

La pollution sonore des océans

La communauté scientifique alerte depuis plusieurs décennies sur l'introduction de sources sonores d'origine anthropique en milieu marin. Les sons se propagent presque cinq fois plus vite dans l'eau que dans l'air et peuvent parcourir des dizaines de kilomètres en quelques secondes. Les cétacés (baleines, dauphins et marsouins) ont une ouïe particulièrement sensible et dépendent presque totalement du son. Le bruit sous-marin s'intensifie à mesure que les usages maritimes se développent. Le transport maritime est l'un des principaux responsables des bruits sous-marins anthropiques, mais également l'industrie du pétrole et du gaz avec ses phases de prospection, de recherche, d'exploration, d'exploitation et de démantèlement, les énergies marines renouvelables, les activités halieutiques (pêche, aquaculture), les activités portuaires (navires de service, dragage), les travaux d'aménagement côtier, l'extraction de granulats marins, la pose de câbles sous-marins, les activités récréatives, scientifiques et de recherches... Ces bruits viennent s'ajouter à un environnement sonore déjà riche en sons d'origine physique tels que la houle, la pluie ou les mouvements tectoniques ainsi que des sons d'origine biologique (communications des mammifères marins, sons générés par les pinces des crustacés, etc.). La pollution sonore est aujourd'hui reconnue comme une menace pour l'environnement marin au même titre que la pollution chimique. Alors même que le transport maritime doit faire des efforts considérables pour améliorer son bilan carbone, d'autres formes de pollutions plus insidieuses passent sous les radars d'une réglementation internationale contraignante, mais peut-être plus pour longtemps...

Eléments de contexte

Les effets des émissions sonores d'origine anthropique sur la faune marine concernent un large panel d'espèces et peuvent être très divers, allant de la gêne susceptible de provoquer la fuite, à l'abandon de l'habitat aux dommages physiologiques pouvant conduire indirectement à la mort de l'individu, en passant par le masquage de signaux de communication. Ces effets sont donc susceptibles de

toucher une espèce à l'échelle de l'individu ou d'un groupe d'individus.

La perception du bruit par les mammifères marins et les nuisances qu'il occasionne sont complexes à déterminer et dépendent de nombreux facteurs : salinité, température, profondeur de l'eau, composition du plancher océanique, type de bruit...

Règlementations du bruit sous-marin, niveau international

Il n'existe pas de réglementation internationale spécifique régissant les émissions sonores en mer. Pour autant, le bruit sous-marin est inséré dans sept corpus juridiques internationaux. La Commission baleinière internationale travaille sur ce sujet depuis 2008 et encourage les Etats parties à mettre en place des mesures de réduction du bruit depuis 2018, via une résolution spécifique.

La Convention sur la diversité biologique, la Convention on the conservation of Migratory Species of Wild Animals (CMS), la Convention OSPAR pour la protection du milieu marin de l'Atlantique du Nord-Est, la Convention de Barcelone pour la protection de la mer Méditerranée contre les pollutions intègrent des évaluations de l'impact du bruit sous-marin généré par les activités humaines. L'accord intergouvernemental ACCOBAMS (Agreement on the Conservation of Cetaceans in the Black Sea, Mediterranean Sea and contiguous Atlantic area), incite les parties à réduire leurs émissions en mer et anime un groupe de travail "bruit sous-marin" avec la CMS ainsi que l'ASCOBANS (Agreement on the Conservation of Small Cetaceans of the Baltic and North Seas).

L'ACCOBAMS organise des formations pour les observateurs embarqués et les opérateurs de surveillance par acoustique passive. La prise en compte de la pollution sonore est récente. L'OMI reconnaît que le bruit produit par les navires peut avoir des effets néfastes sur la santé de l'homme¹ et de la faune sous-marine.

C'est en 2004 que l'OMI s'empare du sujet du bruit sous-marin et de son impact sur la faune. Le transport maritime est alors l'un des principaux responsables des bruits sous-marins anthropiques. Les navires produisent du bruit à des fréquences allant de 20 à 100 000 hertz.

¹ Le bruit à bord des navires a fait l'objet en 2012 d'un amendement à la Convention SOLAS qui fixe un niveau limite de bruit dans la salle des machines, les postes de sécurité, les ateliers, les locaux

d'habitation et autres locaux à bord du navire. La MLC 2006 contient elle aussi des prescriptions sur le bruit et les vibrations.

Les principales sources de bruit proviennent de la forme de la coque, de l'hélice, de leur interaction et de la configuration des machines. Du bruit est émis lorsque la basse pression générée par l'hélice provoque la formation de milliers de minuscules bulles. Lorsque les bulles éclatent, le son émis est une source majeure de bruit. Connu sous le nom de "cavitation", il représente 80% à 85% du bruit du navire. Les moteurs diesel sont une source importante de bruit en raison des vibrations qui rayonnent à travers la coque du navire.

Le bruit varie en fonction du type de navires, de sa conception, de sa vitesse, de la qualité de l'entretien de la coque et de l'hélice. Le caractère international du transport maritime nécessite une réponse coordonnée et mondiale. Pour autant, il n'existe pas de réglementation internationale contraignante sur l'émission de bruit dans les océans.

En 2014, l'OMI a publié des lignes directrices² à destination de la navigation commerciale afin de réduire le bruit sous-marin. Ces recommandations sont à destination des concepteurs, constructeurs et propriétaires de navire. Elles visent des mesures à prendre dès la phase de conception du navire, ainsi que des mesures lors de l'exploitation (vitesse du navire) et de l'entretien du navire (nettoyage de l'hélice de la coque, peinture lisse). Un projet de réforme des recommandations est actuellement en cours à l'OMI, afin de s'adapter au dernier développement en matière de conception et de technologies des navires. En janvier 2024, une planification de la gestion du bruit au niveau international devra émerger.

Niveau européen et initiatives étatiques

En Europe, il y a la Directive Cadre Stratégie pour le Milieu Marin (DCSMM) de 2008 (directive 2008/56/CE) qui vise à atteindre le bon état écologique des eaux européennes en 2020 et fixe des objectifs de diminution de l'impact du bruit sur les animaux marins. Depuis, la Commission européenne a posé des seuils de bruit jugés "acceptables" pour les animaux marins. Les Etats peuvent mesurer le bruit dans leurs Zones Economiques Exclusives (ZEE). Ils peuvent également prendre des initiatives nationales, afin de réduire les impacts liés aux émissions sonores dans leurs eaux territoriales.

Ainsi, l'Irlande a mis en place depuis 2014 des protocoles stricts (surveillance visuelle préalable, périmètre d'exclusion de 1000m...). En Allemagne, le BSH (*Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie*), agence fédérale responsable de l'approbation des installations en mer, a publié des recommandations techniques devant être mises en place a minima lors de l'évaluation des

impacts liés à l'installation de parcs éoliens en mer. Ces recommandations incluent un protocole d'évaluation du bruit sous-marin. L'Allemagne a également fixé en 2013 des seuils acoustiques à ne pas dépasser dans le cadre des opérations de battage de pieux. La Belgique a mis en place ce type de mesure depuis 2012.

D'autres pays européens, à l'instar du Danemark ou des Pays-Bas, ont également émis des recommandations. Enfin, au Royaume-Uni, le JNCC (*Joint Nature Conservation Committee*), conseiller statutaire auprès du gouvernement britannique et des administrations décentralisées, a rédigé plusieurs directives afin de minimiser les impacts sonores liés au battage de pieux, à l'utilisation d'explosifs ou à la prospection géophysique.

Autres initiatives

L'Arctique se réchauffe trois fois plus vite que la planète dans son ensemble, ce qui pourrait entraîner l'ouverture de nouvelles routes maritimes comme le célèbre passage du Nord-Ouest. Par conséquent, les espèces régionales pourraient bientôt être confrontées aux mêmes risques que celles des autres océans. L'essor des croisières d'expéditions aux Pôles vient accentuer la pression anthropique sur ces espaces vulnérables. Le Conseil de l'Arctique a récemment constaté que le bruit sous-marin des navires dans le Grand Nord a plus que doublé entre 2013 et 2019 et à certains endroits, il a été multiplié par dix. En 2017, le gouvernement du Canada a institué des restrictions de vitesse saisonnières dans certaines sections du golfe du Saint-Laurent, afin de réduire les collisions entre les cétacés et les navires.

Le routage et le changement de route font aussi partie des solutions pour éviter des zones maritimes vulnérables (habitats, voie de migration) et permettent ainsi de diminuer les effets néfastes sur la faune marine. En 2003, le Gouvernement du Canada a déplacé les voies de navigation dans la baie de Fundy afin de réduire le risque de collisions avec les baleines noires de l'Atlantique Nord. En juin 2021, le ministère fédéral des Transports avait annoncé le lancement de l'Initiative pour des navires silencieux (modernisation, nouvelles pratiques d'exploitation), dotée d'un financement de 26 M\$can. Le gouvernement fédéral élabore une stratégie sur le bruit dans les océans qui devrait être annoncée au cours de l'année.

Certaines Régions imposent la présence sur le navire d'un "observateur" de la faune marine (*MMO Marine Mammal Observer*), qui s'assure (surveillance visuelle et parfois acoustique) qu'aucune espèce mammifère ne soit

² "Directive visant à réduire le bruit sous-marin produit par les navires de commerce pour atténuer leurs incidences néfastes sur la faune marine" MEPC.1 Circ.833 7 avril 2014, OMI

impactée par le bruit lors de travaux sous-marin. Le suivi aérien peut être utilisé pour attester ou non de la présence de mammifères marins lors d'exercice navals incluant l'utilisation de sonar (Hawaï, Californie, Australie). En cas de présence d'animaux dans ce laps de temps, le début des émissions sonores est reporté.

Niveau français

En France, la DCSMM est transposée par les articles L. 219-7 à L. 219-18 et R. 219-2 à R. 219-10 du Code de l'environnement. Elle ne s'applique qu'en métropole. Le Code de l'environnement dispose également, au titre de son article L. 122-1, que *"les projets de travaux, d'ouvrages ou d'aménagements publics et privés, qui par leur nature, leurs dimensions ou leur localisation, sont susceptibles d'avoir des incidences notables sur l'environnement ou la santé humaine sont précédés d'une étude d'impact"*, ce qui inclut l'évaluation des impacts sonores.

Un guide national a été publié en 2020, il analyse les différentes procédures et technologies disponibles afin de réduire le bruit sur la faune marine. Il s'adresse aux services centraux et déconcentrés de l'Etat. Il accompagne ces services dans l'instruction des dossiers relatifs aux aménagements côtiers ou offshore. Des fiches synthétiques par activité sont également disponibles : industrie du pétrole et du gaz, énergies marines renouvelables, pêche et aquaculture, extraction de granulats, trafic maritime etc.

Certains pays ont fixé des niveaux de bruit à ne pas dépasser, à une certaine distance, dans le cadre de travaux sous-marins (battage de pieux notamment). En France, il n'existe pas de critères réglementaires concernant les seuils d'exposition au bruit sous-marin. L'arrêté ministériel du 9 septembre 2019 relatif à la définition du bon état écologique des eaux marines et aux normes méthodologiques d'évaluation, fixe les critères pour évaluer l'état écologique et les pressions sur le milieu marin à l'échelle des sous-régions marines. Il ne fixe pas de seuil réglementaire à ne pas dépasser dans le cadre de projets en mer, mais des travaux en ce sens sont néanmoins en cours à l'échelle nationale et européenne.

De récents travaux au sein de la Commission européenne et menés par le groupe technique bruit sous-marin (TG Noise) intitulé *"Setting EU Threshold Values for impulsive underwater sound"* proposent des seuils limites, au-delà desquels des pertes d'audition temporaires ou permanentes peuvent être observées. Ces seuils constituent à l'heure actuelle les valeurs de référence à prendre en compte dans le cadre des études d'impact acoustique et notamment celles de la DCSMM. Concernant les seuils de réactions comportementales, il n'existe pas aujourd'hui de consensus scientifique.

Quelles sont les mesures à prendre ?

Il est prioritaire d'éviter et de réduire ces impacts d'autant plus qu'il n'existe pas de mesures pour les compenser. Les mesures d'évitement consistent principalement à dimensionner le projet et/ou à adapter le calendrier des travaux et leur emprise spatiale à des périodes ou zones où aucune espèce sensible n'est présente, ou à utiliser des techniques non impactantes pour les espèces. Les mesures de réduction s'appliquent à trois niveaux. Il peut s'agir de planifier les travaux pour éviter d'interférer avec une période biologiquement sensible ou une zone fonctionnelle. Il est également possible d'adopter des techniques moins bruyantes ou des technologies permettant de diminuer le bruit à la source (rideaux de bulles, blocs isolants, batardeaux) afin de réduire les émissions. Enfin, des mesures ayant pour objectif de contrôler la présence et d'éloigner les espèces de la zone de travaux peuvent également être mises en place.

Concernant le trafic maritime, les moyens pour réduire le bruit sont de ralentir la vitesse du navire, d'entretenir la coque et l'hélice, d'optimiser la conception du navire et d'adapter sa route.

Le Fonds International pour la protection des animaux (IFAW), appelle à une réduction de la vitesse des navires dans les eaux européennes via son initiative *"Blue Speeds"*. En effet, selon cette ONG, réduire la vitesse des navires de 10% permet de limiter le risque de collision avec des baleines de 50%, diminue la pollution sonore sous-marine de 40% et réduit de 13 % les GES des navires. C'est une mesure immédiate, simple et efficace. L'adoption de Blue Speeds ou "vitesses bleues", qui correspondent à 75 % de la vitesse de conception d'un navire, n'implique finalement qu'une réduction minimale de la vitesse des navires, au regard des vitesses moyennes actuelles.

En ce qui concerne les opérations de dragage, de battage de pieux, de la sismique ou de forage, des guides de bonnes pratiques existent comme celles du *soft-start* et du *ramp-up*.

Ces mesures consistent dans le cas du *soft-start* à augmenter progressivement le niveau sonore (mise en route graduelle des canons à airs en cas de sismique, augmentation progressive de la vitesse du rotor en cas de forage ou de la cadence de frappe pour le battage de pieux par exemple) afin d'éloigner les espèces marines se trouvant au voisinage de la source émettrices et ainsi éviter tout risque de dommage physiologique. Lorsque cela n'est pas possible, dans le cas d'utilisation d'explosifs ou de machines dont il est impossible de régler l'intensité, la technique *ramp-up* est utilisée : du bruit va être émis dans le milieu par un autre moyen, avec un niveau d'émission croissant, jusqu'à atteindre le niveau sonore attendu. Ce

n'est qu'une fois ce niveau atteint que la source sonore sera mise en œuvre.

La surveillance visuelle est la méthode d'atténuation la plus commune, présente dans tous les guides, recommandations ou protocoles généralement appliqués en cas d'activités bruyantes. Les modalités varient largement, que cela soit en nombre d'observateurs ou concernant le caractère continu ou non de la surveillance. Si son efficacité dépend fortement des observateurs et des conditions météorologiques, la surveillance visuelle reste une mesure pertinente. L'observation visuelle ne peut être assurée que de jour.

Certains Etats souhaitent que ces observateurs soient certifiés pour travailler dans leurs eaux (Royaume-Uni, Nouvelle-Zélande, Etats-Unis, Australie).

L'utilisation d'imagerie thermique ou infra-rouge peut permettre de prolonger la surveillance de nuit. Si cette technologie n'est aujourd'hui efficace que dans le cas d'animaux de grande taille et en zone polaire ou subpolaire, il est probable que cela deviendra un outil prometteur dans les années à venir.

Il est recommandé d'arrêter les travaux en cas d'intrusion d'animaux dans la zone d'exclusion. Cela implique qu'une zone d'exclusion soit définie en amont pour les différentes espèces désignées comme sensibles au bruit généré. La détection des animaux est alors effectuée par les observations visuelles et le monitoring acoustique.

Il existe également des répulsifs acoustiques, comme les pingurs qui émettent généralement entre 2,5 et 100 kHz, et les effaroucheurs à phoques (*seal scarer*) qui émettent entre 8 et 17 kHz. Si les répulsifs acoustiques ont montré leur efficacité sur certains chantiers, ils ne peuvent toutefois pas être recommandés sur tous et leur utilisation ne peut pas être généralisée. Comme pour les autres sources acoustiques, il convient de ne pas émettre à des niveaux supérieurs aux besoins. En particulier pour les espèces sensibles aux très hautes fréquences, la prudence est de mise. La conduite d'un *soft-start* et d'une surveillance minutieuse de la zone de chantier suffit généralement à éloigner les animaux des zones potentiellement impactées.

Des incitations au travers d'éco label et des projets collaboratifs

Des incitations voient également le jour avec le programme volontaire de certification environnementale pour l'industrie maritime ; "*Green Marine*". Cette certification comprend plusieurs indicateurs de performances avec des thématiques variées (émissions atmosphériques, recyclage écologique des navires, la gestion des espèces invasives...).

Depuis 2018, les ports et les armateurs peuvent satisfaire les critères concernant le bruit sous-marin. On peut regretter que le niveau 1 de la certification ne consiste qu'au respect de la réglementation (autoévaluation annuelle). Succinctement, les différents indicateurs de performances concernant le bruit sous-marin se caractérisent par un entretien régulier du navire notamment des hélices et de la coque, une collecte des données sur le bruit, des mesures correctives mises en place, puis la duplication de ces mesures à 15% de la flotte. La méthode d'évaluation du bruit se base sur les normes de mesures ANSI/ASA S12.64-2009 ou ISO 17208-1:2016 qui décrivent les procédures à mettre en place et les grandeurs à utiliser pour mesurer le bruit sous-marin généré par les navires, notamment en eaux profondes.

Ces initiatives qui reposent sur le volontariat permettent de donner une image soucieuse de l'environnement tout en permettant de faire des économies (bonus sur les droits de port, économie de carburant). C'est une méthode douce pour rallier la communauté maritime vers de meilleures pratiques environnementales.

Concernant des projets collaboratifs le port de Vancouver a initié; le programme ECHO (*Enhancing Cetacean Habitat and Observation*) regroupant des agences gouvernementales, l'industrie du transport maritime, des collectivités autochtones, des groupes environnementaux ainsi que des scientifiques afin de mieux comprendre et gérer les impacts du trafic maritime sur les baleines. La réduction sonore est le fil rouge de la démarche, elle inclut également les perturbations physiques et les contaminants environnementaux.

L'usage de l'intelligence artificielle fait l'objet de travaux de la part de laboratoires et d'institutions scientifiques, qui travaillent sur la pollution sonore via notamment, des algorithmes de détection des émissions anthropiques et des vocalises de mammifères marins. L'IA permettra de détecter les sources sonores en temps réel et de traiter ce volume très important de données.

La Commission européenne a lancé un projet pilote fin 2022, d'une bibliothèque sonore, en libre accès de sons anthropiques à l'échelle européenne afin d'évaluer l'état des écosystèmes marins via la diversité du paysage sonore et dont le Shom (Service hydrographique et océanographique de la Marine) est partenaire. La recherche en bioacoustique continue...

Camille VALERO