

## Dossier de Ouest France : L'océan demain 27/11/2019

# « Les trois défis de la prochaine génération »

► **Analyse.** La mer contient la quasi totalité des solutions pour un avenir durable, désirable même selon Christian Buchet. L'enjeu est de changer notre rapport à l'océan, dès maintenant.

Entretien



**Christian Buchet,**  
historien  
et ancien  
secrétaire  
général  
du Grenelle  
de la mer.

### Comment voyez-vous la mer et la relation entre l'humanité et l'océan, en 2050 ?

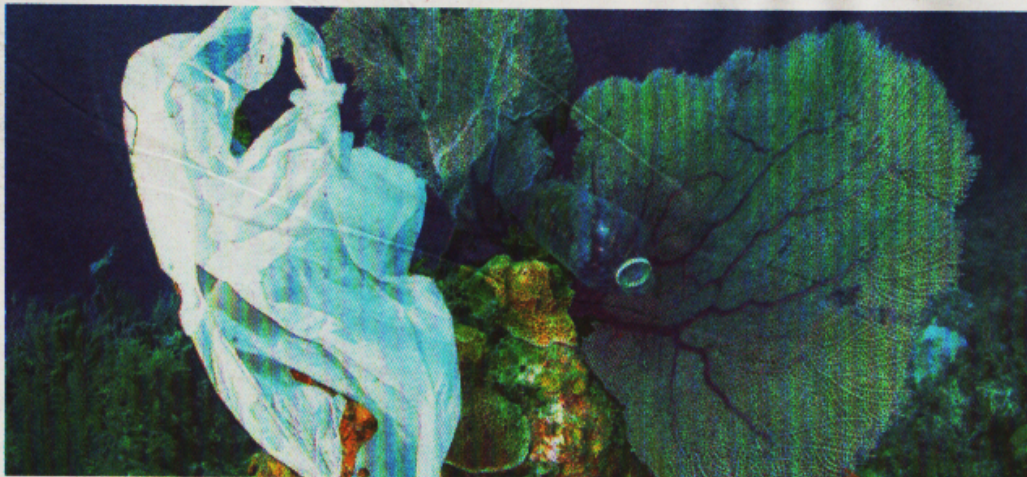
C'est difficile à dire. On manque de perspective, notamment sur l'évolution climatique... Mais on peut cependant affirmer que la population de la planète atteindra environ 10,6 milliards d'êtres humains qui vivront, pour 80% d'entre eux, à moins de 75 km du littoral.

Par ailleurs, on sait (les 237 experts du Grenelle de la Mer l'ont montré) que l'océan contient la quasi-totalité des solutions pour un avenir mieux que durable : désirable. La question est donc de savoir si nous serons capables de nous adapter pour saisir cette opportunité.

### Quels sont les grands défis que la prochaine génération va devoir relever ?

J'en vois principalement trois. Le premier est celui de l'acidification alors que l'océan nous rend un service inouï en absorbant quelque 27% de nos émissions de CO<sub>2</sub>. Cela fait peser une grave menace sur lui, même si cette pollution, à la différence du plastique, est invisible à l'œil nu. Il est urgent de limiter nos émissions. La mer peut nous y aider (1).

Le second défi est celui de la hausse du niveau des mers. Il est probable que nous allons vers un « new deal » de la construction, car reculer face à l'océan n'est pas une solution globale. Cela coûterait plus cher que de se protéger. En revanche, il faudra trouver un équilibre : protéger les cités tout en respectant les espaces natu-



La pollution des mers est un des défis à relever d'urgence.

rels qui jouent un rôle de tampon.

Le dernier grand défi est celui de l'alimentation. L'aquaculture est appelée à fournir la plus grande part des protéines consommées : élevage de poissons végétariens et culture d'algues comme les rhodophytes (ou algues rouges). Mais, là encore, il faudra en contrepartie apprendre à connaître et à respecter l'extraordinaire biodiversité sous-marine.

### Car c'est elle qui pourrait nous ouvrir d'autres perspectives ?

Oui : de nombreuses espèces ont su s'adapter à des conditions extrêmes. Elles ont trouvé des solutions qui devraient nous inspirer : requins qui secrètent un antifouling naturel et inoffensif, moules dont le byssus assure une adhérence supérieure à toutes les colles inventées par l'homme...

Les jeunes qui vivront en 2050, et au-delà, devront apprendre à s'émanciper de la nature. Et intégrer le fait que ce qui est bon pour l'environnement est bon pour l'humanité. Quand je vois mes étudiants aujourd'hui, je ne suis pas inquiet : ça va décapier !

### Vous affirmez cependant que le principal défi qui se pose à l'humain littoral est d'ordre démocratique...

En effet, car la question de la relation entre l'homme et l'océan, qu'il s'agisse de l'aménagement du territoire ou de la lutte contre le réchauffement, nécessite des décisions et des investissements sur le moyen terme. Or, aujourd'hui, seuls les États autoritaires se projettent au-delà du court terme. La Russie et la Chine prennent ainsi de l'avance sur nous.

Pourtant, la France, avec ses outremer et son deuxième plus vaste domaine maritime du monde, a une vraie carte à jouer... Des atouts qui peuvent aussi bénéficier à l'Europe. Mais il nous faut changer d'attitude et partir en quête de la mer. Une quête existentielle !

### Et spirituelle, dites-vous aussi parfois...

La mer a toujours été un lieu de dépassement de soi et une source de spiritualité. Aujourd'hui, l'humanité se prépare à entrer dans une nouvelle ère qualifiée de troisième temps de l'Histoire : « le

temps de l'océan mondial » (2). Pour la comprendre, nous devons adopter une autre vision de l'espace et du temps. Actuellement, nous sommes au seuil d'une transition de trente ans qui nous mène justement en 2049, date à laquelle la République populaire de Chine fêtera son centenaire et sera devenue – en tout cas, elle l'assure – le leader du monde. Force est de reconnaître que sa stratégie diplomatique et économique ainsi que son mode de pensée traditionnel sont bien mieux adaptés aux enjeux futurs.

Recueilli par  
Stéphane GALLOIS.

(1) Le 25 octobre, l'Agence internationale de l'énergie a publié un rapport dans lequel elle affirme que la production globale d'énergie éolienne en mer pourrait être multipliée par 15 d'ici 2040, soulignant également que cette ressource a un potentiel « quasi illimité ».

(2) Selon Océanides, projet scientifique, éducatif et humaniste sur la place des océans dans les enjeux politiques économiques et sociaux.

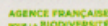
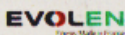
Retrouvez également *La mer, notre avenir* en version numérique  
<http://apps.ouest-france.fr/esupplements/2019-La-mer-notre-avenir-18/>

*La mer, notre avenir* c'est aussi un site internet  
[www.lamernotreavenir.fr](http://www.lamernotreavenir.fr)



Imprimé sur du papier produit en France, Suisse, Belgique, Allemagne, Espagne et Royaume-Uni, à partir de 75 à 100% de fibres recyclées. Une part de ce papier fourni par UPM sous le numéro F/37/001 et par NSI sous le numéro FR/037/01 est porteur de l'écolabel européen. Eutrophisation : 0,010 kg/tonne.

La mer notre avenir remercie ses parrains





# Littoral et submersion : l'exemple néerlandais

► **Changement climatique.** Aux Pays-Bas, dont plus d'un quart du territoire se situe en-dessous du niveau de la mer, on mise sur les protections naturelles : dunes, rivières, canaux.



Du sable fin, des oyats et la belle Mer des Wadden en arrière-plan. Au premier coup d'œil, peu de chose distingue le paysage dunaire de l'ouest de Texel de ceux que l'on retrouve un peu partout dans la région. Sauf que sur cette île de la Frise, la plus vaste de l'archipel qui s'étend des Pays-Bas au Danemark, il y a encore quelques mois, des bulldozers s'attelaient sur ce qui n'était alors qu'une simple digue de mer. Au total, 5,5 millions de cube de sable et des milliers de plantes ont été ajoutés ici !

Comme sorties de nulle part, les jeunes dunes doivent en priorité servir à renforcer la ligne côtière de l'île qui compte presque 14 000 habitants particulièrement vulnérables face au changement climatique. À Petten, au bord de la Mer du Nord, à 60 kilomètres au nord-ouest d'Amsterdam, une immense dune a, elle-aussi, vu le jour au cours des der-



À Petten, au nord d'Amsterdam, une immense dune a vu le jour.

nières années. « **Après le grand raz-de-marée de la Sainte-Élisabeth en 1421, les dunes d'origine ont été emportées. Pour boucher la brèche, une digue avait été érigée ici,** raconte Linda van Oostrum, responsable d'un programme régional de lutte contre les raz-de-marée. **Mais en 2006, cette digue n'était plus aux normes. Nous aurions pu nous contenter de rehausser la digue de 5 à 7 mètres, mais nous avons décidé de ramener les dunes à leur emplacement d'origine.** » Ces travaux titanesques s'inscrivent dans un grand plan national

de rehaussement de la ligne côtière, l'un des plus importants chantiers de l'histoire récente du pays. À Delft, chez Deltares (un important institut néerlandais), des scientifiques travaillent à l'étude des risques et à la prévention de la montée du niveau de la mer, mais aussi des inondations dans les régions des Pays-Bas traversées par le Rhin et la Meuse. « **Nous conseillons les autorités sur la façon dont il faut entretenir les canaux, maintenir les digues, renforcer le cordon dunaire et draguer tel port fluvial ou maritime...** », explique Philippe Ker

Rault, l'un des Français qui travaille chez Deltares.

Aux Pays-Bas, il ne s'agit pas seulement de faire des travaux de renforcement pour faire barrage face à l'eau... Les autorités ont également décidé de libérer plus d'espace pour les rivières, notamment à Nimègue dans le sud-est du pays. À Rotterdam, la ville a même installé des espaces de jeux qui, en cas de très fortes précipitations, se transforment en bassins de rétention d'eau.



Dossier de Ouest France :  
L'océan demain  
27/11/2019

# Ces lanceurs d'alerte nous avaient prévenus

► **Histoire.** La prédiction du volcanologue Haroun Tazieff, ce 4 septembre 1979 à la télévision, fait aujourd'hui froid dans le dos... Contredit par le commandant Cousteau, Tazieff est visionnaire.

« Vous êtes en train de paniquer les populations, là ! » Le commandant Cousteau, vedette du petit écran, se cale dans son fauteuil. Ce mardi 4 septembre 1979, l'émission des Dossiers de l'écran, qui cartonne sur la chaîne télévisée Antenne 2, est consacrée aux questions environnementales, et notamment, au réchauffement climatique. Après le film qui introduit le débat, l'animateur de la soirée, Joseph Pasteur, relaye la question d'un téléspectateur : « L'activité des volcans peut-elle, un jour, faire fondre la glace ? »



Haroun Tazieff, chercheur du CNRS, volcanologue (à gauche), avait prédit la montée des eaux liée à un effet de serre dû aux rejets de CO<sub>2</sub>. « Du baratin », jugeait alors le commandant Cousteau.

**La pollution industrielle menace**

« Les volcans, non !, affirme Haroun Tazieff. La pollution et le réchauffement, oui. » Le volcanologue, directeur de recherche au CNRS, s'avance sur son siège, et balance : « Si la montée du niveau des mers est à craindre, les volcans n'y seront pour pas grand-chose. » Imperturbable, il lance un pavé dans le consensus de l'époque : « Ce qui peut le faire, c'est la pollution industrielle. » Et il enfonce le clou : « L'industrie dégage des quantités de produits chimiques de toute nature, dont une énorme quantité de gaz carbonique. Gaz carbonique qui se propage en grande quantité dans l'atmosphère. » Pour lui, « ce qui risque de se pro-

duire, c'est une espèce de serre... » Hors caméra, un homme souffle. Et fort. C'est le commandant Cousteau, vedette du petit et du grand écran, auréolé de ses expéditions océanographiques fortement médiatisées, qui lâche : « C'est du baratin, ça ! » Calé dans son fauteuil, il assure que « si l'homme fabrique beaucoup de gaz carbonique, il y a suffisamment de correcteurs automatiques : les forêts et les océans. » Élevé à l'école du rugby qu'il pratique, Haroun Tazieff encaisse mais

maintient sa position : « Ce réchauffement provoquera une fusion des glaces polaires, aussi bien au Sud qu'au Nord, et des glaces de montagnes, ce qui est envisageable avec seulement 2 ou 3°C d'augmentation de la température de la planète. » Visionnaire, il évoque la possible « montée des eaux et donc noyade de toutes les côtes basses, New York et Le Havre, Marseille et Nice, Londres... » Le commandant Cousteau cache mal son irritation : « On commence à me

casser les oreilles avec cette histoire de CO<sub>2</sub> ! » Il avait tort. Haroun Tazieff avait raison. Quarante ans plus tard, le rapport du Giec (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat) confirme ce qu'on sait... depuis 1979.

Bertrand BONENFANT.

Pour revivre le débat de 1979 : [www.ina.fr/video/I15292844](http://www.ina.fr/video/I15292844)  
Sur les rapports du Giec (IPCC en anglais) : [www.ipcc.ch/](http://www.ipcc.ch/)

**1947. Paul-Émile Victor et le labo des glaces**

Explorateur français, né en 1907 (décédé en 1995), Paul-Émile Victor a donné ses lettres de noblesse à l'exploration polaire. Dès 1947, il comprend que la recherche polaire est un volet incontournable de la science. Les calottes glaciaires représentant à elles seules plus de 99 % du stock glaciaire mondial, il défend l'idée de surveiller leur évolution. Ces glaciers, vieux de plusieurs centaines de milliers d'années, constituent une mémoire des climats passés. Ils nous renseignent sur l'évolution du climat. Pour lui, « Groenland et Antarctique sont les premiers laboratoires



d'étude du réchauffement climatique ». Prémonitoire. En 2019, les rapports du Giec ne disent pas autre chose.

**1966. Alain Bombard et la mer poubelle**

Biologiste et médecin, né en 1924 (décédé en 2005), Alain Bombard, appelé « le naufragé volontaire », dénonçait dès 1966 le déversement de boues rouges en mer Méditerranée, qui ne pouvait, selon lui, qu'engendrer un désastre écologique. Pour l'homme qui a traversé l'océan Atlantique en 1952, seul à bord d'un radeau pneumatique, ce précédent ouvre la porte à des pollutions massives, incontrôlables et dangereuses. En 1979, il dénonce l'impact des activités humaines sur le milieu marin : « La mer est une poubelle. Les objets que l'Homme fabrique depuis



250 ans sont indestructibles et l'océan ne peut plus les recycler ». Pour lui, la chose était entendue : « C'est de là que vient la pollution ! »

**1965. Claude Lorius alerte sur le climat**

Glaciologue, né en 1932, il étudie la banquise en Antarctique dès 1957. En 1965, il met en évidence le lien entre la concentration atmosphérique en gaz à effet de serre et l'évolution des températures. Il comprend alors que les activités humaines peuvent toucher n'importe quel endroit du globe. À 82 ans, le héros du film *La glace et le ciel*, de Luc Jacquet (2015), qui dénonçait « ces hommes qui raisonnent sur le court terme » devant Jacques-Yves Cousteau, laisse un message alarmant : « Je pense aux glaciers qui fondent ici, et aux îles



qui se noient là-bas. Je pense à l'homme triomphant qui devrait renoncer à s'appropriier l'entièreté du monde. »

**1970. René Dumont et la société de gaspillage**

Agronome français, né en 1904 (décédé en 2001), René Dumont déclare dès les années 1970 : « Notre société est une société de gaspillage, de pollution. » « On va bientôt manquer d'eau ! » À la mort du président Georges Pompidou, il lance l'écologie politique en France en se portant candidat à l'élection présidentielle de 1974. Il dénonce « une société de gaspillage invraisemblable » et interroge les électeurs : « On va mesurer la pollution ! Ne ferait-on pas mieux de l'empêcher ? » Pour lui, il faut stopper les croissances économique et démo-



graphique, sources d'une pollution insoutenable, des cataclysmes nucléaires, des bouleversements climatiques incontrôlables ».



Dossier de Ouest France :  
L'océan demain  
27/11/2019

## Un Grain de Sail dans le café

► **Innovation.** En construction en Loire-Atlantique, le voilier-cargo *Grain de Sail* va effectuer sa première traversée transatlantique en avril 2020. Sa mission : apporter le café !

En 2010, Olivier Barreau, énergéticien breton développeur de projets dans l'éolien, adepte du développement durable et issu d'une famille de marins et d'armateurs de goélettes pour l'Islande, ressent de façon purement intuitive que le moment est venu de relancer le commerce à la voile. « Je me suis lancé là-dedans avec la certitude que j'allais pouvoir faire quelque chose sans savoir quelle forme cela allait prendre. » Passionné mais raisonné, il planche sur le business plan. Émerge alors l'idée de développer dans le Finistère une entreprise de production de café torréfié et de chocolat, dont les matières premières seraient transportées depuis la zone Caraïbes vers la Bretagne, par un voilier de charge spécialement conçu pour cette activité.

### 35 tonnes de frêt

La brûlerie de café est créée en 2013 à Morlaix. Deux ans plus tard, Jacques Barreau rejoint son frère jumeau dans l'aventure et lance la chocolaterie. La société prend le nom de *Grain de Sail*. Elle attire les talents, fédère les énergies, travaille en partenariat avec l'Etablissement et Service d'Aide par le Travail (ESAT) des Genêts d'or de Morlaix, distribue ses produits bio en grandes et moyennes surfaces.

La conception d'un voilier-cargo est menée simultanément. Elle aboutit à un monocoque en aluminium de 22 mètres, gréé en goélette et conçu suivant les normes applicables aux navires de charge. La capacité d'emport est de 35 tonnes, palettisées.

Le chiffre d'affaires augmente régulièrement, les banques suivent, la construction du navire peut commencer. Elle est confiée à Alumarine Shi-



Le monocoque en aluminium est construit dans les chantiers d'Alumarine Shipyard, à Couëron (Loire-Atlantique).

pyard, un chantier qui sait faire du sur-mesure. « Cette construction présente dans nos ateliers environ douze mois de travail », confie Léo Mouillé, en charge du projet.

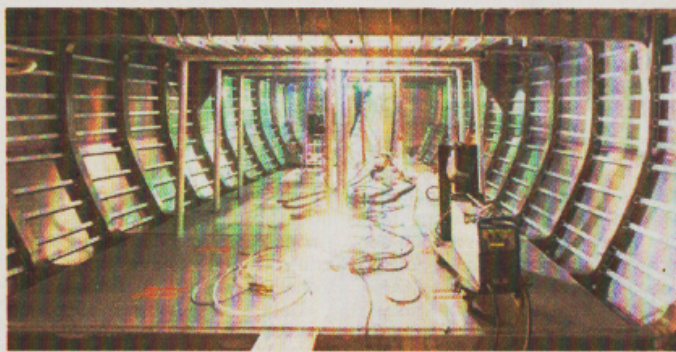
### Mise à l'eau en février

Loïc Briand, capitaine illimité lassé de la propulsion mécanique et séduit par le projet découvert au dos d'une tablette de chocolat *Grain de Sail*, fait acte de candidature spontanée pour commander le voilier. Le courant passe tout de suite avec les frères Barreau, et Loïc suit actuellement la construction tout en réglant les formalités administratives et en recrutant les trois marins qui l'accompagneront dans l'expédition maritime. « La mise à l'eau technique est prévue le 21 février 2020. Le matage aura lieu à la Turballe, viendront ensuite les essais de stabilité, la visite de mise en service des Affaires ma-

ritimes et le baptême ! » *Grain de Sail* battra pavillon tricolore. Il doit appareiller pour New York début avril 2020 chargé de 35 tonnes de vin bio destiné à des restaurateurs. Puis, il rejoindra les Caraïbes, probablement lesté de fret humanitaire collecté par des

associations. Une fois embarqué ses 35 tonnes de café et de cacao, route sur Morlaix pour livrer sa cargaison au pied de la maison mère. La boucle doit durer trois mois, il y en aura deux par an.

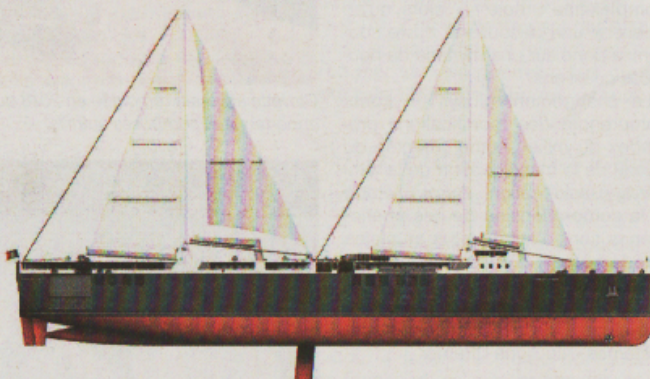
Jean-Yves BÉQUIGNON.



L'intérieur de la coque du voilier-cargo est quasiment terminée.

## Les projets de cargo à voile sont déjà une réalité

TOWT est une société bretonne spécialisée dans le transport de marchandises à la voile. Depuis 2011, elle utilise des voiliers traditionnels : lougre Grayhound, goélette De Gallant, brick goélette Tres Hommes etc... pour transporter des marchandises bio. Fort de l'expérience acquise, la jeune société a conçu son propre projet de voilier cargo. Long de 67,50 m et d'une capacité d'emport de 1 000 tonnes, *Anémos* est destiné à effectuer des voyages transatlantiques. Sa mise à l'eau est prévue début 2022.

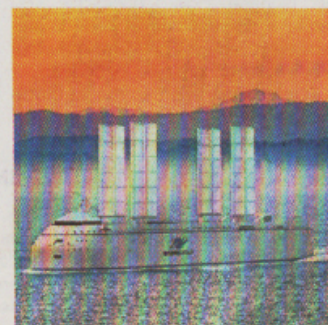


Néoline a signé le 5 juillet 2019 une lettre d'intention de commande pour deux premiers navires rouliers à voile de 136 mètres auprès de Neopolia. La société nantaise, qui a signé un partenariat avec Renault pour transporter des véhicules jusqu'à Saint-

Pierre-et-Miquelon, espère lancer le chantier de construction avant la fin de l'année 2019 pour un début d'exploitation du premier navire fin 2021.

Les groupes Bénéteau et Manitou ont également manifesté leur intérêt pour le projet.

**Canopée** : conçu en partenariat avec Jifmar Offshore Service et VPLP design, Zéphir et Borée a développé pour les besoins d'Ariane Group **Canopée**, un cargo de 121 mètres propulsé par 4 ailes articulées de 375 m<sup>2</sup> et un moteur dual fuel diesel-GNL. Dédié au transport du futur lanceur Ariane 6 depuis le continent européen vers la Guyane, le navire est prévu être lancé en 2022.







Dossier de Ouest  
France : L'océan  
demain

27/11/2019

# Le transport se cherche un avenir décarboné

► **Énergie.** Piles à hydrogène, batteries électriques, gaz synthétique, voile en version modernisée, toutes les pistes sont explorées pour desserrer l'étau des énergies fossiles.

En 1912, le cargo danois *Selandia* de Burmeister & Wain (B & W) appareillait de Copenhague pour rallier Bangkok par la seule grâce de ses deux moteurs diesel de 2 500 chevaux. Un siècle plus tard, ces gros moteurs diesel qui ont réussi à détrôner le charbon dans la marine sont toujours là, avec des rendements toujours plus impressionnants.

À bord du porte-conteneurs CMA CGM *Saint-Exupéry* de 400 mètres de long pouvant charger jusqu'à 20 656 boîtes, il faut moins d'un litre de carburant pour mouvoir un conteneur de 15 tonnes sur 100 kilomètres. Seulement voilà, l'urgence du réchauffement climatique impose une réduction drastique des gaz à effet de serre et donc du diesel, grand émetteur de CO<sub>2</sub>.

L'Organisation maritime internationale a entériné en 2018 un objectif ambitieux de réduire ces émissions de 50 % en 2050 par rapport à 2008. Cela vaut pour les 50 000 navires marchands assurant 90 % du commerce mondial de marchandises, soit la bagatelle de 13 milliards de tonnes en 2018.

L'objectif est si ambitieux qu'il donne le vertige... Aucune technologie n'est actuellement capable de développer autant de puissance



Le cargo tiré par une aile de kite fait partie des pistes de réflexion pour sortir le transport maritime de l'ère des énergies fossiles.

qu'un moteur thermique.

Et la pile à combustible? Encore trop jeune et encore insuffisante pour les mégawatts des grands navires.

Le gaz? C'est le choix de quelques

armateurs (dont CMA CGM) parce que les puissances sont à la hauteur des besoins, et qu'il permet d'éliminer les autres polluants néfastes pour la santé humaine que sont le soufre, les oxydes d'azote et les particules.

Mais pour le CO<sub>2</sub>, même avec une réduction de 20 %, cela ne passe toujours pas.

2050, c'est court, mais les idées commencent déjà à affluer. Le gaz carburant se tourne déjà vers les biogaz produits par méthanisation des déchets. Plus original encore, le gaz synthétique issu d'une combinaison entre hydrogène vert produit par des éoliennes et le CO<sub>2</sub> émis par nos industries.

De son côté, la Norvège a ouvert la voie aux ferries côtiers tout électriques alimentés uniquement par des batteries, solution toutefois limitée à des petits navires sur des courtes distances.

Les Français regardent, eux, vers le vent et les nouvelles formes totalement modernisées et automatisées de la propulsion vélique. Ce sera le cas pour le futur navire roulier diesel et voile rigide de Néoline qui devrait être construit à Saint-Nazaire. Ou encore pour *Canopée*, ce navire associant des moteurs au gaz et des voiles rigides devant transporter en Guyane les éléments de la futur fusée européenne Ariane 6.

2050, c'est encore loin, mais on y va déjà!

Frédéric AUVRAY.





Dossier de Ouest  
France : L'océan  
demain

27/11/2019

# En 2050, quels poissons pourront encore être pêchés ?

► **Alimentation.** Le rapport du GIEC sur les océans et la cryosphère (les glaces, neige et sols gelés) dresse un constat alarmant sur l'état de la faune et de la flore marine. La question de la durabilité des ressources en poissons se pose. Explications avec deux experts.

Les conclusions du groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, rédigées par plus de 100 experts internationaux, évoquent l'émergence d'un nouvel équilibre océanique. Ce qui ne manque pas d'entraîner des changements dans la physiologie, la reproduction et la survie de toute la chaîne des organismes marins, du plancton jusqu'aux mammifères.

Les scientifiques du GIEC expliquent la baisse de certaines captures de pêche par le réchauffement de la température des océans, la désoxygénation et l'acidification de l'eau de mer, due à l'absorption de CO<sub>2</sub> d'origine humaine. Les experts craignent ainsi « une diminution de la masse totale des animaux marins qui pourra atteindre 15% d'ici 2100 par rapport à 1986-2005 ». Figure médiatique, Isabelle Autissier, navigatrice et présidente du WWF France, est, elle, plus radicale encore en affirmant : « En 2050, il n'y aura plus de poissons à pêcher ».

Membre du Ciem (le Conseil international pour l'exploration de la mer) et coordinateur des expertises halieutiques à l'Ifremer, Alain Biseau évoque toutefois un constat plus positif sur l'état des ressources. Il s'appuie sur les données de débarquement français, stock par stock. En 2017, en mer du Nord et Manche Est, 65% des

espèces débarquées n'étaient pas considérées comme en surpêche. En Manche Ouest et mers celtiques, par contre, ce taux chute à 39% et dans le golfe de Gascogne 36% des espèces débarquées sont surpêchées.

## Espèces surpêchées

C'est quoi la surpêche ? Toute pêche trop intensive compromet les ressources de la mer. « Sur les 426 000 tonnes débarquées en France métropolitaine, provenant de l'Atlantique nord-est et de la Méditerranée, un peu moins de la moitié (48%) provient de stocks non surpêchés et un peu plus du quart (26%) de stocks surpêchés », explique Alain Biseau.

Parmi les espèces les plus surpêchées : la sardine dans le golfe de Gascogne, le maquereau et le merlan en mer du Nord et Manche Est, le merlan bleu, le bulot et le maquereau en Manche Ouest et mers celtiques, enfin le merlu en Méditerranée.

« Toutes les espèces sont en interaction les unes avec les autres, et en interaction avec le milieu. Les effets du réchauffement climatique peuvent être multiples et avoir des impacts sur les déplacements et la reproduction des espèces, mais également sur la disponibilité en planctons qui, par cascade, a des effets sur la capacité des espèces à se



Chaque année, ce sont plus de 400 000 tonnes de poissons qui sont débarquées dans les ports français.

maintenir », détaille le chargé de mission à l'Ifremer. Pour autant, le scientifique mentionne que la situation dans l'Atlantique nord-ouest n'est pas aussi catastrophique qu'on peut le lire. « La quasi-totalité des stocks étaient su-

rexploitée dans les années 1990, on est maintenant à moins de 50% de stocks en surpêche. Entre 2000 et 2015, il y a eu une courte diminution de la pression de pêche et une amélioration des quantités et des po-

pulations de poissons. » Cette disposition a pourtant tendance à se ralentir, ces dernières années, provoquant une stabilisation des ressources. « La situation n'est donc pas catastrophique, mais elle ne s'améliore pas,

non plus, aussi rapidement que ces dernières années... », conclut le scientifique. Un constat qui incite à la mesure, donc.

Virginie WOJTKOWSKI.

L'enjeu des stocks : mesures et précautions

Deux questions à...

**Marion Fischer, déléguée de France filière pêche (FFP).** Elle revient sur les mesures et précautions prises pour assurer le devenir de la filière pêche.

## Comment se positionne la filière par rapport aux ressources halieutiques en difficulté ?

Les politiques publiques de préservation de la ressource doivent bénéficier aux stocks qui, effectivement, ne se portent pas très bien aujourd'hui... Les efforts doivent être faits sur ces stocks. Ce qui s'est passé avec le thon rouge, par exemple, en Méditerranée est révélateur de cette gestion. L'effort de pêche sur ce stock, qui ne se portait vraiment pas bien, a été largement freiné pendant un temps jusqu'à ce que son état devienne très satisfaisant. Cela montre bien que de bonnes mesures de gestion de la pêche amènent à une reconstitution des stocks.

## Dans ce contexte, le métier de pêcheur n'est-il pas voué, de plus en plus, à se diversifier tant sur les ressources que sur les techniques ?

L'outil de production, qu'est le bateau de pêche, est quand même coûteux. Quand un navire est armé pour tel ou tel métier, ce n'est pas évident de se



dire du jour au lendemain qu'on va passer de la sole au filet pour faire de la coquille à la drague la moitié de l'année ! Le partage de l'espace marin est également un vrai enjeu dans ce contexte. Entre l'énergie, le transport maritime, les zones de conservation, le découpage de l'espace marin est de plus en plus compliqué.

Recueilli par  
V. W.



Dossier de Ouest France :  
L'océan demain  
27/11/2019

# Mers et océans, ces grands inconnus

► **Recherche.** On connaît mieux la surface de la Lune que celle des mers et océans, qui recouvrent pourtant 71 % de la planète Terre. Du littoral au large, la vie sous-marine est loin d'avoir livré tous ses secrets.



Le *Neolithodes grimaldii*, un crabe abyssal dont l'on croise quelques spécimens dans les laboratoires de l'Ifremer, à Plouzané (Finistère).



Marie-Anne Cambon, chercheuse à l'Ifremer, est soucieuse de comprendre et protéger les grands fonds.

« On ne connaît que 6% du fond des mers et océans, ça donne le vertige », souffle Nicolas Weber, chargé des relations publiques du service hydrographique et océanographique de la Marine, le Shom, basé à Brest. « Les côtes, les voies de navigations et autres points stratégiques sont bien connus. Et encore : même une zone connue comme celle du détroit du Pas-de-Calais, parcourue de dunes sous-marines, change et nécessite de nouvelles mesures régulières. Mais dès que l'on s'éloigne hors des zones économiques, tous services hydrographiques confondus, la connaissance des fonds reste floue », détaille le représentant de l'organisme français qui cartographie le fond des mers.

Les images satellite donnent une image globale, mais difficile de connaître précisément des reliefs sous-marins, pourtant équivalents aux chaînes de montagnes des Alpes ou Pyrénées.

### Une biodiversité méconnue

« La mer, c'est ce que les Français ont dans le dos quand ils sont sur la plage disait Eric Tabarly. Et ce n'est pas si faux ! Pourtant, on ne protège bien ce que l'on connaît bien », rappelle Bruno David, président du Muséum d'histoire naturelle qui a monté en 2019 l'exposition « Océan, une plongée insolite », consacrée à ce territoire qui recouvre 71% de la surface de la Terre et abrite une immense biodiversité encore insoupçonnée.

« On connaît très très mal la biodiversité marine, on recense environ 300 000 espèces dans les océans, mais on estime qu'elles sont en fait 2 à 3 millions ! On ne connaît donc que 10% des espèces, et encore ! Il se peut que l'on soit encore en-deçà de la réalité... », insiste-t-il, alors qu'à chaque nouvelle campagne, de nouvelles espèces sont découvertes.

« L'océan, c'est en moyenne

3700 mètres de fond, c'est gigantesque ! », souligne encore le scientifique, qui a pu descendre dans les grands fonds à bord du Nautile, le sous-marin habité conçu par l'Ifremer pour l'observation et l'intervention jusqu'à des fonds de 6000 mètres.

### Âge d'or de l'océanographie

Avec ses quatre décennies de recherche derrière lui, Paul Tréguer, océanographe fondateur de l'Institut universitaire européen de la mer (IUEM) bientôt âgé de 80 ans, salue l'avancée des sciences de la mer : recrutement de chercheurs, moyens techniques, collecte de données...

« Depuis les années 1960, on connaît un véritable âge d'or de l'océanographie, applaudit-il. On a imaginé l'océan comme une masse immobile, sans vie dans les grands fonds, mais le voile se lève sur les courants, la dynamique des océans et de ses habitants. Notre vision s'est enrichie, mais elle s'est aussi complexifiée », note-t-il, alors qu'en sciences une découverte ouvre souvent la porte sur une myriade de nouvelles questions.

Le changement global en cours comprendra des modifications profondes du milieu marin : montée du niveau de la mer, élévation de la température, acidification... Aussi, « l'étude et la compréhension de ces phénomènes sont d'autant plus cruciales que la plupart d'entre eux sont en accélération. Il n'existe ni appréhension globale des processus en cours, ni évaluation de la résilience des écosystèmes », souligne l'Ifremer.

### Des milieux menacés par l'homme

Les grands fonds sont méconnus de l'Homme, mais déjà impactés par lui. En mai, l'explorateur texan Victor Vescovo est descendu dans la fosse des Mariannes, à 10927 mètres de profondeur à bord du sous-marin DSC Limi-

ting Factor. Qui a-t-il découvert ? Du plastique !

De son côté, Marie-Anne Cambon (chercheuse à l'Ifremer au sein du laboratoire de microbiologie des environnements extrêmes) est descendue plusieurs fois à plusieurs kilomètres sous la surface. « C'est une grande claque, c'est comme découvrir les Alpes pour la première fois », décrit-elle. Elle a notamment plongé, en tant que cheffe de mission pour le projet Bicosse, coordonné par l'Ifremer, sur les sites de TAG (Trans Atlantique Geo-traverse Active Mound) et Snake Pit sur la ride médio-Atlantique, deux sites hydrothermaux actifs

entre les Antilles et les Canaries. La chercheuse y observe la biodiversité abyssale : crevettes, coquillages, poissons... Elle les remonte à la surface et les analyse pour comprendre comment naît la vie sans lumière. Un milieu fragile qui pourrait pourtant être concerné à moyen terme par des activités humaines, étant donné l'intérêt suscité par les ressources minérales profondes.

La France détient d'ailleurs un permis d'exploration de cette zone pour des projets controversés d'exploitation des ressources minières profondes.

Lucie LAUTREDOU.



Crevette abyssale remontée en 2018 qui vit en symbiose avec des bactéries qui lui apportent des composés nutritifs.



Agrégat de crevettes *Rimicaris exoculata*, dans les grands fonds.



# L'eau de mer trop acide met l'huître en danger

Si le niveau d'acidification des océans se poursuit, la disponibilité en carbonate, molécule indispensable à la formation de la coquille, chutera de 60 %. Mortel pour l'huître ?

Soumises aux attaques de bactéries et de virus, exposées à la hausse de la température et à l'augmentation de l'acidification des océans, combien de temps encore huîtres et moules résisteront-elles ? 60 000 tonnes de coquillages commercialisés en Nouvelle-Aquitaine, où les bassins de Marennes-Oléron et d'Arcachon totalisent 300 millions d'euros de chiffre d'affaires. Un secteur qui emploie 3 200 personnes en permanence.

À Plouzané (Finistère), un laboratoire de l'Ifremer est en première ligne sur ces sujets. « L'huître a des capacités d'adaptation exceptionnelles. Si on prend séparément chacun des facteurs du changement climatique, changement de salinité, hausse de la température, acidification, l'animal résiste... », assure Fabrice Perret, de l'unité de physiologie fonctionnelle des organismes marins. Alors oui, il l'affirme, « il y aura toujours des huîtres en 2050 ». Mais leur « capacité exceptionnelles d'adaptation » n'est pas absolue. « Si tous les facteurs du changement climatique interagissent en même temps, on ne répond de rien », prévient le cher-



Thierry Creux, archives Ouest-France

cheur, qui précise aussi que « le potentiel d'adaptation de la moule est moindre que celui de l'huître ».

## Étudier « l'effet cocktail »

Mais quel serait précisément l'impact de l'« effet cocktail » mixant les facteurs redoutés ? La recherche veut le mesurer dans le cadre d'un pro-

gramme déposé devant le fonds européen pour les affaires maritimes et la pêche, pour financement. Trois années de travaux en perspective, plusieurs équipes pluridisciplinaires mobilisées. Pour cet examen de la relation de cause à effet, les conditions d'un « élevage semi-fermé » seront reproduites en laboratoire, « pour tra-

vailer à l'échelle d'un écosystème ».

Les scientifiques ne partent pas d'une page blanche. Ils observent déjà que « l'huître répond au réchauffement de la température de l'eau en colonisant des zones plus septentrionales ». On en retrouve aujourd'hui jusque sur la côte sud norvégienne ! Prenons l'acidification. « Des manipulations en laboratoire ont montré que le naissain d'huîtres était très tolérant, les larves beaucoup moins... On peut en déduire que les huîtres survivantes seront bien adaptées, et on peut penser que ces caractères de résistance seront favorisés à terme. »

Que dit le GIEC (groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat) ? « Dans ses prévisions, le PH passerait de 8.1 aujourd'hui à 7.8 en 2100. Une augmentation de l'acidité de 0.3, cela semble peu de chose. Mais en termes de chimie de l'eau de mer, c'est majeur. Cela signifie une diminution de 60 % de la disponibilité en carbonate, des ions indispensables à la formation de la coquille. »

Philippe BAROUX.



# Les algues sources de protéines végétales

Que mangera-t-on en 2050 ? Les algues remplaceront-elles le poisson dans nos assiettes ? Sans doute... Et à lire les arguments des spécialistes, c'est au bénéfice de votre santé.

En 2017, plus de 80 millions de tonnes de poissons et de fruits de mer ont été produites par l'industrie aquacole. Le réseau d'investisseurs collaboratif Initiative FAIRR estime cette production à « 237 milliards de dollars », la Chine étant de loin le premier de ces producteurs mondiaux. Mais pourquoi aller chercher aussi loin quand, sur la façade Atlantique, d'autres produits de la mer sont en mesure de nous apporter protéines, lipides et oligo-éléments ?

« Les algues, micro-algues, la spiruline, la chlorelle, les salicornes... Même s'il n'est pas dans nos habitudes de consommer ce type de produits, ces végétaux marins présentent un nombre important d'avantages nutritionnels », précise Stéphanie Ballot, diététicienne-nutritionniste et vice-présidente de l'association Miam. « Les algues et la laitue de mer sont de bonnes sources de protéines végétales. Ce sont des aliments riches en fibres qui participent au bon fonctionnement du transit et du microbiote intestinal », explique la nutritionniste.

Faibles en lipides, riches en oméga



Ouest-France

9 et 3, ces produits de la mer apportent également un cocktail d'antioxydants – caroténoïdes et polyphénols en tête – et de vitamines : A, C, D et K, et même B12, B6 et B1 en fonction des variétés. « En matière d'oligo-éléments, les algues, mais aussi la spiruline ou les salicornes, présentent un certain nombre d'avantages. Fer, calcium, magnésium, potassium, sodium, phosphore et iode sont autant de bons nutriments dont nous avons besoin », ajoute Stéphanie Ballot.

La France autorise la consommation de 24 algues, alors que l'Union européenne, elle, ne fait pourtant aucune distinction. « Nous sommes

face à un problème d'image », explique Joël Fleurence, professeur en biologie des organismes et génétique à l'Université de Nantes.

## Volonté bretonne

L'auteur du livre *Les algues alimentaires : bilan et perspectives* rappelle que « dans les confins asiatiques les algues sont un élément traditionnel de la culture et de la cuisine. On a retrouvé des traces d'algues dans des repas fossilisés au Japon et en Corée ».

À l'inverse, dans l'histoire occidentale, c'est en temps de disette et de famine que la population a été amenée à consommer des algues. Alors

qu'au Japon, on utilise les algues comme nous la salade, les initiatives françaises ne sont pas encore légion... « Et pourtant, si l'on se réfère à l'Europe, la France est le pays le plus impliqué pour l'utilisation des algues comme légumes de mer. Qu'ils soient artisanaux ou industriels. C'est lié à une très forte volonté bretonne de développer cette denrée », fait savoir Joël Fleurence.

Beaucoup d'avantages donc... Mais y'a-t-il des inconvénients à adopter ce mode d'alimentation ? La nutritionniste parisienne Stéphanie Ballot évoque « une incompatibilité alimentaire chez des personnes atteintes d'hyperthyroïdie sévère, ou de maladies cardio-vasculaires en raison de la grande présence d'iode pour l'un et de sodium pour l'autre ». Le scientifique Joël Fleurence tempère, pour sa part, évoquant « l'élimination de l'iode lors des procédés de transformation des algues et leur cuisson », ainsi qu'une série de contrôles propres à la consommation humaine en ce qui concerne la pollution marine.



Dossier de Ouest France :  
L'océan demain  
27/11/2019

## Energy Observer teste des solutions alternatives

► **Recherche.** Après trois ans de navigation intensive en Méditerranée et en Europe du Nord, le navire d'exploration continue d'évoluer. Son leitmotiv : gagner en autonomie d'énergies renouvelables.

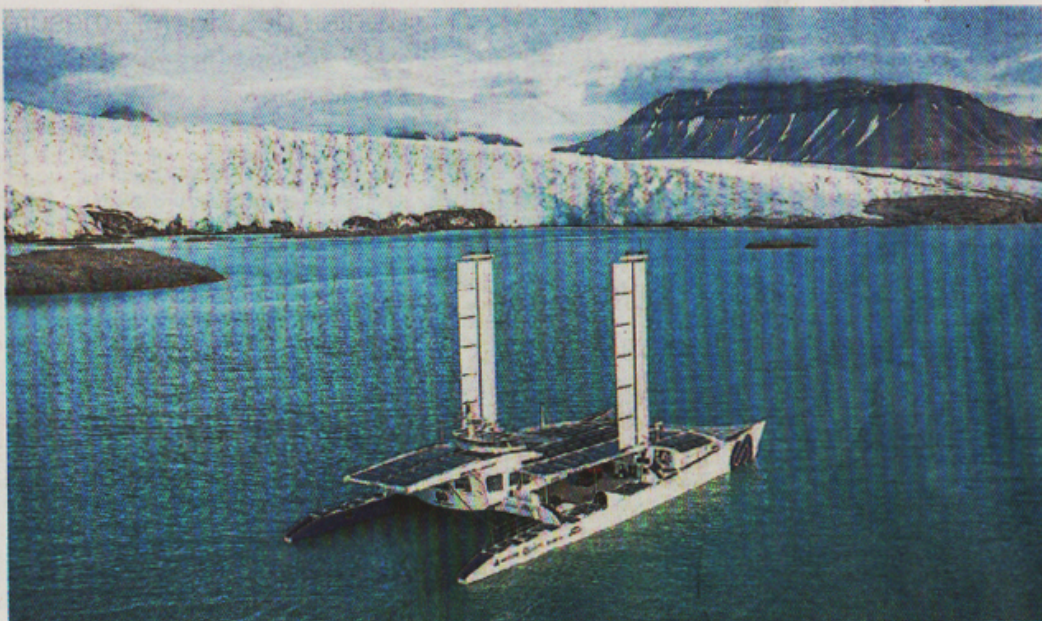
*Energy Observer*, premier navire à hydrogène au long cours, a entamé son 4<sup>e</sup> chantier d'optimisation dans son port d'attache de Saint-Malo début novembre. Le navire expérimental, à propulsion électrique alimentée par un mix d'énergies renouvelables, a remporté le premier chapitre de son pari de tour du monde sans émission de gaz à effets de serre.

Après une mise à l'eau en 2017, un baptême sur la Seine, avec pour parrain Nicolas Hulot, suivi d'un passage du détroit de Gibraltar et d'un chantier d'optimisation, *Energy Observer* avait quitté le Vieux-Port de Marseille en mars 2018 pour un tour de Méditerranée. L'objet de cette odyssee était de valider *in situ* la capacité du navire laboratoire à ne fonctionner qu'avec des énergies renouvelables.

« Explorer le monde sans l'abîmer »

L'ancien voilier de course, ex *Formule Tag* et *Enza New Zealand* vainqueur du Trophée Jules-Verne avec sir Peter Blake en 1994, a subi un sacré chantier de transformation sous la houlette de Victorien Erussard, à l'initiative du projet et capitaine du catamaran expérimental. « *Energy Observer* est un navire unique propulsé aux énergies renouvelables et à l'hydrogène, souligne le capitaine et fondateur. On explore le monde sans l'abîmer. »

La clé de voûte du système de propulsion du catamaran électrique est l'hydrogène. En partenariat avec le Commissariat à l'énergie atomique (CEA-Liten), le navire est équipé d'une pile à combustible, qui permet de transformer l'hydrogène en énergie



Le navire expérimental « Energy Observer » revient d'un périple de sept mois en Europe du Nord.

électrique. Il est surtout capable de produire son hydrogène en autonomie grâce à l'eau de mer.

En trois ans, au fil de presque 20 000 milles nautiques (plus de 36 000 km) plusieurs briques énergétiques ont été essayées. Certaines comme une aile de traction ou des éoliennes verticales ont été débarquées. D'autres ont évolué, comme les panneaux photovoltaïques, qui recouvrent maintenant l'ensemble de la superficie exploitable du navire.

En mars dernier, après le 3<sup>e</sup> chantier

d'optimisation, le bateau a, de nouveau, quitté Saint-Malo; mais cette fois, cap sur l'Europe du Nord. Avec une nouvelle évolution : l'ajout d'ailes autoportées.

### Cap sur le Japon en 2020

Après sept mois qui a emmené l'équipage jusqu'au Spitzberg (archipel du nord de la Norvège située dans le Svalbard), la technologie est validée. « C'était intéressant, raconte le marin explorateur. Nous sommes allés vers la difficulté. Nous avons ren-

contré des conditions météo pas forcément évidentes. Ce nouveau système énergétique nous a montré que nous pouvions aller plus vite, plus loin et que c'était la bonne solution. » En janvier prochain, l'équipage, composé de marins professionnels, d'ingénieurs et de techniciens du CEA, prendra la mer pour un nouveau challenge : rejoindre le Japon avant juillet. Avec encore des innovations en test. À suivre...

Philippe GUÉGAN.

## « La solution est dans la mixité énergétique »

### Entretien



**Victorien Erussard**, capitaine et fondateur du projet et du catamaran d'exploration *Energy Observer*.

**En tant qu'officier de marine marchande, quelle est votre analyse de la marine de commerce actuelle ?**

Le transport maritime a besoin d'énormément de puissance, d'autonomie énergétique. Les navires de la flotte commerciale mondiale sont actuellement essentiellement propulsés par un fioul lourd, d'assez mauvaise qualité. C'est donc un secteur polluant. Ils sont notamment responsables d'importantes émissions de particules fines, d'oxydes d'azote (NOx) et d'oxydes de soufre (SOx). Mais ils émettent également chaque année, plusieurs centaines de millions de tonnes de dioxyde de carbone

(CO<sub>2</sub>). Selon l'Ademe (chiffres octobre 2012), c'est entre 10,1 et 32,5 grammes de CO<sub>2</sub> par tonne transportée sur un kilomètre pour un porte-conteneurs. C'est malgré tout au moins trois fois moins qu'un camion de 40 tonnes !

**Vous évoquez la propulsion des navires... Y a-t-il d'autres sources de pollution ?**

Nous revenons du Spitzberg, un endroit où l'on a besoin d'énormément d'énergie pour le chauffage et nous avons constaté que tous les bateaux, y compris de plaisance, utilisent tous des groupes électrogènes, donc du diesel. Ces bateaux sont tous équipés de moteurs thermiques, qu'ils utilisent pour produire de l'électricité et avec lesquels ils naviguent la plupart du temps. Et auparavant, depuis déjà le XII<sup>e</sup> siècle, c'était le charbon qui était utilisé pour le confort. Depuis la nuit des temps, nous avons besoin d'énormément d'énergie pour nous chauffer, nous nourrir, pour notre hygiène. La part d'énergie consacrée à la vie à bord est importante et est 100% carbone aujourd'hui.

**Existe-t-il une alternative écologique au diesel ?**

Oui. Elle passe nécessairement par la mixité énergétique. Le futur sera la propulsion électrique. Avec ce qui a été développé sur *Energy Observer*, nous montrons le potentiel des énergies renouvelables que nous arrivons à produire en temps réel. Sur notre navire laboratoire à propulsion électrique, nous commençons à avoir un système qui tient la route... Nous fonctionnons grâce à un mix d'énergies renouvelables, des panneaux solaires et des ailes, et une chaîne de production hydrogène produite à partir de l'eau de mer. Et lorsqu'il fait nuit et que le vent nous lâche, nous utilisons le stockage batteries, puis le stockage hydrogène grâce à une pile à combustible qui prend le relais.

**Ce modèle est-il transposable à la marine de commerce ?**

L'hydrogène, on y croit. En 2050, la flotte mondiale de commerce aura l'obligation de réduire de 50% ses émissions de gaz à effets de serre. Avec les nouvelles solutions actuelles, comme le gaz liquéfié (GNL), les

émissions de CO<sub>2</sub>, ne sont réduites que de 20%, même si les émissions de particules fines ont disparu. Et le bruit reste gênant. L'organisation maritime internationale (OMI) croit à l'hydrogène. Pas à la production embarquée, mais à du stockage sous forme d'hydrogène liquide (LOHC) qui pourrait révolutionner le transport maritime, grâce à des densités énergétiques qui se rapprocheraient du gasoil.

**À quelle échéance ?**

Notre bureau d'études réfléchit à ce type de stockage. Cette solution pourrait être proposée d'ici 5 à 10 ans. Cela doit être couplé à l'intégration solaire de nouvelle génération. Sans oublier des ailes de propulsions qui permettent de réduire de 15% à 45% les dépenses énergétiques. Un navire de commerce a une durée de vie de trente ans environ. Le *refit* des navires est possible, mais des solutions intégrées sur des bateaux neufs sont plus cohérentes. À échéance 2060, les bateaux à propulsion thermique devraient avoir disparu.



# Un espace de tensions imprévisibles

► **Défense.** La Marine nationale anticipe ce que nous réservent mers et océans à l'horizon 2050. Les forces navales recevront bientôt le sous-marin nucléaire d'attaque Suffren, qui naviguera jusqu'en 2060.

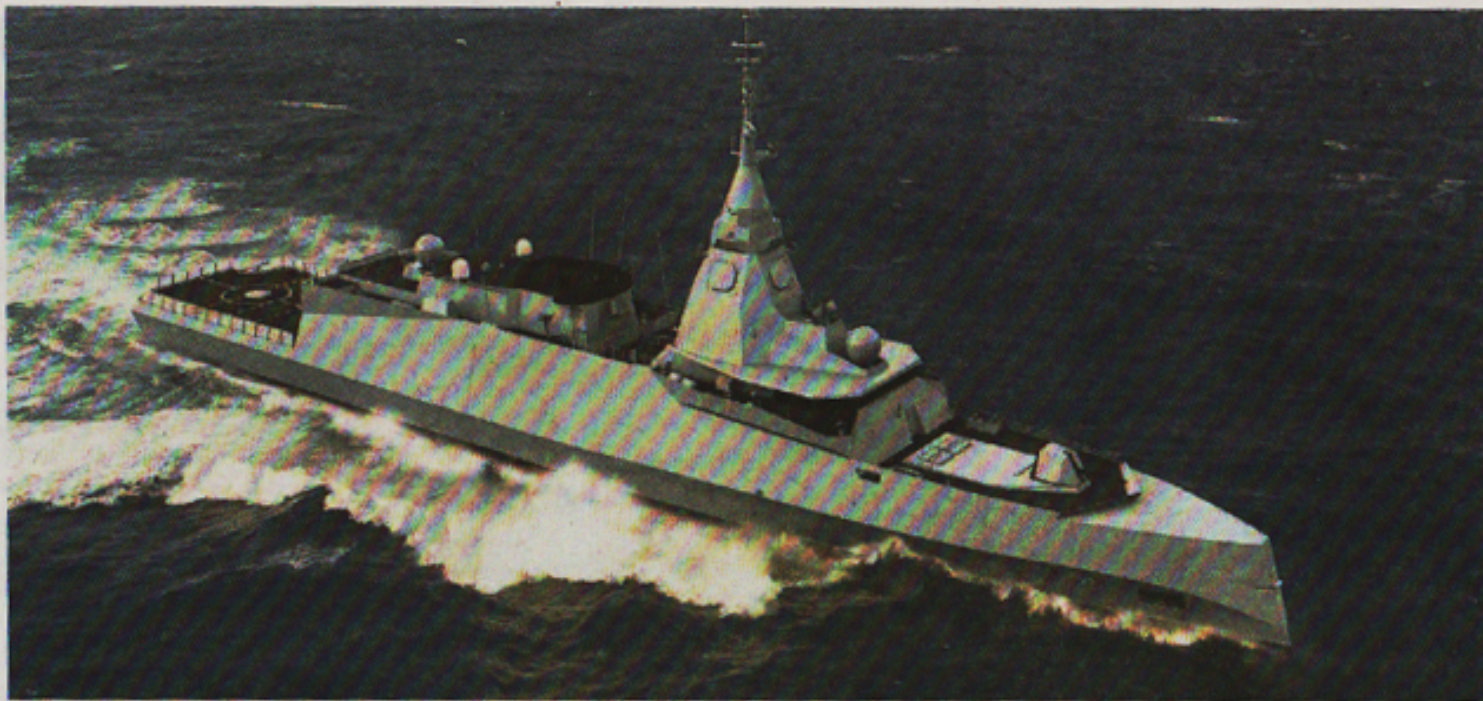
« Nous venons tout juste de produire un nouveau document prospectif sur ce sujet », confirme le capitaine de vaisseau Pierre de Briançon, chef du bureau Stratégie et politique à l'état-major de la Marine.

« Trois grandes tendances se dessinent et devraient s'amplifier », estime-t-il s'appuyant notamment sur les publications de nombreux instituts de recherche et think tanks en France et à l'étranger.

Première tendance : « L'accès à la haute mer, aussi bien en surface qu'en profondeur, ne sera plus l'apanage de quelques grandes puissances. » Il y aura de plus en plus de nations capables d'agir loin de leurs bases. Avec comme conséquences : « un durcissement de la conflictualité en mer ».

Parallèlement, la liberté de circulation, qui prévaut aujourd'hui à plus de 12 milles marins des côtes, « sera régulièrement remise en cause ». On l'observe déjà dans certaines zones d'intérêt comme le détroit de Taïwan qu'une frégate française s'est vu reprocher d'avoir franchi en avril.

Par ailleurs, les moyens militaires ne seront pas les seuls utilisés. « On verra se multiplier les modes d'action indirects, comme l'envoi de flottilles de pêche dans des zones



La frégate numérique « Belh@ra » qui devrait entrer en service vers 2025 et sera encore active au-delà de 2050.

contestées, l'utilisation d'ONG pour bousculer des équilibres établis. » Des campagnes médiatiques ou l'emploi du cyberspace pour manipuler les opinions ou entraver l'action de bâtiments sont également à craindre. Dans ce contexte, et compte tenu du fait que « nos intérêts maritimes sont mondiaux », la Marine nationale veut mettre l'accent sur la mobilité. « Il faudra être là où il faut, au bon moment

et s'opposer aux stratégies du fait accompli. »

Ce qui suppose une capacité à anticiper les crises. « Nous devons maintenir et renforcer notre supériorité informationnelle », estime encore Pierre de Briançon. Intelligence artificielle, gestion du big data, détection des signaux faibles... Ce sera ça aussi l'océan de demain !

Un océan où la France tentera de

conserver « des matériels différenciants » : nouveau porte-avions, système de combat aérien du futur (le remplaçant du Rafale), sous-marins nucléaires lanceurs d'engins de 3<sup>e</sup> génération... « Et aussi une multitude de drones. » Mais « l'humain restera toujours au cœur du système », assure la Marine.

Stéphane GALLOIS.



Dossier de Ouest France :  
L'océan demain  
27/11/2019

## L'océan du futur se découvre à la Cité de la Mer

► **Culture.** Plongée dans les abysses et découverte d'un monde à travers des espèces multimédias inédits, c'est le nouveau parcours à découvrir à Cherbourg dans la Manche.

« Il n'y aura pas d'océans de rechange; les hommes doivent s'en apercevoir avant qu'il ne soit trop tard. » Cette phrase, de l'acteur et réalisateur Jacques Perrin, conclut avec de sublimes images issues de ses tournages sous la mer, *L'Océan du futur*, le nouveau parcours de la Cité de la Mer, à Cherbourg. Ce « belvédère », comme aime à l'appeler le réalisateur, a dépassé l'été dernier les 4 millions de visiteurs avec huit ans d'avance ! Dans son écrin art déco, qui aurait pu accueillir des scènes d'un film de Jacques Demy, la Cité de la Mer se veut résolument engagée dans la préservation de nos mers, de leur faune et de leur flore.

### Bassin abyssal

Avec son nouveau parcours, qui vise un public familial, on s'amuse et on s'immerge. Ses espaces multimédias, ses tablettes tactiles, répondent aux exigences des jeunes visiteurs et font aussi la joie des parents et grands-parents. De salle en salle, de découverte en découverte on s'enfonce dans l'océan.

Des espèces de surface, avec son bassin abyssal, on passe à celles moins connues des fonds marins et celles invisibles de l'infiniment petit avec le plancton, source de toute vie sur terre. « **Le public doit ressentir partout la beauté et la force**



Le requin fait toujours son effet auprès des plus jeunes.

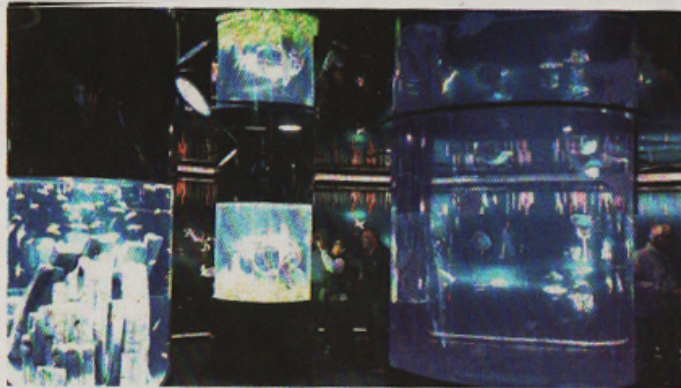
de l'océan, le dernier territoire sauvage », souligne le patron des lieux, Bernard Cauvin.

Et parce que la Cité de la Mer a décidé d'affoler nos sens, au-delà de l'ouïe et du toucher, avec un bassin tactile habité par des raies et autres

petits requins, elle nous emmène dans les secrets de grands chefs normands. Une idée originale, unique, qui via une grande table tactile, nous permet de composer un menu océanique.

Nicolas DENOYELLE.

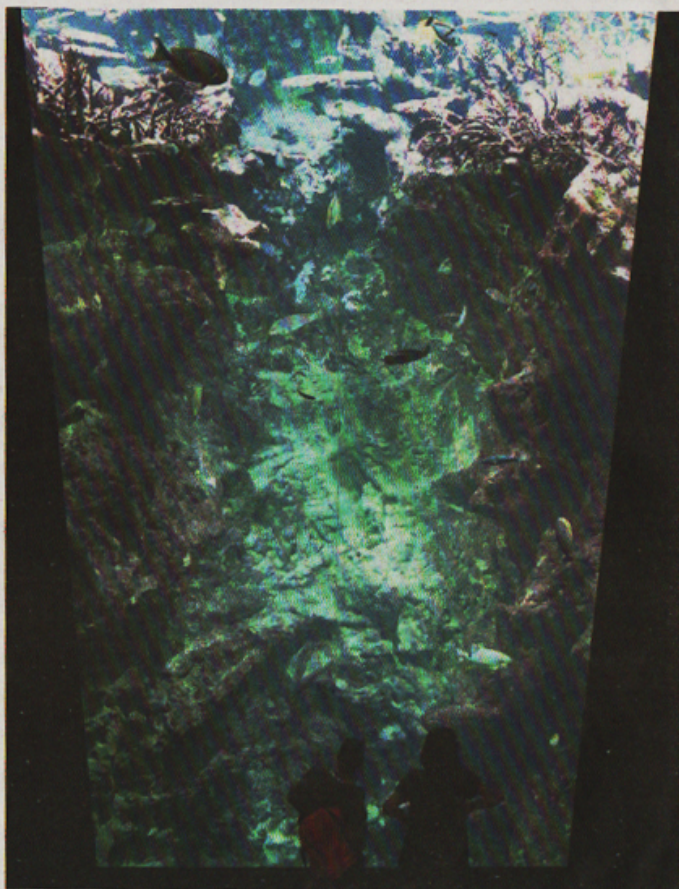
**La Cité de la Mer.** Ouverte tous les jours, de 10 à 18 h, allée du Président-Menut à Cherbourg-en-Cotentin. Tarifs : 19 €, 14 € (de 5 à 17 ans), gratuit pour les moins de 5 ans. Site : [citedelamer.com](http://citedelamer.com) Tél. 02 33 20 26 27.



Dans une des salles, des colonnes lumineuses subliment certaines espèces comme les méduses.



Du bathyscaphe original à une réplique du sous-marin vertical du réalisateur James Cameron, dans la grande halle art déco de la Cité de la Mer, une collection extraordinaire de submersibles et leur record de descente dans les abysses.



À Cherbourg, la Cité de la Mer possède l'aquarium le plus haut d'Europe. Les visiteurs, avant de quitter l'Océan du futur, passent dessous.



Dossier de Ouest France :  
L'océan demain

« La vie existe là où on ne s'y attend pas »

► **Culture.** L'océanographe Catherine Vadon vient de publier *Océan sauvage*, aux éditions Glénat. Une occasion exceptionnelle d'en apprendre beaucoup sur la richesse et la beauté de la biodiversité marine.



Thons et requins autour d'un banc de poissons. Une des photos du livre de Catherine Vadon, paru aux éditions Glénat.

Entretien



**Catherine Vadon,** maître de conférences au Muséum national d'histoire naturelle de Paris.

Quelle est la biodiversité de nos côtes, dans l'Atlantique et la Manche ?

Avant de parler de biodiversité, on a des milieux naturels très divers... On a des côtes rocheuses (comme au Croisic), de la côte sableuse (ce qu'on voit à La Baule), on a aussi des marais salés, mais aussi des milieux estuariens, à l'endroit où les cours d'eau se jettent dans la mer. Le long de nos côtes, on a une mosaïque de ces milieux naturels qui sont très différents, mais qui sont interconnectés entre eux : avec les mouvements de l'eau, on a un transport de larves, de particules alimentaires, etc.

Sur nos littoraux rocheux, on a par exemple des algues extrêmement importantes, les laminaires. Ce sont de grandes algues brunes qui peuvent faire cinq mètres de long. Par coefficient de grande marée, on les voit sur les rochers. Quand l'eau revient, à la verticale, elles forment de vraies forêts sous-marines, qui sont des zones très peuplées par des oursins, des étoiles de mer, des poissons, etc. Elles sont très importantes pour l'équilibre de la côte, que ce soit pour la vie marine ou l'oxygénation de l'eau.

Est-ce que le réchauffement climatique peut avoir des conséquences sur notre littoral ? Par exemple : de plus en plus de méduses ?

Chaque espèce vivante a besoin d'un certain nombre de paramètres, que ce soit la température, la salinité, l'éclairement, l'oxygénation de l'eau... Certaines espèces sont très sensibles à la moindre variation de ces paramètres, d'autres tolèrent mieux le changement, au moins pendant un certain temps. On constate partout dans le monde que les pullulations de méduses sont de plus en plus fréquentes. C'est un phénomène naturel qui a toujours existé. Pourquoi y en a-t-il de plus en plus ? Depuis quelques décennies, on a entrepris de faire disparaître des prédateurs de méduses, comme certains poissons ou les tortues marines. En plus, au niveau local, l'eau se réchauffe : le plancton est plus abondant, donc ça donne plus de nourriture aux larves de méduses, qui vont avoir plus de facilités à se reproduire.

Comment les espèces s'adaptent-elles pour survivre ?

Quand on regarde bien, toutes les espèces s'adaptent à leur milieu, pour se défendre, se reproduire et manger... Si on prend la côte du Croisic battue par les vagues, pour pouvoir habiter là, il faut être hautement spécialisé ! Il faut pouvoir résister aux marées : quand on est à sec, il faut pouvoir subir le soleil et la pluie, il faut aussi résister aux vagues et aux grosses tempêtes... Tout ça dans un milieu qui pourrait nous paraître banal ! Par exemple, les patelles aussi appelées « chapeaux chinois ».



Une vision terrifiante venue des abysses.

Photo Researchers, Dan E. F.

Pour les enlever à la main d'un rocher, c'est quasi impossible grâce à un effet ventouse qui fonctionne à 100%. Avec les canicules qu'on a connues cet été, tenir à sec pendant six heures de marée basse, il faut pouvoir !

Et nous, pouvons-nous nous en inspirer ?

Il y a, par exemple, la peau du requin, qui, sur la carlingue de certains avions permet de minimiser les forces de frottement, ou des pneus inspirés du requin pour éviter l'aquaplaning. Ce qui est très intéressant, c'est aussi les médicaments de la mer. Les organismes fixés au fond, qui ne peuvent pas fuir les prédateurs, utilisent l'arme chimique, avec l'émission de molécules qui peuvent être utiles pour faire des médicaments anti tumoraux ou anti tuberculeux.

Y a-t-il encore des découvertes à faire ?

Oui, bien sûr ! Aujourd'hui, on connaît 275 000 espèces dans l'océan, or, les

chercheurs disent qu'on pourrait en découvrir un à deux millions. Les deux sources de découverte probables sont les grands fonds avec de nouveaux écosystèmes, et le monde des micro-organismes, des bactéries et même des virus.

Est-ce important de transmettre ces connaissances ?

Oui, surtout pour les océans, où la recherche avance assez vite. C'est passionnant de pouvoir raconter ces nouvelles connaissances. Aucune vision catastrophiste n'est créatrice ni d'énergie, ni d'envie. Au contraire, il faut regarder à quel point la vie est diversifiée avec des adaptations extraordinaires. La vie existe à des endroits où on ne s'y attend vraiment pas. Si on améliore la connaissance, on aura d'autant plus envie de se mobiliser et de protéger cette vie.

Recueilli par Marie JOUSSEAUME.



« Océan sauvage Biosphoto », de Catherine Vadon. Ed. Glénat 2019. 192 pages. 39,50 €.



# Pourquoi les tempêtes viennent-elles de l'Ouest ?

► **La question pas si bête.** Un coup, il vient du nord. Une autre fois du sud. Parfois, il semble même tourner. Il s'engouffre dans la chambre quand on l'aère au petit matin. Mais, nom de Zeus (ou plutôt d'Éole), d'où vient-il ?



La façade ouest des côtes françaises est souvent soumise à des vents violents. Mais il peut aussi arriver par l'est !

Brise, coup de vent, tempête, ouragan... Les douze vitesses de vent classées sur l'échelle de Beaufort sont aussi évolutives que la Terre est diverse.

Le vent est simplement un courant d'air au sens premier du terme, comme si des masses d'air s'engouffraient dans des couloirs. Exactement comme celui qui fait claquer les portes dans notre maison. Eh, oui ! L'adage qui dit que la nature a horreur du vide est la meilleure des explications à la naissance des vents.

Ce sont ces masses d'air qui occupent l'espace et se répartissent entre hautes (anticyclone) et basses pressions (dépression). Le viatique

de tout météorologue. Quand une masse d'air se réchauffe, elle se dilate, devient moins dense donc plus légère. Elle monte, créant un vide aussitôt comblé par une autre masse d'air froid. Plus l'écart est important entre les zones de haute et de basse pression, plus le vent est fort.

### Une différence entre terre et mer

Un va-et-vient qui n'est pas près de s'arrêter, car les masses d'air se refroidissent, puis se réchauffent et vice versa. Le tout étant accentué par le rayonnement solaire, la rotation de la Terre ou la différence de tempé-

rature de surface, notamment entre terre et mer... Le sol subissant plus rapidement les variations de température que les océans, il y a toujours un écart de température entre les deux. Vous comprenez pourquoi il y a toujours du vent en bord de mer.

En parlant d'eau, si on dit qu'elle est indispensable à la vie, le vent ne l'est pas moins. Il permet les migrations des insectes, des oiseaux, mais a aussi littéralement sculpté la nature. Si les hommes en ont fait un élément important de mysticisme, ils ont su l'utiliser avec pragmatisme : hier moulins à vent pour tous types de productions, aujourd'hui éo-

liennes pour l'énergie, déplacement des bateaux... Moins connu pour le profane, son rôle dans l'aviation. Au décollage, les pilotes profitent du vent de face pour augmenter la portance. Puis, en altitude, ils prennent des courants-jets ou jetstream (vents rapides au-dessus de 7 000 mètres), qui viennent surtout de l'ouest.

Retour sur la terre ferme : comment les plantes pourraient-elles se reproduire sans ces vents qui servent à la dispersion des spores, pollens et graines ? On ne se plaindra plus de cette petite brise.

Alexandre MARSAT.

## La mer en bref

### «Le plastique, c'est dramatique...»



«Le plastique, c'est fantastique...» L'air est connu ! Mais un peu démodé, maintenant. En 1991, le groupe nantais Elmer Food Beat signalait un tube avec cette ritournelle rock célébrant l'amour protégé des années Sida. Presque 30 ans après, le combo mené par Manou (le chanteur à casquette), réactualise son hit dans l'air du temps, forcément écolo, rebaptisé «Le plastique, c'est dramatique». Une relecture, imaginée pour accompagner le projet «Manta», le bateau nettoyeur de l'association The Sea Cleaners.

### Un «océan de gouttes d'eau», avec Suez

Depuis le 1<sup>er</sup> octobre, l'entreprise Suez a lancé la première édition de son appel à projets baptisé «Un océan de gouttes d'eau». Ce dispositif a pour objectif de soutenir les initiatives locales liées à la protection des océans et des eaux douces mises en place par des écoles, organismes et associations à l'échelle des quatre régions : Bretagne, Pays de la Loire, Normandie et Centre-Val de Loire. Cet appel à projets est ouvert aux associations, écoles ou organismes portant une initiative concrète, ponctuelle ou récurrente comme, par exemple : le nettoyage de littoral, plages, berges et rivières, des actions anti-pollution, des actions en faveur de la biodiversité, ou des actions, en faveur du recyclage ou du réemploi de déchets... Pour y participer ? Le dossier de candidature est disponible sur : [openresource.suez.com](http://openresource.suez.com)

### Nouveau crustacé au Japon

Lundi 28 octobre, des chercheurs japonais ont découvert une nouvelle espèce de crustacé, dans la gueule d'un requin-baleine ! Baptisé *podocerus jinbe*, ce gammaridé (entre la puce et la crevette) de 5 mm de long est doté de pattes poilues pour attraper des micro-organismes.

### Éolien : New York a signé

Le Danois Ørsted et le Norvégien Equinor ont signé les contrats de rachat de l'électricité de l'État de New York (NYSERDA) pour les deux parcs éoliens imaginés au large de la métropole américaine. Ces accords courent sur une période de 25 ans. Début des travaux en 2022, mise en service en 2024.

## 300

En 2020, le Shom fêtera ses 300 ans d'existence.

Cet organisme d'État est l'héritier du tout premier service hydrographique créé au monde, pour conserver cartes et plans de marine. C'était en 1720, sous le roi Louis XV. Tout au long de l'année 2020, de nombreux événements marqueront cette célébration. Expositions, journées d'étude, ou conférences sont ainsi annoncées à Saint-Mandé, Brest, le château de Vincennes, ou encore le Musée du Quai Branly à Paris, à partir de février. Les équipes du Shom seront aussi présentes dans plusieurs salons, dont le Nautic dès le 7 décembre, porte de Versailles à Paris.



# La mer commence sur terre, sa pollution aussi

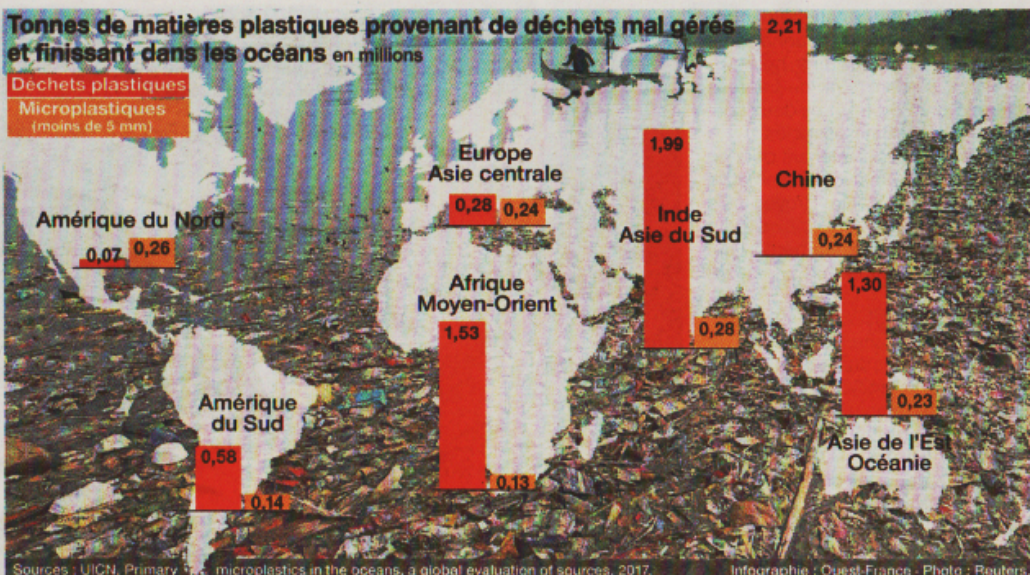
► **Environnement.** On le sait : la pollution terrestre se retrouve vite dans les océans. Si l'Europe bouge enfin, le reste du globe peine à s'y mettre...

Les images chocs d'animaux marins pris dans les mailles de déchets plastiques soulèvent chaque fois la même indignation. Cette pollution massive de l'océan prend ses racines à terre. Les morceaux de plastique suivent le courant jusqu'à l'embouchure des fleuves avant de se lancer dans l'immensité et de finir dans les « gires », ces courants circulaires qui stockent et concentrent les polluants de toutes sortes.

### « Dix fleuves à cibler »

Combien de tonnes de ces plastiques sont ainsi charriées ? « À l'échelle de la Seine, on observe environ 1000 tonnes de plastique chaque année », présente Bruno Tassin, directeur de recherche au laboratoire Eau, Environnement et Systèmes Urbains de Marne-la-Vallée (Seine-et-Marne). Ce millier de tonnes s'échoue de nombreuses fois sur son parcours fluvial, et les différents barrages et systèmes de collectes en récoltent une partie. « Seulement 100 à 200 tonnes » atteignent finalement l'océan...

Ce phénomène ne se cantonne pas à l'Europe, qui fait même figure de bon élève grâce à un système de tri éprouvé. Selon une étude de 2017 du Centre Helmholtz (Allemagne) pour la recherche environnementale, 88 à 95% de la pollution plastique provient de huit fleuves asiatiques ainsi que du Nil et du Niger, en Afrique. « Cibler ces dix cours d'eau pourrait permettre de diviser par deux l'apport en plas-



tique. Pour y parvenir, il serait nécessaire d'améliorer la gestion des déchets et de sensibiliser le public à la question », explique Christian Schmidt, le responsable de l'étude.

« À l'échelle mondiale, c'est 1 à 10 millions de tonnes de plastique qui se retrouvent chaque année dans l'océan, précise Bruno Tassin. Cette quantité annuelle est largement supérieure aux quelques centaines de milliers de tonnes obser-

vées à la surface. Cela veut dire que la majorité des déchets sont fragmentés et sédimentés. »

En d'autres termes, ils coulent et se mélangent à la mer elle-même. Leur élimination devient alors un vrai casse-tête... Bien plus compliquée et coûteuse.

Baptiste CESSIEUX.

**Fin du plastique jetable en Europe**  
C'est décidé ! À partir de 2021, les

plastiques à usage unique comme les couverts, pailles et autres cotons-tiges seront purement et simplement interdits dans l'Union européenne. Cette réglementation, votée le 27 mars 2019, fixe également un objectif de collecte des bouteilles à 90% d'ici 2029. Le texte inclut également une responsabilité élargie pour les producteurs d'emballages. C'est-à-dire qu'ils devront inclure la fin de vie dans le prix initial de leurs produits.

# Ils surveillent les bactéries résistantes

► **Sciences.** En Nouvelle-Aquitaine, les premiers résultats de l'étude Aqulitt montrent que ces bactéries se concentrent avec l'activité humaine. Explications.

Personne ne s'était encore penché sur la microbiologie du littoral aquitain. C'est désormais chose faite, avec l'étude baptisée Aqulitt ! Les premiers résultats ont été dévoilés, en octobre, sur l'un des sites étudiés en Nouvelle-Aquitaine, celui d'Arcachon (Gironde). L'étude a été lancée en mai 2017 et s'achèvera l'an prochain. 300 prélèvements ont déjà été réalisés sur cinq zones des 700 kilomètres du littoral de Nouvelle-Aquitaine : bassin d'Arcachon, estuaire au niveau de Soulac/Le Verdon (Gironde), Île d'Oléron (Charente-Maritime), La Rochelle et Bayonne.

Ces premiers résultats sont assez conformes à ce que les chercheurs avaient imaginé. Les bactéries antibiotiques restent proches des zones où l'être humain est très présent et actif. Rien d'anormal, puisque l'utilisation massive des antibiotiques chez l'homme et dans l'élevage a entraîné l'apparition de micro-organismes antibiotiques. Ils peuvent cependant aussi apparaître naturellement, plus au large, puisque l'antibiotique provient d'une moisissure naturelle.

Mais pourquoi relever particuliè-



Fatima M'Zali (spécialiste de l'antibiorésistance) et Vital Baude (conseiller régional Nouvelle-Aquitaine, délégué au littoral).

rement les bactéries résistantes aux antibiotiques parmi les nombreux autres organismes potentiellement polluants ? « Parce qu'il est essentiel de lutter contre la diffusion de l'antibiorésistance dans l'environnement, explique Vital Baude, conseiller régional Nouvelle-Aquitaine, délégué au littoral, dont la collectivité finance, avec les Fonds européens, Aqulitt. Cette

étude est un outil pour identifier les réservoirs de bactéries, leur origine, leur diffusion, et donc permettre une stratégie de lutte efficace, et garantir la qualité de l'eau. » Le coût de cette étude est de 730 000 € sur trois ans.

Il ressort aussi de cette étude, qui balaye large, que le littoral aquitain abrite de très nombreux micro-organismes qui pourraient être valori-

sés. On les trouve particulièrement dans des algues ou viscères de poissons. « Cet inventaire complet nous permet de connaître et de montrer aussi toute la richesse microbiologique sur le littoral. Ces ressources pourront ensuite être exploitées par des acteurs économiques », explique la docteure Fatima M'Zali qui dirige le laboratoire Aquitaine microbiologie en charge de l'étude (Université de Bordeaux/Adera).

Comment ce laboratoire procède-t-il pour recueillir toutes ces données ? Marc Rubio, un animateur pêche et nature de Charente-Maritime, travaille pour le compte du labo. Il effectue les prélèvements sur tous les points identifiés du littoral à bord de son bateau. Concrètement, il ramasse du sable, des algues, de la vase, de l'eau et des poissons. Mais à la différence d'un pêcheur ordinaire, il porte des gants, utilise des leurres à usage unique, et stérilise tout le matériel. Interdiction de souiller les échantillons, car ils détermineront la future cartographie de la microbiologie.

Bruno BÉZIAT.



Dossier de Ouest France :  
L'océan demain  
27/11/2019

## De l'écaïlle de poisson à la place du plastique ?

► **Innovation.** Au Pays basque, deux cousins, Erik et Édouard, ont inventé un nouveau matériau : la scalite. Un futur concurrent pour le plastique ?

L'écaïlle de poisson, cauchemar des pêcheurs quand elle bouche leurs évier, fait au moins des heureux. Deux précisément : Erik de Laurens et Édouard de Dreuzy. Les deux cousins se sont même associés il y a plus de deux ans maintenant pour en tirer un nouveau matériau, alternative au plastique, la scalite. Broyée puis compressée, l'écaïlle de poisson se révèle être un « matériau génial, qui n'a besoin d'aucun additif », assure Édouard.

C'est lui, spécialisé en marketing, qui a convaincu son cousin, Erik de Laurens, inventeur du matériau, de se lancer dans le projet baptisé Scale, d'abord à Bayonne, puis, depuis cet été à Anglet, dans la pépinière d'entreprises Arkinova. « On a investi dans du matériel et on a créé des nouveaux procédés pour rendre le matériau plus beau et plus performant », explique Édouard. L'équipe s'est aussi agrandie avec l'arrivée de Jules Colin, ingénieur.

### Thermocompression

La scalite tire son origine d'un questionnement, celui d'Erik de Laurens, qui cherchait alors comment remplacer le plastique par un matériau issu du vivant, recyclable et compostable. La réponse, il la trouve à Londres, où il travaille, dans le domaine de l'alimentaire. « Ce sont les poissonniers londoniens qui le fournissent en chute d'écaïlles de poissons exotiques », raconte le cousin Édouard.

De retour en France, la question de l'approvisionnement se pose une nouvelle fois. C'est un mareyeur breton qui leur a fourni leurs premières écaïlles de sardine, trouvant ainsi le



Édouard de Dreuzy, l'un des deux fondateurs de Scale.

moyen de se débarrasser de ces résidus qui bouchaient ses évier après chaque pêche. « L'écaïlle doit ensuite être rapidement traitée, séchée, puis réduite en poudre, avant d'être transformée en plastique grâce à la thermocompression », explique Édouard.

Depuis cet été, les deux entrepreneurs ont également ajouté une corde à leur arc : le saumon. « On a une nouvelle source d'approvisionnement avec des industriels de la

région. L'écaïlle de saumon, c'est la même matière avec une nuance dans les caractéristiques qu'on est en train de travailler... »

Le résultat de cette transformation, ce sont des plaques subtilement marbrées, aux couleurs différentes, que l'on peut ensuite modeler en objet, à l'instar de mobilier, d'objet de design, de montures de lunettes, de dérives de planches de surf... En bref, des objets qui étaient jusque-là en plastique et qui sont maintenant de la scalite.

« En 2020, on développe nos premiers marchés avec de la production en nombre, notamment sur des accessoires électroniques, sur des montures de lunettes ou sur du mobilier. On est à la phase des prototypes », assure Édouard de Dreuzy.

« On a envie d'augmenter notre capacité de production, il faut qu'on passe à un stade plus important », ajoute-t-il. Le plastique peut déjà trembler.

Carole SUHAS.

## Des livres pour mieux connaître la mer

► **Culture.** Sélection de trois livres parus aux Éditions Ouest-France, qui racontent des histoires de bateaux, de marins, de phares... pour un Noël au goût de l'océan !

### Phares du monde

Depuis celui d'Alexandrie dans l'Égypte des pharaons (l'une des Sept Merveilles du monde antique), les phares exercent un pouvoir d'attraction et de fascination certain sur les hommes. En près de 480 pages, le Brestois Jean-Christophe Fichou déroule toute sa connaissance encyclopédique de ce sujet qu'il étudie depuis 40 ans. Balisant les côtes, guidant les marins à bon port, les phares ont été les anges gardiens des marins de toutes les mers du globe, avant l'ère récente des satellites et du GPS. L'auteur breton raconte donc la belle histoire des phares du monde, de leur conception technique aux exemples les plus emblématiques : celui de l'île de Belém (à Lisbonne), la Punta San Raineri (en Sicile), celui perché de l'île de Kalsoy (dans les Féroé), ou encore le projet de la Lighthouse Tower de Dubaï qui devrait culminer à 400 m ! Jean-

Christophe Fichou nous fait aussi découvrir quelques beaux exemples plus méconnus de phares métalliques. Dessins techniques, cartes anciennes et surtout de superbes photos complètent ce voyage. Au final, voilà un beau tour du monde maritime qui donne envie d'aller voir de ses propres yeux ces géants bienveillants. Prix : 29 €.

### L'Étoile au soleil de minuit

Née en Angleterre en 1959, mais tombée amoureuse de la France depuis un week-end passé à Brest en 1988, Anne Smith est devenue « Peintre officiel de la Marine » en 2005. Un privilège, autant qu'un devoir, qui lui donne accès aux navires de la flotte militaire française. Bien décidée à vivre comme un marin, l'artiste a posé paquetage et pinceaux à bord de l'Étoile, une des deux goélettes de la Marine nationale. Côté dépaysement, elle n'a pas eu à se plaindre car

le bateau a pris la direction du Groenland, en passant par les Îles Féroé et l'Islande. Sur près de 220 pages, Anne Smith déroule sa navigation vers le grand nord, mêlant textes et croquis. Un voyage quasi initiatique pour cette femme de 60 ans, qui avoue détester le froid et souffrir du mal de mer ! Prix : 20 €.

### Six explorateurs et leurs navires

Le Grec Pythéas, le viking Erik Le Rouge, le Chinois Zheng He, le Portugais Magellan, l'Anglais Cook et le Français Charcot : voilà certains des plus célèbres explorateurs et marins de l'Histoire. Le temps d'un petit livre ludique, les deux auteurs Anne-Florence Lemasson et Dominique Ehrhard proposent de découvrir leurs périple à travers les océans, mais aussi les navires qui ont permis ces prouesses ! Originalité : avec l'emploi de la technique dite du « pop-up »,

l'Artémis à la Flèche, l'Endeavour ou le Pourquoi Pas IV dressent leurs mâts au fur et à mesure que l'on tourne les pages ! Idéal pour donner des envies de découverte, d'exploration aux plus jeunes, voire même des vocations de marins au long cours ! Prix : 22 €.

Ludovic RENOULT.



« Six explorateurs et leurs navires » contient des bateaux en pop-up.