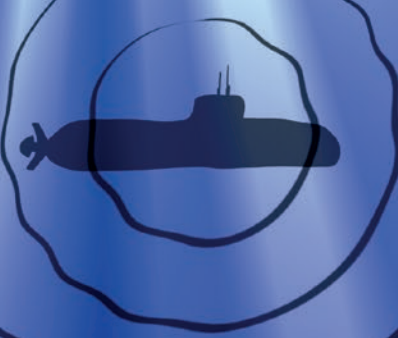




BIP



**TOUS
AUX
ABRIS !!**

**LA
POLLUTION SONORE
SOUS-MARINE**



**FRANCE NATURE
ENVIRONNEMENT**

OCCITANIE-MÉDITERRANÉE

La mer... le monde du silence ?

Un son est principalement caractérisé par 3 aspects :

Sa **fréquence** (hertz) : plus elle est élevée, plus le son est aigu, et inversement.



Son **intensité** (décibels) : c'est le volume, le niveau sonore du son.



Son type

Ambiant : son continu (fréquence et intensité stables), généralement de moyenne intensité.



Impulsif : son discontinu, avec un démarrage et un arrêt instantané, il peut être de forte intensité.



Le son se déplace environ **4 fois plus vite** dans l'eau que dans l'air. Cependant l'intensité et la fréquence du son, mais aussi la température et la pression (profondeur) peuvent **influencer sa distance de propagation et sa vitesse**. Il peut y avoir de très nombreuses sources de son sous l'eau, créant une véritable cacophonie, qui n'est pas toujours audible pour l'oreille humaine (qui peut percevoir de ~20 à 20 000 Hz).

Les sources de son sous-marines peuvent être **regroupées en trois catégories** :

1 - La géophonie

Regroupe les **sons liés à l'environnement**, tels que la pluie sur l'eau, les vagues, le vent...

2 - La biophonie

Regroupe les **sons émis par les êtres-vivants** (la plupart de la faune et une partie de la flore marine). Les espèces marines mobiles **utilisent essentiellement le son pour communiquer** dans l'eau, la vue étant souvent limitée du fait de la faible visibilité. Elles produisent des émissions acoustiques qui leur sont propres, avec des caractéristiques spécifiques et qui sont adaptées aux informations nécessaires à sa vie : chasse, navigation, socialisation.



Quelques exemples :

- les baleines (via leur larynx) émettent des sons à très basse fréquence qui peuvent être entendus à plusieurs centaines de km (baleine bleue) ;
- les grands dauphins émettent deux types de sons distincts via des lèvres phoniques : les clics pour l'écholocation, la recherche de nourriture et les sifflements pour les interactions sociales ;
- certaines espèces de poissons peuvent produire des sons de différentes manières : en faisant vibrer leur vessie natatoire, en frottant leurs dents ou leurs os les uns contre les autres.

3 - L'anthropophonie

Par ses activités en mer, **l'homme génère du son dans le milieu marin**. Il peut être émis de manière intentionnelle ou non :

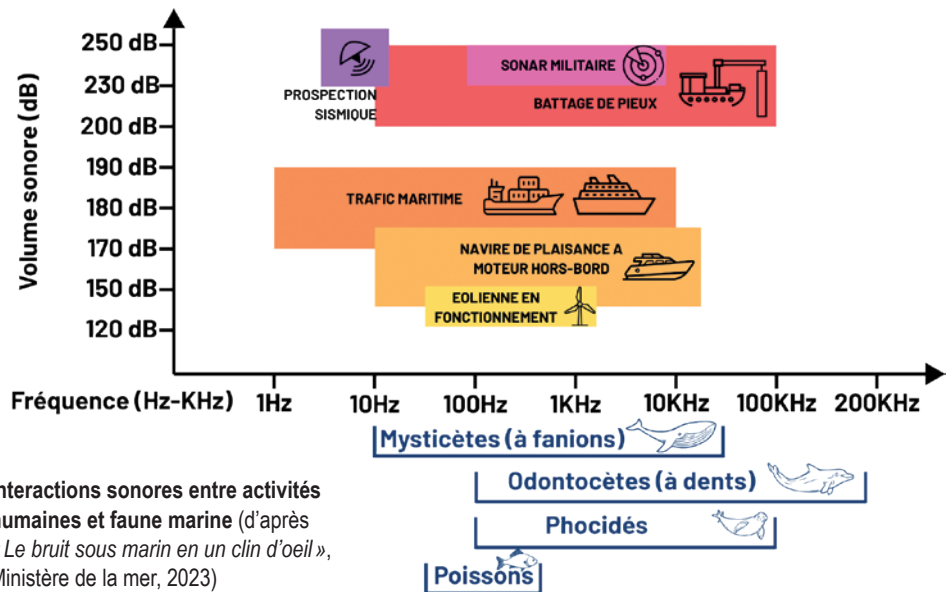
Activité	Source sonore
Grands navires (cargos, tankers, ferries, bateaux de croisière...), petits navires (pêche, plaisance) et autres véhicules nautiques à moteur (jetski...)	Cavitation de l'hélice (formation de bulles dans l'eau), bruit du moteur et écoulement de l'eau sur la coque
Exploration pétrolière/gazière	Canons à air comprimé pour mesurer l'écho renvoyé par les fonds marins
Activités industrielles et de construction (éoliennes en mer, aménagement du littoral...)	Battage de pieux, fonctionnement des turbines, extraction de minerais...
Activités militaires	Exercices de tir, sonars...
Echosondeurs et sonars	Impulsions sonores pour matérialiser les fonds ou des objets sous-marins (à des fins scientifiques, industrielles ou de pêche)



Quels impacts de la pollution sonore sous-marine ?

Bien que les écosystèmes se soient adaptés à la géophonie, l'intensification et la diversification des usages de la mer à partir de la seconde moitié du XX^e siècle a **très fortement et rapidement augmenté l'anthropophonie**. Aujourd'hui, **rare sont les endroits de la mer où elle est absente**, y compris dans les endroits avec peu d'activité humaine (le trafic maritime génère par exemple des basses fréquences se déplaçant à de très longues distances). Ces bruits⁽¹⁾ sont rarement isolés, ils se combinent, s'ajoutent et peuvent dans certains endroits créer une véritable cacophonie bruyante.

Les organismes marins n'ont **pas forcément la même gamme de perception sonore que les humains**. L'impact dépend du chevauchement entre les fréquences sonores d'émission et celles utilisées ou perceptibles par les êtres vivants. Par ailleurs, l'impact est **proportionnel à la durée d'exposition et au volume sonore** de l'activité.

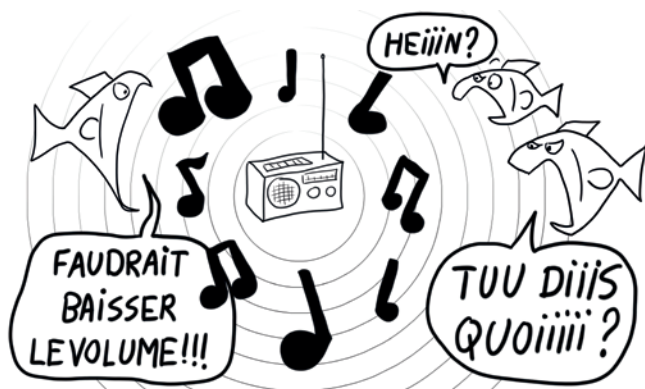


Ces émissions sonores **n'affectent pas que les espèces pourvues de systèmes auditifs**⁽²⁾. En effet, une récente étude⁽³⁾ a montré que les **invertébrés marins** (céphalopodes, crustacés, coquillages, méduses, coraux...), ayant des organes sensoriels sensibles à la vibration du son, **sont également impactés par cette pollution**.

L'anthropophonie peut avoir **4 types d'impacts sur la faune sous-marine** (par ordre de gravité) :

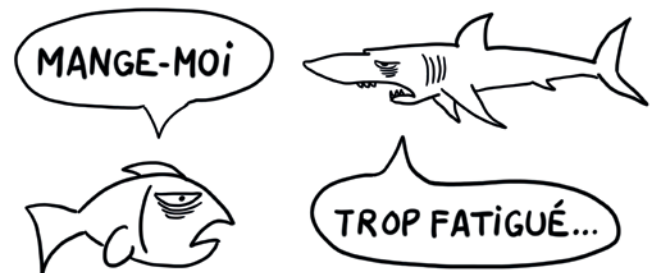
1 - Le masquage acoustique

Le son brouille la communication entre individus, empêche la localisation de proies... Certaines espèces peuvent s'adapter à ce masquage, en réduisant les échanges ou en changeant de fréquences sonores, ce qui leur demande néanmoins **plus d'énergie et rend les communications moins efficaces**.



2 - Le changement de comportement

Changement de route migratoire, abandon d'un habitat, arrêt des interactions sociales et alimentaires... Au sein de la réserve marine de Cerbère-Banyuls, les études montrent un comportement vocal du Mérou brun et du Corb différent dans les zones soumises à une forte pollution sonore. Les **vocalises sont moins nombreuses** et celles attribuées à la reproduction **sont quasi absentes**⁽⁴⁾.



⁽¹⁾ Le bruit est une notion négative : quand le son devient gênant, dérangeant, voire impactant

⁽²⁾ Cétacés, phocidés, poissons, tortues et oiseaux

⁽³⁾ « Marine invertebrates and noise », Solé et. al, 2023

⁽⁴⁾ Les recherches se poursuivent pour savoir si les poissons restent sur zone mais ne vocalisent plus ou s'ils changent de zone par mesure d'évitement

3 - Les effets physiologiques

Augmentation du stress, ralentissement de la croissance, augmentation du rythme respiratoire. Une récente étude⁽¹⁾ a montré que le bruit émis lors de la construction d'éoliennes en mer posées (battage de pieux) affectait le stade larvaire des coquilles Saint-Jacques en **accélérant ou en ralentissant leur métamorphose**. Or, cela augmente le risque de mortalités et peut obliger les larves à s'installer dans **des endroits défavorables à leur survie**.



4 - Les blessures physiques

Baisse du niveau d'audition, lésion d'organes (auditifs, poumons, vessies natatoires...) pouvant entraîner la mort de l'animal. Il a été prouvé que les canons à air sismique provoquent de **graves lésions aux organes internes** chez le calamar géant ou peuvent **tuer du zooplankton** dans un rayon de 1,2 kilomètre autour de chaque impulsion envoyée⁽²⁾. Plus indirectement, ces mêmes instruments, très intenses et impulsifs, peuvent faire paniquer les cétacés qui, en cherchant à fuir trop rapidement à la surface, peuvent faire des **accidents de décompression**, puis s'échouer. Les sonars militaires sont aussi fortement soupçonnés d'être **responsables d'échouages massifs** de cétacés en Méditerranée⁽³⁾.



Quelles pistes d'actions ?

Bien qu'il reste encore de **nombreuses données à acquérir** sur la caractérisation, la spatialisation de la pollution sonore et ses interactions avec les espèces marines, il est impératif de la **diminuer partout où cela est possible et dès à présent**. Plusieurs pistes d'actions peuvent être envisagées :

Trafic maritime

- **Réduction de la vitesse** de quelques nœuds ;
- **modification de la forme ou du type** d'hélice pour limiter la cavitation ;
- **réduction du bruit des machines** en isolant phoniquement les moteurs ;
- **travail sur le design et l'entretien** des coques pour limiter la turbulence des flux.

Une **réduction de 10 % de la vitesse** (proposition dite « vitesse bleue ») permettrait de réduire la pollution sonore de 40 % mais également le risque de collision de 50 % et l'émission de gaz à effet de serre de 13 %⁽⁴⁾.

Le port de Vancouver, au Canada a lancé un plan de gestion du bruit sous-marin comprenant la mise en place de **taxes portuaires réduites** pour les bateaux les plus silencieux ou la **délimitation de zones de réduction de vitesse** ou d'**interdiction de navigation** (appelée « quiet zones »). A notre connaissance, de telles mesures de gestion **n'existent pas encore sur les ports méditerranéens français**, mais certains ports, comme celui de Nice, considèrent la question.



⁽¹⁾ « Projet IMPAIC - Résumé Impact des bruits chez la Coquille Saint-Jacques et la Paire », LEMAR, 2022

⁽²⁾ « Widely used marine seismic survey air gun operations negatively impact zooplankton », MacCauley et al, 2017

⁽³⁾ « Correlating Military Sonar Use with Beaked Whale Mass Strandings: What Do the Historical Data Show? », Filadelfo et. al, 2009

⁽⁴⁾ « Ralentir les navires pour aider les baleines à s'entendre », IFAW, 2022

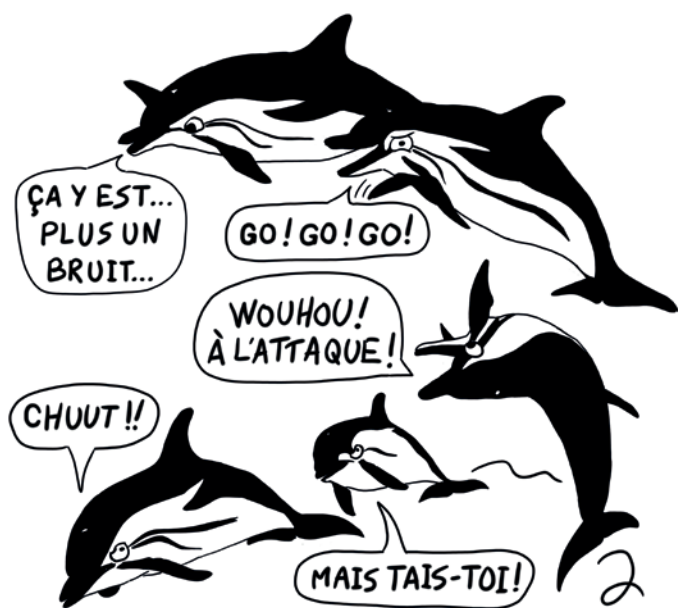
Les éoliennes en mer

Les premières études montrent que les impacts les plus significatifs sont observés **lors des phases de construction des éoliennes posées** (battage de pieux), sur les phoques, les cétacés et les poissons⁽¹⁾. En phase d'exploitation, qu'elles soient posées ou flottantes, il y aurait **peu d'impacts significatifs** de la pollution sonore sur les poissons ou les cétacés. Certaines études suggèrent néanmoins une **influence négative des sons émis par les turbines** sur la fixation des larves de crabe et entraînant un retard de métamorphose⁽²⁾.

Il existe actuellement plusieurs méthodes de réduction de l'impact sonore des éoliennes en mer. Elles sont **principalement dédiées aux phases de construction sur les éoliennes posées** :

- **réduction du niveau sonore à la source** : changements dans les méthodes de battage de pieux (prolongement de la durée d'un coup de marteau, installation de coussins, enfoncement par vibration) ;
- **atténuation de la propagation acoustique** : rideau de bulles (injection d'air compressé dans un anneau de tuyaux perforés mis en place autour des fondations de l'éolienne) ou « chaussettes » isolantes ;
- **éloignement progressif des espèces** : démarrage progressif des battages de pieux pour leur laisser le temps de partir, répulsifs acoustiques (comme ceux que l'on peut trouver sur les chaluts par exemple).

Sur les éoliennes flottantes (Méditerranée), les fermes pilotes ont essentiellement mis en place des **observateurs pour alerter** sur la présence de cétacés à proximité des chantiers et, le cas échéant, arrêter temporairement les travaux.



Les activités sur l'espace côtier

Les espaces côtiers constituent les **zones les plus productives et les plus riches** de la mer (présence de lumière et de nutriments). Or, ils **concentrent également de nombreuses activités humaines** susceptibles d'impacter les nombreuses espèces y vivant⁽³⁾.

Certains sons, comme ceux générés par les travaux d'aménagement du littoral (déroctage, battage de pieux...), peuvent être **de forte intensité** et faire l'objet de mesures de réduction (à l'image des éoliennes en mer). D'autres, de moins grande intensité, peuvent néanmoins **s'ajouter ou se combiner entre eux et avoir des impacts cumulés** sur les espèces : jetski, plaisance à moteur, pêche, transport touristique... **Peu de mesures d'encadrement** sont mises en place pour limiter cette pollution sonore pour les petites embarcations.

A titre d'exemple, il a été prouvé que les dauphins bleus et blancs de Méditerranée s'approchent des petits fonds côtiers la nuit et s'en éloignent en journée, lorsque les activités humaines sont les plus importantes⁽⁴⁾.

LA RÉDUCTION DE LA POLLUTION SONORE COMME CO-BÉNÉFICE D'AUTRES POLITIQUES DE TRANSITION ÉCOLOGIQUE DES FILIÈRES ?

Certaines mesures ne relèvent pas directement de la réduction de la pollution sonore, mais **peuvent entraîner son atténuation** :

- délimitation de zones avec **interdiction ou réduction du nombre d'embarcations** (Zones de Protection Forte, Zones de Mouillages Écologiques...) ;
- **électrification** des embarcations ou des quais de port (afin

qu'il n'y ait plus d'obligation de laisser tourner les machines pour alimenter en électricité le bateau à quai) ;

- **limitation de l'artificialisation** des littoraux et des petits fonds côtiers ;
- **limitation de la vitesse** des embarcations pour la sécurité maritime ;
- ...

⁽¹⁾ « Impacts acoustiques des projets éoliens en mer sur la faune marine », CNRS, 202.

⁽²⁾ « Turbine Sound May Influence the Metamorphosis Behaviour of Estuarine Crab Megalopae », Pine et. al, 2012

⁽³⁾ Mini guide « Les petits fonds côtiers de Méditerranée », FNE OcMed, 2025

⁽⁴⁾ « Recreational boating as a potential stressor of coastal striped dolphins in the northwestern Mediterranean Sea », Gannier et.al, 2022

Vers une réglementation ?

Il n'existe actuellement **aucun consensus autour d'un seuil maximum d'émission réglementaire**. Cependant, au cas par cas, il est possible de calculer le seuil permanent de dommage physique (PTS) et le seuil temporaire de dommage physique (TTS), pour les bruits continus ou impulsifs. A ce jour, ces seuils **existent principalement pour les mammifères marins**⁽¹⁾.

Au niveau international et national

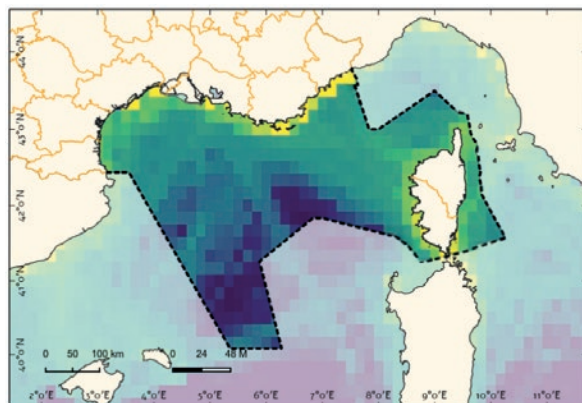
Le cadre international et national de lutte contre la pollution sonore sous-marine **relève à ce jour principalement de la sensibilisation et de l'engagement volontaire**, sans générer de mesures prescriptives.

La France aborde principalement le sujet de la pollution sonore via le **descripteur « bruit sous-marin »** de la Directive Cadre Stratégie pour le Milieu Marin (DCSMM). Malgré des données existantes sur l'intensité et la répartition de cette pollution, les seuils définissant l'atteinte ou non de ce descripteur n'ont pas pu être définis **faute de consensus entre états-membres**.

Et au niveau local ?

Même si cela reste marginal, certaines dispositions peuvent être prises au sein d'aires marines protégées **avec pour objectif premier la réduction de la pollution sonore sous-marine**. Dans le sanctuaire Pelagos, visant la protection des cétacés, le préfet maritime de Méditerranée a pris plusieurs arrêtés pour interdire les courses de véhicules à moteur ou d'approcher les mammifères marins à moins de 100 m⁽²⁾.

Densité de trafic maritime mensuel (Toutes catégories confondues, d'après « évaluation DCSMM BEE Cycle 3 », août 2021)



Ratio du temps de présence de trafic et temps d'observation par maille



Limites Zone Économique Exclusive française

L'urgence de renforcer l'action

Il reste de **nombreuses connaissances à acquérir** sur l'impact de la pollution sonore, notamment sur les poissons, les mollusques, les invertébrés, les crustacés et les oiseaux plongeurs. Il reste également des données à acquérir sur les **impacts des activités en mer**, en particulier celles qui sont **émergentes**. Il y a néanmoins consensus sur les effets négatifs de cette pollution sur les écosystèmes marins, ce qui justifie **d'agir sans attendre pour** :

- **réduire au maximum** la pollution sonore propre à chaque activité : innovations techniques, prise en compte des cycles biologiques ou réduction spatiale/temporaire des usages ;
- **créer ou sanctuariser** des espaces vierges de pollution sonore, notamment dans les aires marines protégées existantes ;
- **soutenir** la recherche scientifique ;
- **renforcer** la réglementation.



⁽¹⁾ « Marine Mammal Noise Exposure Criteria: Updated Scientific Recommendations for Residual Hearing Effects », Southall et.al, 2007

⁽²⁾ Voir arrêté n° 384/2023 (daté du 20 novembre 2023)