

# Risques acoustiques et sismiques pour les mammifères marins

**Xavier Lurton**

IFREMER

Centre de Brest

Service Acoustique & Sismique

BP 70

29280 Plouzané

E-mail : xavier.lurton@ifremer.fr

## Résumé

Les populations de mammifères marins sont exposées à des niveaux de bruit d'origine anthropique en augmentation constante. Les problèmes liés à cette surexposition sont passés ici en revue, en insistant sur les risques avérés liés aux émissions de forte puissance (sonar actif, sismique). Du fait du faible niveau des connaissances scientifiques sur l'audiométrie de ces animaux, la définition de seuils de danger et de critères de protection est très délicate. Des mesures de mitigation des risques sont toutefois mises en place aujourd'hui dans plusieurs domaines d'activités sous-marines.

## Abstract

Marine mammals populations are nowadays exposed to increasing levels of man-made noise. Issues related to this over-exposure are reviewed, with emphasis on the recognized risks bound to high-power emissions (active sonar, seismics). Due to the lack of scientific knowledge about audiometry of marine mammals, the definition of danger thresholds and safety criteria is made very difficult. Mitigation measures are however beginning to be applied today in various fields of underwater activities.

**Les mammifères marins** (cétacés ou pinnipèdes) utilisent de manière privilégiée les ondes acoustiques comme support pour la communication entre individus, la détection des proies et la localisation dans l'environnement sous-marin. Les différentes espèces possèdent chacune des capacités propres et très spécialisées : «chants» à basses fréquences pour les baleines à fanons ou mysticètes (rorqual, baleine à bosse...) permettant la communication entre individus à de très grandes distances ; émission à la fois de cris audibles (pour la communication) et de clics ultrasonores (pour l'écholocation) pour les cétacés à dents ou odontocètes (dauphins, orques, cachalots...) ; appareil auditif adapté à la fois à la réception dans l'air et dans l'eau pour les pinnipèdes (phoques...). On conçoit aisément que la dégradation de l'environnement sonore imposée par les activités sous-marines bruyantes d'origine humaine (industrielles, militaires, scientifiques) puisse donc avoir de sérieuses répercussions sur cette forme à la fois supérieurement évoluée et fragile de la vie marine.

**Deux niveaux de dangers acoustiques** pèsent aujourd'hui sur les populations de mammifères marins. De manière aiguë, certaines opérations impliquant ponctuellement de très fortes intensités acoustiques (sonar basse fréquence, sismique) peuvent mettre en danger la vie même des animaux présents localement sur une zone d'activité ; moins brutalement mais peut-être tout aussi gravement à long terme, l'augmentation continue du niveau de bruit ambiant fait décroître les performances auditives des mammifères marins, et pourrait aller jusqu'à leur rendre inhabitables certaines zones océaniques.

**Quelques événements spectaculaires récents** ont mis en évidence le danger mortel causé par les ondes acoustiques de forte puissance dans l'océan. En 1996, 12 baleines à bec s'échouent sur les côtes grecques suite à des essais de sonar actif de basse fréquence et forte puissance par un navire de l'OTAN. En 2000 aux Bahamas, l'échouage de 17 cétacés est corrélé avec des exercices navals utilisant des sonars actifs. Même scénario aux Canaries en 2002 et 2004 (14 et 4 baleines à bec). Après quelques réticences, les marines militaires ont fini par admettre les dangers de leurs activités sonar envers les mammifères marins, et ont commencé à mettre en place des mesures de limitation des risques. Par contre dans le domaine de la sismique marine, qui met en jeu des sources impulsionnelles très basse fréquence de puissance considérable pour la détection de ressources en hydrocarbures dans le sous-sol, aucun événement catastrophique n'a pu être mis en évidence (un seul cas douteux est reporté, concernant deux animaux en 2002).

De tels événements sont évidemment très préoccupants, même si ces chiffres de mortalité (établis à partir des échouages observés, et donc sans doute inférieurs à la réalité) restent finalement très limités rapportés aux tailles actuellement estimées de populations de mammifères marins, et en comparaison d'autres causes de mortalité d'origine humaine (en dépit de l'application d'un moratoire sur la chasse, en place depuis 1985 mais de plus en plus contesté, environ 2 000 baleines sont tuées chaque année ; les captures accidentelles de dauphins dans les filets de pêche se chiffrent annuellement en dizaines de milliers). Mais la sensibilisation du

public est très forte : le caractère spectaculaire et choquant de ces accidents permet aux organisations environnementalistes d'alerter très efficacement l'opinion publique sur ce sujet, ce qui amène les acteurs du domaine (marines militaires, compagnies de survey offshore...) à mettre en place des mesures spécifiques de protection.

Plusieurs niveaux d'agression sonore peuvent affecter les mammifères marins. Seuls des niveaux sonores très faibles, juste émergeant du bruit de fond habituel et ne provoquant

surface effectuée sans respecter les précautions qu'ils suivent d'ordinaire instinctivement — cette seconde explication semble aujourd'hui la plus plausible.

**L'audiométrie des mammifères marins** est encore très mal connue. Physiologiquement (Ketten, 1998), leur système auditif est similaire à celui des mammifères terrestres (conduit auditif, tympan et chaîne d'osselets, cochlée) bien que son implantation dans le crâne soit toute différente. Mais les performances en sont très difficiles à évaluer. Des



aucun effet de masquage sur les activités acoustiques des animaux, peuvent être considérés comme sans influence notable. Des niveaux acoustiques excédant nettement le bruit ambiant peuvent être perçus par les mammifères marins comme gênants voire pénalisants pour leurs signaux de communications et d'écholocation ; le comportement social et l'alimentation des animaux peuvent s'en trouver perturbés, ce qui peut les amener à quitter une zone trop bruyante. Mais *contrario*, on sait aussi que des émissions sonores artificielles, même assez intenses, peuvent avoir un effet attractif sur certains mammifères marins. A des niveaux sonores plus élevés, correspondant à la proximité de sources puissantes, peuvent apparaître des effets traumatiques, sous forme de troubles de l'audition, traduits par des élévations temporaires (donc réversibles) ou permanentes du seuil d'audition (*TTS* ou *PTS* pour *Temporary/Permanent Threshold Shift*). A des niveaux acoustiques extrêmes peuvent se produire des lésions physiques du système auditif, voire des traumatismes internes ; l'autopsie de cétacés échoués suite à des agressions sonores a révélé des embolies gazeuses et graisseuses semblables à celles provoquées par des accidents de décompression. L'interprétation de ces effets n'est pas claire : on évoque soit l'effet d'une onde de pression de très forte amplitude provoquant un phénomène de cavitation, soit des conséquences d'une remontée panique des cétacés vers la

expérimentations sur des petits odontocètes (dauphins, bélugas, voire orques) peuvent être menées en bassin, basées sur le conditionnement des animaux à répondre aux stimuli sonores ; encore permettent-elles d'accéder uniquement aux seuils d'audition, alors qu'il serait nécessaire de pouvoir évaluer les niveaux de danger, inaccessibles expérimentalement pour des raisons éthiques. Quelques résultats exploitables sont tout de même disponibles dans la littérature. Par contre pour les grands cétacés (cachalots et diverses espèces de baleines à fanons) aucune mesure audiométrique objective n'est possible : on doit se baser sur des approches analogiques, interprétant les caractéristiques mécaniques de leur appareil auditif (par comparaison avec celui des mammifères terrestres) et l'analyse des signaux qu'ils produisent eux-mêmes (l'idée étant que l'appareil auditif d'une espèce a des performances adaptées à ses propres signaux).

On conçoit que dans ces conditions la **définition objective de seuils de danger** ou de gêne, servant eux-mêmes de base à l'établissement de réglementation d'utilisation des systèmes acoustiques, soit pratiquement impossible... Dans un premier temps la NOAA (*National Atmospheric and Oceanic Administration*) a proposé et appliqué un premier critère, qui a été largement repris depuis : deux niveaux de seuils de gêne et de danger sont fixés à 160 et

180 dB re. 1  $\mu$ Pa, indépendamment de la fréquence, de la durée et de l'occurrence des signaux, et de l'espèce animale concernée. L'évidente insuffisance d'une telle définition (qui a au moins le mérite d'exister et de constituer un point de référence) a été largement soulignée depuis, et d'autres définitions des seuils ont été proposées, paramétrées par l'espèce (ou le groupe d'espèces), le type et la durée des signaux (continu ou impulsif), le type de risque (*TTS* ou *PTS*)... Mais on est ramené au problème précédent, à savoir que les données manquent pour renseigner la riche variété de cas ainsi définis.

Dans certains pays (USA, Australie, Royaume-Uni, Brésil...) des **réglementations d'utilisation des systèmes sonores sous-marins** ont été instaurées. Aux États-Unis, la mise en œuvre de systèmes sonars ou sismiques nécessite aujourd'hui l'obtention préalable d'une autorisation de « prise occasionnelle » (*incidental catch*), appelée aussi autorisation de harcèlement occasionnel (*Incidental harassment authorization*). Ces autorisations sont délivrées par l'Administration après examen par le *NMFS* (*National Marine Fisheries Service*), en fonction de l'analyse d'un dossier de préparation incluant une estimation de la fréquentation de la zone de travail par des mammifères marins, ainsi la quantification des intensités acoustiques mises en jeu. L'Union Européenne n'a pas encore adopté de telles mesures réglementaires bien que des pressions pour aller en ce sens commencent à apparaître (un projet de moratoire sur l'utilisation des sonars navals basse fréquence a même été présenté au Parlement en 2005).

En parallèle à l'émergence de réglementations contraignantes, les marines militaires, les compagnies de sismique marine et les organismes de recherche océanographique, soumis à la pression environnementaliste, mènent ou soutiennent d'une part des actions d'évaluation des risques de leur activité, au travers d'expertises scientifiques ou de procédures d'évaluation d'impact environnemental ; d'autre part ils définissent et mettent en œuvre des mesures de mitigation, aujourd'hui largement empiriques. Ces mesures comportent en particulier :

- L'estimation préalable des populations de mammifères marins présents sur la zone d'opération, qui conditionne la stratégie de la campagne acoustique. Certaines zones sanctuarisées sont aujourd'hui pratiquement interdites à toute activité acoustique délibérée.
- La limitation du niveau des émissions en début d'opérations, suivie d'une augmentation progressive ; cette phase d'établissement du niveau (ou *ramp-up*) est de l'ordre de 20 à 30 minutes, et est prévue pour permettre aux animaux de s'éloigner suffisamment de la zone de danger. En régime permanent de fonctionnement, les niveaux sont limités au strict minimum nécessaire pour les opérations en cours.
- La surveillance, par le navire sur zone, de la présence éventuelle de mammifères marins ; cette surveillance est effectuée soit visuellement par des observateurs spécialisés (cette méthode dépend de la remontée en surface des animaux, de l'éclairage, et a une portée limitée en distance), soit par des moyens (encore à un stade expérimental) de détection acoustique passive des émissions sonores des mammifères marins. La détection de mammifères marins dans la zone de danger conduit à l'arrêt des émissions, qui ne peuvent reprendre qu'après l'éloignement des animaux et une nouvelle phase de *ramp-up*.

Il faut noter que, paradoxalement, des signaux acoustiques artificiels peuvent être délibérément utilisés comme répulsifs destinés à éloigner les petits cétacés des engins de pêche, et à éviter leur prise accidentelle dans les filets. La difficulté de mise au point de ces systèmes (dont l'utilisation par les pêcheurs devient obligatoire) est la recherche d'un compromis entre efficacité répulsive et innocuité, équilibre fragile et compliqué par l'impossibilité de mener des expérimentations potentiellement dangereuses.

**L'augmentation générale du niveau de bruit d'origine humaine dans les océans** est un phénomène avéré. Elle est très difficile à quantifier ; un ordre de grandeur couramment rencontré est de 10-15 dB pour le dernier demi-siècle. Cette augmentation est due essentiellement à l'augmentation du trafic maritime, mais aussi des activités industrielles offshore (prospection sismique et exploitation pétrolière) ; elle peut être spécialement notable en certaines zones (rails de navigation, zones pétrolifères). Cette augmentation concerne surtout les domaines des basses fréquences, pour lesquelles la propagation des ondes dans l'océan est très peu atténuée. L'augmentation du bruit ambiant peut avoir pour effet de limiter les capacités auditives des mammifères marins (vraisemblablement surtout les mysticètes) en particulier leurs capacités de communication à grande distance, voire de leur faire abandonner certaines régions. Tout ceci reste évidemment assez hypothétique : peu de données existent corrélant des évaluations objectives du niveau de bruit ambiant et de l'importance locale des populations de mammifères marins – et permettant par ailleurs d'isoler la part relative des causes concomitantes non-acoustiques de variations de ces populations, ce qui est bien sûr extrêmement complexe à interpréter.

**Si l'existence de risques sonores pour les mammifères marins est aujourd'hui clairement avérée**, l'ampleur de leur conséquence à long terme est encore mal évaluée. Dans l'attente de progrès décisifs et rapides (malheureusement peu probables) dans la compréhension et la quantification des risques sonores encourus par les mammifères marins, la tendance dans les années à venir sera sans doute à la généralisation voire au renforcement de mesures préventives pragmatiques, ainsi qu'aux études d'impact des activités sous-marines bruyantes. La communauté acoustique sous-marine est aujourd'hui largement concernée et mobilisée autour de ces questions. Il est toutefois utile de rappeler que la dégradation de l'environnement dans lequel vivent les mammifères marins n'est pas uniquement d'ordre acoustique, et que bien d'autres aspects de l'activité humaine constituent des menaces tout aussi préoccupantes : la chasse baleinière dont le moratoire est menacé, le trafic maritime et ses risques de collisions, la pêche et ses captures accidentelles par filets, la pollution chimique, voire même le *whale watching* touristique, sont autant de facteurs d'agression que ne doit pas masquer la forte sensibilisation actuelle au thème de la pollution sonore.

## Références bibliographiques

Richardson W.J. et al., 1995 *Marine Mammals and Noise*, Academic Press, 576 pp

Ketten, D.K. *Marine mammal auditory systems : a summary of audiometric and anatomical data and its implications for underwater impacts*, NOAA Technical Memorandum NMFS-SWFSC-256, 74 p, 1998

Ocean Noise and Marine mammals, National Academic Press, 2003