

ASSOCIATION ESTUAIRES LOIRE & VILAINE

<http://www.assoloirevilaine.fr>

Siège social :
9 bis bd des Korrigans
44 510 LE POULIGUEN

Secrétariat :
16 rue des Grandes Perrières
44 420 LA TURBALLE



JUIN - JUILLET 2021

Le mot du Président

-

Actualités

-

Le cri des océans

-

Bio-inspiration : les crustacés

-

La page des jeunes

-

Contacts

-

Bulletin d'adhésion





Le mot du président *par Jean-Claude Ménard*

Mes chers amis,

...

Actualités

Dernières nouvelles du GIEC *par Floriane Turrel*

Les scientifiques de l'ONU poussent un nouveau cri d'alarme. Le prochain rapport du GIEC attendu pour 2022 dévoilent déjà certains faits qu'on ne peut plus continuer de passer sous silence. Ce rapport sera publié après la 26ème conférence annuelle de l'ONU sur le climat qui aura lieu cette année à Glasgow du 1er au 12 novembre 2021. D'après les scientifiques, l'humanité va être mise à rude épreuve dans les décennies à venir. Ce sont nos enfants et nos petits enfants qui vont le plus subir ces conséquences. En effet, le réchauffement climatique semble se diriger durablement vers un seuil supérieur à +1,5°C, ce qui aura des impacts **irréversibles** sur les écosystèmes et des impacts non négligeables sur l'humanité. Les prévisions annoncent que ce seuil sera dépassé **dès 2025** conduisant à des épisodes caniculaires, des famines, des migrations, des hausses du niveau de la mer, des pénuries d'eau potable, des extinctions massives d'espèces et des phénomènes météorologiques extrêmes (entre autres) sans précédents. Seule une transformation radicale de nos modes de vie pourrait réduire ce cataclysme à venir (consommer moins, restaurer les écosystèmes, ... par exemples). Les experts du GIEC rappellent également que la vie sur Terre se remettra de ce changement climatique même si les écosystèmes n'auront plus rien à voir avec ce que nous connaissons actuellement mais que l'humanité ne le pourra pas si nous continuons sur cette lancée et ne prenons pas de mesures fortes.

Références :

- [IPCC — Intergovernmental Panel on Climate Change](#)

L'innovation au service de l'océan *par Floriane Turrel*

RESPECTOCEAN : le réseau des acteurs qui s'engagent pour un développement économique durable en faveur de l'océan a mis à l'honneur l'innovation lors de son édition 2021 du « pitch challenge ». Se retrouve alors sur le podium l'entreprise FinX qui repense la navigation et développe des moteurs de bateaux bio-inspirés. FinX imagine un moteur de bateau à nageoire 100% électrique et sans hélice dont on vous avait parlé dans la newsletter de février-mars 2021. Se retrouve également sur le podium

« Agriloops » qui propose d'utiliser de l'eau salée comme milieu de culture en s'appuyant sur la technique de l'aquaponie¹ afin d'obtenir des gambas ultra-fraîches, saines, sans antibiotiques, locales, et bien évidemment durables. Pour finir, la troisième place revient à « Sea Proven » souhaitant opérer et développer des flottes de « SphyrnaALV » (Autonomous Laboratory Vessel) pour tendre vers un concept opérationnel de constellations océaniques. Ce dernier projet vise à donner aux scientifiques, aux entreprises et aux décideurs politiques les bases nécessaires pour gérer les activités humaines de manière durable et prospère dans les océans. C'est ce genre d'idées vers un progrès respectueux de l'environnement qui nous donne espoir quant au futur des interactions homme-océan.

¹Aquaponie : méthode efficace pour cultiver fruits et légumes organiques, frais et de saison chez soi sans utiliser ni engrais ni de pesticides.

Références :

- <http://www.respectocean.com/>

La crème solaire, loin d'être un cadeau pour les océans par Floriane Turrel

Avec le retour des beaux jours, il est important de protéger notre peau des rayons UV émanant du soleil. Bien qu'il soit important de se protéger des cancers de la peau, certains usages ne sont pas sans conséquences (Figure). Chaque année, entre 15 000 et 25 000 tonnes de crème solaire finissent dans l'océan (dont 4 à 6 000 tonnes qui se déposeraient sur les coraux). Cet article, je l'espère, vous aidera à vous protéger tout en sauvegardant l'environnement marin.



Figure : La crème solaire pas si bénéfique (© auteur inconnu).

Les produits des crèmes solaires détruisent les zooxanthelles (microalgues) en symbiose¹ avec le corail, se concentrent dans les tissus des mammifères marins et des poissons, se déposent sur le sable et menacent la nidification des tortues, perturbent la reproduction des oursins et des étoiles de mer, modifient l'ADN du corail, inhibent la croissance du phytoplancton, et perturbent les échanges entre l'air et l'eau en formant une pellicule de surface. Je continue ?

Certaines crèmes solaires peuvent en effet altérer le développement larvaire de l'oursin *Paracentrotus lividus*. Elles peuvent également entraîner des malformations corporelles et diminuer la reproduction chez les daphnies (petits crustacés). Les daphnies se contaminent *via* leur cuticule² et par les algues qu'elles consomment (contaminées par la crème solaire). Cette contamination chez les daphnies va aussi diminuer l'efficacité de leur nage. L'oxybenzone, composant des crèmes solaires, va bloquer le processus de photosynthèse et la respiration des algues (e.g. algues du genre *Arthrospira*

sp.). Cela va entraîner des dommages chez l'algue comme un blanchissement des tissus (dépigmentation) (Figure). De la même manière que l'augmentation des températures de l'océan et son acidification tuent les barrières de coraux, l'exemple des crèmes solaires est également valable pour ces coraux en symbiose avec des algues. Les crèmes solaires sont même une menace plus importante que le réchauffement climatique et les autres pollutions en ce qui concerne les coraux. Les composants des crèmes solaires peuvent aussi impacter la reproduction d'autres animaux marins (baisse de la fertilité par exemple). Par ailleurs, ces substances toxiques déposées sur notre peau sont aussi absorbées par notre organisme et ne sont pas sans conséquences pour notre santé. Elles peuvent d'ailleurs être dangereuses pour le développement fœtal !

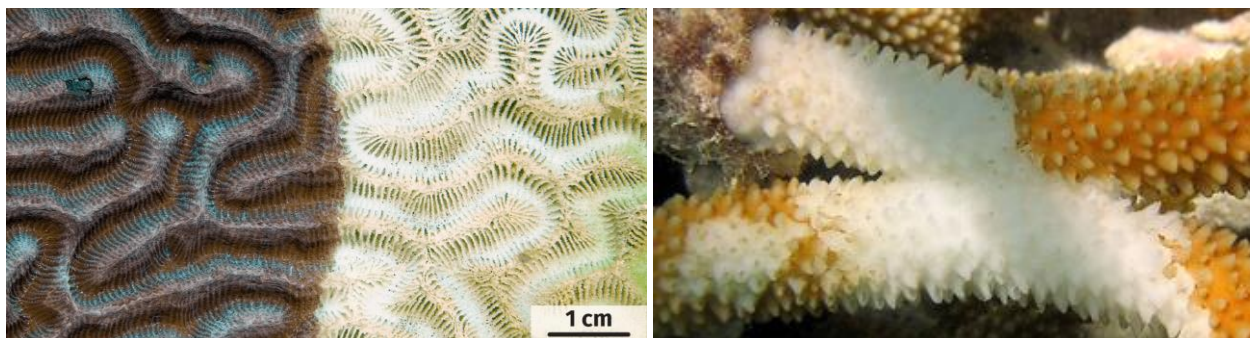


Figure : Blanchissement du corail (© aquariumcoraldiseases).

Cependant, tout n'est pas perdu : vous pouvez toujours agir. Avant d'acheter vos crèmes solaires, vérifiez qu'elles ne soient pas composées d'**oxybenzone**, de **benzophénone**, de **dioxyde de titane**, d'**oxyde de zinc**, d'**octocrylène**, ou encore d'**octinoxate**. Evitez par exemple les crèmes « Avène SPF 50 » et « Biotherm Waterproof sun milk SPF 30 » riches en ces produits nocifs. Les crèmes qui ne contiennent pas de nanoparticules³ sont plus respectueuses de l'environnement. Il existe aujourd'hui des crèmes solaires biodégradables qui doivent être privilégiées. Attention toutefois au « greenwashing ». Vérifiez toujours les composants car le packaging peut être trompeur. Toutefois, la plus saine des protections reste toujours de ne pas s'exposer aux rayons du soleil surtout entre 12h et 16h, et de se couvrir dans le cas contraire.

¹Symbiose : association de deux organismes à bénéfices mutuels.

²Cuticule : petite membrane très mince constituée d'une alternance de couches de chitine.

³Nanoparticule : particule de 1 et 100 nanomètres capable de traverser facilement les tissus organiques et de perturber les hormones.

Références :

- Johnsen Emilie C., *Toxicological Effects of Commercial Sunscreens on Coral Reef Ecosystems: New Protocols for Coral Restoration*, 2018.
- Maipas, S., Nicolopoulou-Stamati, P. Sun lotion chemicals as endocrine disruptors. *Hormones* 14, 32–46 (2015). <https://doi.org/10.1007/BF03401379>.
- Xin Zhong, Craig A. Downs, Xingkai Che, Zishan Zhang, Yiman Li, Binbin Liu, Qingming Li, Yuting Li, Huiyuan Gao, The toxicological effects of oxybenzone, an active ingredient in suncream personal care products, on prokaryotic alga *Arthrospira* sp. and eukaryotic alga *Chlorella* sp., *Aquatic Toxicology*, Volume 216, 2019, 105295, ISSN 0166-445X, <https://doi.org/10.1016/j.aquatox.2019.105295>.
- <https://www.nationalgeographic.fr/environnement/les-cremes-solaires-sont-nocives-pour-les-oceans-mais-des-alternatives-existent>

Les huîtres, une source d'inspiration sans limite *par Floriane Turrel*

Dans de nombreux autres articles, nous vous avons fait part de certaines utilités de la coquille d'huître. Après les montures de lunettes (NL #16), la peinture (NL #19) et les combinaisons (NL #12), nous allons vous présenter de nouvelles idées. En effet, les huîtres ont plus d'un tour dans leur coquille. La France produit chaque année 130 000 tonnes d'huîtres, la plaçant première sur le marché européen. La société Ovine, par exemple, broie ensuite ces coquilles qui restent après les repas depuis plus de 30 ans afin d'obtenir différentes gammes de taille. On les utilise ainsi pour nourrir les poules car le calcium facilite la digestion des graines et améliore la qualité de la coquille d'œuf, amender les sols agricoles, réduire le calcaire dans les chasses d'eau, filtrer l'air et piéger les mauvaises odeurs dans les stations d'épuration, servir de substrat à des toitures végétalisées, exfolier notre peau dans certaines crèmes cosmétiques, ou encore comme dentifrice. En baie de Quiberon et dans la rade de Brest, le projet "Forever" (pour "Flat Oyster REcoVERy"), lancé en 2018, utilise la tendance de l'huître plate à chercher à se fixer sur un support et expérimentent ainsi des récifs artificiels mêlant béton et coquilles pour restaurer les gisements naturels d'huîtres plates décimées par des parasites dans les années 1970. Des chercheurs de l'École supérieure d'ingénieurs des travaux de la construction (ESITC) de Caen étudient la capacité des coquilles d'huîtres à laisser passer l'eau et rééquilibrer le pH en "fixant" le carbone afin de réduire l'acidification des océans. L'Ifremer va d'ailleurs tester ce qui est le plus efficace entre le format poudre ou concassé mais avoue toutefois que cela ne pourra pas résoudre le problème d'acidification mais pourrait restaurer certains espaces côtiers. Nous ne cesserons donc jamais d'innover et de trouver des utilités à ces mollusques.

Références :

- [Les mille et un usages des coquilles d'huîtres, bioressource redécouverte \(ampproject.org\)](https://ampproject.org/)

Des géants perdus dans les océans *par Floriane Turrel*

Depuis le début d'année, plus de 3 000 conteneurs ont sombré à jamais dans les profondeurs des océans. Ce phénomène n'est pas nouveau mais ne fait que s'intensifier ! De 2017 à 2019, la moyenne annuelle de conteneurs perdus n'était que de 779. Cette augmentation drastique serait due à l'augmentation des tempêtes en mer par les changements climatiques mais également au sous-effectif de travailleurs dans ce domaine à cause de la crise sanitaire actuelle. Vient s'ajouter à cela un manque de contrôle des cargaisons avec parfois des conteneurs plus lourds placés sur le dessus ayant été déclarés comme pesant 3 tonnes alors qu'ils en pesaient 10 (Figure) ... Les conteneurs tombant des navires vont alors rester au fond de l'océan ou s'échouer sur les plages : en plus du risque pour la navigation, c'est un réel désastre écologique. Par ailleurs, les conteneurs perdus devraient être déclarés ; mais voilà, cette perte a un coût alors mieux vaut la passer sous silence lorsque cela est possible. Par ailleurs, cette industrie transportant plus de 220 millions de conteneurs chaque année n'est pas à 3 000 coulés près.



Figure : Accident à 700 miles nautiques à l'est du Japon le 30 octobre 2017 impliquant un porte-conteneurs battant pavillon britannique qui a largué 42 conteneurs dans l'eau (© Archives Reuters).

A Marseille, l'entreprise Traxens, lauréate des Trophées 2018 dans la catégorie Brevet, et spécialisée dans le transport maritime des conteneurs propose aux transporteurs des boîtiers électroniques à fixer sur les conteneurs afin de leur fournir une traçabilité. Par la suite, le 28 janvier 2020, la Digital Container Shipping Association (DCSA) regroupant les principaux armateurs mondiaux du transport conteneurisé : MSC, Maersk Line, Hapag-Lloyd, Ocean Network Express (One), Evergreen, Yang Ming, HMM, CMA CGM et Zim a établi des normes communes sur le suivi et la traçabilité des conteneurs : « DCSA Track and Trace ». En 2017, l'entreprise bretonne EMP avait créé un conteneur intelligent dont les parties électroniques ont été conçues par la société Asserva, elle aussi bretonne. Cette technologie permet de calculer le volume du remplissage du conteneur dans le cas des conteneurs de déchets (poubelles de verres, etc.) mais pourrait être remise au goût du jour et utilisée pour les conteneurs maritimes afin de les organiser sur les porte-conteneurs en fonction de leur volume.

Mais que faire de ces amas de métal une fois jugés inutilisables à terre ? B3 Ecodesign à Rennes leur a trouvé une nouvelle vie en les transformant en logements. Séduite par l'idée, la métropole de Brest a acquis 12 de ces maisons atypiques (Figure), une bonne manière de recycler.



Figure : Maisons-conteneurs (© B3 Ecodesign).

Références :

- https://www.francetvinfo.fr/economie/transports/transports-maritimes-le-scandale-des-conteneurs-au-fond-des-oceans_4373669.html?fbclid=IwAR3qEwdDzVj7Ak1_VVx6vskhelChHDuNY7bNf2iKM4_ISfOitaVqCN7rqjA
- https://actu.fr/bretagne/brest_29019/brest-comment-lutter-contre-la-chute-en-mer-des-conteneurs_38380829.html
- <https://www.b3-ecodesign.com/>

Le cri des océans *par Floriane Turrel*

Les **changements climatiques** sont la thématique majeure de notre année 2021 et nous allons voir dès à présent les impacts induits sur le **son des océans**. Le son est le signal sensoriel qui voyage le plus loin dans l'eau et est utilisé par de nombreux animaux marins, des invertébrés comme la coquille Saint Jacques aux grandes baleines bleues. Le son se propage environ quatre fois plus vite dans l'eau que dans l'air. En conséquence, les animaux marins ont développé une large gamme de récepteurs pour détecter les sons. Ces signaux sonores permettent à la faune marine d'interpréter, explorer et interagir avec leur milieu. Les « paysages sonores » océaniques changent rapidement en raison du déclin massif de l'abondance des animaux producteurs de sons (6^{ème} extinction de masse en cours), de l'augmentation

du bruit anthropique (lié à l'activité humaine) et de la modification de contributions des sources géophysiques, telles que la glace de mer qui fond ou encore les tempêtes de plus en plus fréquentes en raison des changements climatiques. Les « **paysages sonores** » sont définis comme le son ambiant selon ses caractéristiques spatiales, temporelles et fréquentielles, et selon les types de sources contribuant au champ sonore. Ainsi, le « paysage sonore » de l'océan Anthropocène (actuel) est fondamentalement différent de celui de l'époque préindustrielle (avant la libération massive de gaz à effet de serre dans l'atmosphère par l'action humaine). Ces bruits anthropogéniques vont avoir des impacts négatifs sur la vie marine dont voici quelques exemples.

Les sources de bruit dans les océans

Avant la révolution industrielle, le « paysage sonore » était en grande partie composé de sons de sources géologiques (**géophonie**) et biologiques (**biophonie**) autrement dit de sources naturelles, avec des contributions mineures des sources humaines (**anthrophonie**). Les océans actuels voient quant à eux leur biophonie réduite en raison de la raréfaction des animaux marins par la chasse, la pêche et la perte d'habitats viables. Ces impacts jouent sur les comportements et la physiologie¹ des organismes marins. Alors que les activités humaines dans l'océan continuent d'augmenter.

Les conditions météorologiques et les processus géologiques apportent une contribution importante aux paysages sonores marins. Le vent qui souffle sur l'océan, les vagues se brisant, la pluie ou la grêle tombant à la surface de la mer et les bulles de gaz qui vibrent, montent et éclatent à la surface génèrent tous des spectres sonores caractéristiques. Dans les régions polaires, les processus saisonniers tels que la fonte des glaces, la fissuration sous pression et le vêlage² des icebergs dominent. Le bruit des tremblements de terre, des volcans sous-marins et de l'activité des sources hydrothermales peut, quant à lui, se propager sur des milliers de kilomètres. Chacun de ces composants géophoniques produit un son sur différentes fréquences et échelles spatiales et temporelles, qui est donc perçu différemment selon l'espèce aquatique qui le reçoit.

Les animaux marins produisent intentionnellement des sons allant des infrasons (<20 Hz) aux ultrasons (> 20 kHz), bien que la plupart soient émis entre 10 Hz et 20 kHz et sont audibles par une large gamme de taxons³. Ces sons peuvent être modulés en fréquence et / ou en amplitude et peuvent être émis sous forme d'impulsions uniques ou de séquences régulières ou encore de modèles temporels, tels que des trains d'impulsions de cris de poissons et de chants de baleines. Le chant continu d'individus isolés, le chœur grégaire d'un groupe ou les sons collectifs de certains animaux qui se nourrissent ou se déplacent (par exemple, des oursins ou des crabes se mouvant à travers un récif) peuvent augmenter les niveaux sonores dans des bandes de fréquences particulières. La biophonie peut également être modulée par les changements de température, de courants et d'autres facteurs, illustrés par l'arrêt du chœur des poissons en raison du passage d'un ouragan par exemple. Les animaux produisent des sons pour diverses raisons, notamment l'orientation, la recherche de nourriture, les manifestations agonistiques (faire fuir un autre individu), la défense territoriale, l'attraction du partenaire et la parade nuptiale. Par exemple, les poissons comme la morue franche (*Gadus morhua*), les courbines (*Sciaenidae*) et les mérours (*Serranidae*) utilisent les sons pour se rassembler en grandes agrégations et coordonner les activités de frai⁴. Les mammifères marins utilisent la communication vocale pour faciliter l'accouplement, l'élevage des jeunes et la cohésion du groupe, entre autres fonctions sociales et alimentaires. Les pinnipèdes⁵ produisent des sons à la fois dans l'air et sous l'eau qui sont associés aux comportements territorial et d'accouplement, en particulier pendant la saison de reproduction. Les phoques barbus (*Erignathus barbatus*), par exemple, produisent des sons à modulation de fréquence, qui sont une composante majeure des « paysages sonores » de l'Arctique au printemps. Les baleines à fanons produisent des appels reproductifs et sociaux à basse fréquence qui peuvent traverser les bassins océaniques, et les baleines à bosse (*Megaptera novaeangliae*) émettent des chants complexes dans le cadre de manifestations reproductives, les mâles ayant des dialectes régionaux qui changent avec le temps.

Les animaux marins produisent également des sons mécaniques, tels que ceux produits par l'impact de différentes parties de leur corps sur des substrats environnementaux (exemple : coup de queue dans le sable), qui transmettent souvent des informations sur la masse corporelle et la taille, ou encore sur les mouvements et les comportements de recherche de nourriture. Les oursins et les poissons-perroquets émettent des bruits de grattage ou de craquement lors de leur recherche de nourriture qui sont prévisibles car associés aux cycles des marées ou sont diurnes (en journée). D'autres animaux utilisent le son pour s'alimenter. Les crevettes serpentes produisent un son de « claquement » pour assommer leurs proies, produisant ainsi un fort « crépitement ». Les odontocètes, tels que les cachalots (*Physeter macrocephalus*) et diverses espèces de dauphins et de marsouins, possèdent également des systèmes de bio-sonar sophistiqués qui produisent des sons pour écholocaliser, sélectionner et poursuivre leurs proies sous l'eau (Figure). De nombreuses espèces utilisent les « paysages sonores » océaniques pour trouver leurs habitats à des stades clés de leur vie. Par exemple, les larves et les juvéniles de certaines espèces de récifs, invertébrés comme vertébrés, utilisent les « paysages sonores » comme signal de navigation pour localiser des habitats de peuplement appropriés. En effet, les structures ou organes de production sonore distinctifs des animaux marins fournissent une empreinte acoustique qui facilite leur identification dans les « paysages sonores », permettant d'identifier espèce (cf. otolithes ci-dessous), comportement et parfois cycle biologique et traits physiques pertinents.

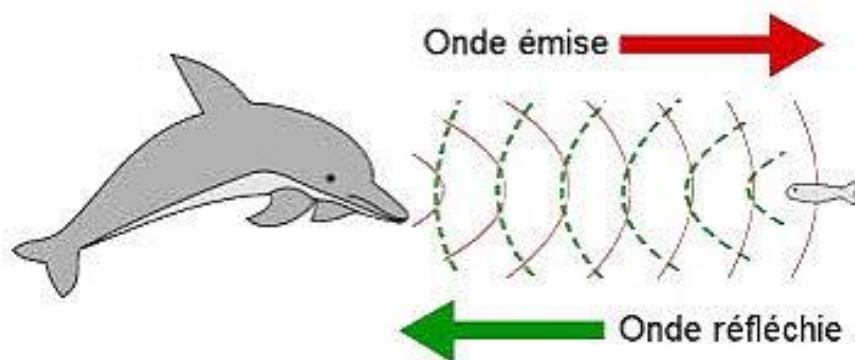


Figure : Illustration de la détection des proies par les cétacés (© auteur inconnu).

Le bruit des navires, les sonars actifs, les sons synthétiques (sons artificiels et bruits blancs) et les dispositifs de dissuasion acoustique (par exemple pour éloigner les cétacés des engins de pêche) affectent alors tous les animaux marins, tout comme le bruit des infrastructures énergétiques telles que les pales des éoliennes, et de construction et les levés sismiques (Figure). Bien qu'il existe des preuves comme quoi ces bruits compromettent la capacité auditive et induisent des changements physiologiques et comportementaux chez la faune marine, les certitudes sont moindres quant aux effets sur la mortalité et l'établissement des larves. Le bruit anthropique est un facteur de stress pour les animaux marins. Il est donc nécessaire qu'il soit inclus dans les évaluations de pressions cumulées sur les écosystèmes marins. Comparé à d'autres facteurs de stress persistants dans l'environnement, comme le dioxyde de carbone (CO₂) émis dans l'atmosphère ou les polluants organiques persistants livrés aux écosystèmes marins, le bruit anthropique est généralement un polluant ponctuel dont les effets diminuent rapidement une fois les sources éliminées et pourtant les actions pour le réduire sont rares.

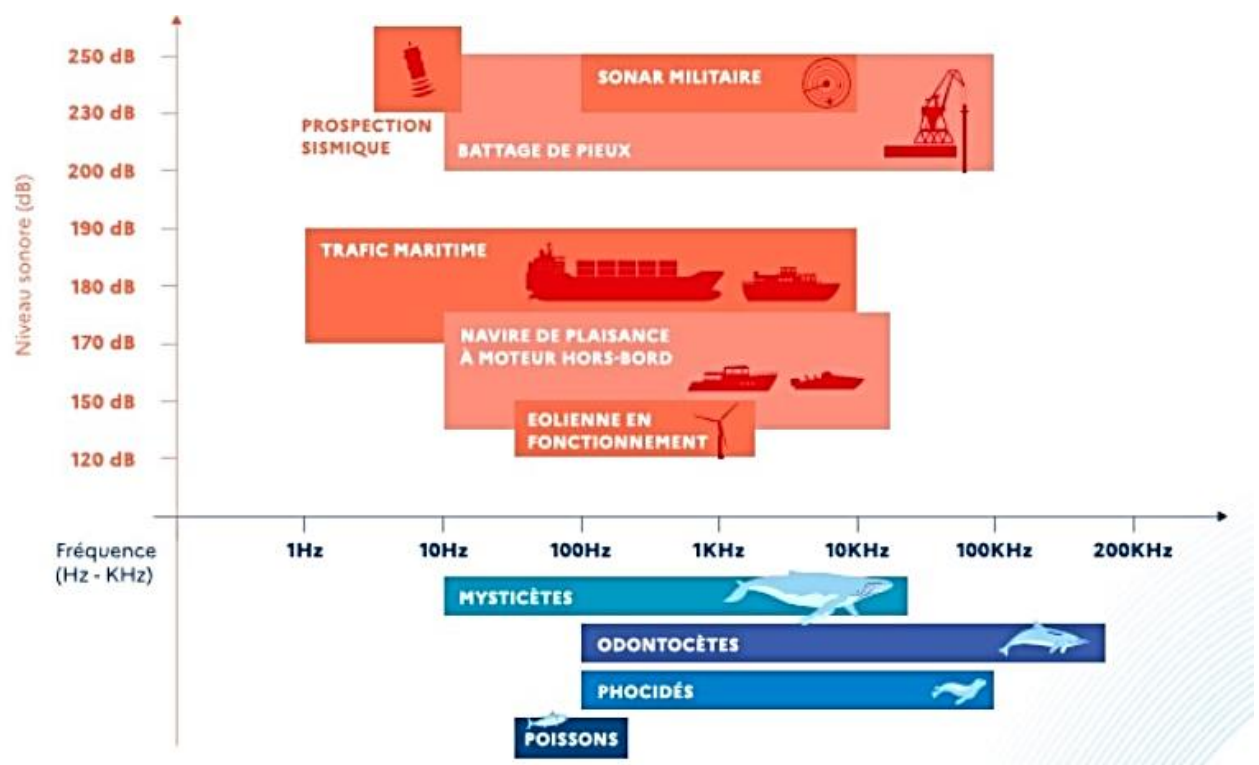


Figure : Impacts du bruit d'origine humaine sur la faune marine (© Ministère de la Mer).

De nouveaux outils d'analyse du « paysage sonore » facilitent à la fois la reconnaissance des appels spécifiques aux espèces. Dans l'ensemble, les évaluations des paysages sonores océaniques démontrent une contribution croissante des activités humaines à travers l'océan.

L'ouïe chez la faune marine

L'audition chez les animaux marins va des invertébrés marins, des poissons et des reptiles (qui perçoivent des sons de fréquence relativement basse, généralement <5 kHz), aux cétacés (qui peuvent détecter des sons à haute fréquence, jusqu'à 200 kHz). Par certains aspects, l'audition des poissons est supérieure à la nôtre. La plupart d'entre eux perçoivent des fréquences comprises entre 50 et 3 000 hertz comparé à notre ouïe comprise entre 20 et 20 000 hertz (Figure). Certains poissons comme l'aloise ou le menhaden sont capables de percevoir les ultrasons jusqu'à 180 000 hertz à l'instar des chauves-souris. Cela pourrait leur permettre d'entendre leur prédateur les dauphins. À l'inverse, morue, perche et plie peuvent percevoir les infrasons à partir de 1 hertz facilitant leur orientation dans le milieu aquatique. Cette sensibilité auditive rend les poissons vulnérables aux bruits créés par l'être humain. Par exemple, les sons émis par les canons pneumatiques utilisés par l'industrie pétrolière endommagent les cellules ciliées tapissant l'appareil auditif des poissons. Les populations de morues et d'aiglefin ont, pour cette raison, chuté en Norvège impactant les pêches. La portée auditive des animaux marins est un déterminant clé de leurs réponses potentielles aux différentes composantes des « paysages sonores » océaniques et de leur vulnérabilité aux impacts de différentes sources de bruit sous-marin.

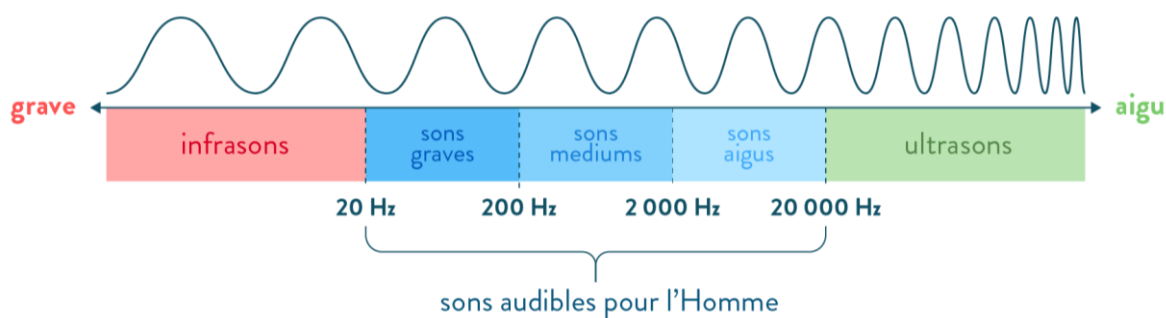


Figure : Fréquences sonores (© Schoolmouv).

L'oreille interne des poissons est bien développée avec un système membraneux de part et d'autre de l'encéphale (cerveau), en arrière des yeux. Cette oreille se compose notamment de trois canaux semi-circulaires terminés à leur base par trois sacs renfermant chacun un otolithe (Figure). Seuls les poissons osseux (Ostéichthyens) sont dotés d'otolithes (les Chondrichthyens comme les raies et les requins, ainsi que les lamproies en sont dépourvus). Contrairement aux êtres humains qui possèdent deux otolithes par oreille, les poissons osseux en possèdent trois paires. Ces otolithes à l'image du squelette, peuvent servir à identifier l'espèce de poisson qui les possédait de son vivant.

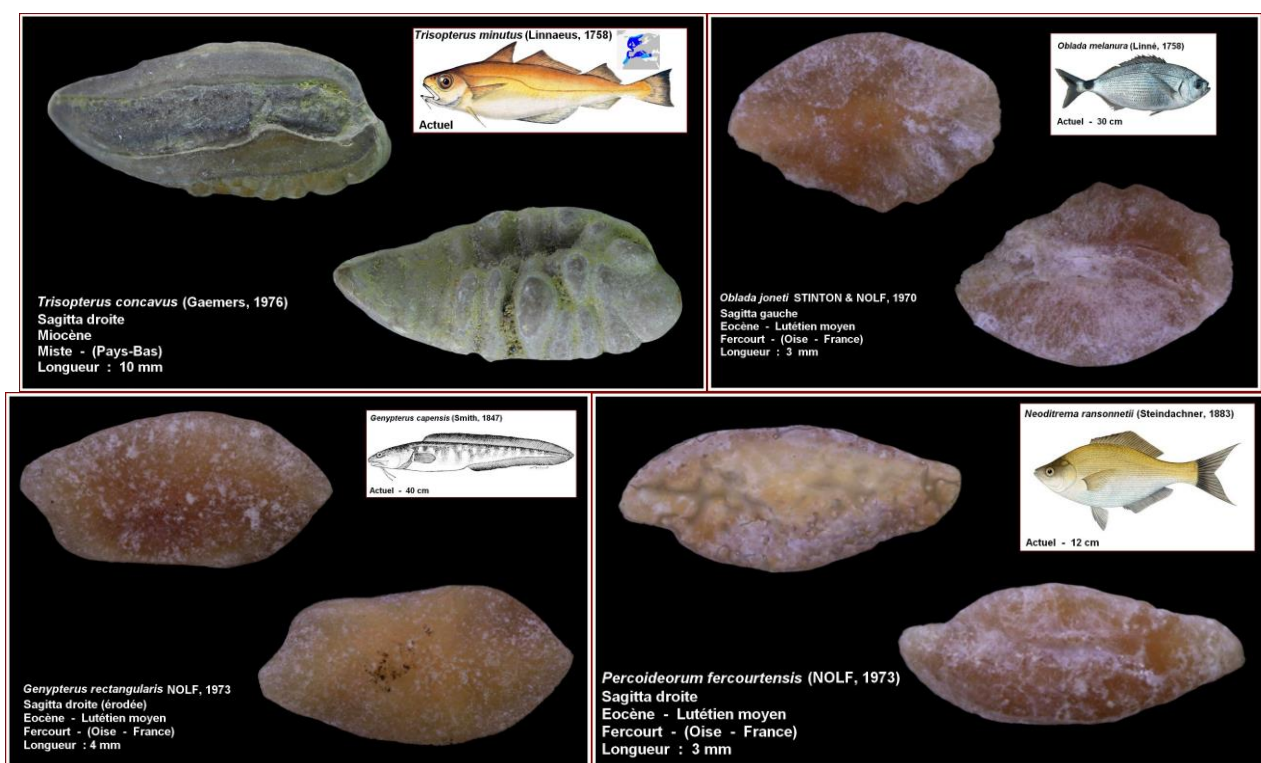


Figure : Otolithes de différents poissons osseux (© geoforum).

Le paysage sonore de l'océan anthropocène

Parmi les bruits émis par l'homme, il est possible de citer les levés sismiques qui produisent des sons à haute énergie, basse fréquence et de courte durée visant à détecter la présence de gisements de pétrole ou de gaz sous les fonds marins, ainsi que les échosondeurs multifaisceaux et sonars à balayage latéral qui eux produisent des sons à haute fréquence pour cartographier le fond marin et détecter les

organismes et les particules dans la colonne d'eau, ou encore les éoliennes dont les pales font encore plus de bruit lorsqu'elles effleurent la surface de l'eau. Les pêcheurs utilisent pour leur part des « sondeurs à poissons » pour rechercher des bancs de poissons et les marines utilisent des sonars actifs sur une large gamme de fréquences pour détecter les sous-marins et autres cibles. Au cours des 50 dernières années, l'augmentation de la navigation a contribué à multiplier par **32** les bruits à basse fréquence sous l'eau. Le trafic sur des structures comme les ponts ainsi que les avions volant à basse altitude au-dessus de l'océan produisent un bruit continu qui peut pénétrer sous l'eau. Le battage de pieux des parcs éoliens offshore peut augmenter considérablement les niveaux sonores locaux. La technologie qui racle le fond de l'océan, qu'il s'agisse de draguer le fond marin, de récolter des minéraux ou de faire du chalutage pour la pêche, génère également des bruits à basse fréquence. La pêche à la dynamite, conçue pour étourdir ou tuer les poissons de récif pour une collecte facile, reste une source majeure de bruit en Asie du Sud-Est et en Afrique côtières. Les explosions de mines, de missiles et de bombes pendant les guerres navales ou les exercices militaires représentent également une source de sons destructeurs (en supplément des dégâts qu'ils occasionnent). À petite échelle, même les activités récréatives côtières telles que les petits bateaux à moteur, la natation, la plongée sous-marine, le surf, les feux d'artifice, *etc.* contribuent à l'anthrophonie sous-marine. La chasse aux grands animaux marins tels que les baleines ou les pinnipèdes très vocaux, qui a commencé il y a des centaines d'années, a conduit à une biophonie réduite et moins diversifiée. La dégradation des forêts de varech, des herbiers marins, des récifs coralliens et des lits d'éponges diminue également la biophonie en raison de la diminution de la faune qui était présente dans ces milieux.

Viennent alors les sons impliqués par le changement climatique lui-même. Le changement climatique augmente le nombre de cyclones et de vagues de chaleur qui dégradent les habitats marins, ce qui, à son tour, peut altérer la biophonie. Par exemple, la dégradation des récifs coralliens associée à ces événements modifie considérablement les « paysages sonores ». La réduction de la glace de mer dans l'Arctique permet l'expansion de l'aire de répartition des espèces de baleines tempérées qui se « disputent » une niche acoustique avec des espèces arctiques, comme le béluga (*Delphinapterus leucas*), par exemple. Le son voyage plus rapidement dans un océan plus chaud. Le réchauffement de l'océan affecte également la géophonie dans les zones polaires en diminuant la couverture de glace de mer. Les niveaux sonores sont plus élevés pendant les périodes de formation de glace. L'augmentation des vents, des précipitations tombant à la surface de l'eau et des vagues dans les régions tropicales due aux changements climatiques accroissent aussi la géophonie. Les émissions de gaz à effet de serre modifient également la propagation du son dans l'océan en diminuant le pH (acidification des océans) à mesure que les niveaux de CO₂ augmentent, ce qui devrait conduire à un océan plus bruyant.

Impacts des « paysages sonores » modifiés dans l'océan anthropocène

Le bruit anthropique peut interférer avec le traitement du signal auditif naturel des animaux marins, effet appelé « **masquage** », qui réduit leur espace de communication. Le masquage des signaux provenant de conspécifiques ou d'indices environnementaux indiquant la présence de proies ou de prédateurs peut entraîner une perte de cohésion sociale, des occasions manquées de se nourrir ou une incapacité à éviter un prédateur. La plupart des mammifères marins et des poissons vont alors modifier la fréquence de leurs vocalisations pour être entendus, un phénomène connu sous le nom d'effet Lombard ou d'effet cocktail. La pollution sonore compromet ainsi la capacité auditive, induit des changements physiologiques, déclenche des actions de déplacement des animaux marins vers des zones moins impactées par le bruit anthropique, modifie les trajets migratoires, interrompt les actions de reproduction ou de recherche de nourriture et provoque du stress chez la faune marine (Figure). Dans une moindre mesure, la pollution sonore peut également augmenter la mortalité et modifier les conditions physiques des animaux marins. Lorsque des dommages auditifs sont causés par des bruits forts, les poissons récupèrent mieux que les mammifères marins, car leurs cellules ciliées repoussent. Les changements de biophonie qui en découlent, réduisent également l'installation des larves qui ne trouvent plus leurs repères.



Figure : Représentation schématique des zones d'influence des émissions sonores (© Ministère de la Mer).

Les dernières évaluations des impacts du changement climatique par le GIEC reconnaissent uniquement le bruit dans le contexte de l'augmentation des opérations humaines dans l'océan Arctique mais pas ailleurs. L'ODD 14 (objectifs développement durable) lié à la mer ne prend pas non plus en compte le bruit anthropique. Comment faire pour que des mesures soient enfin mises en place ?

Vers des « paysages sonores » océaniques plus sains

Contrairement à d'autres sources de pollution, le bruit anthropique n'est pas persistant dans l'environnement une fois ses sources éliminées. Par conséquent, des actions législatives visant à réduire le bruit anthropique et à encourager le déploiement de solutions technologiques plus respectueuses peuvent avoir des effets positifs quasi immédiats. Ainsi, en 2015, Maersk (première compagnie maritime et plus grand armateur de porte-conteneurs du monde) a procédé à la modernisation de cinq grands porte-conteneurs et a constaté que la réduction de la cavitation⁶ des hélices réduisait les niveaux de pression acoustique à basse fréquence de 6 à 8 dB tout en améliorant le rendement énergétique (Figure). Une autre méthode potentielle de réduction du bruit est l'utilisation de moteurs électriques qui, avec le développement de l'énergie solaire et du stockage par batterie, sont de plus en plus installés sur les navires. Cependant, comme vu ci-dessus, il n'existe actuellement aucun mécanisme de réglementation pour inciter à une transition dans ce sens.

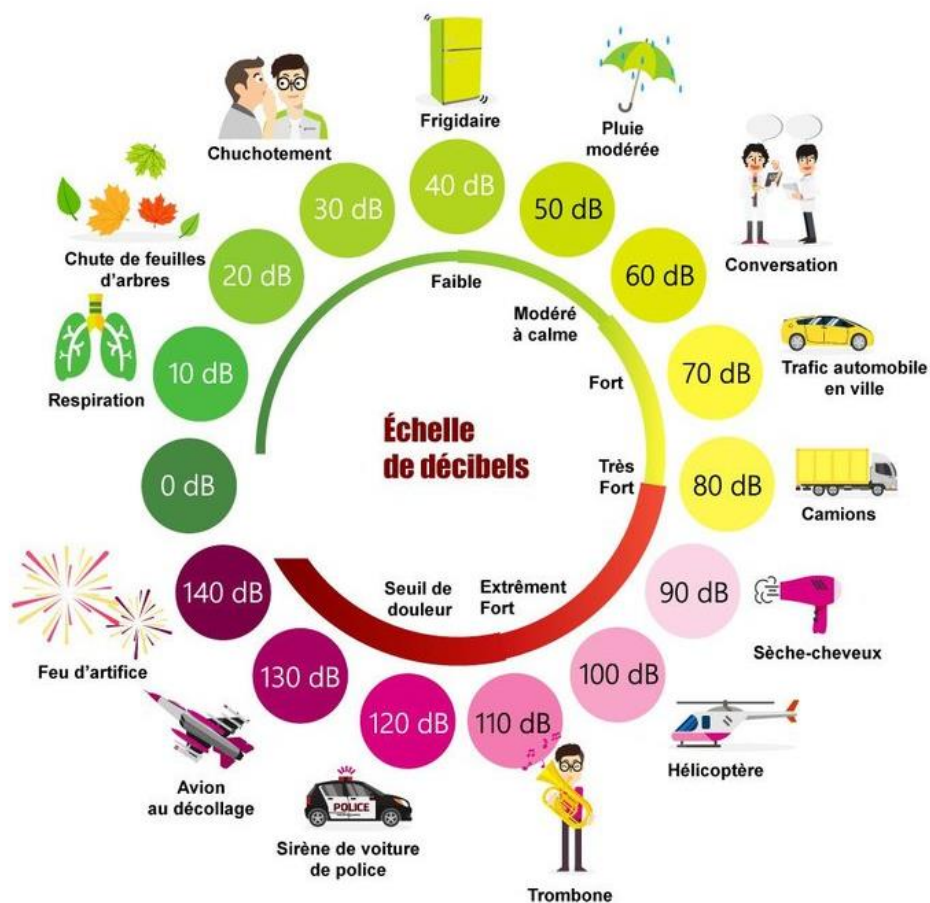


Figure : Echelle du bruit pour donner un ordre d'idées sur les décibels (© Ifsttar).

Parallèlement, la régulation de la vitesse et des itinéraires des navires peut aider à réduire le bruit et / ou à détourner les impacts des zones biologiquement sensibles. Par exemple, la réduction de 15,6 à 13,8 nœuds de la vitesse de navigation des navires bruyants sur les principales routes de navigation de Méditerranée orientale a entraîné une réduction estimée de 50% du bruit produit par ces navires. Des barrières acoustiques telles que des rideaux à bulles et des manchons antibruit ont été introduites dans certains parcs éoliens européens et peuvent réduire le bruit du battage des pieux jusqu'à 15 dB.

La réduction du trafic maritime dans la baie de Fundy, au Canada, après les événements du 11 septembre 2001, a entraîné une diminution de 6 dB du bruit sous-marin. De même, les stratégies de lutte contre les infections au **COVID-19**, qui impliquaient le confinement d'environ 58% de la population humaine mondiale en 2020, ont également fourni de nombreuses preuves d'une expansion inhabituelle des mouvements de mammifères marins et de requins vers ce qui était auparavant des voies navigables bruyantes et très fréquentées par l'être humain, où ils n'étaient alors pas régulièrement vus.

L'atténuation des changements climatiques conformément aux objectifs les plus ambitieux fixés par l'Accord de Paris contribuera également à réduire les autres impacts des changements climatiques sur la géophonie et la biophonie marines ; si toutefois ces accords sont respectés. Par ailleurs, étant donné le décalage d'une trentaine d'années des impacts des émissions de GES, la récente évaluation par le GIEC des impacts des changements climatiques sur les océans indique que la glace de mer continuera de fondre, affectant les caractéristiques du « paysage sonore », et que les récifs coralliens continueront de se dégrader même si ces objectifs climatiques sont atteints. À une époque où les sociétés considèrent de plus en plus « l'économie bleue » comme une source de ressources et de richesse, il est essentiel que les « paysages sonores » océaniques soient gérés de manière responsable pour garantir l'utilisation durable de l'océan et sa sauvegarde. L'incorporation de ces solutions dans des conventions

internationales contraignantes ouvrirait la voie à des « paysages sonores » océaniques soutenant des écosystèmes plus sains dans le cadre d'une **exploitation durable des océans** et respectueuse de l'environnement marin.

« RespectOcean » propose dans une rubrique dédiée aux bruits sous-marins de répondre à certaines de vos questions. Nous vous invitons donc à consulter leur site qui aborde également cette thématique d'intérêt.

¹*Physiologie : fonctionnement et organisation mécanique, physique et biochimique des organismes vivants et de leurs composants (organes, tissus, cellules, organites cellulaires).*

²*Vélage des icebergs : fragmentation d'une masse de glace débouchant sur la mer.*

³*Taxon : groupe d'organismes vivants possédant en commun certaines caractéristiques bien définies.*

⁴*Frai : acte de fécondation des poissons.*

⁵*Pinnipèdes : mammifères marins aux pattes palmées (otaries, morses, phoques).*

⁶*Cavitation : formation de bulles de vapeur, sans élévation de température dans l'eau par une action mécanique.*

Références :

- Carlos M. Duarte, Lucille Chapuis, Shaun P. Collin, Daniel P. Costa, Reny P. Devassy, Victor M. Eguiluz, Christine Erbe, Timothy A. C. Gordon, Benjamin S. Halpern, Harry R. Harding, Michelle N. Havlik, Mark Meekan, Nathan D. Merchant, Jennifer L. Miksis-Olds, Miles Parsons, Milica Predragovic, Andrew N. Radford, Craig A. Radford, Stephen D. Simpson, Hans Slabbekoorn, Erica Staaterman, Ilse C. Van Opzeeland, Jana Winderen, Xiangliang Zhang, Francis Juanes ; *The soundscape of the Anthropocene ocean*. Science, 5 Feb. 2021. Vol. 371, Issue 6529, eaba4658. DOI: 10.1126/science.aba4658.
- Rapport Giec, septembre 2019, les océans.
- Jonathan Balcombe, *A quoi pensent les Poissons ? La vie secrète de nos cousins sous-marins*. Editions la plage 2018.
- <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/the-parisagreement>
- <http://www.respectocean.com/publication-foire-aux-questions-sur-le-bruit-sous-marin/>



Bio-inspiration : les crustacés par Floriane Turrel

Les Crustacés forment un sous-embranchement des Arthropodes¹. Ce sont des animaux au corps revêtu d'un exosquelette chitineux : l'exocuticule. Cette cuticule constitue un squelette externe peu extensible impliquant le recours à des mues pour permettre la croissance de l'individu. Les crustacés comportent plus de 50 000 espèces telles que les balanes, copépodes, cloportes ou encore homards (Figure).



Figure : Exemples de quelques crustacés (© Hans Hillewaert).

La plupart des crustacés sont aquatiques et de nombreux sont des parasites d'autres organismes. Certains vont par exemple se fixer sur la peau de poissons, d'autres vont remplacer la langue de ces derniers, etc. (Figure).

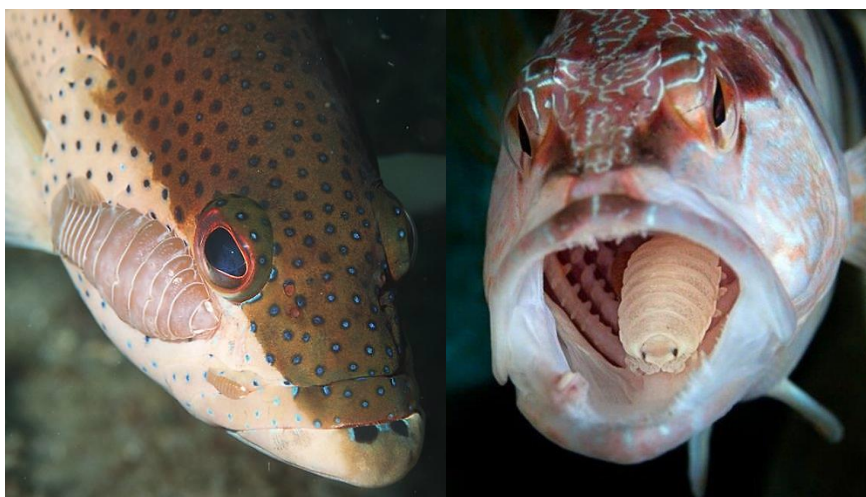


Figure : Crustacé anilocre à gauche (© Robert Pakiel) et Cymothoa exigua à droite (© Marcello Di Francesco), parasites de poissons.

La crevette, crustacé souvent présent dans nos assiettes a alors inspiré la conception du « shrilk » par les propriétés et composants de sa cuticule. Le « shrilk » est une sorte de plastique peu coûteux et biodégradable (Figure). La chitine présente dans la carapace des crevettes est utilisée dans différents domaines comme en médecine, cosmétique, chirurgie ou encore dans la filtration des eaux usées.



Figure : Plastique « shrilk » (© Institut Wyss de Harvard).

La cuticule de langouste constituée de couches solides et souples de chitine a également inspiré le designer Franco Lodato dans la réalisation de coques de téléphones portables résistantes (Figure).



Figure : Exemples de téléphones conçus par F. Lodato (© Leyla Levay).

Toujours concernant la cuticule, la projet allemand « ChitoBioEngineering » synthétise une molécule régénérative de la cuticule pour créer des pansements. Le krill, contient également beaucoup d'oméga 3, 6 et 9 qui ont un réel effet contre les maladies cardiovasculaires, la dépression et pour stimuler le système immunitaire. Il est alors utilisé en pharmacologie (Figure).



Figure : Capsules d'huile de krill vendues en pharmacie (© Bio-Gestion).

Cependant, l'inspiration ne s'arrête pas là. La capacité des crabes à maintenir leur rigidité lors de la mue en utilisant la pression hydrostatique, est étudiée pour construire des structures semi-rigides telles

que des tentes ou des véhicules d'exploration spatiale capables d'évoluer sur des terrains accidentés et complexes à l'image des crabes.

De plus, les Russes se sont inspirés de la squille (Figure) capable d'assommer (voir de tuer) ses proies à la force de ses pattes « marteaux » délivrant des coups équivalents à un tir d'une balle de calibre 22.



Figure : Squille multicolore et ses pattes « marteaux » rouges (© Monterey Bay Aquarium).

Un coup de cette squille pourrait nous casser le bras. Les Russes ont ainsi développé une torpille capable de se déplacer à une vitesse de 370km/h dans l'eau (le double d'une torpille classique) (Figure).



Figure : Torpille shkval (© Vitaly V. Kuzmin).

Finissons sur le homard à l'odorat très développé qui a inspiré un robot conçu par Mimi A. R. Koehl en Californie, afin d'étudier des zones aquatiques difficilement accessibles par les plongeurs. Elizabeth Johnson de l'Université de Durham a étudié, quant à elle, la manière dont les homards passent de l'eau à la terre ferme pour concevoir des robots (RoboLobster) facilitant le débarquement des troupes militaires (Figure). Des robots-homards sont également dédiés au déminage des fonds marins. Ming Guo du MIT tente, par ailleurs, de créer une armure résistante aux balles dont la robustesse et flexibilité sont inspirées de la cuticule du homard.

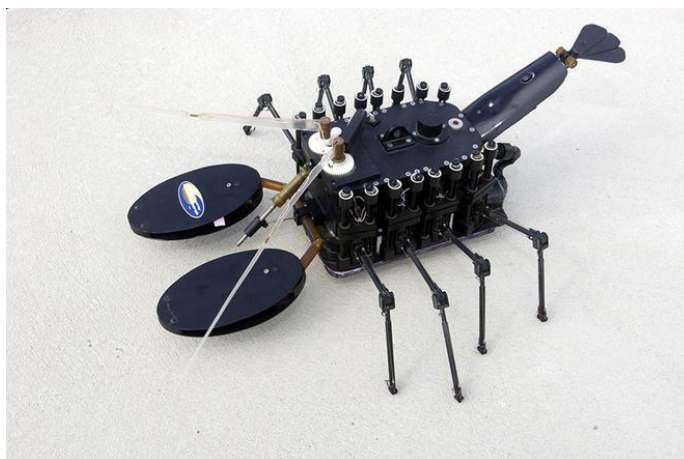


Figure : RoboLobster (© Jodi Hilton).

La nature et notamment les océans sont bien des sources d'inspiration sans limite. Le biomimétisme est donc une discipline d'avenir qui peut, en outre, nous permettre de développer des outils innovants tout en étant plus respectueux de l'environnement.

¹Arthropodes : embranchement d'animaux au corps segmenté. Il est formé de métamères munis chacun d'une paire d'appendices articulés et recouverts d'une cuticule ou d'une carapace rigide souvent de chitine. La mue permet de grandir voire de changer de forme. Les arthropodes seraient apparus il y a 543 millions d'années. C'est l'embranchement qui possède le plus d'espèces et le plus d'individus de tout le règne animal (myriapodes, crustacés, arachnides, insectes, etc.). On dénombre plus d'un million et demi d'espèces actuelles d'arthropodes qui présentent des modes de vie très variés.

... par ...

...

...

...

Références :

- ...

La page des jeunes par Floriane Turrel

Les illustrations : parce que des images parlent quelquefois plus que des mots

Les filets fantômes, des déchets plastiques redoutables... Les filets fantômes correspondent à des filets et autres matériels de pêche abandonnés, volontairement ou non, en mer. Ils vont alors dériver au gré des courants et peuvent s'accrocher au fond (Figure). Fabriqués en plastique, ils ne se dégradent pas

et vont continuer de piéger dans leurs mailles la faune marine qui finira noyée. Requins, cétacés, oiseaux marins, tortues, crustacés, etc. Le filet ne choisit pas ses prises, mais elles sont nombreuses à subir cette mort lente et douloureuse.

D'après la WWF, 5,7% des filets de pêche, 8,6% des pièges et casiers et 29% des fils de pêche utilisés dans le monde entier sont abandonnés, jetés ou perdus en mer : c'est 640 000 tonnes de matériel fantôme chaque année. Ils représentent ainsi 46% du tristement célèbre continent plastique du Pacifique. Ces tueurs silencieux incarneraient alors 30% de la pêche mondiale.

De nombreuses entreprises et associations font désormais la chasse à ces filets perdus mais leurs actions sont-elles suffisantes ? On ne cherche plus une aiguille dans une botte de foin mais des hameçons dans l'immensité de l'océan.

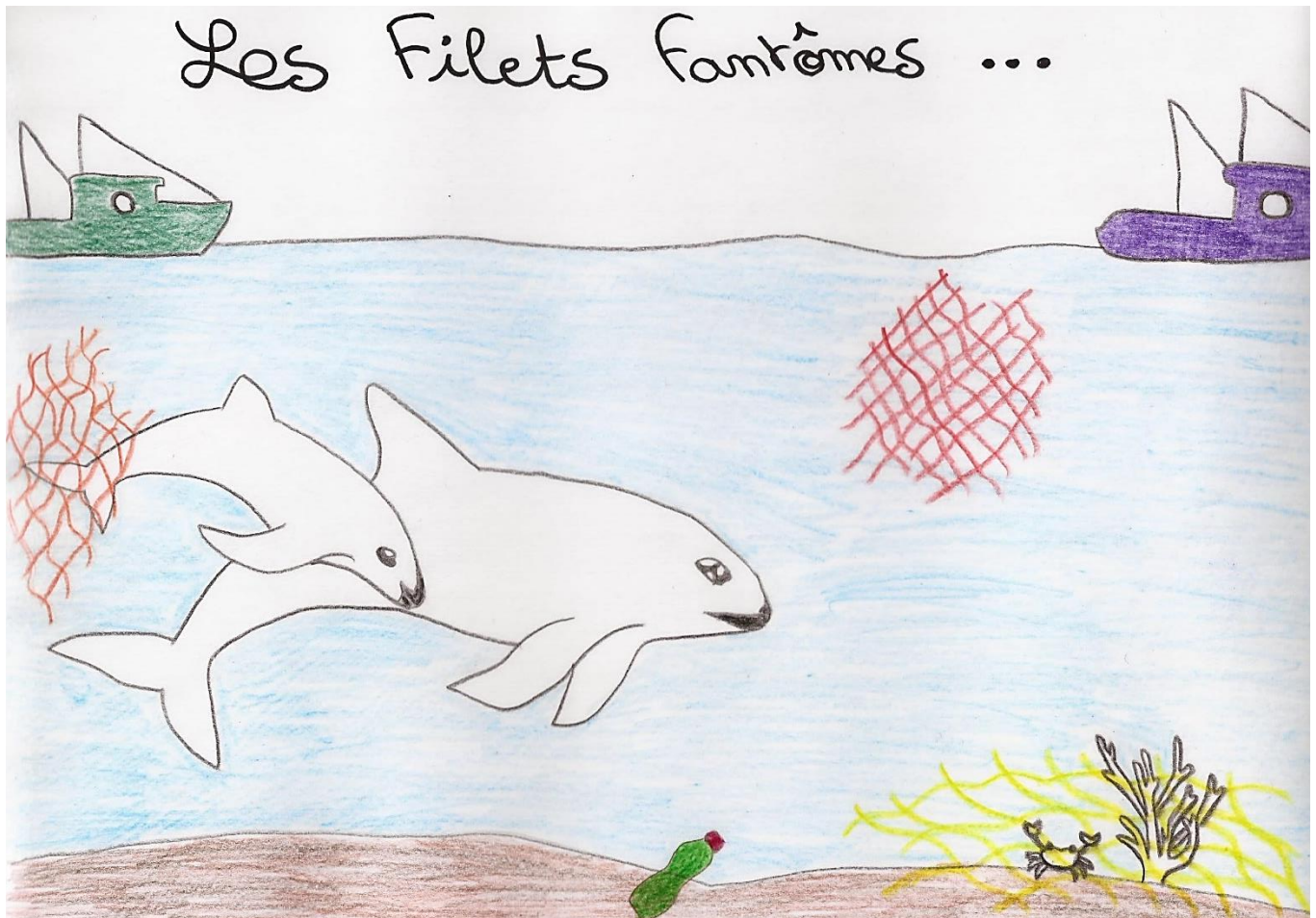


Figure : Représentation des filets fantômes (© F. Turrel).

Vous pouvez nous envoyer vos illustrations (avec votre nom, votre âge et votre ville) et parmi vos propositions, nous en sélectionnerons pour la prochaine Newsletter... 😊

Les questions

Quelle est la profondeur maximale de l'océan ?

➔ La profondeur moyenne des océans est de 3 682 mètres contre une altitude moyenne de seulement 840 mètres pour les continents. Le point le plus profond des océans correspond à

l'abysse Challenger dans la fosse des Mariannes. Il se situe dans l'océan Pacifique et sa profondeur maximale a été mesurée à 10 923 mètres ! Un sommet inversé bien plus impressionnant que ses homologues terrestres. En effet, pour comparaison, le plus haut sommet du monde correspond au mont Everest en Chine qui culmine à 8 848 mètres d'altitude. Le Mont Blanc, plus haut sommet d'Europe, ne dépasse pas 4 809 mètres d'altitude, même pas la moitié de l'abysse Challenger.

Quel est le volume d'eau total des océans ?

- ➔ Les océans recouvrent environ 70,8% de la surface de la planète Terre pour un volume d'eau moyen de $1\,370 \times 10^6 \text{ km}^3$, soit $1,37 \times 10^{21}$ litres d'eau. L'eau des océans pourrait donc remplir 5 480 000 000 000 000 000 000 (5,48*10²¹) verres d'eau (qu'on ne peut toutefois pas boire étant salée).

Vous pouvez nous envoyer vos questions (suivies de votre nom, votre âge et votre ville) auxquelles nous essaierons de répondre dans la prochaine Newsletter... 😊

Contacts



Jean-Claude MENARD, Président 	<u>jc.menard@club-internet.fr</u>	06.24.03.08.18
Aurélie BAUDOUIN, Secrétaire 	<u>lily.baudouin@laposte.net</u>	06.84.18.32.63
Jean-Pierre RIGAULT, Trésorier 	<u>marsouin75@laposte.net</u>	-
Floriane TURREL, Service civique 	<u>floriane.turrel@gmail.com</u>	07.89.58.15.51

Et pour suivre l'actualité de l'association :

- Le site internet de l'association : <http://www.assoloirevilaine.fr>
- Le compte LinkedIn : <https://www.linkedin.com/company/association-estuaire-loire-vilaine>
- La page Facebook : <http://www.facebook.com/pages/Association-Estuaire-Loire-Vilaine/256177791220264>
- La page Instagram : <https://www.instagram.com/estuaireloirevilaine/?hl=fr>
- Le compte Twitter : https://twitter.com/association_ELV?s=09

Bulletin d'adhésion 2021



Nom :

Prénom :

Adresse postale :

.....

Adresse électronique :

Téléphone :

Profession :

Faites-nous part de vos idées et de vos remarques :

.....

.....

Comment pouvez-vous et voulez-vous aider l'association :

.....

.....

Le montant des cotisations pour l'année 2021 s'élève à :

Membres donateurs :

☐ adulte : **20 €**

☐ couple : **30 €**

☐ étudiant, moins de 25 ans : **10 €**

Membres bienfaiteurs :

☐ €

(Bulletin d'adhésion à adresser à « Association ELV, chez Mme BAUDOUIN Aurélie, 16 rue des Grandes Perrières, 44 420 LA TURBALLE », accompagné d'un chèque libellé à l'ordre de « association Estuaires Loire et Vilaine »)