

# La mer en questions



MINISTÈRE  
DE LA TRANSITION  
ÉCOLOGIQUE  
ET SOLIDAIRE

Ministère de la Transition écologique et solidaire

[www.ecologique-solidaire.gouv.fr](http://www.ecologique-solidaire.gouv.fr)



Les **espèces**  
sont-elles plus nombreuses  
sur terre ou en mer?  
page 4

La mer est-elle source  
**d'emplois**?  
page 6

La mer peut-elle nous  
**soigner**?  
page 8

**Mangerons-nous**  
toujours du poisson?  
page 10

**Climat / Mer,**  
qui influence l'autre?  
page 12

**La mer**  
au-delà de la plage  
page 14

D'où viennent les  
**déchets**  
marins?  
page 16

Les **énergies marines**  
renouvelables, c'est quoi ?  
page 18

**Les phares**  
servent-ils encore  
à quelque chose?  
page 20

Comment bien  
**protéger**  
les mers?  
page 22

Quelle est  
**la limite**  
entre la terre  
et la mer?  
page 24

## Le défi français

Présente sur trois océans, la France est, grâce à l'outre-mer, le deuxième espace maritime mondial. Elle possède des atouts inestimables, en termes de richesses naturelles et de croissance économique.

Avec plus de 500 000 emplois en incluant le tourisme littoral, le secteur maritime français fournit plus de travail que le secteur bancaire ou l'industrie automobile. La pêche, c'est près de 93 000 emplois directs et induits. Le monde de la mer offre également à la France un potentiel d'industrialisation, de création d'emplois nouveaux et localisés, dans la construction navale, les activités portuaires ou encore les énergies marines. La politique maritime se veut à la fois protectrice de la biodiversité et de la ressource, mais également soucieuse de développer une activité économique durable.

C'est le défi auquel est confrontée la France.



# Les espèces sont-elles plus nombreuses sur terre ou en mer?

Anémone de mer (*Nemanthus sp.*) en Polynésie française

## réponse

**Les mers abritent environ 280 000 espèces contre plus de 1,5 million sur terre. Mais il ne s'agit là que des espèces connues aujourd'hui et les spécialistes estiment qu'il en reste des centaines de milliers, peut-être des millions, à découvrir dans ces vastes mers si mal connues.**

## 30 mètres

Le plus grand animal que la terre ait porté est un mammifère marin, la baleine bleue (*Balaenoptera musculus*) qui mesure jusqu'à 30 m de longueur pour 200 tonnes.

N'oublions pas que 90 % de la surface couverte par les océans est à une profondeur de plus de 1000 m, ce qui rend l'exploration difficile. C'est ainsi que de nombreux experts estiment que la majorité des espèces marines, en particulier les petits invertébrés et les microorganismes, est inconnue et certains estiment à plusieurs millions le nombre d'espèces encore à découvrir dans les profondeurs océaniques.

La majorité des espèces connues vit le long du littoral et à moins de 200 m de profondeur, sur le plateau continental. Certains écosystèmes de ces zones

peu profondes sont d'ailleurs particulièrement riches, comme les récifs coralliens qui couvrent moins de 1 % des fonds sous-marins mais abritent 25 % de toutes les espèces marines connues. Ils ont d'ailleurs une importance considérable au niveau socio-économique (pêche, tourisme...). Il faut aussi relever que les végétaux (plantes marines, algues, phytoplancton) ne peuvent vivre que dans cette zone de 0 à 200 m de profondeur où la lumière solaire pénètre encore. Notons que le phytoplancton est la base de la plupart des chaînes alimentaires sous-marines.

Au-delà de 200 m de profondeur, c'est l'obscurité et le froid (environ 2 °C à partir de 1000 m) qui dominent... Mais, en dépit des conditions extrêmes qui règnent, le milieu marin est peuplé d'animaux à toutes les profondeurs, jusque dans la fosse la plus profonde, à près de 11 000 m. Par exemple, à plusieurs centaines de mètres de profondeur et jusqu'à 2500 m, des récifs de coraux d'eaux froides se développent et forment des écosystèmes riches en espèces.

Étant donné, la diversité, la richesse et l'étendue de son espace maritime, réparti dans trois océans, la France est particulièrement concernée par l'étude et la préservation de la diversité des espèces marines. C'est pourquoi un certain nombre d'outils (les parcs naturels marins, les sites Natura 2000 en mer...), rassemblés sous l'expression aire marine protégée, ont été mis en place pour assurer la protection du milieu marin. Cet objectif de protection s'articule avec une volonté de gestion durable des ressources marines, associé à un objectif local de développement socio-économique.

## Les aires marines protégées en France



Parc naturel marin d'Iroise

## Conséquences inattendues d'une éruption volcanique



Bien qu'elle culmine à plus de 3000 m, la partie émergée de l'île de La Réunion ne représente en réalité qu'une petite partie de la montagne sous-marine qui la forme. En avril 2007, lorsque le piton de la Fournaise entre en éruption, des coulées de lave se déversent dans la mer et s'enfoncent dans les profondeurs océaniques. Dans les heures qui suivent, des eaux très chaudes remontent à la surface emportant avec elles des poissons agonisants. Les scientifiques présents sur place récoltent environ 400 individus qu'ils étudient pendant plusieurs mois. En définitive, ce sont pas moins de 35 espèces marines jamais observées à La Réunion et 12 espèces totalement nouvelles pour la science qui sont identifiées ! Un événement local qui illustre le travail de recensement considérable qui reste à faire pour avoir une bonne connaissance de la diversité des espèces marines.

En 1977, une mission à l'aide d'un submersible américain conduit à une découverte qui surprend l'ensemble de la communauté scientifique. À 2500 mètres de profondeur dans l'océan Pacifique, autour d'émissions de fluides chauds liées à l'activité volcanique (appelées sources hydrothermales), les chercheurs observent de véritables oasis de vie qui rassemblent une faune luxuriante jusqu'alors inconnue. Depuis cette découverte majeure, d'autres expéditions menées le long des dorsales océaniques (les chaînes de volcans sous-marines au milieu des océans) ont permis l'observation d'une centaine

## Des oasis de vie dans des conditions extrêmes



Vers géants (*Riftia pachyptila*) et faune abyssale autour d'une source hydrothermale, par 2630 mètres de profondeur.

d'oasis hydrothermales et ce sont plus de 600 espèces différentes qui ont été décrites jusqu'à maintenant. Ces communautés se développent entre 500 m et 4000 m de profondeur dans l'obscurité totale et dans des conditions extrêmes. Elles reposent sur la production de matière organique par des bactéries, dites chimiosynthétiques, qui tirent leur énergie de l'oxydation de composés minéraux.



# La mer est-elle source d'emplois ?



## réponse

**Les régions côtières, situées à moins de 80 km de la mer, accueillent les deux tiers de la population mondiale. Les produits de la mer sont la principale source de protéines animales pour plus d'un milliard d'habitants dans le monde. L'océan est donc une ressource alimentaire mais aussi un vivier d'emplois et un facteur de croissance pour bon nombre de pays.**

Les secteurs d'activité y sont très nombreux : la pêche, l'aquaculture, la conchyliculture, la commercialisation des produits de la mer, l'industrie nautique, le transport, les activités portuaires, la construction navale, le tourisme,

les loisirs, la recherche, l'industrie off-shore, les énergies marines, le courtage de navires, les assurances maritimes, etc. Au niveau mondial, cela représente des centaines de millions d'emplois et des revenus économiques presque

exclusifs pour certains pays. Avec plus de 500 000 emplois en incluant le tourisme littoral, le secteur maritime en France fournit plus de travail que le secteur bancaire ou l'industrie automobile.

## Former les professionnels de la mer

La France s'est dotée d'un nouvel organisme de formation : l'Ecole nationale supérieure maritime (ENSM), fruit de la fusion des quatre écoles de la marine marchande (EMM). Sa vocation est de dispenser des formations supérieures scientifiques et techniques, notamment d'officiers de la marine marchande et d'ingénieurs. Elle apportera une plus grande reconnaissance des formations, une attractivité renforcée de la profession d'officier de la marine marchande avec le titre d'ingénieur.

**Environ 90 % du commerce mondial se fait par voie maritime.** C'est un vecteur essentiel du commerce international, notamment pour le transport, à des coûts raisonnables, des matières premières et des produits finis. Avec la mondialisation et l'accélération des échanges, les bateaux sont devenus plus gros et spécialisés. Ils se sont aussi transformés et adaptés au conteneur, une des innovations les plus marquantes du transport maritime. Le principe en est simple : dès leurs sorties d'usine ou d'entrepôt, les marchandises sont placées dans des « boîtes » au gabarit unique, faciles à charger, et transpor-

## La révolution du conteneur



tées par camion, navire, train et/ou avion jusqu'à leur lieu de livraison. Adaptables aux transports routier, ferroviaire et aérien, ces conteneurs ont contribué au développement d'activités de logistique sophistiquées dans les ports. Aujourd'hui un port bien équipé possède plusieurs terminaux et portiques permettant de charger et décharger des dizaines de navires en même temps.



### Interview\*

**Charles Braine,**  
ingénieur agronome

**“Devenir pêcheur pour valoriser au mieux une ressource rare.”**

### Quelle est votre activité ?

Je suis responsable de la pêche durable à WWF France après avoir été ingénieur agronome, spécialisé en ressources de la mer et vendeur de poissons à Rungis. Mon activité actuelle consiste à promouvoir une pêche durable auprès des décideurs mais aussi des pêcheurs. Je fais un travail de lobbying pour WWF mais je vais aussi à la rencontre des pêcheurs pour voir comment, à toute échelle, on peut valoriser au mieux une ressource rare. En septembre, je vais changer de métier pour devenir marin pêcheur.

### Pourquoi devenir marin pêcheur ?

J'ai la passion de la mer chevillée au corps et, devenir pêcheur, c'est pour moi revenir au premier des métiers et mettre en pratique la pêche à laquelle je crois : celle qui se conjugue avec le développement durable.

### Son parcours

**2003**

Diplômé de l'agro Rennes

**2005-2007**

Chargé d'étude au bureau d'études Cofrépêche

**Juillet 2007**

Responsable pêche durable à WWF

**Juin 2011**

Inscription au lycée maritime de Paimpol pour passer le brevet de capitaine 200 et devenir pêcheur

### Qu'est-ce qu'une pêche durable selon vous ?

Il y a plusieurs leviers d'action possibles. Le premier c'est la réduction des coûts fixes, notamment ceux de l'énergie, par l'équipement de moteurs moins gourmands en énergie et la fabrication de nouveaux bateaux ; le deuxième, c'est la promotion d'une politique des prix plus adaptée et des méthodes de pêche différentes. Sur les tech-

niques, il existe aujourd'hui des filets beaucoup plus performants, sélectifs, spécialement adaptés pour laisser passer les petits poissons et ne garder que ceux qui seront effectivement vendus. On peut aussi, comme pour l'agriculture, mettre en place des circuits de distribution et de commercialisation plus courts. Bref, il y a des solutions multiples, viables pour les ressources de la mer et la pérennité des activités maritimes.

\*Interviewé en juin 2011, Charles Braine a été patron de pêche artisanale de septembre 2011 à février 2014.



# La mer peut-elle nous soigner ?



**Ces étonnantes urnes blanches** sont des animaux marins appelés ascidies (*Didemnum molle*) qui font l'objet de recherches pour la découverte de nouveaux médicaments.

## réponse

**Les vertus thérapeutiques de l'eau de mer, riche en sels minéraux et en oligo-éléments, sont connues depuis l'Antiquité et toujours appréciées. Mais, depuis quelques décennies, ce sont les recherches sur des organismes marins qui ouvrent de formidables perspectives pour la médecine.**

## Les coquillages qui soignent la douleur

Apprécies des collectionneurs pour leurs jolies coquilles, les cônes sont aussi redoutés des plongeurs pour leur toxicité. Ces mollusques proches des escargots terrestres chassent leurs proies avec une sorte de harpon qui inocule des toxines très dangereuses, capables de tuer un homme. L'étude de ce venin a permis d'identifier une molécule dont l'action antidouleur est supérieure à celle de la morphine sans provoquer de phénomène d'accoutumance. Déjà commercialisé sous une



formule nécessitant une injection directe dans la moelle épinière des patients, cet antidouleur doit voir son usage facilité puisque, fin 2010, des chercheurs australiens sont parvenus à modifier légèrement la molécule pour qu'elle puisse être administrée par voie orale.

Les cônes et leurs venins continuent d'intéresser les chercheurs comme en témoigne le projet de recherche européen Conco pour la découverte de nouveaux médicaments issus des cônes, auquel l'Ifremer participe.



## Interview

**Bernard Banaigs**, chercheur à l'INSERM et chef de l'équipe de chimie des biomolécules marines d'intérêt pharmaceutique de l'université de Perpignan

## Des espèces marines à l'origine des médicaments de demain

### Dans la recherche de molécules pharmaceutiques issues de la mer, y-a-t-il des organismes marins plus intéressants que d'autres ?

Tout a commencé avec les algues (vertes, rouges et brunes), dans les années 1960, en raison de leur accessibilité sur le littoral. Avec le développement de la plongée et la mise au point d'engins sous-marins dans les années 1970-1980, l'attention s'est portée sur des organismes qui vivent fixés sur les fonds marins, comme les éponges, les ascidies, les coraux, car ceux-ci utilisent tout un arsenal chimique pour communiquer, se défendre, se reproduire... Actuellement,

les microorganismes marins, en particulier les bactéries, sont des ressources très importantes dans la recherche des futurs médicaments, ce qui est motivé, entre autres, par la possibilité de mise en culture dans des incubateurs pour produire les quantités nécessaires de produits.

### Pouvez-vous nous parler des substances étudiées et de leur rôle ?

Toutes ces recherches sont relativement récentes et le délai entre la découverte d'un organisme marin qui présente une molécule intéressante et la commercialisation de celle-ci est de 10 ans minimum. En conséquence, le nombre de molécules déjà commercia-

lisées est encore modeste, mais celles en phase d'essais cliniques avant commercialisation sont nombreuses. Parmi les produits sur le marché, plusieurs soignent maintenant des maladies rares. Cela dit, les domaines concernés sont beaucoup plus étendus puisque les substances étudiées – déjà commercialisées ou en essais cliniques – ont des activités anticancéreuse, antalgique, anti-inflammatoire, antivirale, antibactérienne, anti-asthmatique... Il faut aussi savoir que, parallèlement aux médicaments, les organismes marins fournissent de nouveaux outils biochimiques, c'est-à-dire des molécules qui ont une activité très spécifique sur des récepteurs cellulaires mal connus. Ces outils aident, par exemple, à comprendre le développement de certains cancers et contribuent ainsi à la mise au point de nouveaux traitements.

Au final, le milieu marin est extrêmement prometteur et, si les efforts de recherche continuent, les médicaments et autres molécules utiles issus du milieu marin seront de plus en plus nombreux dans les décennies à venir.

## Bientôt un squelette en nacre ?

La nacre, bien connue pour la beauté de ses reflets irisés qui inspire artistes et bijoutiers, fait l'objet de nombreuses recherches scientifiques depuis plus de 20 ans. Ce matériau, produit par certains coquillages pour renforcer et réparer leur coquille mais aussi pour lutter contre des intrus, a des caractéristiques exceptionnelles qui offrent de nombreuses perspectives thérapeutiques. Sa compatibilité avec les tissus osseux a conduit à des études sur son utilisation pour la réparation des défauts squelettiques liés à une maladie ou un accident ou encore pour la lutte contre l'ostéoporose par la stimulation de la régénération osseuse. Par ailleurs, la nacre offre déjà des applications cosmétiques et dermatologiques. Par

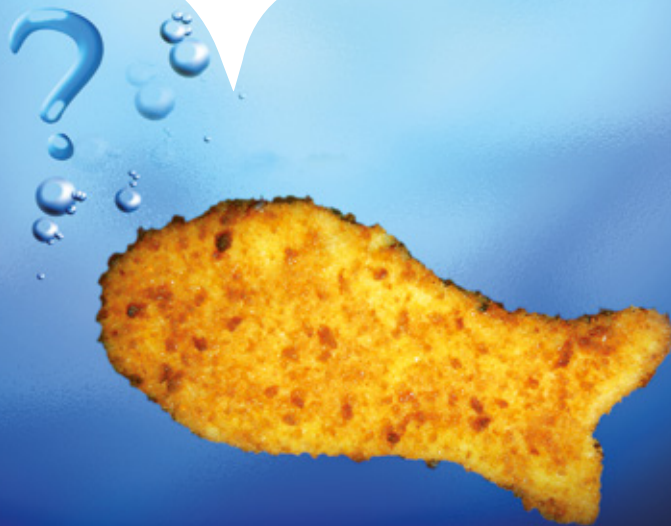


**Revêtement intérieur** de certaines coquilles de mollusques, la nacre présente des reflets irisés.

exemple, depuis quelques années, des produits contenant des protéines extraites de la nacre aident à la régénération de l'épiderme, conférant ainsi une plus grande élasticité et souplesse à la peau.



# Mangerons-nous toujours du poisson ?



## Interview

Gaël Orioux,  
Chef étoilé du  
restaurant Auguste,  
à Paris

## Étoilé et engagé

Gaël Orioux est aussi le parrain de la campagne Mr Goodfish pour sensibiliser consommateurs et professionnels à une pêche durable.

## réponse

## Du poisson durable au menu

### Comment est venu votre engagement pour une cuisine responsable ?

Quand je me suis installé rue de Bourgogne, dans le 7<sup>e</sup> arrondissement, en 2005, je me suis rendu compte que l'approvisionnement régulier en poissons « nobles » (cabillaud, lotte, raie, sole) devenait problématique. J'ai voulu en savoir plus sur les espèces – seulement une douzaine de poissons sont travaillés dans les établissements étoilés – les zones de pêches, les périodes de reproduction... Et très vite, j'ai eu envie de cuisiner autrement et autre chose.

### Que proposez-vous à vos clients ?

J'essaie surtout de leur donner le goût de nouveaux poissons : tacaud, vieille, maigre, chinard... Quand on pense que le mulot noir est parfois rejeté à l'eau par les pêcheurs faute de débouchés ! Dans mon restaurant, il est régulièrement à la carte ! J'ai aussi découvert la cardine : ce poisson, gustativement proche de la sole, se trouve en abondance dans les zones de pêche bretonnes. Pourquoi s'en priver ? Je fais mes choix en fonction des informations que je trouve sur le site Mr Goodfish. Je suis sûr d'acheter le bon poisson, au bon endroit et au bon moment.

### Quel peut être le rôle des restaurateurs ?

Je suis convaincu de l'importance de notre rôle. En tant que restaurateurs, nous influençons les achats en poissonnerie des consommateurs. Si on arrive à montrer à nos clients que des poissons méconnus peuvent être aussi bons voire meilleurs que ceux qu'ils ont l'habitude de manger, et qu'en les choisissant ils contribuent à protéger les espèces menacées, alors ils les achèteront. Et puis, il y a l'argument du prix : ils sont beaucoup moins chers que les stars des étals. Mais tout cela est un travail de longue haleine.

## La pisciculture marine française est une activité récente et pionnière en Europe.

Elle concerne six espèces : bar, daurade, maigre, saumon, turbot, sole. La production de poisson à la consommation est de l'ordre de 7 000 à 8 000 tonnes par an, issues d'une cinquantaine de sites, de Dunkerque à la pointe sud de la Corse. La filière a fait le choix d'une démarche qualité, traçabilité et durabilité contraignante. La plupart des éleveurs proposent des poissons sous le logo « charte qualité aquaculture de

## Culture de poissons



# 3/4

Selon la FAO, organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture, près des trois quarts des espèces sont pleinement exploitées, surexploitées ou effondrées.

nos régions » ou labellisés (labels rouge, biologiques). Ils ont pris pour cela des engagements, en particulier pour garantir la qualité de l'eau, des installations et de l'alimentation des poissons. Des recherches sont notamment en cours pour remplacer partiellement les farines et les huiles de poissons (valorisant déjà des espèces non consommées par l'homme) par des matières premières végétales.

## La surpêche menace nos assiettes aussi !

Thon, espadon, morue, sont aujourd'hui menacés par la surpêche. Et la pression est de plus en plus forte car les poissons sont la première source de protéines pour une personne sur cinq dans le monde. Chaque année, 90 millions de tonnes de poissons sont retirées des océans, les prises ayant augmenté de plus de 400 % depuis les

années 1950 ! Une explosion qui s'explique par l'exploitation de nouveaux milieux (toujours plus profonds), par la commercialisation de nouvelles espèces et par l'amélioration des techniques de pêche. Cela dit, le volume des prises a tendance à stagner depuis la fin des années 1990 car les océans s'épuisent. À l'heure actuelle, de



nombreux poissons se sont raréfiés au point de devenir inexploitable sur le plan économique, un déclin touchant particulièrement les gros poissons prédateurs.

lutions, changement climatique, acidification des océans... et les effets combinés de ces différents facteurs !



## Morue y es-tu ?

C'est l'un des poissons les plus célèbres et les plus courants dans nos assiettes. Il est consommé séché et salé, frais ou encore surgelé. La morue (*Gadus morhua*), aussi appelée cabillaud, se trouve essentiellement dans l'Atlantique nord où elle est pêchée depuis le xvi<sup>e</sup> siècle, faisant la fortune de nombreux ports. Victime de son succès, cette espèce a connu une exploitation intensive qui a culminé dans les années 1970, avant de s'effondrer. À Terre-Neuve, le plus bas taux de morues nordiques jamais observé a été atteint en 1992, alors que 99 % des stocks étaient épuisés. Un moratoire sur la pêche de cette espèce a été décrété en 1995, mais il n'a pas permis de retrouver la situation antérieure. Malgré l'arrêt de la pêche pendant plusieurs décennies, l'écosystème a trouvé un nouvel équilibre qui ne permet plus à la morue de revenir à des densités de population comme au début du xx<sup>e</sup> siècle. Et le réchauffement de l'eau bouleverse leur chaîne alimentaire. Alors, pour répondre à la demande, l'élevage de la morue a été mis en pratique. Les pays nordiques sont les premiers à s'être investis dans l'aquaculture de cette espèce.

# Climat / Mer, qui influence l'autre ?



## Et l'océan pompait, pompait...

Énorme puits à gaz carbonique, l'océan a pompé près d'un tiers du CO<sub>2</sub> émis par les activités humaines depuis le début de la période industrielle. Problème : le gaz carbonique contribue à augmenter l'acidité des eaux de surface de l'océan (au contact de l'eau, il se transforme en acide carbonique). Les chercheurs estiment que cela se traduit d'ores et déjà par une diminution progressive d'environ 0,02 unité pH par décennie.

Conséquence : la capacité de pompage du CO<sub>2</sub> par l'océan devrait diminuer dans le futur, car plus les eaux de surface s'acidifient, moins le CO<sub>2</sub> est soluble dans l'eau. Enfin, d'autres facteurs, comme le réchauffement et une moindre ventilation des premières centaines de mètres de l'océan, pourraient encore diminuer cette capacité de stockage du CO<sub>2</sub>.

## La mer plus bruyante ?

**L'**acidification des eaux de l'océan, provoquée par l'augmentation de CO<sub>2</sub>, pourrait avoir une conséquence assez inattendue... sur la propagation et l'absorption des sons dans l'eau ! Car la vitesse du son dans l'océan et son ab-



sorption par l'eau de mer dépendent de la fréquence de ce son, de la tempéra-

ture, de la salinité mais aussi du pH de l'eau. Plus l'eau de mer est acide, moins les sons à basse et moyenne fréquences (la navigation et les activités industrielles et militaires de l'homme produisent ce type de sons) sont absorbés et plus ils se propagent profondément sous l'eau. D'ici à la fin du XXI<sup>e</sup> siècle, on estime que

certaines zones pourraient devenir deux fois plus « bruyantes ». Il est fort probable que cette intensification du bruit de fond perturbe les mammifères marins, tels les dauphins et les baleines, qui communiquent, se déplacent et chassent grâce aux sons à basse fréquence (échouages, surdité...).



**Interview**  
Édouard Bard,  
académicien et  
professeur au Collège  
de France

**réponse**

## Océan-climat : un couple agité

### Comment l'océan influence-t-il le climat ?

La mer, qui représente 97 % du volume d'eau de la Terre, joue un rôle primordial dans la régulation du climat. Il faut savoir que l'océan mondial nous a déjà sauvés en absorbant de façon naturelle environ un tiers de nos émissions de gaz carbonique. Il stocke et transporte d'énormes quantités de chaleur et réfléchit les rayons solaires grâce à la banquise. L'océan est un important modérateur du changement climatique, mais jusqu'à un certain point seulement...

### Et vice-versa ?

Le réchauffement climatique a bien sûr des conséquences sur l'océan. Conjointement aux changements du régime des pluies et des vents, à la fonte des glaces et à la perte de masse des calottes glaciaires, il modifie la densité des masses d'eau et perturbe la circulation océanique sur une grande échelle. Le réchauffement affecte aussi la vie marine, d'un bout à l'autre de l'échelle alimentaire. Toutes ces influences climatiques se cumulent avec les effets néfastes du CO<sub>2</sub> qui acidifie les eaux de surface, de la pollution et de la surpêche.

### L'océan peut-il encore nous aider ?

Certains problèmes liés à l'océan commencent à être pour le moins préoccupants. Avec la hausse du niveau des mers au cours du XXI<sup>e</sup> siècle, de nombreuses îles et zones côtières vont être submergées ou rendues trop dangereuses pour être habitées. Et les prévisions, prenant en compte l'évolution probable des activités humaines, nous disent d'ores et déjà que la capacité de l'océan à régler nos problèmes n'ira qu'en diminuant. Il est grand temps de le préserver.

**Quel est l'objectif de ses recherches ?**

Il est difficile de comprendre le fonctionnement naturel de la relation tumultueuse entre océan et atmosphère. Les nombreux travaux scientifiques, à l'interface de la climatologie, de l'océanographie et de la géologie, permettent de mieux mesurer l'ampleur des changements qui s'opèrent sous nos yeux.

**L**e niveau de la mer est monté d'environ 17 cm depuis le début du XX<sup>e</sup> siècle. Et actuellement, la hausse est de 3,4 mm par an. Mais la mer ne monte pas de manière uniforme : dans le Pacifique ouest, par exemple, la hausse a été trois fois plus rapide que la moyenne. Cette élévation du niveau de la mer est une conséquence directe du réchauffement climatique et résulte de deux causes principales : l'augmentation de la température des océans avec l'expansion thermique de l'eau qui lui est associée (lorsque la température monte, l'eau de mer se dilate), et la fonte des glaces continentales (surtout en Alaska et en Arctique). À l'horizon 2100, la hausse du niveau de la mer pourrait être de 20 cm à 60 cm. Les chiffres sont encore discutés mais il reste une certitude : du fait de l'inertie thermique de l'océan, le niveau de la mer monte et continuera à monter pendant longtemps, même dans l'hypothèse improbable d'une stabilisation des concentrations de gaz à effet de serre dans les prochaines décennies.

## Mais pourquoi monte-t-elle ?



Dans des archipels comme les Tuamotu (Polynésie française), la montée des eaux risque de faire disparaître des îles entières.



**Plateau continental**  
(de 0 à 200 mètres de profondeur)

**Pente continentale**  
(de 200 à 2000 mètres de profondeur)

**Plaine abyssale**  
(de 2000 à 6000 mètres de profondeur)

## LITTORAL

50% de la population mondiale vit à moins de 100 km des côtes, une proportion en constante augmentation. Pour beaucoup, la mer se résume au littoral dans lequel se concentrent les activités (économiques, culturelles, de loisir...). Ce n'est pourtant qu'une infime partie des mers.



# La mer au-delà de la plage

Les mers couvrent 70 % de la surface du globe. On distingue plusieurs zones à partir du rivage : le plateau continental de 0 à 200 m de profondeur, la pente continentale jusqu'à 2000 m et les immenses plaines abyssales entre 2000 m et 6000 m (près de 80 % de la surface des mers), ponctuées de fosses océaniques qui peuvent atteindre 11 000 m. Les écosystèmes marins sont très riches et variés. Environ 280 000 espèces marines (pour plus de 1,5 million sur terre) ont déjà été décrites depuis le littoral jusque dans les fosses océaniques et le travail de recensement est loin d'être terminé.

## CORAIL PROFONDS

À plusieurs centaines de mètres de profondeurs (jusqu'à 2500 m), des récifs de coraux d'eaux froides se développent et forment des écosystèmes riches en espèces.



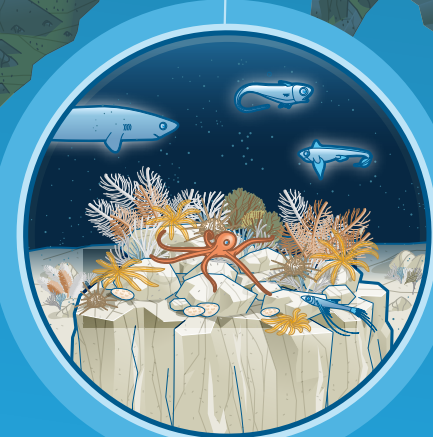
## NODULES

Découverts au XIX<sup>e</sup> siècle, les nodules polymétalliques sont des boules noirâtres de 5 à 20 cm de diamètre, riches en métaux (manganèse, cuivre, nickel, cobalt...) et abondant sur les fonds océaniques, en particulier entre 4000 m et 6000 m. Leur exploitation potentielle reste coûteuse et soulève des problèmes environnementaux.



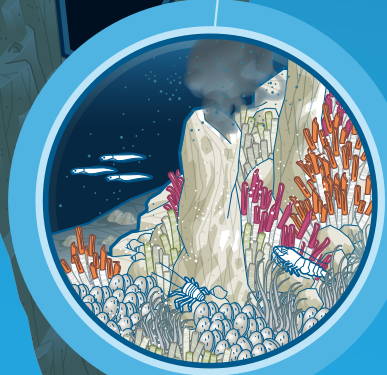
## MONTS SOUS-MARINS

Les monts sous-marins sont des reliefs qui forment de véritables montagnes sous-marines s'élevant entre 1000 m et 4000 m au-dessus du plancher océanique. Environ 100 000 monts ont été répertoriés dans toutes les mers. Méconnus, ils présentent des écosystèmes originaux qui abritent une grande diversité d'espèces.



## SOURCES HYDROTHERMALES

Les sources hydrothermales constituent une découverte récente (1977) et majeure. Ces émissions de fluides chauds liées à l'activité volcanique – entre 500 m et 4000 m de profondeur – abritent une faune luxuriante inconnue jusqu'alors (plus de 600 espèces déjà découvertes).



**1 ÉTONNANT POISSON** Le curieux poisson lune vit jusqu'à 600 m de profondeur. Il peut atteindre 3 m de long pour 2 tonnes.

**2 RECHERCHE** L'exploration océanique à l'aide de submersibles a commencé dans les années 1950 mais il faut attendre les années 1980-1990 pour la mise au point de sous-marins et robots mobiles et performants pour étudier les fonds sous-marins jusqu'à 6000 m de profondeur.

**3 COMBATS DE TITANS** Prédateurs redoutables et gigantesques, les cachalots chassent, jusqu'à 3000 m de profondeur, des calamars géants qui peuvent dépasser 20 m de longueur. Ces derniers, découverts au XIX<sup>e</sup> siècle, restent très mal connus.

**4 OBSCURITÉ** La lumière solaire pénètre jusqu'à 200 m de profondeur ce qui permet l'activité photosynthétique (plantes marines, algues, phytoplancton). Ensuite, c'est l'obscurité et le froid (environ 2°C à partir de 1000 m) qui dominent.



# D'où viennent les déchets marins?



## réponse

**80 % des déchets marins proviennent principalement d'activités humaines s'exerçant à terre (industrie, particuliers, agriculture...) ; le reste est issu d'activités en mer (navigation, pêche) et sur le littoral (plaisance...).**

## Pollution marine, késako ?

La pollution marine désigne l'introduction directe ou indirecte de déchets, de substances ou de nuisances sonores qui sont responsables d'un appauvrissement de la biodiversité et de risques pour la santé humaine ou bien constituent des obstacles pour des activités maritimes. On distingue la pollution par des substances chimiques de celle par des déchets aquatiques.

**Rejetés dans la nature**, sur la voie publique ou dans les canalisations puis transportés par les pluies et vents jusqu'à la mer, directement ou via les fleuves et rivières, environ 80 % des déchets aquatiques proviennent des activités humaines terrestres. Ils sont de nature et de taille très diverses : mégots, sacs plastiques, tampons et serviettes hygiéniques, cotons-tiges, préservatifs, emballages plastiques, ballons, granulés de plastique, filets et équipements de pêche...

**Dans toutes les mers**, ces déchets sont de plus en plus nombreux, dispersés par les courants, les tempêtes et les cyclones ; par exemple, le nombre de débris plastiques par mètre cube a triplé en 10 ans dans le Pacifique. Le littoral français, métropole et outre-mer, est particulièrement touché par leur pré-

sence en raison de sa longueur et de l'importance du trafic maritime.

**60 % à 95 % des débris** trouvés dans les mers et sur le littoral sont des déchets de plastiques. Ces déchets constituent des « leurres » pour beaucoup d'animaux marins, mammifères, tortues, poissons et oiseaux, qui les confondent avec leurs proies habituelles et s'étouffent ou s'étranglent. Fragmentés en particules fines sous l'effet des vagues, du vent, du soleil, ils sont ingérés par les animaux qui les confondent avec le plancton. Ils sont alors présents dans toute la chaîne alimentaire, jusqu'à l'homme. Problème écologique majeur, c'est aussi un risque pour la santé car les résidus plastique fixent certains polluants qui risquent de se retrouver au final dans nos assiettes.

## Aimez-vous la soupe... de plastique ?

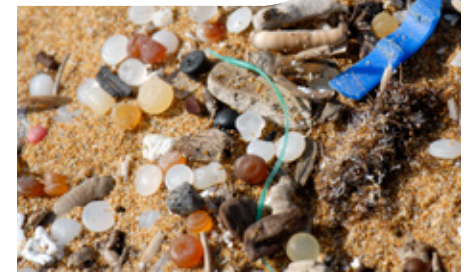
Sous l'effet des courants marins, les déchets que nous engendrons forment une soupe de débris plus ou moins fragmentés, majoritairement des plastiques. Leur concentration et leur étendue sont telles que cette soupe est assimilée à de nouveaux continents. Le premier a été découvert par hasard en 1997 au milieu du Pacifique, entre Hawaï et la Californie. Nommé Grande Plaque de déchets du Pacifique, sa surface est estimée au tiers de la superficie de l'Europe. Ce sont jusqu'à un million de déchets au km<sup>2</sup> qui flottent entre 0 et 10 m de profondeur. En 2010, une plaque dépassant la superficie de la France a été observée dans l'océan Atlantique nord, à moins de 1000 km des côtes américaines. Une expédition plus récente, début 2011, a confirmé que la Méditerranée est l'une des mers les plus polluées au monde avec une quantité de micro-fragments de plastique (moins de 1 cm) flottant en surface estimée à 250 milliards. Partout où les courants convergent, même à des milliers de kilomètres des activités humaines, nos déchets se concentrent et s'accumulent.

## 500 ans

C'est l'estimation du temps de décomposition d'une bouteille de plastique en mer.

**Échouées sur le littoral et flottantes dans les mers, les larmes de sirènes sont innombrables.** Ce sont des résidus de plastique de petites tailles (moins de 5 mm) qui se confondent souvent avec le sable. Il faut distinguer, d'une part, les fragments de déchets plastiques déchetés et morcelés pendant leur périple marin et, d'autre

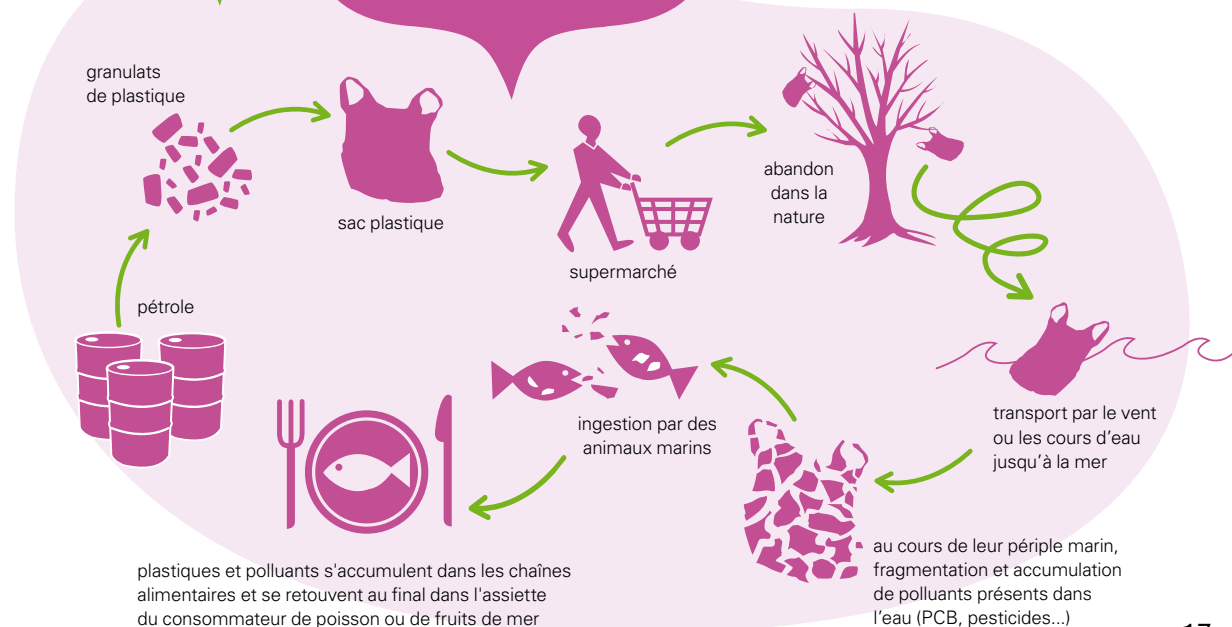
## Les sirènes sont tristes



part, les granules plastiques. Ces derniers sont de petites billes de plastique multicolores utilisées abondamment dans l'industrie comme matière première pour la fabrication de tous les objets en plastique. Comme tous les plastiques, ces petits déchets accumulent les polluants présents dans l'eau au cours de leur vie marine (PCB, phénols, pesticides...).

## Les sacs plastique aiment voyager

En Europe, 100 milliards de sacs plastique à usage unique sont encore consommés chaque année. La France les a interdits dans tous les commerces depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2017.





# Les énergies marines renouvelables, c'est quoi ?



## réponse

Les énergies marines renouvelables désignent l'ensemble des technologies qui permettent de produire de l'électricité à partir de différentes forces ou ressources du milieu marin : la houle, les courants, les marées, le gradient de température entre les eaux de surface chaudes et les eaux froides en profondeur.

## Construire des éoliennes en mer

Six zones ont été retenues pour le lancement d'un appel d'offres en faveur de la construction d'éoliennes en mer : Le Tréport (Seine-Maritime), Fécamp (Seine-Maritime), Courseulles-sur-Mer (Calvados), Saint-Brieuc (Côtes d'Armor), Saint-Nazaire (Loire-Atlantique) et Île d'Yeu-Noirmoutier (Vendée). Ces projets, d'une puissance cumulée maximale de 3 000 mégawatt (MW), permettront à la France d'améliorer sa position dans l'industrie des énergies marines et de créer de nombreux emplois. La France a comme objectif de porter à 23 % la part des énergies renouvelables dans sa consommation finale d'énergie.



### L'énergie éolienne

Elle est produite grâce à une éolienne qui transforme l'énergie mécanique du vent en énergie électrique. Une éolienne en mer, posée ou flottante, bénéficie de vents plus fréquents, plus forts et plus réguliers qu'à terre.

→ En France, la construction des premiers parcs commerciaux d'éoliennes en mer est attendue à partir de 2022. L'éolien représente le plus fort potentiel de développement en milieu marin dans la décennie à venir.



### L'énergie thermique marine

Produite grâce à l'exploitation de la différence de température entre les eaux de surface et les eaux profondes des océans, l'énergie thermique marine est une technique particulièrement adaptée à la zone intertropicale où l'amplitude des températures est importante.

→ Des premiers essais en laboratoire sont réalisés actuellement outre-mer, un premier projet pilote à échelle commerciale est attendu en 2021 à la Martinique.



### L'énergie houlomotrice

Produite par le mouvement des vagues, la houle, l'énergie houlomotrice est une forme concentrée de l'énergie du vent. Quand le vent souffle sur la mer, des vagues se forment et concentrent cette énergie.

→ Différents projets sont en cours d'expérimentation, notamment un projet pilote à La Réunion et un autre au large de la côte Atlantique.



### L'énergie hydrolienne

Elle est produite par l'énergie des courants de marée qui sont concentrés dans certains endroits près des côtes. On peut comparer une installation hydrolienne à une éolienne sous-marine. Plus le courant est fort, plus l'énergie produite sera importante.

→ La côte Nord-Ouest de la France, où les courants sont particulièrement puissants, est propice au développement de cette énergie.

En utilisant la différence de température entre l'eau de surface et les courants froids des profondeurs, il est possible de générer de l'électricité en continu. Plus l'amplitude est importante, mieux c'est. « Il faut savoir que l'énergie thermique marine est relativement constante, stable et prévisible. Elle permettra à terme de produire de l'électricité 24h/24, 7 jours sur 7 » explique Frédéric Le Lidec, directeur du développement des énergies marines renouvelables au sein de l'entreprise DCNS. « Parmi les technologies que nous développons, nous pourrions, grâce à un tuyau de cinq mètres de diamètre, puiser l'eau froide, à 5 °C environ, à 1000 mètres de profondeur. C'est un défi technique important qui représente également de gros investissements financiers. »

### Eau chaude, eau froide



### Utiliser la force de la marée

Située à l'estuaire de la Rance (Ille-et-Vilaine), cette centrale électrique tire son énergie de la force de la marée. En

utilisant le mouvement ascendant et descendant de la marée, elle remplit ou vide un bassin de retenue qui fonctionne comme un barrage. La différence de hauteur d'eau, entraînée par le flux et le reflux de la mer, fait tourner les turbines qui génèrent de l'électricité. Chaque année, la production annuelle s'élève à 500 GWh, soit l'équivalent de la consommation d'une ville de la taille de Rennes !



# Les phares servent-ils encore à quelque chose ?

## réponse

Oui, les phares sont encore utiles, car tout navigateur doit disposer d'informations concordantes, de sources variées et indépendantes des équipements de son navire. Les phares restent donc des aides précieuses à la navigation.

**135**  
phares  
en France  
dont 17 situés en  
ville, 23 en mer  
et 95 sur sites  
intermédiaires  
(caps, îles,  
en bordure  
d'estuaires...)

Avec le développement progressif des aides radioélectriques depuis le début du XX<sup>e</sup> siècle (radar, système mondial de positionnement par satellites ou GPS...), le rôle des phares est moins important qu'autrefois où un marin naviguant à quelques milles de la côte devait toujours pouvoir apercevoir au moins un signal lumineux. Malgré tout, les phares restent des éléments qui balisent les côtes et peuvent être vitaux en cas de panne électronique à bord.

Dans le monde, aucun phare n'est démolé et certains pays en construisent de nouveaux, par exemple l'Inde et la Corée. En France, environ 30 phares sur 135 sont classés comme aides principales à la navigation et tous les autres sont utiles pour la navigation côtière. En tant que points avancés et élevés, ce sont aussi des supports de communications maritimes ou d'émissions de systèmes d'identification automatiques. Ils supportent également d'autres fonctions annexes

pour lesquelles la demande sociétale est croissante (caméras en temps réel, capteurs météorologiques...). En France, 45 phares sont visitables, 16 font l'objet d'une autorisation d'occupation temporaire par un exploitant (association, collectivité...) et 34 bénéficient d'une convention pour servir de logement de vacances à caractère social.



## Témoignage



Michel Le Ru,  
contrôleur à la subdivision des  
phares et balises de Brest, ancien  
gardien de phare

“Je n’oublie jamais que  
je me dois de maintenir la  
mémoire de ce patrimoine.”

« Si, aujourd’hui, je suis contrôleur des phares et balises, je reste avant tout un ancien gardien de phares, viscéralement attaché à ce patrimoine. Leur automatisation en 1990 a transformé nos métiers. J’ai commencé en tant qu’auxiliaire en 1983 et de 1986 à 1990 j’étais gardien du phare d’Ar-Men. Aujourd’hui, mon métier consiste à veiller au bon fonctionnement des feux des balises, des tourelles et des phares. Je suis un technicien polyvalent : en mer, je vérifie par exemple le bon fonctionnement des feux des balises ; j’assure aussi l’entretien des panneaux solaires et des éoliennes des tourelles ; je peux aussi être amené à poser des échafaudages pour la rénovation de la structure en béton des phares ; enfin, lorsque je suis à terre, je suis le garant du système électronique de contrôle qui relie les feux automatisés. Mais je n’oublie jamais d’où je viens, c’est-à-dire un auxiliaire de phare qui se doit de maintenir la mémoire de ce patrimoine si beau et du travail colossal effectué par nos aïeux pour réussir à édifier ces tours sur des sites souvent si dangereux ».

**100 000  
euros**  
par an,  
c’est le coût  
nécessaire  
à l’entretien  
d’un phare  
en mer

**Cordouan**  
“Le Versailles de la mer”  
a plus de 400 ans



En 1862, il est classé monument historique. Que ce soit par son portail monumental, sa chapelle intérieure ou ses appartements royaux, le phare de Cordouan, toujours en activité, reste un joyau architectural qui séduit autant qu’il impressionne.

## Les phares, un patrimoine à réinventer



Reconnus comme un élément fort du patrimoine maritime par le Grenelle de la Mer, les phares sont aujourd’hui des espaces à réinventer. Leur automatisation dans les années 1990 a entraîné la dissociation de la signalisation maritime du patrimoine du phare et pose la question de la vacance de leurs locaux annexes. Des actions sont lancées pour accompagner leur conversion patrimoniale. Pour certains, les parties autrefois consacrées au logement des gardiens ont été adaptées pour développer des activités culturelles (visites, musées...) ; d’autres sont classés ou inscrits au titre des monuments historiques. Aucun phare ne se ressemble, chacun requiert donc une étude spécifique pour trouver la solution adéquate afin que tous continuent à défier les éléments et à faire rêver tant en mer que sur terre.



# Comment bien protéger les mers ?



**réponse**

Nettoyer les plages, apprendre et respecter les règles de sécurité en mer, éviter de manger du poisson qui n'est pas de saison, marcher sur les sentiers balisés... Autant de réflexes à adopter pour préserver la mer et le littoral et en profiter été comme hiver !



## Sécurité en mer et protection de l'environnement

Pour retrouver toutes les règles de sécurité en mer, en eau douce et connaître les bons réflexes pour protéger les milieux marins, rendez-vous sur [www.ecologique-solidaire.gouv.fr](http://www.ecologique-solidaire.gouv.fr)

## Un bateau responsable

Lancé par la Fédération des industries nautiques en 2005, le prix Bateau bleu vise à encourager la recherche et le développement de nouvelles technologies protectrices de l'environnement. Que vous soyez élève d'une grande école, ingénieur d'un centre de recherche, une entreprise ou un particulier, n'hésitez pas à concourir. Le lauréat est désigné chaque année à l'occasion du Nautic, le Salon nautique de Paris.



Toutes les informations sur [www.fin.fr](http://www.fin.fr)



**Interview**

Mathieu Bergé,  
manager du pôle éducation  
et sensibilisation de l'association  
Surfrider Foundation

## Éduquer, sensibiliser, former

### Quel est le rôle de Surfrider Foundation ?

Trois objectifs pilotent aujourd'hui nos actions : la sensibilisation, l'éducation et la formation. Au-delà de la préservation de la nature, nous souhaitons que tous les amoureux de la mer, pour qu'ils puissent bénéficier d'activités de qualité, soient à l'écoute de ce qui les entoure. La mer offre de nombreux loisirs pratiqués par des publics différents. Il faut faire en sorte que tout le monde, non seulement préserve la nature, mais aussi cohabite et considère le milieu dans son ensemble.

### Quels sont vos différents domaines d'intervention ?

Nous nous concentrons sur cinq thèmes essentiels : les déchets aquatiques, le transport maritime, les eaux de baignade, l'artificialisation du littoral et le patrimoine.

### Concrètement, quels sont les outils que vous mettez en place ?

Tout dépend à qui nous nous adressons. Cela va des actions grand public comme les Initiatives océanes qui rassemblent, un week-end par an, 40 000 personnes pour nettoyer les plages, aux

expositions thématiques et ateliers pratiques. Nous développons également des outils pédagogiques pour les scolaires comme une bande dessinée *Schtroumpfrider*, des films sur l'impact des déchets et du changement climatique, des posters éducatifs sur le cycle de l'eau, par exemple, ou encore des cédéroms interactifs. Le Surfrider Campus a aussi vocation à accueillir des élèves toute l'année pour une sortie terrain sur un thème particulier. Au-delà des jeunes générations, nous organisons des formations spécifiques pour les enseignants, les moniteurs d'activités nautiques, les élus et les entreprises.

La mer en questions

**Agir pour préserver la mer**



**Je n'abandonne pas mes déchets sur la plage**



**Je respecte les sentiers côtiers**



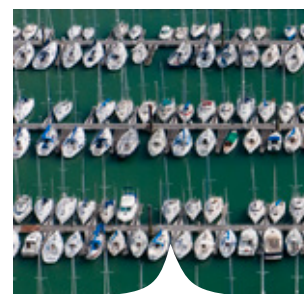
**Je ne marche pas sur les dunes**



**Je laisse les fonds marins intacts**



**Sur mon bateau, j'adopte des réflexes verts : je réduis mes déchets, je les recycle ...**



**20 000 9 millions**  
nouvelles immatriculations environ se font chaque année de plaisanciers et une flotte active de 500 000 bateaux

## Des déchets qui vivent très longtemps...





# Quelle est la limite entre la terre et la mer ?



## Laissons la laisse à la plage

La laisse de mer est un phénomène naturel très utile. Les nombreux débris naturels flottants amenés par la mer s'échouent sur la plage. Quand elle n'est pas polluée, cette laisse de mer est à la base d'une chaîne alimentaire pour de nombreux oiseaux. C'est aussi un frein naturel à l'érosion des côtes dans la mesure où elle piège le sable qui, sans elle, serait emporté par les vagues.



## Promenez-vous sur le sentier du littoral

Long de 4 500 km, le sentier du littoral permet un accès libre et gratuit à la mer et au rivage. Les promeneurs y découvrent les patrimoines naturel et culturel des communes littorales. Le tracé a été créé par les douaniers sous la Révolution française pour surveiller les côtes. Il a été réhabilité dans les années 1970 avec l'instauration d'une servitude de passage des piétons sur les propriétés privées. Aujourd'hui aménagé et entretenu, ce sentier, unique en Europe, est présent le long de toutes les façades maritimes françaises.



## Connaissez-vous le brin d'oyat ou le tadorne de Belon ?

Ce sont deux espèces vivant sur le rivage. L'oyat est une graminée qui pousse sur les dunes et contribue à la fixation du sable, le tadorne de belon est un oiseau qui peuple les zones humides côtières. L'interaction entre la terre et la mer donne à la biodiversité des caractéristiques spécifiques. Grâce à ses dunes, ses galets, ses côtes rocheuses, ses zones humides, ses plages, le littoral est un terrain propice au développement d'une faune et d'une flore riches. Narcisses des Glénans, violettes, salicornes, phoques et flamants roses s'y épanouissent.



### réponse

La limite entre la terre et la mer est difficile à établir, tant les caractéristiques physiques du littoral sont changeantes, hétérogènes, sous influence permanente des eaux marines et terrestres, du climat et des structures géologiques. Le trait de côte est donc une limite mobile dans le temps et dans l'espace dont on peut suivre l'évolution par le biais de différents indicateurs : niveau d'eau maximum, débris, pied de dune ou de falaise, limite de végétation... Avec l'urbanisation du littoral et l'élévation prévue du niveau de la mer, l'évolution du trait de côte est devenue une préoccupation importante des communes du littoral. L'érosion côtière, notamment, est une des manifestations de cette rencontre délicate entre la terre et la mer.

### Le saviez-vous ?

La salicorne, appelée aussi cornichon de la mer, est une espèce caractéristique des milieux humides et salés. Récoltée jeune et tendre au printemps, elle peut être consommée notamment comme condiment.

## Pour la bonne santé du littoral



Conservatoire du littoral

Protection et mise en valeur du littoral, telles sont les principales missions du Conservatoire du littoral. Depuis 1975, cet établissement public acquiert des terrains fragiles ou menacés pour y mener une politique globale et cohérente de protection. Avec ses gestionnaires, il détermine la manière dont doivent être aménagés et gérés les sites de manière durable et définit les utilisations, notamment agricoles et de loisir, compatibles avec ces objectifs.

### Le littoral en chiffres c'est :

**883** communes littorales et lacustres dont 785 en bord de mer ou d'océan

**7200 km** de côtes métropolitaines

plus de **6,1 millions** de résidents dans les communes littorales métropolitaines

**24 %** du littoral métropolitain en recul du fait de l'érosion côtière

**50 %** de l'économie maritime (tourisme littoral) et 237 000 emplois



## Sites internet

Ministère :  
**[www.ecologique-solidaire.gouv.fr](http://www.ecologique-solidaire.gouv.fr)**

Initiative française pour les récifs coralliens :  
**[www.ifrecor.org](http://www.ifrecor.org)**

Métier : marin, la formation maritime :  
**[www.formation-maritime.fr](http://www.formation-maritime.fr)**

Agence française pour la biodiversité :  
**[www.afbiodiversite.fr](http://www.afbiodiversite.fr)**

Conservatoire du littoral :  
**[www.conservatoire-du-littoral.fr](http://www.conservatoire-du-littoral.fr)**

Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer : **[www.ifremer.fr](http://www.ifremer.fr)**

Institut de recherche pour le développement :  
**[www.ird.fr](http://www.ird.fr)**

Muséum national d'Histoire naturelle :  
**[www.mnhn.fr](http://www.mnhn.fr)**

## TRANSITION ÉCOLOGIQUE ET SOLIDAIRE

Novembre 2017 **Réf.** DICOM/BRO/11012-5

**Rédaction** : A. Baron, O. Brosseau, S. Fournier,  
A. Garderet, M. Lambert

**Conception graphique et réalisation** : F. Chevallier  
**Crédits photos**

**Couverture** : montage original à partir d'images Fotolia et C. Mounier / Armateurs de France (officier) **p. 2 et 3** : montage original à partir d'images Fotolia **p. 4** : S. Petek / IRD **p. 5** : (de haut en bas) : T. Abiven / Agence française pour la biodiversité - Fotolia - Ifremer Victor / Campagne Phare 2002 **p. 6** : (de haut en bas) : B. Suard / Terra - E. Cassard **p. 7** : WWF-France (portrait) - Fotolia **p. 8** : A. Diaz - P. Laboute / IRD (cône) **p. 9** : P. Lafaite / MNHN (x2) **p. 10** : Fotolia - Y. Zedda (portrait) **p. 11** : (de haut en bas) : O. Dugornay / Ifremer - CIPA - L. Mignaux / Terra **p. 12** : Fotolia - L. Mignaux / Terra (étrave) **p. 13** : Collège de France (portrait) - O. Châté / Terra **p. 16 et 17** : O. Brosseau (x2), infographie : Catherine Cointe **p. 18** : (de haut en bas) : Siemens Pressbild / pressphoto - Areva (x2) **p. 19** : L. Mignaux / Terra (centrale électrique Rance) - O. Châté / Terra (mer tropicale) - DCNS (thermique) - Pelamis Wave Power (houlomotrice) - Sabella (hydrolienne) **p. 20** : Fotolia - B. Suard / Terra (portrait) **p. 21** : (de haut en bas) : Phares et Balises Brest - J. Guichard - D. Bonnet **p. 22** : Fotolia **p. 23** : Surfrider Foundation (portrait) - L. Mignaux / Terra (bateaux) - Fotolia (déchets) **p. 24** : L. Mignaux / Terra **p. 25** : (de haut en bas) : O. Brosseau / Agence française pour la biodiversité - L. Mignaux / Terra - O. Brosseau / Terra **p. 26** : T. Abiven / Agence française pour la biodiversité

**Impression** : MTES-MCT/SG/SPSSI/ATL

Brochure imprimée sur du papier certifié ecolabel européen







**Ministère de la Transition  
écologique et solidaire**

Direction générale de l'Aménagement,  
du Logement et de la Nature  
92055 La Défense Cedex  
Tél. 33 (0)1 40 81 21 22

Suivez-nous sur    