



LA BIOACOUSTIQUE, UN OUTIL SCIENTIFIQUE ET LUDIQUE POUR ENTENDRE L'INVISIBLE



LIVRET PÉDAGOGIQUE À DESTINATION DES MÉDIATEURS, DES ANIMATEURS & DES ENSEIGNANTS



CE LIVRET PÉDAGOGIQUE A ÉTÉ RÉALISÉ POUR PERMETTRE UNE PREMIÈRE APPROCHE DE LA BIOACOUSTIQUE ET COMPRENDRE L'UTILISATION DU QUIZ INTERACTIF « L'ACOUSTQUIZ » QUI EST DISPONIBLE EN LIGNE SUR NOTRE SITE INTERNET ET UTILISÉ DANS LE CADRE DE NOS ANIMATIONS.

Il a été créé dans le cadre de l'appel à idées lancé par le Parc national des Calanques « Educalanques : un partenariat créatif pour partager les calanques, 3ème génération ». Il permet à un large public, allant des élèves de cycle 2 au grand public, en passant par les périscolaires, de découvrir les paysages sonores sous-marins de la Méditerranée.

LES OBJECTIFS SONT LES SUIVANTS :

- Faire découvrir au plus grand nombre l'étude de la communication sonore animale par la bioacoustique.
- Apprendre à reconnaître les sons émis par les espèces marines emblématiques de Méditerranée.
- Comprendre en quoi la bioacoustique peut nous apporter une meilleure compréhension du Vivant et devenir un outil indispensable pour faire face aux pressions anthropiques et au changement climatique.
- Valoriser, au travers d'un outil ludique et interactif, les paysages sonores sous-marins dans l'imaginaire collectif.





SOMMAIRE

Introduction p.3

Définitions p.6

1. Les bases de la communication sonore chez les animaux marins...p.7

1.1. Une onde sonore, qu'est-ce que c'est ?.....p.7

1.2. Bavard comme une carpe !.....p.8

1.3. Des bruits qui courent... et qui nagent aussi.....p.9

1.4. La nature sur écoute.....p.10

2. Quand le son devient bruit :

les impacts des activités humaines sur le milieu marin.....p.15

2.1. L'Homme, ce boucan.....p.15

2.1.1. Le vacarme des expérimentations militaires.....p.15

2.1.2. Le raffut des rafiot : pêche, loisirs & transport maritime.....p.16

2.1.3. Le barouf pas ouf des plateformes gazières,

pétrolières & des éoliennes offshorep.17

2 .2. Décimés à cause des décibels.....p.18

3. Un chant venu du c(h)œur du Parc national des Calanques.....p.18

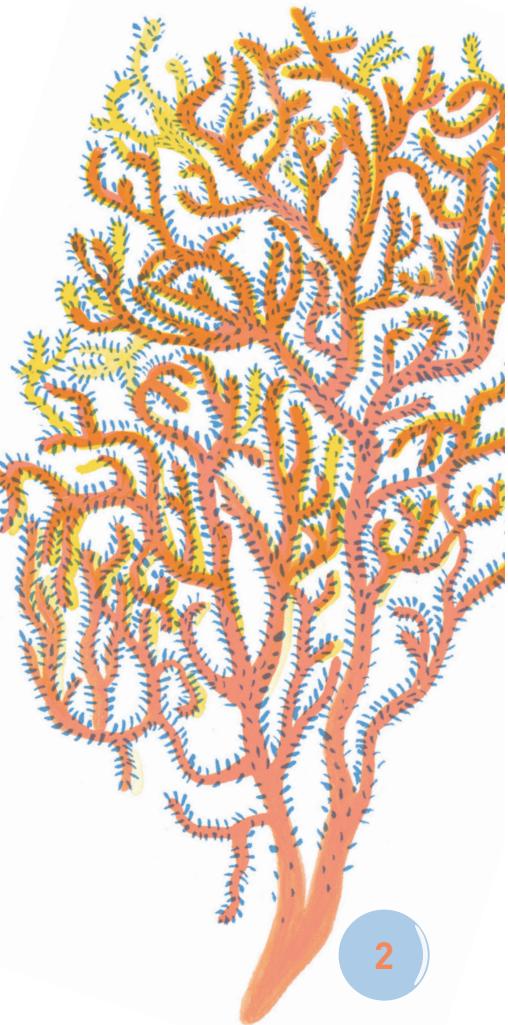
Conclusion : Y en marre du tintamarre !.....p.19

Historique.....p.19

Propositions d'animations.....p.21

Les céétacés.....p.23

Les poissons chanteurs.....p.25



QUI N'A JAMAIS RÊVÉ DE POUVOIR PARLER
AUX ANIMAUX À L'INSTAR DE HARRY POTTER
PARLANT FOURCHELANGUE AVEC LES SERPENTS ?
FAUT-IL NÉCESSAIREMENT VIVRE DANS LA JUNGLE
COMME TARZAN OU MOWGLI POUR COMPRENDRE
ET APPRENDRE LEUR « LANGAGE » ?
EXISTE-IL VRAIMENT UN ORCHESTRE SYMPHONIQUE
AQUATIQUE DIRIGÉ PAR ARIEL LA PETITE SIRÈNE ?

Pour communiquer entre eux, les animaux émettent une multitude de sons à la complexité et à la signification qui leur sont propres.

La bioacoustique émerge alors comme une science utile qui permet d'étudier la biodiversité, de mesurer son état de santé et de comprendre le rôle de la communication sonore chez les animaux. Science méconnue du grand public, elle donne à entendre ce que l'on ne peut pas toujours voir et rend désormais possible la découverte des paysages sonores des fonds marins. Par conséquent, cette discipline représente pour tout un chacun une nouvelle porte d'entrée sensorielle du milieu marin et un moyen de communiquer avec le Vivant.

Des plus connus, comme le chant des baleines, aux plus discrets comme le mérou qui semble jouer du didgeridoo, tous ces sons sont étudiés de nos jours avec beaucoup d'intérêt par les scientifiques. Malheureusement, cette approche révèle également de nombreuses nuisances sonores d'origine humaine.

En effet, depuis le début de l'exploitation industrielle des mers, nous polluons acoustiquement l'océan et menaçons sans le savoir son équilibre... **La bioacoustique et l'écoacoustique œuvrent ainsi à sensibiliser les pouvoirs publics sur la détérioration de la qualité de vie de ces espèces et de leurs habitats.** Avec les avancées technologiques actuelles, vous découvrirez comment ces approches acoustiques permettent de suivre l'évolution et la détérioration de la biodiversité à long terme et en quoi elles sont nécessaires à sa protection.



MAIS AU FAIT, C'EST QUOI LA BIOACOUSTIQUE ?





DÉFINITIONS



LA BIOACOUSTIQUE

La bioacoustique est une science qui étudie la production, la réception et l'interprétation des sons chez les animaux. Les scientifiques cherchent à savoir pourquoi et comment ces derniers produisent et perçoivent les sons, mais aussi quels rôles importants cette communication sonore joue au cours de leur existence. Ainsi, les sons étudiés sur une espèce ou un ensemble d'espèces permettent notamment aux chercheurs d'obtenir des informations clés sur leurs présences, leurs déplacements et leurs comportements.

L'ÉCOACOUSTIQUE

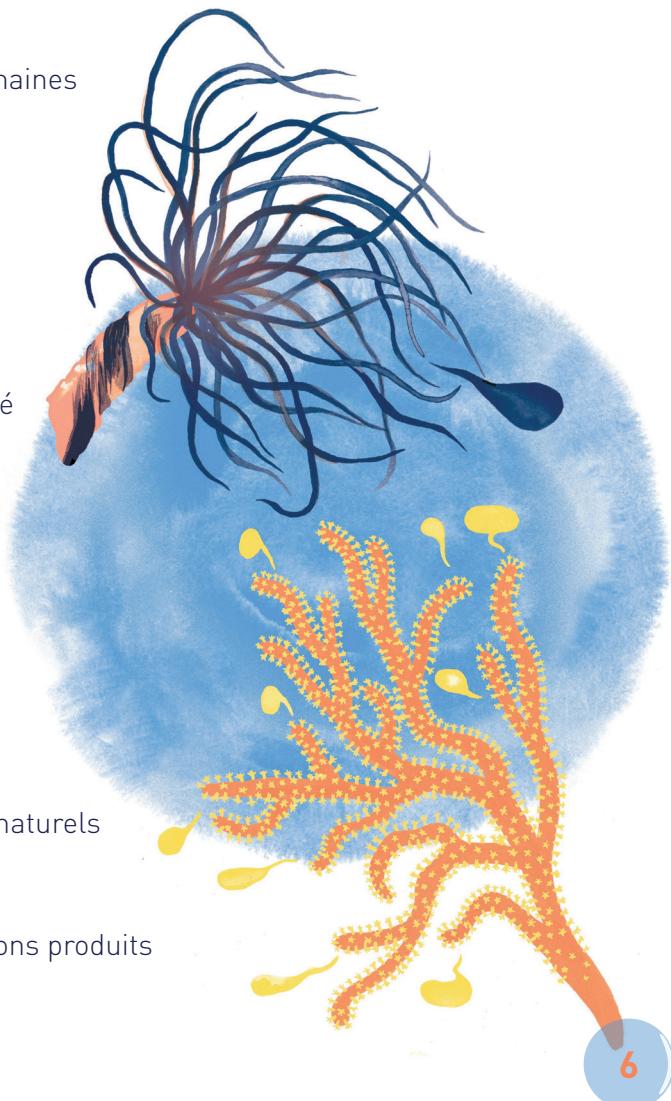
L'écoacoustique, en revanche, permet de collecter des informations sur l'ensemble des sons perceptibles – qu'ils soient d'origine naturelle ou non – à un lieu donné. Cela comprend notamment : les variations climatiques, la présence d'activités humaines et/ou la présence d'autres espèces animales.

LE PAYSAGE SONORE

Ensemble, ces deux approches complémentaires étudient, à différentes échelles, l'état de la biodiversité terrestre et marine au cours du temps et dessinent ce qu'on appelle le paysage sonore.

Ce dernier se compose de trois grands ensembles sonores :

- **La biophonie**, qui représente l'ensemble des sons produits par les êtres vivants.
- **La géophonie**, qui représente l'ensemble des sons naturels météorologiques : la pluie, le vent, le ressac...
- **L'anthropophonie**, qui représente l'ensemble des sons produits par les activités humaines.



I. LES BASES DE LA COMMUNICATION SONORE CHEZ LES ANIMAUX MARINS

1.1. Une onde sonore, qu'est-ce que c'est ?

Le son est une sensation auditive produite par une vibration. Trois éléments sont indispensables à l'existence d'un son : un émetteur ou une source qui produit le son, un milieu (air, eau ou sol) qui transmet la vibration sonore et un récepteur qui reçoit le son. Chez les êtres humains, comme chez la plupart des animaux terrestres, cette vibration est ressentie grâce à l'ouïe. Chez certains animaux marins, le sens de l'audition est particulièrement développé dans un milieu où l'odorat et la vue ont, en revanche, une utilité restreinte.

Le son se propage, plus ou moins rapidement selon le milieu, sous forme d'ondes sonores, comme des faisceaux allant dans différentes directions. Contrairement aux ondes lumineuses, les ondes sonores ne se propagent pas dans le vide. Si le silence n'existe pas sur Terre, dans l'espace – où règne un vide sans fin – c'est paraît-il le silence absolu !

Ces ondes sonores peuvent ainsi subir des **réflexions**, lorsqu'elles nous reviennent par un obstacle qui le répercute et que l'on entend son écho ; des **réfractions**, lorsqu'elles se situent à l'interface entre deux milieux différents (air/eau) ; ou des **interférences**, dues à la superposition de ces ondes.

Enfin, une onde sonore se définit par trois caractéristiques majeures :

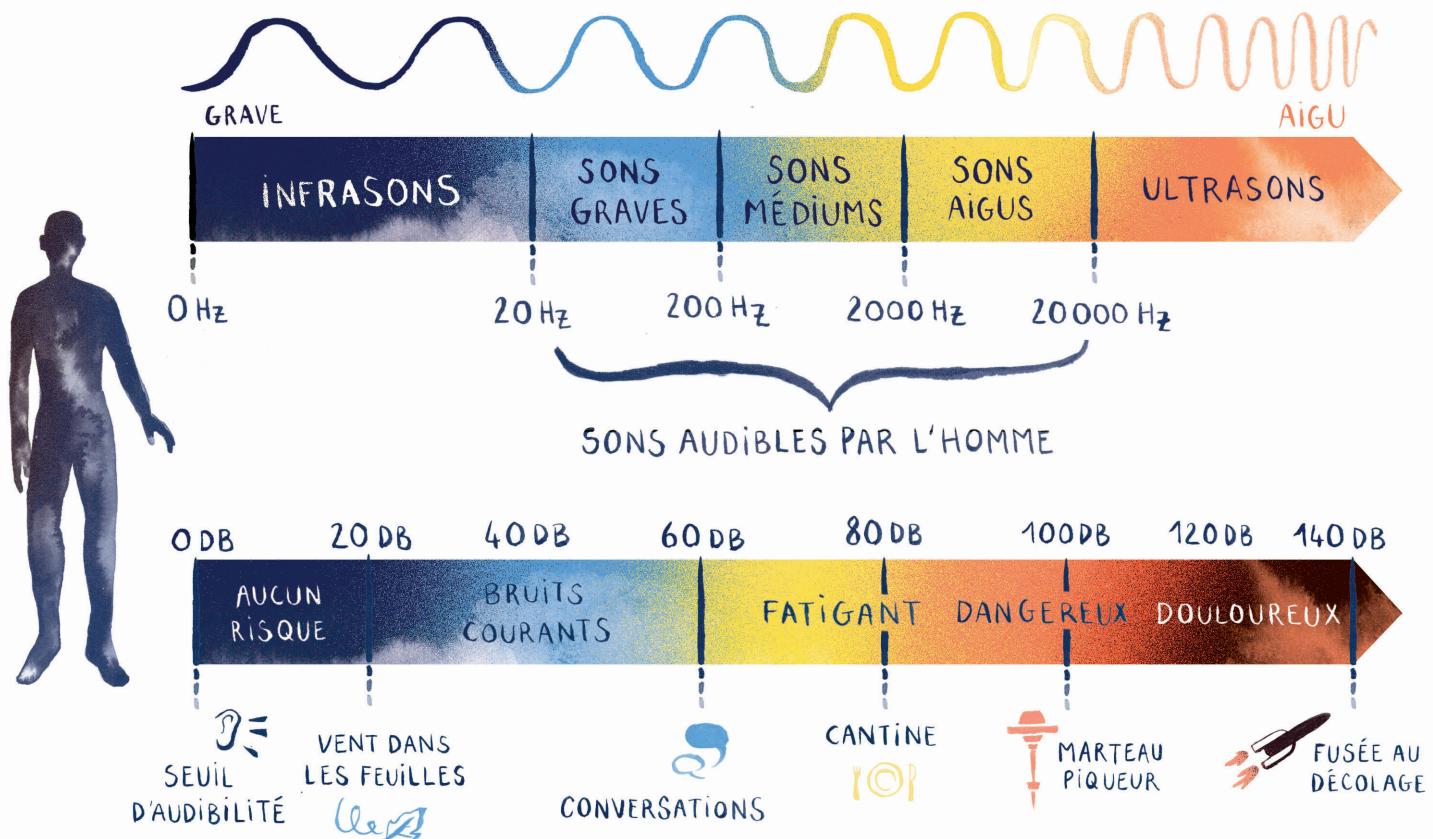
- **Sa vitesse :** soit la distance parcourue par le son dans le temps. Etant donné que la vitesse du son dans l'air est d'environ 340 mètres par secondes, cela signifie que si un bruit se produit à 340 mètres de notre oreille, il s'écoule 1 seconde entre le moment où le bruit se produit et le moment où on l'entend. La vitesse du son est d'ailleurs très variable selon le milieu qu'il traverse. Dans l'eau, il se déplace à 1500 m/s (soit près de 5 fois plus vite que dans l'air !) et dans l'acier, à 5000 m/s. Le son se propageant très bien dans l'eau, les ondes sonores constituent le meilleur moyen de transmission d'un signal pour certaines espèces marines.

- **Sa fréquence :** elle représente le nombre d'ondes sonores par seconde et se mesure en Hertz (Hz). Plus la fréquence est élevée, plus le son est aigu. Plus elle est basse, plus le son est grave.

LE SAIS-TU ?

On dit qu'un objet franchit le mur du son lorsqu'il se déplace plus vite que le son lui-même dans un milieu. Dans l'air, il faudrait par exemple se déplacer avec un avion de chasse à plus de 1230 km/h !

- **Son intensité :** le niveau d'intensité sonore se mesure en décibels (dB) et dépend de l'amplitude de la vibration. Plus elle est importante, plus le son est fort. Ainsi, l'intensité peut être à l'origine de nuisances sonores.



ÉCHELLE DE NIVEAUX SONORES

1.2. Bavard comme une carpe !

Contrairement à ce que l'on pourrait croire, la mer ne s'apparente pas au monde du silence (n'en déplaise au commandant Cousteau !). Bien que cette idée soit encore très ancrée dans l'imaginaire collectif, il existe bel et bien une symphonie sous l'eau. **De nombreuses espèces marines sont capables de produire des sons et le milieu marin permet au son de voyager sur des milliers de kilomètres.** En effet, l'ouïe y domine la vue. En évoluant dans un milieu parfois opaque, émettre un son a donc une fonction essentielle pour les espèces qui y vivent. Et si Homo sapiens explore principalement son environnement par ses yeux – avec 135 millions de cellules rétiniennes contre 30.000 cellules auditives – il est temps que nous apprenions à écouter la voix du Vivant que les scientifiques appellent aujourd'hui la biophonie.

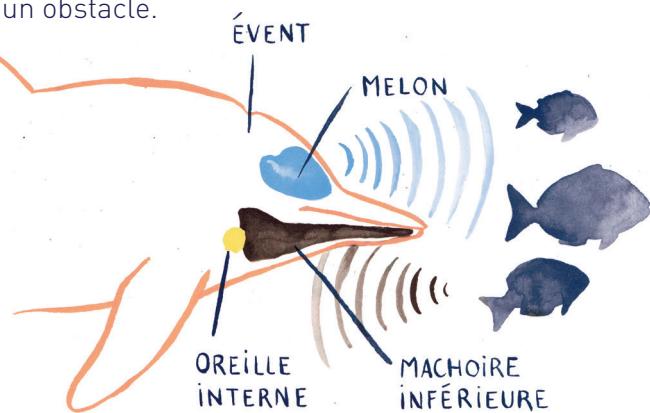
Laissez-vous donc surprendre par vingt mille bruits sous les mers... **Du charivari incessant des activités humaines, aussi diurnes que nocturnes, émergent aussi des sons plus subtils ! Coquillages et crustacés rivalisent ainsi de musicalité, en claquant pinces et coquilles, face aux cétacés et à leur large gamme de sons aussi puissants que variés.**

1.3. Des bruits qui courrent... et qui nagent aussi

De la même manière que certains navires et sous-marins dotés de sonars, les cétacés utilisent l'écholocalisation ou l'écholocation depuis toujours. **Ce sonar de la nature consiste à émettre des ondes sonores, attendre que celles-ci se répercutent et à écouter leur écho.** Il leur permet d'identifier par exemple, un ou plusieurs éléments, de s'en éloigner ou d'en déduire la distance à parcourir. Il sert notamment à : communiquer entre espèces, s'orienter, se déplacer, chasser ses proies, se reproduire ou encore éviter un prédateur ou un obstacle.

LE SAIS-TU ?

L'invention du sonar par l'homme ne s'est pas faite par biomimétisme (le fait d'imiter la nature). Ce dispositif a été mis au point, en 1906, par l'ingénieur américain Lewis Nixon pour détecter les icebergs. Ce n'est qu'à partir des années 1960 que ce système a été amélioré en convergence avec l'écholocation des dauphins.

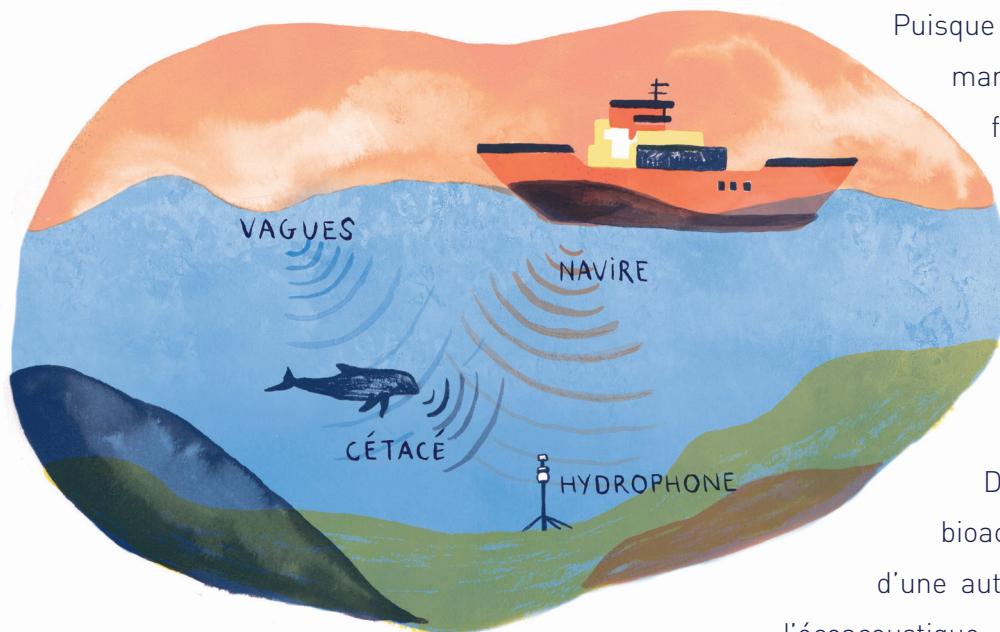


Lors de l'inspiration, l'air passe par l'évent, le conduit nasal, le larynx, la trachée jusqu'aux poumons. Lors de l'expiration, l'air fait le trajet inverse. **Les cétacés ne possèdent pas de vraies cordes vocales et leurs « vocalisations » sont possibles grâce à la circulation de l'air dans leurs voies respiratoires.** Ils émettent des sons par l'intermédiaire de réservoirs d'air – dits sacs aériens chez les baleines à dents ou sacs laryngés chez les baleines à fanons – proches de la partie frontale crânienne. Il s'agit d'un système de compression et de décompression rapide de l'air, situé sous l'évent.

L'évent, équivalent des narines chez l'être humain, aurait migré sur le dessus de la tête des baleines pour faciliter la respiration à la surface de l'eau. **Les baleines à fanons possèdent deux évents tandis que celles à dents n'en possèdent qu'un !** En effet, le deuxième conduit nasal des baleines à dents a changé de fonction au cours de son évolution et sert désormais à l'écholocation. Si les baleines ne respirent pas par la bouche mais par l'évent, le rorqual à bosses fait exception. Il le fait pour produire des bulles qui lui permettent de communiquer ou de se protéger des prédateurs. **Pour permettre l'écholocation, les ondes sonores sont ensuite concentrées en un faisceau émis depuis l'amas graisseux de la bosse de la tête** que l'on appelle melon chez de nombreux cétacés ou spermaceti chez le cachalot. Une fois **les ondes sonores entrées en contact avec l'objet, elles rebondissent sur l'os de la mâchoire inférieure de l'animal émetteur jusqu'à l'oreille interne produisant ainsi une image mentale de son environnement.**

Grâce à ces caractéristiques physiologiques et à cette faculté sensorielle, l'animal est capable de moduler la fréquence des sons émis : **basse fréquence pour une détection éloignée et peu précise ; haute fréquence pour une détection précise à plus courte distance.** En nageant, il secoue la tête pour obtenir, par balayage, des informations de plus en plus précises sur la forme de la cible. Le rythme de ces signaux brefs et répétitifs – on parle de train de clics chez certaines espèces – augmente lorsque l'animal s'approche de la cible. Bien souvent, la fréquence de l'écholocation des mammifères marins est trop élevée pour qu'elle soit audible par l'oreille humaine. L'utilisation de la technologie est ici nécessaire pour son interprétation.

1.4. La nature sur écoute



Puisque les contraintes liées au milieu marin ont longtemps constitué un frein à l'étude de ces espèces, les scientifiques ont d'abord identifié les caractéristiques physiques visibles en surface telles que la forme des nageoires, les marques sur leurs corps ou leur souffle.

Depuis quelques années, les bioacousticiens écoutent la nature d'une autre oreille notamment grâce à l'écoacoustique. Au lieu d'isoler uniquement le signal émis par un seul animal, ils enregistrent désormais l'orchestre tout entier dans des milieux où la biodiversité y est riche et bien souvent menacée !

Ces données sont ensuite essentielles à l'identification, à la localisation, au recensement, au suivi et à la protection des espèces concernées. Pour ce faire, il suffit de programmer en même temps des enregistreurs – qui numériseront et stockeront les signaux sonores détectés – et de les installer sur différents sites en les fixant à une bouée ou aux fonds marins.

Ce sont bien souvent des systèmes de balises équipés de capteurs de sons et de traceurs GPS, appelés hydrophones, immergés par un plongeur, un bateau ou un drone. Les enregistrements récoltés sont ensuite transformés en spectrogrammes, où ils apparaissent sous forme de courbes qui varient en fonction de l'intensité et de la fréquence du signal.

De plus, une plateforme internet, appelé Listen to the Deep Ocean (LIDO), regroupe actuellement plusieurs données acoustiques recueillies par des appareils de détection sonore. Crée à destination des chercheurs et du grand public, elle a pour objectif d'identifier et de classifier les sons émis par les mammifères marins et par les activités humaines ; d'enregistrer les mouvements des populations d'espèces marines ; d'évaluer et de contrôler les effets à long terme des activités humaines sur ces espèces.

Si le site LIDO, encore en construction, ne contient que quelques enregistrements, il permettra à l'avenir l'écoute en direct de sons captés à travers le monde. **Par ces approches innovantes, on intervient très peu dans l'écosystème étudié et on limite le risque d'avoir un impact négatif sur celui-ci.** Il devient alors possible d'« observer », sans être ni vu ni entendu, de manière continue et sur une large échelle spatiale.

Les cétacés sont des animaux sociaux et forment des groupes allant de dizaines à des centaines d'individus. **Ils possèdent des signatures vocales individuelles qui leur permettent d'exprimer entre autres leur appartenance à un groupe**, de revendiquer leur territorialité, d'établir une stratégie collective de chasse ou d'identifier un potentiel partenaire sexuel. Ces signatures sont composées de différents motifs sonores comme nous utilisons différents mots pour composer une phrase. D'après les scientifiques, **cette signature vocale s'acquiert lors des premiers mois de la vie du cétacé**. En effet, un mécanisme d'apprentissage permet à chacun d'entre eux de choisir une signature différente de celle de ses congénères. Ainsi, ces virtuoses de la communication sonore se divisent en deux familles : chacune dotée de propriétés vocales distinctes.

LES ODONTOCÈTES OU CÉTACÉS À DENTS

(*odontos* en grec veut dire dent),

**dont font partie les dauphins, les orques,
les globicéphales et les cachalots.**

Les sons produits peuvent être de type impulsif (clics, cliquetis, tics, bourdon), de type continu (cris, sifflements, mugissements) ou une succession des deux. Les baleines à dents ne produisent pas de sons à basses fréquences mais chaque individu produit sa propre signature vocale. A la place, elles émettent un ensemble de cliquetis rapides et des sifflements à haute fréquence pour communiquer entre elles. Les clics isolés en revanche sont principalement utilisés pour l'écholocation. En étudiant les clics émis par les cachalots, les chercheurs ont d'ailleurs révélé plusieurs échos espacés de quelques millisecondes. Ils correspondent au moment où le son est produit et sa sortie. En mesurant l'intervalle de temps entre ces échos, il est possible de calculer la distance parcourue par le son dans sa tête afin de déterminer sa dimension et donc la taille de l'animal également.



LE SAIS-TU ?

Chaque navire ou sous-marin possède sa propre signature acoustique. Elle représente l'équivalent d'une carte d'identité : type du navire, sa taille, son âge, sa vitesse, sa motorisation, etc.



LE SAIS-TU ?

Quand une baleine meurt et sombre au fond de la mer, elle piége 33 tonnes de CO₂ en moyenne, le supprimant ainsi de l'atmosphère.

LES MYSTICÈTES OU CÉTACÉS À FANONS

(*mystakos* en grec veut dire moustache)

**dont font partie les baleines bleues,
les baleines à bosses et les rorquals communs,**

Ils émettent des grondements, des mugissements et des pulsations à basses fréquences car ces ondes sonores se propagent sur de plus longues distances que les hautes fréquences. Chaque clan dispose de son chant signature. Le fameux « chant des baleines bleues » est émis uniquement par des mâles lors de la reproduction, et ce pendant des heures. Les scientifiques ont actuellement enregistré une dizaine de chants différents chez les baleines bleues correspondant à dix régions géographiques dans le monde.

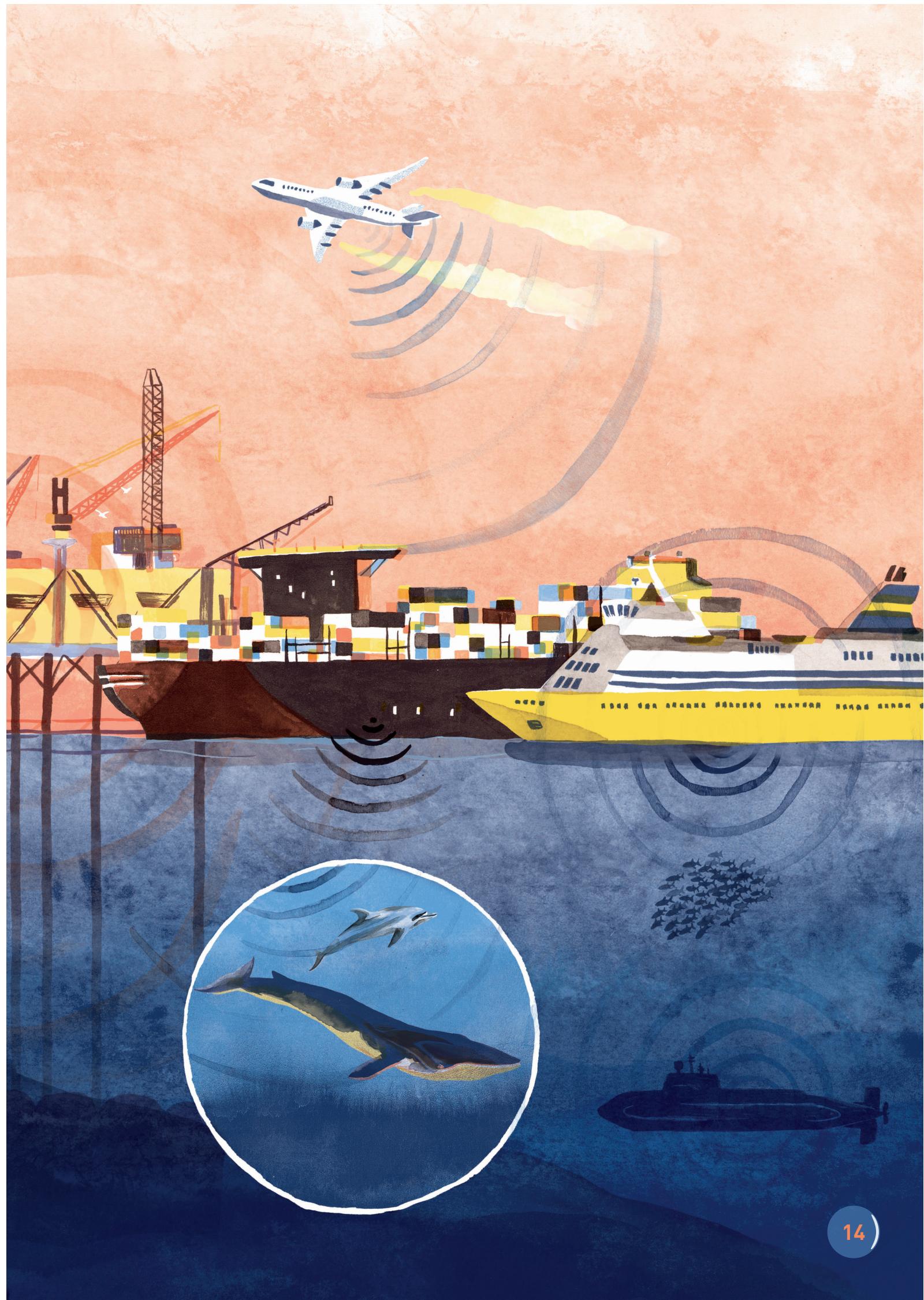
Ils ont également observé que les chants devenaient de plus en plus graves de génération en génération et estiment que cette variation serait possiblement dû au fait que « chanter grave » les ferait paraître plus gros et plus attrayant pour les femelles. Chez les baleines à bosses, les chants n'évoluent pas seulement d'une région à une autre mais également au cours du temps.



LE SAIS-TU ?

Un écosystème perturbé a tendance à être moins complexe acoustiquement, voire silencieux.





2. QUAND LE SON DEVIENT BRUIT : LES IMPACTS DES ACTIVITÉS HUMAINES SUR LE MILIEU MARIN

2.1. L'Homme, ce boucan

Le milieu marin étant encore peu exploré, il subit de plein fouet les conséquences des activités humaines : surfréquentation, surpêche, pollutions plastiques et industrielles, fonte des glaces, canicules sous-marines, acidification des océans, etc. Ces faibles connaissances, associées à notre gestion hasardeuse des ressources naturelles, ont mis en péril l'équilibre du Vivant. **Depuis quelques décennies, on constate que le bruit généré par les activités anthropiques impacte fortement l'environnement marin jusqu'à menacer les espèces animales comme végétales.** Depuis le début du XXe siècle, la pollution sonore émise par les activités de loisirs nautiques, le transport maritime de passagers et de marchandises, la pêche, les activités militaires, l'industrie du gaz et du pétrole, les prospections sismiques ou encore la construction d'éoliennes en mer ne cesse de s'amplifier. **Il n'existe à ce jour aucune réglementation internationale pour limiter les émissions de bruit dans l'eau.**

La bioacoustique apparaît donc comme un outil nécessaire pour prendre le contre-pied de notre comportement néfaste sur l'environnement et permettre, à l'avenir, d'évaluer de manière plus précise les impacts de la pollution sonore sur le milieu marin.

2.2. Le vacarme des expérimentations militaires

L'enregistrement des sons perceptibles dans les mers et les océans a commencé durant la seconde guerre mondiale. On cherchait alors à déterminer les sons correspondants à des activités militaires ennemis.

Certains sous-marins utilisaient le crépitement de petits crustacés – les crevettes pistolets – comme un bouclier sonore pour se cacher des sonars ennemis. La nature étant bien faite, les marsouins usent d'ailleurs de la même stratégie en émettant des clics capables de brouiller les sonars des orques. Ainsi, grâce à cette technique militaire, les recherches en bioacoustique prirent un essor historique et l'on commença à s'intéresser au comportement sonore des animaux. La bioacoustique se développa ensuite, dans les années 50, avec l'évolution des techniques d'enregistrement d'après-guerre.



LE SAIS-TU ?

La crevette-pistolet (*Synalpheus pinkfloydi*), nom inspiré de celui du groupe de rock les Pink Floyd, est la crevette la plus bruyante du monde ! Lorsqu'elle fait claquer sa grosse pince, elle produit une violente détonation d'environ 220 dB, une forte chaleur dépassant 4000°C et un puissant jet d'eau se propageant à plus de 30 m. Cette capacité lui permet de chasser et de se défendre. Le son qu'elle émet, inaudible par l'Homme, suffit à perturber les sonars sous-marins.



L'utilisation de l'écholocation des mammifères marins à des fins militaires n'est pas un mythe... C'est une pratique à laquelle l'armée américaine et russe ont eu recours ces dernières décennies en constatant la sophistication de leur sonar naturel et leur capacité de plongée exceptionnelle. **Dès les années 60, des cétacés sont dressés à attaquer des plongeurs ennemis, neutraliser ou poser des explosifs.**

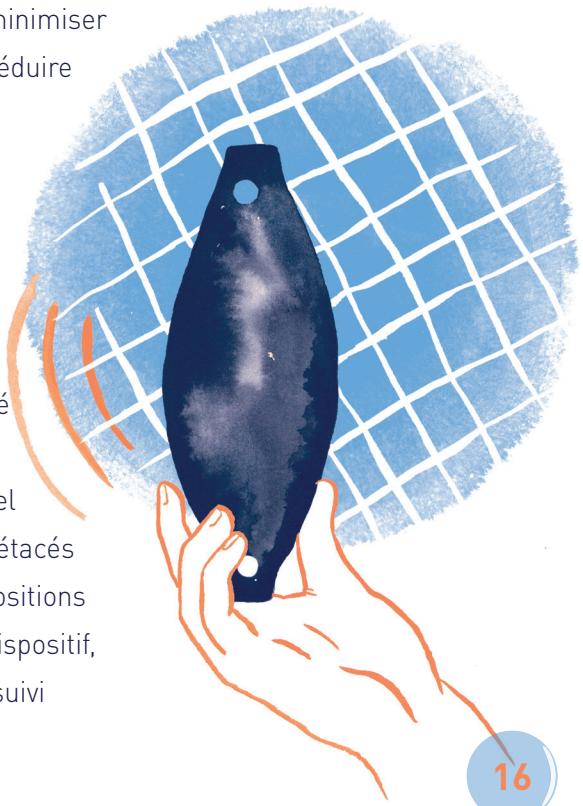
Bien que l'on constate, depuis les années 2000, l'échouage de mammifères marins lors d'exercices militaires en mer, il n'existe ni études indiquant un lien ni d'alternatives au sonar pour l'exploration et la surveillance des océans. Cela dit, il est également utilisé par les pêcheurs pour localiser un banc de poissons et par les scientifiques pour étudier et cartographier le fond des océans. Cependant, le sonar n'est pas la seule cause probable de la mort des cétacés, la surexploitation des océans reste la principale menace pour ces espèces.

2.1.2. Le raffut des rafiot : pêche, loisirs & transport maritime

LA PÊCHE : Les captures accidentelles de requins et de mammifères marins dans les filets de pêche constituent une menace non négligeable pour la conservation de ces espèces.

En 2004, l'Union Européenne adopte une réglementation visant à minimiser les répercussions des activités de pêche sur ces populations et à réduire le nombre de captures involontaires. Un système de surveillance des prises accidentelles est mis en place grâce à l'embarquement d'observateurs scientifiques. Les navires de pêche français, tels que les chalutiers pélagiques et les fileyeurs de plus de 12 m, doivent utiliser en plus **un dispositif étanche de dissuasion acoustique : le pinger**.

Cet appareil émet des impulsions sonores suffisamment puissantes – à moins de 150 dB et avec une intensité sonore allant de 30 à 160 kHz – pour repousser les espèces qui se prennent dans les filets. En 2010, le développement du logiciel REPCET permet de limiter les risques de collisions entre grands cétacés et navires grâce à un système de surveillance en temps réel des positions de ces animaux. On dénombre aujourd'hui 39 navires équipés du dispositif, ainsi que le CROSS-MED et l'association MIRACETI, en charge du suivi scientifique en mer Méditerranée.





ACTIVITÉS DE LOISIRS ET TRANSPORT MARITIME :

L'une des causes majeures du bruit ambiant sous-marin est le trafic maritime. Entre plaisance, ferries et transport de marchandises... **plus de 60.000 navires sillonnent les mers et les océans en permanence !**

Avec l'arrivée des congés payés, les activités de loisirs se sont développées, comme la plaisance et autres sports nautiques (ski nautique, jet-ski, jet-surf, scooter sous-marin, etc.). Ces sports à moteur émettent de la pollution sonore sur le milieu marin et les espèces qui y vivent. Au cours des cinquante dernières années, on estime que **le niveau du bruit lié aux bateaux, sur les principales routes de transport maritime, a augmenté de près de 20 décibels.**



2.1.3. Le barouf pas ouf des exploitations gazières, pétrolières & des éoliennes offshore

L'autre cause majeure des nuisances sonores en mer est l'exploitation des énergies fossiles. Actuellement, il existe 10 installations offshore en mer Méditerranée. Outre les possibles déversements de pétrole dramatiques pour la biodiversité marine, **la pollution sonore liée à la prospection sismique gazière et pétrolière, aux travaux et à l'extraction de ces énergies fossiles est particulièrement préjudiciable à l'environnement marin.** Lorsque les engins de forage creusent le sol, le bruit émis se propage sur des centaines de milliers de kilomètres !

A contrario, la volonté de développer des projets d'énergie renouvelable se heurte à son paradoxe.



Au prétexte de lutter contre le changement climatique, la multiplication des parcs éoliens reste néfaste pour l'environnement. Son impact acoustique sur la faune marine est considérable. Le Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS) a donc été mandaté pour réaliser une expertise scientifique collective afin d'évaluer les impacts multiples de l'anthropophonie et les méthodes permettant de les réduire.

LE SAIS-TU ? Les analystes en guerre acoustique sont appelés élégamment « oreille d'or ». Ils jouent notamment un rôle clé dans la détection des sons à bord des sous-marins militaires. Ils sont capables de reconnaître à l'oreille des sous-marins ennemis, des navires de commerce, des voiliers, des bateaux de pêche ou des animaux marins. Toutefois, cela n'empêche pas les erreurs ! De 1996 à 2002, la marine suédoise a confondu un sous-marin russe avec... des bancs de harengs !

2.2. Décimés par les décibels

De l'utilisation de sonars civils et militaires jusqu'aux canons à air comprimé pour la prospection gazière et pétrolière, nombreuses sont les menaces sonores qui pèsent sur les espèces marines. Face à cela leurs réactions sont multiples et dépendent de l'espèce concernée, de l'intensité du bruit et de la durée d'exposition à ce bruit. On retrouve les conséquences suivantes :

- **Un masquage acoustique :** la communication entre individus, la localisation de congénères, de proies ou d'un obstacle est plus difficile et rend la collision plus probable.
- **Des réactions comportementales :** fuite ou interruption de l'activité en cours, arrêt du nourrissage, changement des trajets migratoires, abandon de l'habitat naturel, échouage.
- **Des dommages physiologiques temporaires ou permanents :** stress, repos difficile, augmentation du rythme respiratoire, baisse du niveau d'audition et de la reproduction, retard de croissance, lésions des organes entraînant généralement la mort (organes auditifs, poumons, vessie natatoire, etc.).

Ce brouhaha permanent a beau être invisible, il n'en est pas moins dévastateur !

Du dérangement d'une espèce à des dommages physiologiques importants, les animaux marins vivent en permanence sous pression.



La baleine bleue, le plus grand des mammifères marins, communiquait autrefois sur de très longues distances. Du fait de la pollution sonore ambiante de nos activités humaines, elle a vu sa portée acoustique réduire de 90%.

3. Un chant venu du c(h)oeur du Parc national des Calanques

En 2019, les agents du Parc national des Calanques ont participé à des pêches scientifiques en partenariat avec des pêcheurs professionnels et de loisirs et l'Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer (Ifremer). L'objectif était **d'équiper des daurades royales, espèce migratrice très prisée de la pêche en Méditerranée, de marques acoustiques afin de mieux connaître leurs déplacements.**

Un programme expérimental a ensuite été mis en place par l'institut de recherche Chorus afin d'étudier le chant du corb et du mérou. Espèce protégée par un moratoire, le chant du corb est difficilement perceptible par l'oreille humaine mais est rendu possible grâce à l'amplification des capteurs.

Par le biais de ce partenariat prometteur, **les premières cartographies de présence de chants de reproduction du corb ont pu être réalisées au sein du Parc national des Calanques !**



Y EN A MARRE DU TINTAMARRE !

Par le passé, les expériences menées à des fins militaires ou de gestion halieutique ont permis de dessiner les prémisses d'un paysage sonore complexe et fragile. **A mesure que le trafic maritime mondial, les loisirs, les activités industrielles et militaires croissent... il est urgent de ralentir notre émission de pollution sonore.** Pour cela, plusieurs pistes sont explorées : la collaboration avec les scientifiques, la mise en place d'appareils qui détectent la présence d'espèces, la réduction de la vitesse des bateaux, l'utilisation d'hélices plus silencieuses, l'isolation des salles des machines, la mise en place de taxes portuaires réduites pour les navires les plus silencieux, l'identification de zones d'intérêt à préserver... ou encore l'utilisation de rideaux de bulles pour limiter la propagation des ondes sonores sous l'eau. Il est aussi possible d'agir à l'échelle individuelle en consommant davantage local afin de réduire le volume de marchandises transportées par voie maritime ou en limitant les activités nautiques motorisées.

On estime aujourd'hui que les 126 espèces de mammifères marins émettent des sons, tout comme un millier de poissons et une centaine d'invertébrés marins : céphalopodes, méduses, crustacés, coquillages, coraux...

HISTORIQUE

1889

Ludwig Karl Koch réalise le 1^{er} enregistrement connu d'un animal. Il s'agit d'un merle Shama en captivité.

1927

1^{ère} observation acoustique de l'ichtyofaune* marine, enregistrée sous la forme d'un échogramme.

* Ensemble de poissons

2004

Création du dispositif de dissuasion acoustique pour les navires de pêche.

ANNÉES 50

Développement de la bioacoustique par l'essor des techniques d'enregistrement d'après guerre.

2005

Inscription de la pollution sonore au sein du rapport annuel sur les océans et le droit de la mer par le Secrétaire général des Nations Unies (ONU) qui la décrit comme l'une des principales menaces envers certaines espèces.

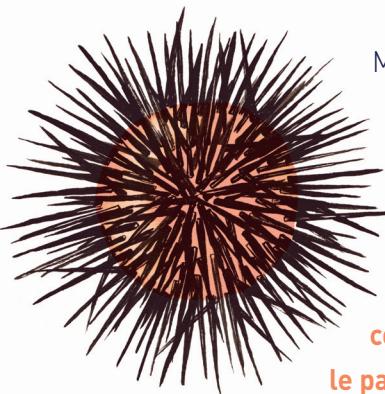
2014

Reconnaissance par l'OMI* des effets négatifs du bruit des navires sur l'environnement marin et adoption des directives visant à réduire le bruit sous-marin produit par les navires de commerce mais pas celui produit par les navires militaires.

* Organisation Maritime Internationale

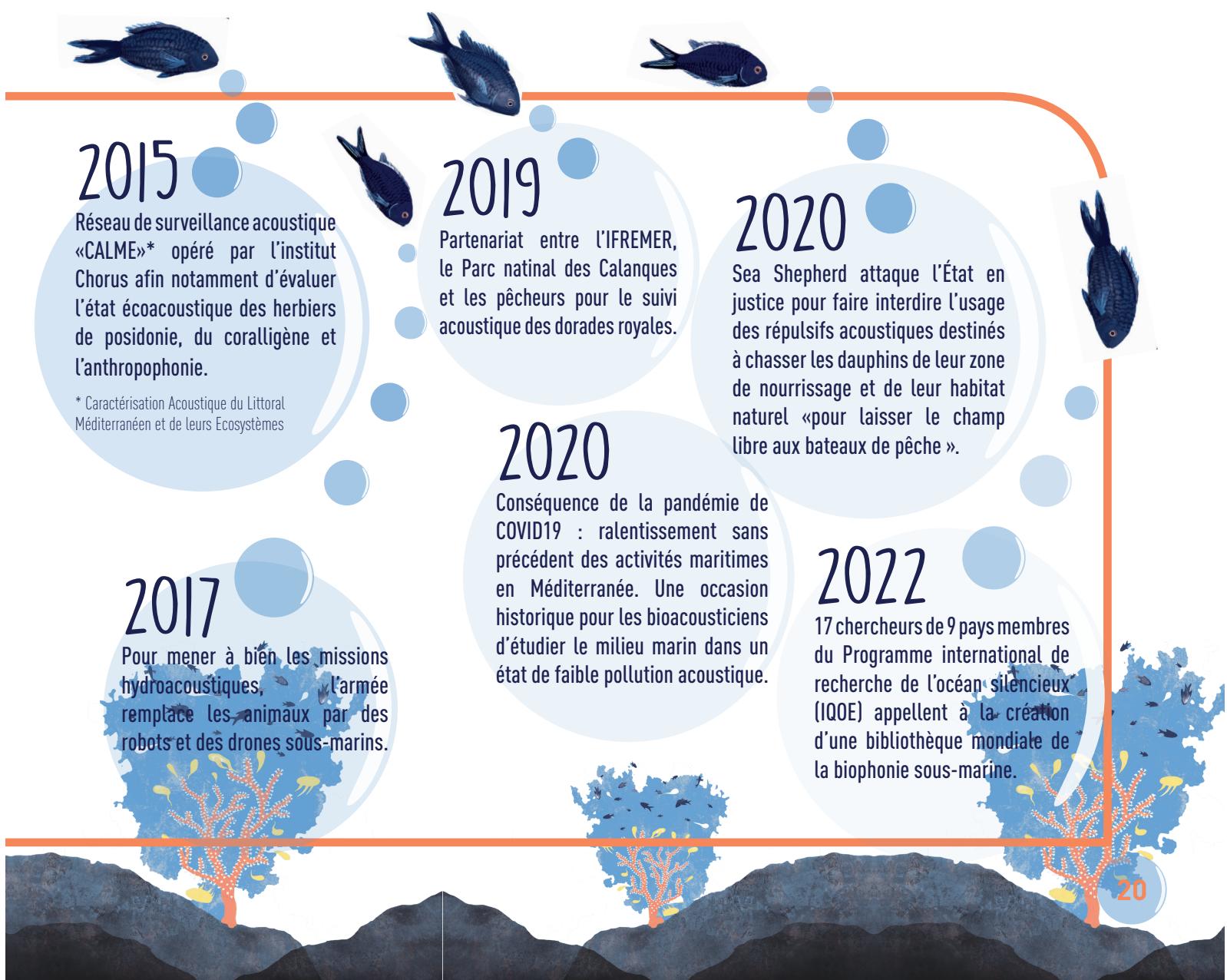
ANNÉES 60

Estimation, par acoustique, de la biomasse de poissons est sérieusement envisagée.



Même si ces derniers n'ont pas d'oreilles, ils sont sensibles aux vibrations sonores, idem pour certaines plantes aquatiques comme les herbiers de posidonie. C'est donc autant d'espèces et d'écosystèmes marins exposés à la pollution sonore. Toutefois, le développement d'outils de détection acoustique et de localisation des animaux en temps réel permettra à terme de mieux mesurer et de limiter notre impact sur le milieu marin. **D'ores et déjà, les chercheurs envisagent de constituer une bibliothèque sonore mondiale de référence via la mutualisation et le partage des données acoustiques.**

À l'échelle nationale, il n'existe aucune réglementation à l'heure actuelle. Toutefois, la France se mobilise au sein d'une communauté, qui regroupe des scientifiques, des ONG, le secteur public et le secteur privé, afin de faire avancer la recherche, de sensibiliser et de trouver des solutions. Cela permettraient de faire face à l'ampleur des dégâts causés par le bruit. Certains scientifiques travaillent ainsi en collaboration avec les pêcheurs aux petits métiers, ceux-là même qui pratiquent la pêche artisanale. En étudiant les nombreux phénomènes sous-marins existants, ils continuent de questionner l'impact sonore des activités humaines sur la faune sauvage. Leur travail est indispensable pour permettre aux citoyens, aux politiques et aux industriels d'en prendre conscience. **Notre époque laisse si peu de répit aux océans. Agis-sons !**



PROPOSITIONS D'ANIMATIONS

Afin de faire découvrir les notions de bioacoustique et de pollution sonore au plus grand nombre, il est possible de concevoir, à partir de différentes approches éducatives, une séquence d'animations en classe et à l'extérieur. Elles dépendent de l'âge, du niveau de connaissances et de la sensibilité du public concerné. Ces propositions d'animations, loin d'être exhaustives, peuvent s'adapter à d'autres approches ou jeux connus.



L'ACOUSTIQUIZ

OBJECTIFS
Permettre la découverte des sons emblématiques des animaux marins de la mer Méditerranée au travers d'un quiz sonore. Apporter des connaissances plus approfondies sur ces espèces.

APPROCHE
Ludique et sensorielle

AGE
Du cycle 2 au cycle terminal

LIEU
Intérieur

DURÉE
45 min à 1h30

MATÉRIEL
Une première version de l'acoustiquiz est disponible sur le site internet du Naturoscope et peut s'utiliser en autonomie. Une deuxième version interactive nécessite d'être animée par un animateur en utilisant un ordinateur, un vidéoprojecteur avec enceintes et le système de vote avec télécommandes du logiciel PowerVote.

DÉROULÉ

1. Interroger les élèves sur les animaux marins qu'ils connaissent et qui émettent des sons.
2. Installer les élèves dans une pièce sombre pour instaurer le calme et favoriser une ambiance sonore immersive.
3. A chaque son entendu pendant le quiz, les élèves donnent leur réponse à main levée si l'animation est réalisée en autonomie par l'enseignant ou en utilisant les télécommandes PowerVote si l'animation est réalisée par un animateur.
4. Reprendre l'écoute de chaque son et l'associer à un son connu (instrument de musique, objet du quotidien, des pleurs, etc.) pour faciliter la mémorisation.
5. Apporter des informations spécifiques sur chaque animal.

A L'ÉCOUTE DE LA NATURE

LE CHANT DU BÉRET



OBJECTIFS

Savoir reconnaître les sons émis par les animaux marins tout en se défoulant.

APPROCHE

Ludique et sportive

AGE

Du cycle 2 au cycle 4

LIEU

Extérieur

DURÉE

45 minutes à 1 heure

MATÉRIEL

De grandes images des animaux marins, une enceinte Bluetooth, les sons des animaux sur un téléphone portable.

DÉROULÉ

- La classe est divisée en 2 équipes. Celles-ci se placent face à face sur 2 lignes parallèles. Sur le principe du jeu du béret, chaque participant se voit attribuer un numéro.
 - Pour favoriser l'esprit d'équipe, chaque groupe devra se trouver un nom de scène et un cri de guerre. Pendant ce temps-là, l'arbitre dispose les images des animaux, les unes à côté des autres, au milieu du terrain de jeu.
 - Dans un premier temps, l'arbitre sélectionne un son d'animal à faire deviner à l'aide de son téléphone et d'une enceinte Bluetooth. Dans un second temps, à l'appel d'un numéro, les 2 joueurs concernés de chaque équipe se précipitent sur l'image qui semble être associée au son entendu.
 - Si les 2 joueurs visent la même image : celui qui ne l'a pas attrapé en premier se fera courser par le second. Si ce dernier le touche avant qu'il ne retrouve son équipe, il remporte l'image et gagne un point. S'il ne parvient pas à le toucher, son équipe perd un point et c'est l'autre équipe qui gagne.
 - Si les 2 joueurs ne sont pas d'accord et sélectionnent une image différente : c'est l'arbitre qui départagera les équipes en donnant la bonne réponse. Et, ainsi de suite.
 - L'équipe qui gagne est celle qui remporte le plus de point. En cas d'égalité, on peut réécouter un ou plusieurs sons pour les départager.
- Alternative en intérieur :** Cette activité nécessite d'avoir imprimé au préalable une fiche par élève qui contient une grille d'images des 14 animaux qui seront entendues et des jetons numérotés de 1 à 14.
- Chaque élève dispose d'une grille des animaux et de jetons numérotés.
 - Tour à tour, l'animateur fait écouter les sons en marquant un temps entre deux sons et en indiquant bien le numéro du son écouté : son n°1, son n°2...
 - Dès qu'un son est identifié, l'élève place un jeton numéroté sur l'image correspondante.
 - L'élève qui dispose, le premier, l'ensemble des jetons sur les bonnes images remporte la partie.

MON EMPREINTE SONORE

OBJECTIFS

Comprendre l'impact de ses activités sur l'environnement. Apprendre le respect de soi et des autres. Susciter de nouveaux comportements.

APPROCHE

Expérimentale

AGE

Du cycle 2 au cycle 3

LIEU

Intérieur

DURÉE

3 à 4 heures réparties sur la journée

MATÉRIEL

Un sonomètre, un crayon, du papier, des gommettes de couleurs :

Couleurs des gommettes

Inférieur à 50 dB : CALME



Entre 50 et 70 dB : NORMAL



Entre 70 et 50 dB : BRUYANT



Supérieur à 90 dB : DANGEREUX



DÉROULÉ

- Affecter des groupes d'élèves à la pièce de l'école qui sera étudiée à différentes heures de la journée (matin, midi et après-midi) : la salle de classe, le réfectoire, la bibliothèque, le préau...
- Dans un premier temps, effectuer un diagnostic à l'oreille des sons entendus depuis le centre de la pièce aux trois horaires de la journée : bruits de fourchette, chants d'oiseaux, cri, etc. Ensuite, les lister sur une feuille du son le plus faible au son le plus dominant.
- Dans un second temps, mesurer l'intensité sonore de la pièce à l'aide d'un sonomètre et noter le résultat.
- Enfin, réaliser collectivement une carte sonore de l'école en dessinant un plan de l'établissement et en y ajoutant des gommettes de couleur (vert, jaune, orange, rouge) représentatives de l'intensité sonore de chaque pièce. Cela permet aux enfants de prendre conscience de leur empreinte sonore en expérimentant eux-mêmes l'émission sonore qu'ils produisent à l'école et en la matérialisant sur une carte.
- Débattre ensemble des améliorations possibles et écrire collectivement, si nécessaire, un nouveau règlement sonore à afficher dans l'école.

((LES CÉTACÉS

Nom : Rorqual commun (*Balaenoptera physalus*)

Ordre : Mysticète

Habitat : Pleine eau, profondeur maximale enregistrée à -470 m.



Il peut rester en plongée jusqu'à 20 min. Il évolue au-dessus des canyons sous-marins dont les fonds atteignent jusqu'à 2000 m de profondeur. Quand la saison froide arrive, il migre vers les régions méridionales voire la Méditerranée centrale. Le rorqual est beaucoup plus abondant d'avril à octobre mais reste observable toute l'année le long du littoral méditerranéen français.

Taille et poids : De 18 à 20 m pour 16 à 20 T à l'âge adulte (à la naissance : 5 m et 1,5 T). Il s'agit du deuxième plus grand animal du monde après la baleine bleue (*Balaenoptera musculus*).

Durée de vie : De 75 à 111 ans. Il vit en groupe d'une dizaine d'individus.

Reproduction : La maturité sexuelle a lieu entre 6 et 12 ans. Les femelles mettent bas d'un petit, tous les 3 ans en moyenne, après une gestation de 14 à 16 mois.

Alimentation : 2,5 T de plancton par jour en moyenne. Il peut se nourrir de poissons pélagiques (pleine eau).

Description du son : Sons de basses fréquences de type mugissement, émis plus abondamment par les mâles, entre 30 et 750 Hz, avec un niveau sonore compris entre 155 et 165 dB. Cela leur permet d'être entendus par leurs congénères à plusieurs centaines de kilomètres. Les sons peuvent différer en fonction de leur comportement.



Nom : Grand dauphin (*Tursiops truncatus*)

Ordre : Odontocète

Habitat : Eaux côtières et pleine eau. Dans les Bouches-du-Rhône, l'espèce est particulièrement présente autour des îles de Marseille, dans les Calanques et le long de la Côte bleue où il est observable toute l'année. Il peut plonger jusqu'à 200 m de profondeur pendant 10 à 15 min.

Taille et poids : De 2,50 m à 3,60 m pour 200 à 300 Kg à l'âge adulte. (à la naissance : 0,9 m et 12 kg).

Durée de vie : De 45 à 56 ans. Il vit en groupe d'une dizaine d'individus.

Reproduction : La maturité sexuelle se situe en moyenne entre 5 et 13 ans. Les femelles mettent bas d'un petit, tous les 3 ans en moyenne, après une gestation de 12 mois.

Alimentation : Les grands dauphins ont 80 dents qui leur servent à capturer des poissons benthiques et des céphalopodes qui sont avalés en entier.

Description du son : Siflements, de 800 à 24000 Hz avec un niveau de source allant de 125 à 173 dB et des clics de 110 à 130 kHz ayant un niveau de source de 218 à 228 dB.



Nom : Dauphin bleu et blanc (*Stenella coeruleoalba*)

Ordre : Odontocète

Habitat : Pleine eau. Espèce commune, souvent observée dans les eaux côtières profondes. Sa capacité de plongée peut aller jusqu'à 200 mètres de profondeur pendant 10 min.

Taille et poids : De 1,90 m à 2,32 m pour 90 à 110 Kg à l'âge adulte. (à la naissance : 0,9 m et 10 kg)

Durée de vie : De 50 à 60 ans. Il vit en groupe de 10 à 50 individus, voir des centaines.

Reproduction : La maturité sexuelle se situe entre 7 et 15 ans. Les femelles mettent bas d'un petit, tous les 2 à 4 ans, après une gestation de 12 mois.

Alimentation : Céphalopodes, poissons et crustacés. Les captures se font préférentiellement de nuit.

Description du son : Principalement des siflements, de 6000 à 24000 Hz.



Nom : Globicéphale noir (*Globicephala melas*)

Ordre : Odontocète

Habitat : On le retrouve au large, dans les eaux supérieures à 2 000 m de profondeur, mais il peut être observé dans les eaux côtières. En général, il plonge entre 50 et 200 m de profondeur pour attraper ses proies mais il est capable de plonger jusqu'à 600 m pendant 20 min.

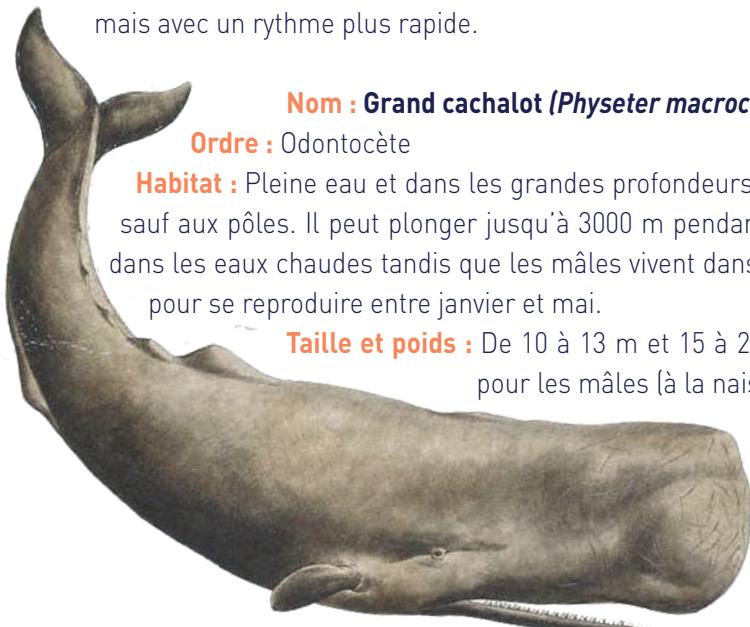
Taille et poids : C'est l'un des plus grands cétacés à dents. Il peut mesurer jusqu'à 6,50 m pour un poids de 1,5 T (à la naissance : 1,75 m et 75 kg).

Durée de vie : De 45 à 60 ans. Très sociable, il vit en groupe allant de 3 à plusieurs dizaines d'individus. On estime entre 2 000 et 10 000 le nombre de globicéphales en Méditerranée Nord-Ouest.

Reproduction : La maturité sexuelle est atteinte entre 5 et 10 ans pour les femelles et entre 12 et 18 ans pour les mâles. En Méditerranée, des accouplements ont été observés pendant l'été et l'automne. Les femelles mettent bas d'un petit, tous les 3 à 5 ans, après une gestation entre 15 et 16 mois.

Alimentation : Composée essentiellement de céphalopodes (calmars et poulpes) mais il peut manger des poissons (maquereaux, chincharts, etc.). Ils mangent entre 30 et 100 kg de nourriture par jour.

Description du son : Siflements, de 500 à 200 Hz. Le globicéphale noir a un répertoire vocal varié avec différents types de sons : clics, siflements, ronflements, bourdonnements, gazouillis. C'est une espèce assez "bruyante" et la seule de Méditerranée à communiquer avec des cris puissants et répétés. Durant la chasse en profondeur, les clics d'écholocation sont émis en longues séries régulièrement espacées, de la même manière qu'un cachalot mais avec un rythme plus rapide.



Nom : Grand cachalot (*Physeter macrocephalus*)

Ordre : Odontocète

Habitat : Pleine eau et dans les grandes profondeurs. On peut le retrouver dans toutes les mers du monde sauf aux pôles. Il peut plonger jusqu'à 3000 m pendant 30 à 80 minutes. Les femelles et les jeunes restent dans les eaux chaudes tandis que les mâles vivent dans les eaux froides et reviennent dans les eaux chaudes pour se reproduire entre janvier et mai.

Taille et poids : De 10 à 13 m et 15 à 20 T pour les femelles et de 15 à 20 m et de 30 à 40 T pour les mâles (à la naissance : 3 à 4 m et 1 T).

Durée de vie : De 50 à 70 ans. Il vit généralement seul ou en petits groupes de 5 individus maximum.

Reproduction : Les femelles atteignent leur maturité sexuelle entre 7 et 13 ans, les mâles à partir de 18 ans. La femelle met bas tous les 3 à 5 ans, après une gestation entre 14 et 15 mois.

Alimentation : Céphalopodes (pieuvre et calmars géants) qu'il capture entre 500 et 2000 m de profondeur. Il peut aussi avaler des poissons (dont des requins) et des phoques. Une femelle mange 500 kg de nourriture par jour et un mâle jusqu'à 1,5 T.

Description du son : Contrairement aux autres odontocètes, le cachalot ne siffle pas et ne crie pas. Il émet des clics extrêmement bruyants compris entre 0,1 et 30 kHz. Il s'agit de l'un des sons les plus puissants de tout le règne animal et d'une portée de plusieurs kilomètres. Ces clics sont générés par le passage d'air dans un organe que l'on appelle le museau du singe, ou les lèvres phoniques, situé dans la zone frontale du cachalot, sous l'évent. C'est le passage de l'air à travers ce museau qui permet la création du son. Pour s'écholocaliser, la vibration se rend jusqu'à une grande cavité appelée "spermaceti" (l'équivalent du melon chez les autres cétacés) dans laquelle le son rebondit comme dans une caisse de résonance. Le cachalot émet peu de clics lors des phases de descente et de remontées. Par contre, dans la zone où il chasse, il émet des clics de façon permanente, à un rythme variable. Autre émission caractéristique de cette espèce : le "coda" (série de 3 à 20 clics). Cette séquence fixe semble indiquer son appartenance à un groupe. En Méditerranée, les cachalots utilisent le plus souvent une seule coda formée de quatre clics. Ainsi, chaque clan aurait son propre dialecte.

LES POISSONS CHANTEURS

Nom : Mérou (*Epinephelus marginatus*).

Ordre : Perciforme.

Habitat : Autrefois, ce poisson était présent dans les eaux peu profondes, mais il s'est déplacé plus en profondeur à force d'être surpêché. Depuis 1993, un moratoire interdit sa chasse et sa pêche à l'hameçon sur les côtes françaises.

Taille et poids : 40 cm à 140 cm. Son corps est ovale et robuste.

Il possède des tâches claires autour de l'œil.

Il est reconnaissable à ses yeux proéminents et à sa large mâchoire.

Durée de vie : Jusqu'à 60 ans.

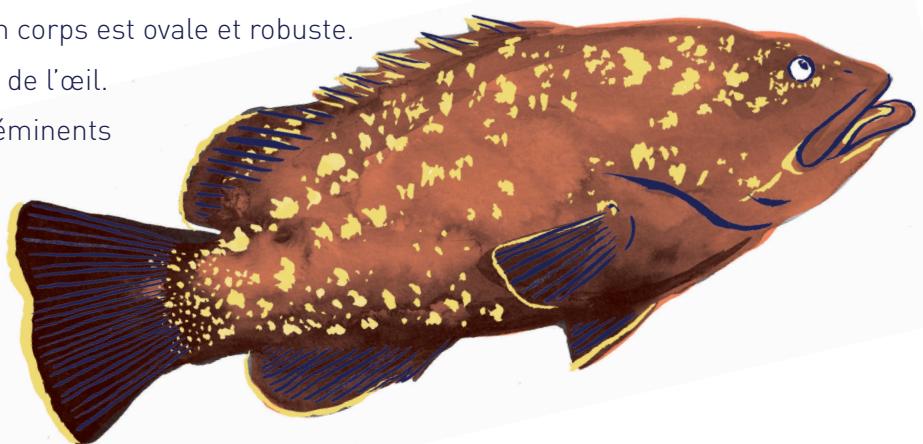
Reproduction : Il est hermaphrodite protogynie. Ce poisson naît femelle et devient mâle entre 10 et 14 ans.

Durant l'été, les mérous matures sexuellement se rassemblent en nombre (d'une dizaine à une centaine d'individus) dans des zones rocheuses peu profondes. A la tombée de la nuit, les mérous se regroupent en parades nuptiales. La fécondation a lieu en pleine eau, par l'émission de gamètes. Les œufs sont pélagiques.

Alimentation : Il se nourrit principalement de céphalopodes (seiches, poulpes, calmars), de crustacés et de poissons qu'il chasse à l'affût.

Prédateur en fin de chaîne alimentaire, il joue le rôle de régulateur des autres populations.

Description du son : Le chant du mérou se rapproche d'une corne de brume ou d'un didjeridoo. Ils chantent pour communiquer en distinguant entre eux les comportements inhérents à la reproduction, au repas ou à l'appropriation d'un territoire.



Nom : Rascasse brune (*Scorpaena porcus*), communément appelé scorpion de mer.

Ordre : Scorpéniforme.

Habitat : Experte en camouflage, elle vit près des fonds rocheux, en eaux peu profondes. Solitaire, elle passe sa journée immobile dans l'attente d'une proie. Elle joue de sa forme et de ses couleurs pour se fondre dans le décor. Son corps est marbré de beige, marron et rouge et ses yeux sont surmontés d'excroissances de peau. Sa nageoire dorsale est munie d'épines venimeuses.

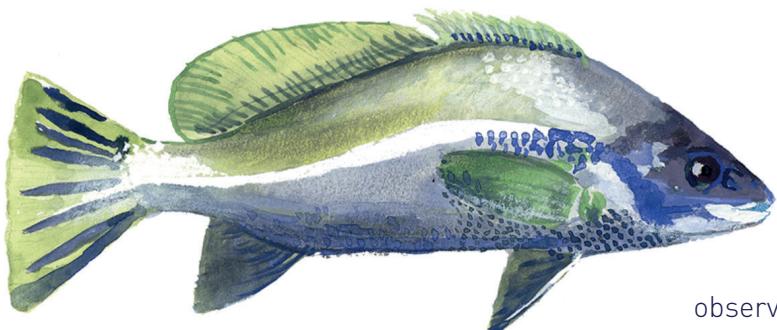
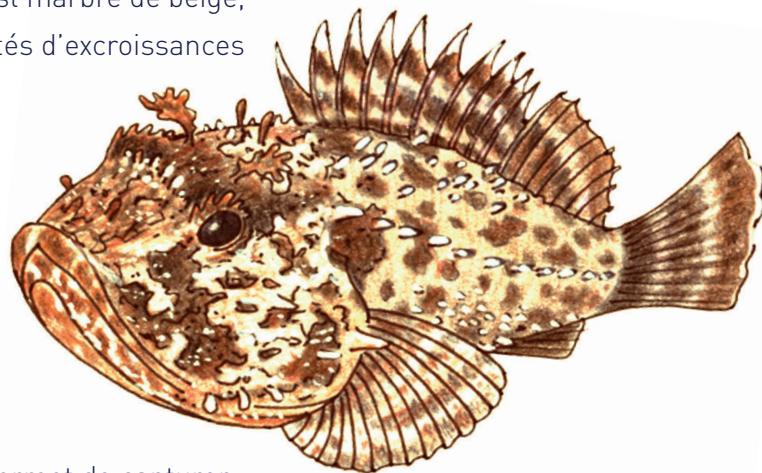
Taille et poids : 15 à 45 cm.

Durée de vie : 12 ans.

Reproduction : Ce poisson ovipare atteint sa maturité sexuelle à 3 ans. Les femelles peuvent pondre jusqu'à 200.000 œufs en grappes.

Alimentation : Sa bouche protractile lui permet de capturer, rapidement et à l'affût, de petits poissons et autres organismes marins passant à proximité.

Description du son : Le son émis par la rascasse ressemble à une sorte de ressort en action. Nous n'avons pas d'études précises sur le sujet actuellement car les scientifiques commencent à peine à découvrir la complexité de l'environnement acoustique sous-marin.



Nom : Corb (*Sciaena umbra*) ou Corbeau de mer

Ordre : Perciforme.

Habitat : Espèce emblématique de Méditerranée, le corb est facilement observable la journée grâce à son corps brun aux reflets métallisés, dont les nageoires dorsale et caudale sont bordées d'un liseré noir. Il se déplace lentement et reste parfois immobile à proximité des fonds rocheux et sableux, des tombants et dans des grottes sous-marines mais aussi des herbiers de Posidonie.

Taille et poids : Entre 20 et 55 cm.

Durée de vie : 31 ans. Il vit en petits groupes. Espèce autrefois surpêchée, il est classé aujourd'hui comme vulnérable dans la liste rouge des espèces menacées. Il Bénéficie d'un moratoire, une interdiction de pêche de loisir.

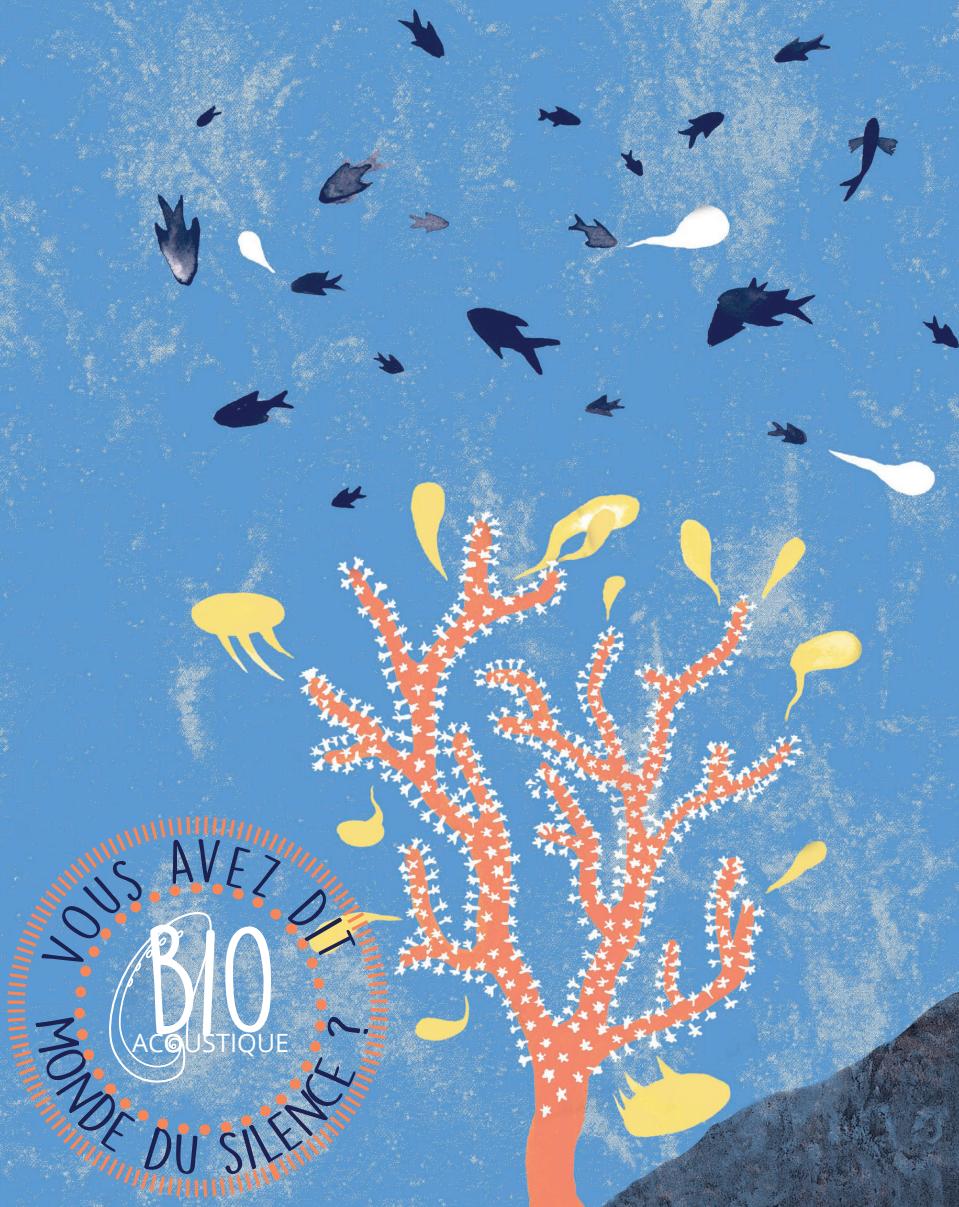
Reproduction : Il est ovipare et pond ses œufs en plein eau.

Alimentation : Il part en chasse la nuit et se nourrit de crustacés et de petits poissons.

Description du son : Le corb est un poisson sonifère. Il tient son nom de sa capacité étonnante à émettre des sons, proche du croassement du corbeau ou du roulement de tambour, en compressant sa vessie natatoire. Cela lui permet de communiquer avec ses congénères et lors des parades nuptiales le soir jusqu'à minuit. Quand il commence à chanter, il ne s'arrête plus !

((LA CHANCE EST DE LES ENTENDRE,
LE MERVEILLEUX EST DE LES ÉCOUTER))

Bill François - Extrait de l'Éloquence de la sardine



REMERCIEMENTS

NOUS REMERCIONS M. HERVÉ GLOTIN ET MME MARION POUPARD

POUR LEUR COLLABORATION SONORE SUR CE PROJET EN METTANT À DISPOSITION DES SONS D'ESPÈCES MARINES
DE MÉDITERRANÉE, ÉTUDIÉS ACTUELLEMENT PAR L'UNIVERSITÉ DE TOULON.

Document réalisé par le Naturoscope en partenariat avec le Parc national des Calanques pour le réseau Educalanques.

Illustrations : Manon Galvier - Rédaction : Maud Thomas - Mise en page : Danielle Buloup

Édition : Décembre 2023

