instituto Baleia Jubarte (l'Institut de recherches sur les mégaptères du Brésil), la Fondation de protection des forêts atlantique (Fundação SOS Mata Atlântica), la Fondation Corallus, le groupe d'étude NEMA sur la gestion de l'environnement (Núcleo de Estudos e Monitoramento Ambiental) et la Fondation Birdlife, avec la coordination du Parc national marin des Abrolhos, ont proposé au Gouvernement brésilien d'exclure ces bancs des enchères. Le lancement d'une campagne publique a permis d'étendre les discussions à la communauté scientifique et au grand public avec pour résultat l'exclusion de la plus grande partie de la zone proposée des enchères. A la suite de discussions avec l'IBAMA, basées sur les données techniques des ONG, l'ANP a évité de remettre cette zone aux enchères en 2004 et en 2005. Ces discussions ont aussi permis la création, en 2006, de la zone tampon du Parc national marin des Abrolhos, qui joue un rôle capital, en empêchant les explorations et exploitations pétrolières dans la région et en protégeant cette zone sensible de l'impact d'autres phénomènes anthropiques.

IV. Le Sanctuaire marin Gerry E. Studds du banc de Stellwagen en tant que en tant que modèle de gestion et de caractérisation de l'environnement acoustique marin

Leila Hatch

Le sanctuaire marin Gerry E. Studds du banc de Stellwagen (SBNMS) abrite de nombreuses espèces marines qui sont protégées et/ou gérées par de multiples lois américaines, comme la Loi sur les Sanctuaires marins (National Marine Sanctuaries Act), la Loi sur la protection des mammifères marins (Marine Mammal Protection Act), la Loi sur les espèces menacées (Endangered Species Act) et la Loi Magnuson-Stevens sur la gestion et la conservation des lieux de pêche (Magnuson-Stevens Fisheries Conservation and Management Act). Situé en plein milieu de la Baie du Massachusetts, ce sanctuaire urbain, qui est aussi un lieu de passage très fréquenté pour des raisons commerciales, est soumis à des niveaux élevés d'activités génératrices de bruit. Il faut donc, pour répondre aux objectifs américains de protection et de gestion des ressources marines dans le SBNMS, bien comprendre l'impact relatif des sources de bruit sur le sanctuaire et leurs effets possibles sur le comportement des animaux marins.

Cet exposé présente les résultats d'un projet collaboratif à grande échelle, actuellement en cours au sein du SBNMS, qui rassemble des scientifiques, des responsables et des experts de l'Agence américaine d'étude de l'océan et de l'atmosphère (NOAA), le Centre des sciences halieutiques du Nord-Est (Northeast Fisheries Science Center and Northeast Regional Office), le Centre de développement et de recherches des gardes-côtes américains (US Coast Guard's Research and Development Center), le Programme de recherches bioacoustiques de l'Université de Cornell (Cornell University's Bioacoustics Research Program), le Centre de cartographie océanique et côtière de l'université du New Hampshire (University of New Hampshire's Center for Coastal and Ocean Mapping) et la société Marine Acoustics, Inc. Le projet s'appuie sur une dizaine de dispositifs d'enregistrement acoustique qui contrôlent en permanence l'environnement acoustique basse fréquence (10-1000Hz) du SBNMS. En outre, quatre récepteurs de système d'identification automatique (SIA) permettent de localiser en permanence les gros bâtiments de commerce qui transitent par la baie du Massachusetts. Les données acoustiques et de suivi des bateaux sont ensuite intégrées et analysées pour l'étude de multiples questions relatives à la localisation et au comportement des baleines qui vocalisent, au risque de perte auditive et de masquage des sons, ainsi qu'à la contribution sonore des navires civils et de certaines classes de bateaux. Nous présenterons des exemples qui soulignent l'utilité de ces données, en particulier lorsqu'on les utilise conjointement à des données recueillies dans d'autres sanctuaires, pour développer des techniques efficaces de réduction et/ou d'atténuation des dangers menaçant les ressources des sanctuaires. Nous parlerons aussi des efforts réalisés pour estimer avec précision la réduction des collisions entre bateaux et baleines, grâce au déplacement des voies de navigation, des efforts de caractérisation des niveaux sonores et du comportement des baleines marquées dans le Sanctuaire en relation avec les bateaux, ainsi que des efforts visant à atténuer les impacts d'un projet offshore de production d'énergie, voisin du SBNMS. La discussion se terminera par quelques brefs commentaires sur les dispositions récemment officialisées d'un " jumelage " entre le SBNMS et le Sanctuaire de mammifères marins de la République dominicaine, en soulignant la possibilité d'une meilleure coordination des efforts de gestion acoustique entre ces deux sanctuaires.

V. Le moratoire naval des îles Canaries

Natacha Aguilar de Soto et Vidal Martín

On peut considérer les baleines à bec comme les " spécialistes de l'échouage dû aux sonars " car les échouages en masse de certaines espèces, suite à des tests de sonar de la marine, sont des phénomènes fréquents. Avant 2003, on ne savait pas grand-chose de leur comportement, ni de leur utilisation des sons, ou même de leur cycle biologique. Des recherches récentes avec marquage acoustique ont permis d'améliorer la situation et nous avons acquis quelques connaissances sur leur comportement en plongée, l'utilisation de leur habitat et leurs vocalisations. De nouvelles découvertes vétérinaires ont permis d'éclaircir le mystère de certaines pathologies qui affectent les baleines échouées. Mais nous ne comprenons toujours pas pourquoi ces animaux ont une telle sensibilité, ni quels sont les effets des échouages sur leur niveau de population. Les îles Canaries sont un des lieux où des échouages en masse de baleines, coïncidant avec des manœuvres navales, ont été le plus souvent enregistrés (1985, 1986, 1987, 1988, 1989, 1991, 2002 et 2004). Les exercices liés à l'échouage en masse de baleines à bec dans diverses parties du monde (Canaries, Grèce, Bahamas ou Madère) comportent souvent des essais de sonars à haute intensité pour la détection des sous-marins. Il existe toutefois au moins un cas qui ne réfère pas à ce type de sonar, et où les manœuvres consistaient à tirer sur un bateau pour le couler. Cet exercice, qui a coïncidé avec l'échouage de deux baleines à bec à Las Palmas (îles Canaries) en 1991, suggère que les baleines à bec peuvent être affectées par d'autres sources de bruit sous-marin de forte intensité.

A la suite du dernier échouage en masse des îles Canaries, le Ministre espagnol de la Défense a imposé un moratoire sur l'utilisation de sonars actifs à moins de 50 milles marins de l'archipel. Cette mesure d'atténuation constitue un important pas en avant pour essayer de réduire l'impact des activités militaires dans une région connue pour son importante population de baleines à bec. Elle risque toutefois de ne pas suffire pour les raisons suivantes :

- La distance maximale entre les baleines échouées au même moment dans les Canaries était > 80 milles marins
- En 2004, les exercices du Majestic Eagle ont eu lieu à >100 milles marins au Nord-Est de Lanzarote et ont été liés à quatre échouages sur cette île et sur celle de Fuerteventura, plus au sud
- Le passage des vaisseaux vers les zones d'exercices situées à proximité des îles Canaries peut impliquer l'utilisation de sonars, surtout si ce sont des vaisseaux non Espagnols qui n'ont pas l'obligation de respecter le moratoire
- Le moratoire ne s'applique pas aux autres sources de pollution acoustique, comme les explosions sous-marines.

Le moratoire des îles Canaries reste unique au monde, en dépit du fait que les directives environnementales de l'OTAN sur l'utilisation des sonars recommandent d'éviter les zones connues pour leurs populations de baleines à bec, et les zones où des échouages ont été enregistrés en relation avec des exercices militaires. Il faut également noter qu'en 2004, le Parlement européen a adopté une résolution demandant un moratoire sur l'utilisation des " sonars actifs à haute intensité " par les forces navales. Cette résolution exprime son inquiétude devant les échouages et le niveau de mortalité associés à l'usage de sonar à moyenne fréquence. Elle demande instamment aux Etats-membres de développer des accords internationaux réglementant les niveaux de bruit dans les océans ; de surveiller la mortalité associée à l'utilisation des sonars et de faire les enquêtes nécessaires ; de restreindre l'utilisation des sonars actifs à haute intensité et d'évaluer l'impact sur l'environnement des déploiements actuels dans les eaux européennes.

Les forces navales, parce qu'elles sont soucieuses de se conformer aux normes de protection de l'environnement et pour des raisons opérationnelles, veulent éviter cette mortalité. Par exemple, en 2005, le Groupe océanographique militaire de l'OTAN a déclaré " Nous devons être capables de démontrer clairement que des dispositions sont prises pour éviter de nuire aux mammifères marins, faute de quoi les groupes de pression useront de moyens politiques ou juridiques pour empêcher l'utilisation des sonars actifs. "

Dans ce contexte, l'expertise scientifique peut, et devrait, contribuer au développement d'un protocole d'atténuation réaliste visant à réduire le niveau de mortalité qui comprendrait au moins les dispositions suivantes :

- éviter les zones à haut risque (on sait, par exemple, que la zone qui entoure les îles Canaries jusqu'à > 100 milles marins des côtes est une zone à haut risque)

- embarquer, à bord des vaisseaux de la marine, une équipe d'observateurs indépendants ; restreindre les activités à risque aux heures de la journée et aux conditions météorologiques permettant une surveillance visuelle ;
- procéder à des observations aériennes dans la zone d'exercice avant, pendant et après les manœuvres, avec des appareils, qui seraient basés sur les vaisseaux pour réduire le temps de vol et auraient à leur bord des observateurs indépendants ;
- installer des équipements de détection acoustique à l'efficacité prouvée.

Les baleines à bec ne passent que 8% de leur temps en surface où elles ne restent que 2 minutes en moyenne, ce qui rend la détection visuelle difficile, surtout lorsque la force du vent dépasse 3 sur l'échelle de beaufort. Une description récente des vocalisations de deux espèces de baleines à bec et de leurs clics d'écholocation, différents de tous les autres clics de cétacés décrits à ce jour, favorise l'association de méthodes de détection visuelles et acoustiques. Toutefois, ces deux espèces ont en commun un comportement silencieux pendant la plus grande partie de leur cycle de plongée, et ne vocalisent en profondeur que pendant 30 minutes environ toutes les deux heures, ce qui nécessite une adaptation des systèmes de détection acoustique. Il faut prendre en considération le fait qu'une absence d'échouage coïncidant avec des exercices réalisés à distance des côtes, ou dans une zone de courants ou de vents orientés vers le large, ne prouve pas forcément que la faune marine est indemne, à moins de mettre en place un protocole très strict d'atténuation du bruit.

2^{ème} session. L'application de la modélisation spatiale à la prévision de zones prioritaires au sein des zones pilotes

- I. CARTE MARINE DE L'OBIS Données sur les mammifères marins et modélisation - Erin LaBrecque
- II. Modélisation des densités globales et des points sensibles de la biodiversité des espèces de mammifères marins, basée sur une modélisation de la qualité relative de l'environnement - Kristin Kaschner
- III. Vers un effort collaboratif ACCOBAMS pour l'établissement de cartes des zones à fortes populations de baleines à bec dans la Méditerranée - Ana Cañadas
- IV. Modélisation et évaluation du risque en biologie de conservation - Brendan Wintle

I. CARTE MARINE DE L'OBIS Données sur les mammifères marins et modélisation

Erin LaBrecque et Pat Halpin

Notre capacité de compréhension, de conservation et de gestion de la biodiversité marine est fondamentalement limitée par l'absence de données taxinomiques pertinentes, ou de données sur la répartition et l'abondance des animaux. L'initiative SEAMAP (Projet d'analyse spatiale et écologique des populations de grands vertébrés marins) est un programme géoinformatique de classification taxinomique du réseau OBIS (Système d'information biogéographique de l'océan). Le projet OBIS-SEAMAP s'attache à constituer une base de géodonnées sur la répartition et l'abondance des mammifères marins, des oiseaux de mer et des tortues marines à l'échelle du globe. Le système d'information OBIS-SEAMAP a pour but de contribuer à une analyse écologique et spatiale de ces grands animaux marins, tout en favorisant une meilleure compréhension de l'écologie des grands vertébrés marins par le public, en : (1) facilitant l'étude des impacts sur les espèces menacées, (2) testant les hypothèses sur les modèles biogéographiques et de biodiversité, et (3) en soutenant les efforts de modélisation visant à prédire les changements de répartition en réponse aux changements environnementaux. Pour favoriser la recherche et les applications éducationnelles de cette base de données, OBIS-SEAMAP propose une vaste gamme de produits et de services, disponibles sur Internet, avec des profils des espèces riches, des métadonnées conformes et des services de cartographie interactive. Ce système tire parti des récents progrès technologiques des Systèmes d'information géographique (SIG), des normes de données sur Internet et des systèmes de gestion des contenus, pour encourager une nouvelle approche communautaire du développement d'une base de données commune, destinée à la recherche biogéographique et à la recherche sur la conservation. A ce jour, la base de données mondiale OBIS-SEAMAP compte plus d'un million d'observations provenant de 192 fichiers et couvrant une période de 73 ans (de 1935 à 2007) qui lui sont envoyées par un réseau international toujours plus nombreux de fournisseurs de données. Ces données ont permis la mise en place d'un projet de modélisation de l'habitat des mammifères marins, financé par le SERDP (Programme de recherche et de développement environnemental stratégique). Installé dans les locaux du laboratoire d'écologie spatiale marine de l'Université de Duke University, le SERPD propose une structure analytique qui facilite les approches de modélisation des échelles requises pour supporter les prévisions de la

Marine américaine relatives aux mammifères marins. Ce projet a pour but de : (1) développer et tester la robustesse des modèles spatio-temporels, existants et nouveaux, de répartition des mammifères marins, comme le laissent prévoir les conditions physiques du milieu marin ; (2) concevoir une nouvelle structure hiérarchique d'analyse de la répartition des mammifères marins sur des périodes synoptiques, annuelles et saisonnières ; et (3) organiser un système d'aide à la décision spatiale permettant aux utilisateurs de la Marine d'analyser des sorties de modèles et des données océanographiques ancillaires sur de multiples périodes de prévision.

II. Modélisation des densités globales et des points sensibles de la biodiversité des espèces de mammifères marins, basée sur une modélisation de la qualité relative de l'environnement

K. Kaschner, C. M. Stephenson, C. Donovan, R. Wiff, N. J. Quick, F. E. Sharpe, J. Harwood, D. Tittensor et B. Worm

L'absence d'ensembles complets de données d'observation empêche d'appliquer des méthodes de modélisation de l'habitabilité, pour prédire la répartition de la majorité des espèces de mammifères marins sur de très grandes échelles. Nous avons donc choisi d'utiliser un modèle de biotope écologique pour dresser une carte de répartition de 115 espèces de cétacés et de pinnipèdes vivant en milieu marin, en nous appuyant sur les connaissances scientifiques disponibles sur l'utilisation de l'habitat. Le modèle donne des prévisions sur l'habitabilité relative de l'environnement (RES - Relative Environment Suitability) de chaque maille, en fonction des espèces, sur une grille globale de mailles de 0,5° de latitude/longitude. Les résultats de ce modèle ont alors été appliqués pour atténuer les impacts possibles des activités anthropiques sur les populations de mammifères marins.

Dans le contexte de l'atténuation des exercices de sonars militaires, nous avons développé une méthode d'estimation des densités globales de mammifères marins, par espèce. Cette méthode tient explicitement compte de la forte proportion de zones et de périodes non répertoriées, en augmentant proportionnellement les densités disponibles par région, pour obtenir des répartitions complètes basées sur l'habitat disponible pour une espèce donnée. Les estimations de densité régionale ont été calculées en se basant sur plus de 1800 publications d'estimation d'abondance et sur les zones numérisées de plus de 350 dénombrements par transect linéaire, réalisés dans le monde entier entre 1978 et 2006. Nous avons utilisé les prévisions saisonnières de présences de mammifères marins, générées par le modèle RES pour faire une évaluation approximative de l'habitat disponible. A l'aide de modèles linéaires généraux, pour chaque espèce, nous avons alors étudié la relation entre les densités signalées et l'habitabilité moyenne pondérée par zone, pour chaque zone répertoriée, pendant les saisons d'été. Les coefficients de ces modèles ont ensuite servi de facteurs de démultiplication pour extrapoler les densités dans les zones répertoriées et non répertoriées, et pour évaluer les incertitudes associées. A ce jour, nous avons estimé correctement les densités globales de plus de 40 espèces de cétacés et de pinnipèdes, dont toutes les baleines à bec, en nous servant de cette méthode. Les prévisions de densités maximales estimées pour les zones présentant la meilleure qualité d'habitat allaient de 0,001 animal au km² pour la plupart des baleines à bec de l'hémisphère sud à près d'un animal au km² pour le marsouin commun (*Phocoena phocoena*) du nord-est Atlantique.

Pour faciliter la création des zones marines protégées (ZMP), nous avons réalisé une analyse interspécifique qui produit des prévisions de richesse globale des espèces de mammifères marins. Les prévisions actuelles de répartition de la richesse des espèces ont été correctement validées avec des ensembles de données de dénombrement à grande échelle, corrigées par analyse de raréfaction. Ces configurations semblent assez stables à long terme, sur la base d'une projection des prévisions RES à partir de données des modèles climatiques, ce qui suggère qu'il est possible de préserver les points sensibles de biodiversité des mammifères marins en ayant des ZMP permanentes et suffisamment vastes dans les zones clés.

Ces deux analyses constituent des outils utiles pour générer des prévisions de l'importance relative de différentes zones pour différentes espèces dans les régions actuellement à l'étude, prévisions qui pourront aider à hiérarchiser les efforts de recherche et de gestion.

III. Vers un effort collaboratif ACCOBAMS pour l'établissement de cartes des zones à fortes populations de baleines à bec dans la Méditerranée

Ana Cañadas

La relation entre les échouages atypiques en masse des baleines de Cuvier et les manœuvres navales a déjà été prouvée dans plusieurs parties du monde, dont la Méditerranée (dernier cas signalé en janvier 2006, à Almeria, en Espagne). Il est vital, pour éviter d'autres cas d'animaux morts ou blessés, de réunir des informations sur leur répartition et sur l'utilisation de leur habitat en

Méditerranée. En conséquence, le Comité scientifique d'ACCOBAMS a décidé de tenter un exercice de modélisation de l'utilisation de l'habitat et de mettre les informations dérivées de ces modèles à la disposition des parties intéressées (marines nationales, OTAN, entreprises d'exploration sismiques, etc.) pour éviter l'émission de bruits de forte intensité dans des zones potentiellement très peuplées ou particulièrement propices à ces espèces dans la Méditerranée. Cette tâche, réalisée grâce à la collaboration de nombreux groupes de recherche dans ce secteur, a réuni plus de 250 000 km d'effort et 120 observations de cette espèce. Tout l'effort est divisé en segments d'une longueur de 5 milles marins en moyenne. On a construit une grille de mailles avec une résolution de 0,2° et associé un certain nombre de covariables géographiques et environnementales à chaque maille, à savoir latitude, longitude, profondeur moyenne, déviation standard de profondeur, pente, exposition et distance des contours à 1000 et 2000 mètres de profondeur. D'autres, comme la température de surface (SST) et l'altitude marine, y seront ajoutés prochainement. On se sert de modèles additifs généralisés (MAG) pour explorer la relation entre la densité relative des baleines à bec et les covariables environnementales, avant de produire une prévision pour l'ensemble de la zone. Les cartes préliminaires de densité en surface montrent 4 zones de densité relativement élevée : la mer d'Alboran, la mer Ligure, la mer Ionienne-Égée et la mer Adriatique Sud. À partir de 2007, la réalisation d'autres études dans la partie sud-est du bassin et l'ajout de plusieurs autres ensembles de données permettront d'actualiser les modèles.

IV. Modélisation et évaluation du risque en biologie de conservation

Brendan Wintle

La planification de la conservation fait souvent appel à des techniques quantitatives d'évaluation du risque pour comprendre les processus qui rendent une population vulnérable au déclin ou à l'extinction, et pour explorer la probabilité de survie de la population d'une espèce dans un temps donné, avec un certain régime de gestion. Les techniques d'évaluation du risque, comme l'analyse de viabilité d'une population, peuvent contribuer à la gestion des espèces menacées en soulignant les incertitudes importantes, en guidant la recherche et la collecte de données, en évaluant la vulnérabilité et en hiérarchisant les options de gestion. Je vais présenter quelques études de cas qui démontrent l'utilité des évaluations du risque basées sur des modèles, dans le domaine de la conservation, et qui soulignent le rôle des modèles dans une structure de gestion adaptative. Finalement, je discuterai de la valeur des protocoles de décision officielle et le rôle des modèles de réponse dans la priorité donnée aux actions de conservation.

3^{ème} session. Les connaissances actuelles sur la répartition et l'abondance des cétacés dans deux zones pilotes.

- I. 1^{ère} partie : Les connaissances actuelles sur la distribution et l'abondance des cétacés, et sur la pollution sonore dans la mer Méditerranée - Giuseppe Notarbartolo di Sciarra, Alexandros Frantzis
- 2^{ème} partie : Le problème du bruit, un défi pour la survie et le bien-être des mammifères marins - Gianni Pavan
- II. 1^{ère} partie : Identification des points sensibles des cétacés asiatiques pour la gestion du bruit - Brian Smith
- 2^{ème} partie : Les cétacés et le bruit en Asie du Sud-est - John Wang

1^{ère} partie : Les connaissances actuelles sur la distribution et l'abondance des cétacés, et sur la pollution sonore dans la mer Méditerranée

Alexandros Frantzis et Giuseppe Notarbartolo di Sciarra

Bien que 22 espèces de cétacés aient été enregistrées en Méditerranée, seulement dix d'entre elles sont régulièrement observées dans la région (le rorqual commun, le cachalot, l'épaulard, la baleine de Cuvier, le globicéphale noir, le dauphin de Risso, le grand dauphin, le dauphin Stenella, le dauphin commun et le marsouin commun). Deux de ces espèces n'ont qu'une population localisée (l'épaulard et le marsouin commun, chacune à des extrémités géographiquement opposées de la Méditerranée) et une espèce n'est présente que dans le bassin occidental (le globicéphale noir). Les sept autres espèces sont régulièrement présentes dans les deux bassins. Les connaissances sur la présence et la répartition des espèces dans le sud de la Méditerranée (près des côtes d'Afrique du Nord) restent médiocres, en particulier dans le bassin oriental. Il n'existe aucune estimation de l'abondance par bassin des espèces de cétacés méditerranéens (en dehors de la minuscule population d'épaulards du détroit de Gibraltar). Un atelier UICN-ACCOBAMS a proposé l'établissement d'une liste rouge pour les cétacés de la région, définissant une espèce comme menacée d'extinction (l'épaulard), trois espèces en danger (le cachalot, le dauphin commun et le

marsouin commun), deux vulnérables (le grand dauphin et le dauphin Stenella). Les données disponibles sur les quatre espèces restantes sont considérées insuffisantes. En 1996, un échouage atypique en masse de baleines de Cuvier, causé par des tests de sonars actifs de l'OTAN en Grèce, a provoqué un renouveau d'intérêt sur la question des bruits anthropiques dans la mer Méditerranée et dans le monde. Néanmoins, il n'existe que très peu de documents scientifiques sur le bruit et seulement quelques bribes d'informations sur les principales sources de bruit en Méditerranée. Les plus importantes sources de bruit anthropique en Méditerranée sont : le trafic maritime, les études sismiques, les sonars militaires, les opérations de forage, les chantiers de constructions côtières, les explosions sous-marines provenant d'exercices militaires et la pêche illégale à la dynamite. Étant donné sa superficie réduite (0,8 des océans du globe), la mer Méditerranée est soumise à un trafic maritime plus intense que n'importe quelle autre mer. Environ 220 000 vaisseaux de plus de 100 tonnes la traversent chaque année. Il y a dix ans, on estimait que le volume de trafic de la région représentait 30% du trafic total de marine marchande du monde et 20% du trafic pétrolier. Bien que la majorité de ce trafic ait lieu le long d'un axe est-ouest, sa complexité est immense. Il n'y a jamais moins de 2000 cargos de gros tonnage à naviguer en même temps en Méditerranée, autant dire qu'il n'existe plus aucune zone silencieuse dans cette région. Le nombre élevé de bâtiments traversant la Méditerranée entraîne un niveau élevé de bruit de fond qui doit rendre la détection des bateaux approchant encore plus difficile pour les baleines. Les collisions risquent donc de se multiplier du fait de plusieurs facteurs : (a) les perspectives d'augmentation du trafic maritime, (b) l'augmentation du bruit ambiant qui va masquer les communications et (c) les risques de surdité due à une exposition prolongée à des niveaux de bruit anormalement élevés. Il est difficile de connaître la répartition passée, présente et future des zones de manœuvres navales avec des sonars ; toutefois, on a relevé au moins huit échouages, pour la plupart " atypiques ", de baleines de Cuvier pendant des exercices militaires en mer Méditerranée. A ce jour, les forages se limitent au bassin oriental, essentiellement dans sa partie sud, où les connaissances sur la présence de cétacés sont très limitées, voire non existantes. Pour terminer, deux types d'explosion sous-marine sont fréquents dans cette région : les exercices militaires de routine et la pêche illégale à la dynamite. L'impact acoustique de la pêche à la dynamite est probablement important (des décès de mammifères marins causés par la dynamite ont été signalés, dont un décès de phoque moine méditerranéen qui est une espèce menacée d'extinction), mais il est difficile à évaluer et est largement ignoré des responsables politiques et des autorités. Il n'existe actuellement en Méditerranée qu'une seule ZMP pour les cétacés (le Sanctuaire Pelagos). Le Comité scientifique d'ACCOBAMS en a proposé quatorze autres, mais sans tenir compte des problèmes de bruit, pour l'instant. Au moins trois de ces ZMP sont traversées par de grandes voies de navigation et la pêche à la dynamite est très courante en plein milieu d'une des ZMP proposées pour les cachalots. Il est urgent d'établir des cartes des bruits et des caractéristiques de bruit dans les différentes zones de la Méditerranée, en particulier celles qui ont fait l'objet de propositions de ZMP pour les cétacés. Le succès remporté dans ce domaine par l'Espagne, en modifiant les voies de navigation dans la mer Alboran et en réglementant le trafic dans le détroit de Gibraltar, a démontré que la réduction du bruit dans les zones critiques n'est pas impossible. L'exposé se termine par une brève présentation des outils juridiques capables ou susceptibles de protéger les cétacés de la pollution sonore en Méditerranée, parmi lesquels la Directive Habitats de l'UE, une motion votée par le Parlement européen en 2004 et une résolution sur le bruit adoptée par les parties d'ACCOBAMS lors de leur seconde réunion de novembre 2004.

2^{ème} partie : Le problème du bruit, un défi pour la survie et le bien-être des mammifères marins

Gianni Pavan

Nous sommes conscients de la menace sérieuse que constitue le bruit anthropique dans les océans, mais nous ne disposons pas encore d'informations suffisantes pour comprendre toute l'étendue du problème. Une des plus grandes difficultés à surmonter lors de la réglementation des effets du bruit reste notre ignorance des caractéristiques et des niveaux d'expositions susceptible de présenter des risques pour les animaux. Étant donné l'état actuel de nos connaissances, il nous faut adopter une approche prudente.

Nous devons nous efforcer de protéger et de préserver les mammifères marins, en établissant et en utilisant des mesures d'atténuation efficaces, comme les zones d'exclusion géographiques, pour éloigner les mammifères marins des sources de bruit potentiellement dangereuses.

Bien que l'intérêt soulevé par les bruits anthropiques ait jusqu'ici essentiellement porté sur les mammifères marins (cétacés et pinnipèdes), ainsi que sur quelques autres vertébrés (tortues de mer), l'impact de ces bruits sur les poissons et les invertébrés marins suscite des inquiétudes grandissantes. Il faudra explorer ce problème dans l'avenir en tenant compte de ses effets sur le réseau trophique.

Les impacts acoustiques sur le milieu marin doivent être examinés dans le cadre d'un système de gestion et de réglementation à la fois complet et transparent, qui va étudier les bruits anthropiques

chroniques et aigus, les effets à court et à long terme, les effets cumulatifs et synergiques, et les impacts sur les individus, comme sur les populations.

Il faudrait instaurer un système réglementaire pour développer une stratégie basée sur la prévention et sur le principe de précaution. La mise en place d'un système réglementaire nécessite une série d'étapes et d'action synergiques favorisant l'éducation, la sensibilisation et la recherche. Il faudra consacrer beaucoup d'efforts au développement d'un cadre juridique dans lequel le bruit sous-marin est reconnu et réglementé comme une menace réelle.

Dans ce contexte, la création de Zones spéciales de conservation (ZSC) et de Zones marines protégées (ZMP) tenant compte de la pollution sonore devrait assurer la protection des zones d'habitat critique et productif, en particulier ceux des espèces vulnérables et menacées.

La désignation des ZSC et des ZMP peut servir à protéger les mammifères marins et leur habitat de facteurs de stress, comme les effets synergiques et cumulatifs du bruit. Dans ces zones, il ne faut pas laisser les niveaux de bruit dépasser les niveaux ambiants de plus d'une valeur donnée, y compris ceux de sources situées à l'extérieur de la ZMP, mais dont le bruit se propage à l'intérieur de celle-ci. Pour ce faire, il faudrait faire des recherches supplémentaires pour établir les données de base et évaluer les seuils pouvant être considérés comme acceptables, c'est-à-dire tolérés sans effets négatifs importants.

En d'autres termes, en plus de définir les impacts à éviter ou à atténuer, il faudrait aussi définir le niveau de " confort acoustique " garanti aux animaux, au moins dans les zones protégées assez vastes.

II. Asie

1^{ère} partie : L'identification des points sensibles des cétacés asiatiques pour la gestion du bruit

Brian D. Smith

L'Asie compte le plus grand nombre de cétacés à risque, malheureusement les informations nécessaires à une prise de décision sur les zones de gestion de bruit à considérer en priorité sont généralement insuffisantes. Parmi les plus vulnérables des cétacés marins présents dans les eaux asiatiques, on trouve les espèces vivant à proximité des côtes, comme les orcelles d'Irrawady *Orcaella brevirostris*, les sotalies de Chine *Sousa chinensis*, les grands dauphins de l'Océan Indien *Tursiops aduncus* et les marsouins de l'Inde *Neophocaena phocaenoides*. Ces animaux sont soumis à des impacts anthropiques intenses, comme les bruits en provenance des exploitations pétrolières et gazières et du transport maritime. L'identification des " points sensibles ", où les cétacés sont présents en relativement forte densité, est indispensable pour les protéger des effets du bruit. Toutefois, dans un proche avenir, il sera difficile de créer et de mettre en place des études à grande échelle, parce que nombre de ces espèces vivent le long de côtes complexes et dans des archipels, et que les capitaux et l'expertise nécessaires pour mener à bien ces activités sont très limités. Une méthode d'identification des points sensibles en Asie serait de compiler dans un système d'information géographique les informations existantes sur la présence des cétacés, l'océanographie, la bathymétrie, les débits fluviaux et les caractéristiques biologiques, et d'utiliser ensuite les modèles de sélection d'habitat pour identifier les éléments critiques. Les profils ainsi obtenus pourraient alors servir à sélectionner, en se basant sur des caractéristiques d'habitat favorable, des zones non répertoriées susceptibles d'être des points sensibles pour les cétacés, qui pourraient, par la suite, faire l'objet d'études sur place.

Une des zones identifiées comme un point sensible, du fait de la diversité et de l'abondance de ses cétacés, est la côte du Bangladesh, où se déversent les eaux douces du troisième plus grand système fluvial du monde et qui abrite un canyon sous-marin de plus de 900 mètres de profondeur, situé à moins de 40 mètres de la lisière de la forêt de mangrove des Sundarbans. Le projet Bangladesh Cetacean Diversity Project (BCDP), destiné à protéger la diversité des cétacés au Bangladesh et sponsorisé par la Wildlife Conservation Society, pourrait servir de modèle à la mise en œuvre de travaux de recherche sur d'éventuels points sensibles identifiés par la modélisation de l'habitat et les exercices de prévision décrits plus haut. Le BCDP met l'accent sur le développement des capacités locales pour l'établissement d'une infrastructure efficace et responsable, capable de mener les travaux de recherche et de conservation. Tous les stages de formation comportent un fort élément de travail sur le terrain et sont associés à des objectifs spécifiques de recherche et de conservation, pour que les compétences nouvellement acquises soient directement appliquées au projet. Cette approche participative permet également de poursuivre sur place une vaste gamme d'objectifs de recherche (recherches rigoureuses pour obtenir des estimations précises de l'abondance, collecte d'une série de données environnementales pouvant servir au développement de modèles d'habitat préférentiel et évaluation des menaces anthropiques) et de développer un encadrement de chercheurs expérimentés pouvant être employés pour contrôler à long terme l'efficacité des mesures prises en vue de réduire l'impact des bruits.

2^{ème} partie : Les cétacés et le bruit en Asie du Sud-est

John Y. Wang

L'Asie du Sud-est offre une incroyable diversité au sens humain (richesse, religion, culture, histoire, systèmes politiques, etc.) comme au sens de l'environnement naturel (types d'habitat, biodiversité). De nombreuses régions abritent de vastes centres de population très dense où les activités humaines ont entraîné une forte dégradation de l'environnement naturel et de la vie sauvage. On ne sait pas grand-chose sur les cétacés de cette région, en dehors du fait que plusieurs populations isolées et uniques ont été réduites à des nombres dangereusement bas (Orcaella, Sousa) et que des menaces multiples pèsent sur de nombreuses espèces.

Les bruits océaniques, qui constituent un facteur de stress supplémentaire pour les cétacés, suscitent des inquiétudes grandissantes, du fait du nombre ou du volume toujours croissant des activités militaires, pétrolières et gazières, et du transport maritime, auxquels s'ajoutent les projets de développement côtiers et "offshore", la pêche à l'explosif et les recherches océanographiques. Seule la pêche à l'explosif est susceptible de diminuer dans l'avenir. Malgré les lois de nombreux pays en faveur de la protection des mammifères marins, le manque de sensibilisation aux problèmes de bruit, la faiblesse des ressources et de l'expertise, les insuffisances en termes d'échange d'informations (dues aux problèmes de langues et au manque de ressources) et de législation font que les cétacés y sont bien mal protégés contre la plupart des dangers qui les menacent. Il n'existe aucune loi dans les pays d'Asie du Sud-est qui traite particulièrement de la pollution sonore et des mammifères marins.

Néanmoins, on peut considérer l'Australie et Hong Kong comme les pays les plus avancés en ce sens, puisque les bruits sous-marins y sont réglementés dans le cadre des lois de protection de l'environnement. Plusieurs séries d'échouages inhabituels sur les côtes de Taïwan en 2004, 2005 et 2006 illustrent l'impact potentiel du bruit sur les cétacés. L'examen de quelques-unes des carcasses a révélé de graves lésions internes, suggérant une exposition à une très forte énergie comme cause de décès. Toutefois, la ou les source(s) de cette énergie n'ont pas pu être confirmées mais, dans la plupart des cas, la possibilité de phénomènes naturels, comme des typhons ou des séismes, pour cause de ces échouages a été rejetée. Les eaux d'Asie du Sud-est constituent une zone très vaste d'une grande diversité. A moins de consacrer davantage de ressources et d'attention à cette région, notre compréhension des mammifères marins en Asie du Sud-est va continuer de progresser avec la même lenteur.

RÉFÉRENCES

- Aguilar A. 2000. Population biology, conservation threats and status of Mediterranean striped dolphins. *Journal of Cetacean Research and Management* 2: 17-26.
- Andre, M., Kamminga, C., and Ketten, D. 1997. Are low-frequency sounds a marine hazard: a case study in the Canary Islands. Paper presented at the Underwater Bio-sonar and Bioacoustic Symposium, Loughborough University.
- Ball, I., and Possingham, H. 1999. MARXAN - A Reserve System Selection Tool. Brisbane, The Ecology Centre, The University of Queensland.
- Barlow, J. and Gisiner, R. 2006. Mitigating, monitoring and assessing the effects of anthropogenic sound on beaked whales. *Journal of Cetacean Research and Management*, 7: 239-251.
- Bearzi, G., Reeves, R. R., Notarbartolo di Sciarra, G., Politi, E., Cañadas, A., Frantzi, A., and Mussi B. 2003. Ecology, status and conservation of short-beaked common dolphins *Delphinus delphis* in the Mediterranean Sea. *Mammal Review* 33: 224-252.
- Bruntland, G. (ed). 1987. Our common future: The World Commission on Environment and Development, Oxford University Press, Oxford, UK.
- Burgman, M. A. 2005. Risks and decisions for conservation and environmental management. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Burgman, M. A., Breininger, D. R., Duncan, B. W. and Ferson, S. 2001. Setting reliability bounds on Habitat Suitability Indices. *Ecological Applications* 11: 70-78.
- Burgman, M. A., Possingham, H. P., Lynch, A. J. J., Keith, D. A., McCarthy, M. A., Hopper, S. D., Drury, W. L. et al. 2001. A method for setting the size of plant conservation target areas. *Conservation Biology* 15: 603-616.
- Burgman, M. A., Ferson, S. and Akçakaya, H. R. 1993. Risk assessment in conservation biology. Chapman and Hall, London.
- Cañadas, A., Sagarmínaga, R. and García-Tiscar, S. 2002. Cetacean distribution related with depth and slope in the Mediterranean waters off southern Spain. *Deep-Sea Research I*, 49: 2053-2073.
- Cañadas, A., Sagarmínaga, R., de Stephanis, R., Urquiola, E. and Hammond, P. S. 2005. Habitat selection models as a conservation tool: proposal of marine protected areas for cetaceans in Southern Spain. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 15:495-521
- Clark, C. W. and Gagnon, G. C. 2006. Considering the temporal and spatial scales of noise exposures from seismic surveys on baleen whales. *Article présenté au Comité scientifique de la Commission baleinière internationale, SC/58/E35.*
- Connell, J. H. 1975. Some mechanisms producing structure in natural communities: a model and evidence from field experiments, Pages 460-486 in M. L. Cody, and J. M. Diamond, eds. *Ecology and Evolution of Communities*. Cambridge, Massachusetts, Harvard University Press.
- Cowling, R. M., and Pressey, R. L. 2003. Introduction to systematic conservation planning in the Cape Floristic Region. *Conservation Biology* 17: 1-13.
- Crance, J. H. 1987. Guidelines for using the Delphi technique to develop habitat suitability index curves. Biological Report 82 10134, U.S. Fish and Wildlife Service, Department of the interior, Washington DC, USA.
- Di-Méglio N, David L, Beaubrun P. 1999. Spatio-temporal distribution of *Grampus griseus* in summer in the northwestern Mediterranean sea. *European Research on Cetaceans* 13: 195-200.

Elith, J., Graham, C. H. *et al.* 2006. Novel methods improve prediction of species' distributions from occurrence data. *Ecography* 29: 129-151.

Fernandes, L., Day, J., Lewis, A., Slegers, S., Kerrigan, B., Breen, D., Cameron, D. *et al.* 2005. Establishing representative no-take areas in the Great Barrier Reef: Large-scale implementation of theory on marine protected areas. *Conservation Biology* 19:1733-1744.

Fernández, A. 2006. Preliminary pathological study: Beaked whale mass stranding on Almería's coasts in Southern Spain (26th-27th January, 2006). *Rapport de l'Université de Las Palmas, Grande Canarie, 17 mars 2006*.

Forcada, J., Aguilar, A., Hammond, P., Pastor, X. and Aguilar R. 1996. Distribution and abundance of fin whales (*Balaenoptera physalus*) in the western Mediterranean sea during the summer. *Journal of Zoology, London* 238: 23-34.

Forcada J., Notarbartolo di Sciara, G. and Fabbri, F. 1995. Abundance of fin whales and striped dolphins summering in the Corso-Ligurian Basin. *Mammalia* 59:127-140.

Gordon, J. C. D., Matthews, J. N., Panigada, S., Gannier, A., Borsani, J. F. and Notarbartolo di Sciara, G. 2000. Distribution and relative abundance of striped dolphins, and distribution of sperm whales in the Ligurian Sea cetacean sanctuary: results from a collaboration using acoustic monitoring techniques. *Journal of Cetacean Research and Management* 2: 27-36.

Haight, R. G., Cypher, B., Kelly, P. A., Phillips, S., Possingham, H. P., Ralls, K., Starfield, A. M. *et al.* 2002. Optimizing habitat protection using demographic models of population viability. *Conservation Biology* 16: 1386-1397.

Hanski, I. 1998. Metapopulation dynamics. *Nature* 396: 41-49.

Hastie, T. and Tibshirani, R. 1990. Generalized additive models. Monographs on statistics and applied probability (eds. D. R. Cox, D. V. Hinkley, D. Rubin and B. W. Silverman). Chapman and Hall, London.

Hoyt, E. 2005. Marine Protected Areas for Whales, Dolphins and Porpoises: A world handbook for cetacean habitat conservation. Earthscan, London, 512pp.

Hoyt, E. 2007. Existing MPAs and Cetaceans: The role of MPAs as a mechanism to protect marine life from ensonification. A Global Scientific Workshop on Spatio-Temporal Management of Noise on a Regional Scale, Lanzarote, Canary Islands, 4-6 June 2007.

IWC. 2006. Report of the Standing Working Group on Environmental Concerns. Annex K. Available at: http://www.iwcoffice.org/_documents/sci_com/workshops/Seismic_report.pdf

Jennings, M. D. 2000. Gap analysis: concepts, methods, and recent results. *Landscape Ecology* 15: 5-20.

Kerley, G. I. H., Pressey, R. L., Cowling, R. M., Boshoff, A. F. and Sims-Castley, R. 2003. Options for the conservation of large and medium-sized mammals in the Cape Floristic Region hotspot, South Africa. *Biological Conservation* 112: 169-190.

Knight A. T., Cowling, R. M. & Campbell, B. M. 2006. 'An operational model for implementing conservation action. *Conservation Biology*, 20: 408-19.

Lambeck, R. 2003. Farming for the future: designing agricultural landscapes for conservation and production. *Pacific Conservation Biology* 9: 68-70.

Lambeck, R. J., and Hobbs, R. J. 2002. Landscape and regional planning for conservation: Issues and practicalities, Pages 360-380 in K. J. Gutzwiller, ed. *Applying Landscape Ecology in Biological Conservation*. New York, Springer.

Lotze, H. K. and Worm, B. 2002. Complex interaction of ecological and climatic controls on macroalgal recruitment. *Limnology and Oceanography* 47:1734-1741

Martin, T. G., Wintle, B., R., J., Kuhnert, P., Field, S., Low-Choy, S., Tyre, A., Possingham, H. 2005. Zero tolerance ecology: improving ecological inference by modelling the source of zero observations. *Ecology Letters*, 8: 1235-1246.

McCullagh, P. and Nelder, J. A. 1989. Generalized Linear Models. Chapman and Hall, London.

MacArthur, R. H., and Wilson, E. O. 1967. The Theory of Island Biogeography. Princeton, NJ.

Margules, C., Pressey, R. and Nicholls, A. 1991. Selecting nature reserves in C. Margules, and M. Austin, eds. *Nature conservation: cost effective biological surveys and data analysis*. Melbourne, CSIRO Publishing.

Margules, C. R., and Pressey, R. L. 2000. Systematic conservation planning. *Nature* 405: 243-253.

Meir, E., Andelman, S. and Possingham, H. P. 2004. Does conservation planning matter in a dynamic and uncertain world? *Ecology Letters* 7: 615-622.

Moilanen, A., Franco, A., Early, R., Fox, R., Wintle, B. and Thomas, C. 2005. Prioritizing multiple-use landscapes for conservation. *Proceedings of the Royal Society of London Series B-Biological Sciences* 272: 1885-1891.

Moilanen, A. and Wintle, B. A. 2006. Uncertainty analysis favours selection of spatially aggregated reserve networks. *Biological Conservation* 129:427-434.

Myers, N., Mittermeier, R. A., Mittermeier, C. G., da Fonseca, G. A. B. and Kent, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403: 853-858.

Nani, B., Ballardini, M., Airoidi, S., Azzellino, A. and Sturlese, A. 1999. Note sulla distribuzione dello zifio (*Ziphius cavirostris*) nel Mar Ligure occidentale. 48 Convegno Nazionale sui Cetacei e sulle Tartarughe Marine. Riassunti delle Comunicazioni e dei Poster. Museo Civico di Storia Naturale, Milano, 11-12 November 1999.

Notarbartolo di Sciara, G. 1994. La cetofauna del bacino corso-liguro-provenzale: rassegna delle attuali conoscenze. *Biologia Marina Mediterranea* 1:95-98.

Notarbartolo di Sciara, G., Agardy, T., Hyrenbach, D., Scovazzi, T. and Van Klaveren, P. 2007. The Pelagos sanctuary for Mediterranean marine mammals. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* (in press).

Notarbartolo di Sciara, G., Zanardelli, M., Panigada, S., Jahoda, M. and Airoidi S. 2003. Fin whale, *Balaenoptera physalus* (L., 1758), in the Mediterranean Sea. *Mammal Review* 33:105-150.

Nuti, S., Chiericoni, V. and Virgilio, M. 2004. Preliminary data on the occurrence, distribution, and feeding behaviour of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in a southern location of the 'International Sanctuary for Mediterranean cetaceans'. *European Research on Cetaceans* 15: 449.

Opdam, P., Foppen, R. and Vos, C. 2002. Bridging the gap between ecology and spatial planning in landscape ecology. *Landscape Ecology* 16:767-779.

Pavan, G. 2007. Acoustic Risk Mitigation in the Mediterranean Sea. Current situation and recommendations. *Article présenté au Congrès des technologies de défense sous-marines (Underwater Defence Technologies - UDT) organisé à Naples, en avril 2007*.

Pavan, G. 2006. Guidelines to address the issue of the impact of anthropogenic noise on marine mammals in the ACCOBAMS area. *Document préparé pour le Secrétariat d'ACCOBAMS*.

Possingham, H., Ball, I. and Andelman, S. 2000. Mathematical methods for identifying representative reserve networks, Pages 291-306 in S. Ferson and M. A. Burgman, eds. *Quantitative Methods for Conservation Biology*. New York, Springer-Verlag.

- Possingham, H., Ryan, S., Baxter, J. and Morton, S. 2002. *Setting Biodiversity Priorities*. Un article préparé dans le cadre des activités du groupe de travail qui a produit le rapport « *Sustaining our Natural Systems and Biodiversity* » pour le Conseil australien des sciences, de la technique et de l'innovation (Prime Minister's Science, Engineering and Innovation Council) en 2002. DEST: Canberra. Pg.9
- Pressey, R. L. 1998. Pages 73-87 in R. Wills, and R. Hobbs, eds. *Ecology for Everyone: Communicating Ecology to Scientists, the Public and the Politicians*. Sydney, Surrey Beatty.
- Pressey, R. L., Humphries, C. J., Margules, C. R., Vane-Wright, R. I. and Williams, P. H. 1993. Beyond opportunism: Key principles for systematic reserve selection. *Trends in Ecology & Evolution* 8:124-128.
- Rand, G. M. and Newman, J. R. 1998. The applicability of habitat evaluation methodologies in ecological risk assessment. *Human and Ecological Risk Assessment* 4:905-929.
- Richardson, W. J., Greene Jr, C. R., Malme, C. I. and Thomson, D. H. 1995. *Marine Mammals and Noise*. Academic Press, San Diego.
- Roberts, C. M., Mason, L. C. and Hawkins, J. P. 2006. Roadmap to recovery: a global network of marine reserves. Greenpeace International, Amsterdam. Disponible à l'adresse : <http://oceans.greenpeace.org/highseas-report>
- Root, K. V., Akcakaya, H. R. and Ginzburg, L. 2003. A multispecies approach to ecological valuation and conservation. *Conservation Biology* 17:196-206.
- Stankey, G. H., Bormann, B. T., Ryan, C., Shindler, B. Sturtevan, V., Clark, R.N. and Philpot, C. 2003. Adaptive management and the Northwest Forest Plan; rhetoric and reality. *Journal of Forestry* 101: 40-46.
- Stern, N. 2006. The Economics of Climate Change: The Stern Review. *Rapport du Trésor public britannique, disponible à l'adresse : http://www.hm-Treasury.gov.uk/independent_reviews/stern_review_economics_climate_change/sternreview_index.cfm*
- Todd, S., Stevick, P., Lien, J., Marques, F. and Ketten, D. 1996. Behavioural effects of exposure to underwater explosions in humpback whales (*Megaptera novaeangliae*). *Canadian Journal of Zoology* 74: 1661-1672
- USFWS. 1980. Habitat evaluation procedures. ESM 102 Release 2-80, U.S. Fish and Wildlife Service, Washington DC.
- Walters, C.J., and Holling, C.S. 1990. Large scale management experiments and learning by doing. *Ecology* 71: 2060-2068.
- Wang, J.Y. and Yang, S.-C. 2006. Unusual cetacean stranding events of Taiwan in 2004 and 2005. *Journal of Cetacean Research and Management* 8: 283-292.
- Weilgart, L.S. 2006. Managing Noise through Marine Protected Areas around Global Hot Spots, IWC Scientific Committee (SC/58/E25).
- Wintle, B. Elith, J. and Potts, J. M. 2005. Fauna habitat modelling and mapping: A review and case study in the Lower Hunter Central Coast region of NSW. *Austral Ecology* 30: 719-738.
- Wintle, B. A. and Bardos, D. B. 2006. Modelling species habitat relationships with spatially autocorrelated observation data. *Ecological Applications* 16:1945-1958.
- Worm, B., Lotze, H. K., Hillebrand, H. and Sommer, U. 2002. Consumer versus resource control of species diversity and ecosystem functioning. *Nature* 417: 848-851.

