ISSN 1635-3064

INSTITUT PAUL RICARD OCÉANOGRAPHIQUE

LA LETTRE D'INFORMATION

DOSSIER

ALLIÉ DU CLIMAT

LE CARBONE BLEU

Souffle de l'Océan...

N°17 - 2019

OCÉAN, CLIMAT, BIODIVERSITÉ

Triangle vital pour l'avenir

Nous savons aujourd'hui que 50 % de l'oxygène disponible sur la planète vient de l'Océan ; les experts internationaux du climat (GIEC) ont réalisé un rapport spécial sur l'océan et la cryosphère.

L'Océan et le climat sont désormais au cœur des négociations des grandes conférences internationales, et l'importance de leurs interactions est sans équivoque… Mais pour atteindre notre objectif vital de réduction des émissions de CO_2, lutter contre les dérèglements climatiques dont nous sommes responsables, il va falloir accélérer nos transitions et mettre l'innovation durable au cœur de toutes nos actions.

En effet, il est essentiel que le Vivant soit au centre de nos préoccupations, puisque c'est la biodiversité marine et terrestre qui nous permettra, pour reprendre la belle expression d'Emmanuel Delannoy, de réconcilier la technosphère et la biosphère dont nous dépendons.

Par ailleurs, il nous faut garder à l'esprit les fonctions vitales des écosystèmes pour la survie des sociétés humaines, telles que la production de l'oxygène de l'air, la filtration naturelle de l'eau, ou encore la capacité de stockage du carbone atmosphérique… Ce que l'on appelle le carbone bleu absorbé par les écosystèmes marins, et plus particulièrement les petits fonds côtiers, tels que les herbiers de Posidonie, les récifs coralliens, les mangroves et les marais salés. Des études sont en cours pour évaluer également l'action du plancton.

Nous devons faire évoluer notre perception de la biodiversité et ne plus la considérer comme une problématique négative mais comme une source de solutions positives.

Avec l'émergence des solutions fondées sur la nature, l'Océan s'affirme comme l'allié fondamental dans l'adaptation au changement climatique et dans l'atténuation de ses impacts. C'est ce qu'expliquent, dans notre dossier, des scientifiques de renom. Ils partagent leur expertise et leur vision sur le carbone bleu pour en dévoiler les mécanismes, mais aussi analyser sa portée stratégique et financière.

Préserver et protéger l'Océan, c'est lui permettre de continuer à remplir sa fonction essentielle de souffle vital pour la planète. C'est aussi conserver la biodiversité marine, qui est à la source du… carbone bleu.

Plus que jamais, notre avenir s'inscrit dans le triangle fragile des interactions entre Océan, climat et biodiversité dont l'équilibre naturel de la planète et donc de nos sociétés dépend.

Pour finir, je souhaite adresser mes remerciements à toutes les personnalités et experts, et notamment de la Plateforme Océan & Climat, qui ont pris le temps de partager leurs connaissances afin d'éveiller nos consciences.

Patricia Ricard
Présidente de l'Institut océanographique Paul Ricard

// DOSSIER / LE CARBONE BLEU

· ENTRETIEN AVEC LAURENT BOPP 6

Le carbone dans tous ses états

1 / Échanges de carbone sur notre planète : un cycle complexe en équilibre instable 8

2 / Emballement de l'activité humaine et profonds dérèglements du système océanique : acidification, changement climatique 14

3 / Des solutions pour atténuer les dérèglements climatiques et s'adapter 22

· ENTRETIEN AVEC DOROTHÉE HERR 28

1 / Les habitats côtiers végétalisés, principales sources de carbone bleu 29

2 / Le carbone bleu comme valeur d'incitation économique, et source de revenus 36

· ENTRETIEN AVEC CHLOË WEBSTER 40

1 / En Méditerranée, la Posidonie, espèce emblématique du carbone bleu 41

2 / Les Aires Marines Protégées, outils de stockage de carbone bleu 48

// INFORMATION / CARNET DE BORD

· Recherche 54
· Médiation internationale 58
· En bref 61
· Sensibilisation 62

· Sommet des deux rives
Des engagements pour une nouvelle ambition en Méditerranée 64

LETTRE D'INFORMATION DE L'INSTITUT OCÉANOGRAPHIQUE PAUL RICARD N°17 - 2019

Institut océanographique Paul Ricard
île des Embiez
83140 Six-Fours-les-Plages
Tél : 04 94 34 02 49
E-mail : embiez@institut-paul-ricard.org
www.institut-paul-ricard.org

Couverture *- Herbier de Posidonie : les longues frondaisons sont bien exposées à la lumière du soleil. (Ph. Adobe Stock/R. Carey).*

Directrice de la Publication : Patricia Ricard - **Rédacteur en chef :** Christian Frasson-Botton **Rédaction :** Claire Bertin, Isabelle Croizeau, Christian Frasson-Botton, Alain Riva, Nardo Vicente - **Comité de rédaction :** Patricia Ricard, Nardo Vicente, Christian Frasson-Botton, Alain Riva (consultant en biologie), Claire Bertin, Isabelle Croizeau, Jean-Luc Bonnefont - **Traductions de textes :** Véronique Gonfreville - **Maquette :** Ouvreboîte, Marseille - **Impression :** Groupe Taurrus Impression, Marseille. Papier 100% recyclé, label Imprim'vert 2009 - **Dépôt légal :** juillet 2019

INSTITUT PAUL RICARD OCÉANOGRAPHIQUE

www.institut-paul-ricard.org

Le carbone bleu, souffle de l'Océan…

ENTRETIEN AVEC LAURENT BOPP
Directeur de Recherche CNRS au Laboratoire de météorologie dynamique (LMD), Institut Pierre-Simon Laplace (IPSL), Paris

Entretien à l'École normale supérieure de Paris, dans le Quartier latin. Toute la pertinence et la pédagogie d'un enseignant-chercheur pour rendre accessible un sujet complexe : le cycle du carbone et les interactions Océan-Climat.

“Nous avons mis un grand bazar dans le système climatique et l'Océan”

ENTRETIEN AVEC DOROTHÉE HERR
Responsable du service Océans et changement climatique, Union internationale pour la conservation de la nature (UICN)

À Paris, rencontre avec une scientifique venue d'Allemagne avant de reprendre sa course planétaire en faveur de la lutte contre le changement climatique, notamment à travers le carbone bleu. Un discours convaincant, parfois militant, dans le bon sens du terme.

“Encourager une meilleure gestion des écosystèmes côtiers par des politiques diverses en matière de changement climatique et d'incitations financières”

ENTRETIEN AVEC CHLOË WEBSTER
Consultante scientifique en environnement marin

Entretien sur l'île des Embiez (Var) avec une spécialiste de la Méditerranée, longtemps impliquée dans le réseau des gestionnaires d'Aires Marines Protégées *MedPAN*. Des propos documentés et engagés, un focus sur le carbone bleu et ses enjeux dans un mini-océan.

“En Méditerranée, les Aires Marines Protégées sont des outils clés de gestion dans la préservation de la biodiversité et une des réponses au changement climatique”

Ph. DR

« GAGNER LA BATAILLE DU CLIMAT »

C'est l'appel lancé (*) par le secrétaire général des Nations unies, Antonio Gutterres, en soutien à la colère des étudiants d'une centaine de pays. Tous manifestaient dans la rue, le 15 mars 2019, pour demander une action urgente contre les changements climatiques.

« Malgré des années de pourparlers […], regrette Antonio Gutteres, *le niveau des mers monte, les récifs coralliens sont à l'agonie, et nous commençons à voir les conséquences mortelles sur la santé, que ce soient par la pollution de l'air, les vagues de chaleur ou les risques sur la sécurité alimentaire.*

Un Sommet Action Climat
23 septembre 2019, New-York

Heureusement, enchaîne-t-il, *nous avons l'Accord de Paris, un cadre précurseur, viable et tourné vers l'avenir, qui énonce précisément ce qui doit être fait pour mettre un terme au dérèglement climatique et en inverser les effets. »*

Le Secrétaire général de l'ONU a effectué une visite dans le Pacifique Sud, notamment à Tuvalu (photo) pour mettre en lumière les effets néfastes du changement climatique dans certaines régions : élévation du niveau de l'Océan et phénomènes météorologiques extrêmes contribuant à l'inondation des terres basses. Cette visite se situait dans la perspective du Sommet Action Climat (Ph. UN Photo/Mark Garten).

Ph. AdobeStock/Dmitry

Mais selon Antonio Gutterres, il faut « impérativement » aller plus vite et plus loin, donner un nouveau souffle à cet accord universel de 2015 afin de renforcer les stratégies pour atteindre les objectifs fixés, rehausser les ambitions climatiques.

À cet effet, le secrétaire général de l'ONU invite les dirigeants des États, du milieu des affaires et de la société civile, à un Sommet Action Climat, le 23 septembre 2019, à New York.

Les solutions ambitieuses existent : réduction des émissions de gaz à effet de serre, développement des énergies renouvelables, gestion durable des océans, moyens d'atténuer les effets des changements climatiques, notamment par des solutions fondées sur la nature… Autant de questions à mettre sur la table des débats de l'ONU, autant de thèmes qui sont, pour la plupart, abordés dans le dossier de cette *Lettre* sur le carbone bleu.

« Je sais que la jeunesse peut changer le monde, et qu'elle le fait déjà […], conclut Antonio Gutterres. *Plus je vous vois vous engager et défendre vos convictions, plus je suis certain que nous finirons par gagner la bataille. »*

(*) Dans une tribune du quotidien Le Monde *(20 mars 2019).*

Ph. C.F.-B
Ph. xx

ENTRETIEN AVEC

LAURENT BOPP

Directeur de Recherche CNRS au Laboratoire de météorologie dynamique (LMD), à l'Institut Pierre-Simon Laplace (IPSL), Paris

CARBONE CO2 BLEU

> *« Nous avons mis un grand bazar dans le système climatique et l'Océan »*

LE CARBONE DANS TOUS SES ÉTATS…

1 / ÉCHANGES DE CARBONE SUR NOTRE PLANÈTE : UN CYCLE COMPLEXE EN ÉQUILIBRE INSTABLE

2 / EMBALLEMENT DE L'ACTIVITÉ HUMAINE ET PROFONDS DÉRÈGLEMENTS DU SYSTÈME OCÉANIQUE

3 / DES SOLUTIONS POUR ATTÉNUER LES DÉRÈGLEMENTS CLIMATIQUES ET S'ADAPTER

PARCOURS

LAURENT BOPP

Laurent Bopp se définit comme climatologue et océanographe. *« Je m'intéresse au rôle de l'Océan dans le système climatique, le changement climatique et, en particulier, au cycle du carbone. »*

En 1990, le jeune Strasbourgeois a 16 ans, et un événement oriente son destin : la parution du premier Rapport du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) [1]. *« J'ai eu ce document entre les mains, et je me suis dit que c'était la thématique sur laquelle j'avais envie de travailler. »*

En 1994, Laurent Bopp intègre l'École normale supérieure de Paris, où il est diplômé en géosciences et géophysique, quatre ans plus tard. *« De stages en stages, je me suis spécialisé en océanographie et j'ai préparé une thèse sur les interactions entre Océan et climat. »*

Après un doctorat en Sciences de l'environnement soutenu, en 2001, au Laboratoire des sciences du climat et de l'environnement - Paris 6, Laurent Bopp choisit de partir en post-doctorat à l'étranger : en Allemagne (Max-Planck-Institut für Biogeochemie, Jena), au Royaume Uni (université d'East Anglia, Norwich)… *« Et puis, en 2003, j'ai fini par obtenir un*

poste de chargé de recherche dans mon laboratoire de thèse en région parisienne. »

C'est en 2016 que Laurent Bopp réintègre l'École normale supérieure de Paris, mais cette fois pour y monter un groupe de recherche sur l'Océan et le climat et assurer la fonction de professeur attaché.

Laurent Bopp est actuellement directeur de recherche CNRS au Laboratoire de météorologie dynamique à l'Institut Pierre-Simon Laplace. Il est membre de plusieurs comités scientifiques nationaux et internationaux, et a participé à la rédaction du dernier rapport du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC)…

Son travail est axé sur l'étude du cycle du carbone dans l'Océan. Sa grande spécialité est la modélisation des interactions entre la biogéochimie marine et le système climatique, en étudiant notamment le devenir des gaz atmosphériques comme le gaz carbonique et l'oxygène.

Les travaux de Laurent Bopp sont utilisés dans toutes les estimations récentes des puits de carbone et sont de première importance pour comprendre et prévoir l'évolution de l'effet de serre, ainsi que le processus d'acidification de l'eau de mer.

« Je pense, commente-t-il, *qu'on réalise mieux, aujourd'hui, la complexité du système océanique. Pour comprendre le cycle du carbone dans l'Océan, par exemple, il faut s'attacher à comprendre la circulation océanique, les réactions chimiques qui impliquent les molécules carbonées… et l'influence du vivant.*

Le système biologique est absolument fabuleux : de l'infiniment petit, jusqu'aux grands organismes tout en haut de la chaîne alimentaire.

On avait l'impression que l'Océan a un tel grand volume que l'action de l'homme ne pouvait pas vraiment le perturber. Mais ce n'est pas le cas. L'Océan est impacté par l'Homme en surface, en profondeur, près des côtes. La physique, la chimie, la biologie changent.

Je pense qu'on a énormément appris sur l'Océan, mais il y a encore beaucoup à apprendre. »

Laurent Bopp est auteur et co-auteur de plus de 180 publications scientifiques dans des revues internationales. Il a également écrit plusieurs ouvrages de vulgarisation scientifique [2].

(1) Ce premier Rapport d'évaluation du GIEC (1990) a conduit l'Assemblée générale des Nations unies à élaborer une Convention-cadre qui a reconnu l'existence du changement climatique liée aux activités humaines. Laurent Bopp est l'un des contributeurs du chapitre : Cycle du carbone et des autres composés biogéochimiques *dans le 5e Rapport du GIEC.*

(2) Les poissons vont-ils mourir de faim (et nous avec) ? – *Paris, le Pommier, 2010 –, et* Les dessous de l'océan – *Paris, le Pommier, 2012.*

>>

Sans aucun doute, vue de satellite la Terre mérite bien son appellation de « planète bleue ». Protégée par une enveloppe gazeuse, la vie s'y développe sous de multiples formes, grâce notamment à l'omniprésence d'un élément abondant, le carbone.

1/ Échanges de carbone sur notre planète : un cycle complexe en équilibre instable

➔ QUELLE EST LA PLACE ORIGINELLE DU CARBONE SUR TERRE ? COMMENT SE PRÉSENTE-T-IL ?

Le carbone est présent un peu partout sur notre planète :

- dans le corps des êtres vivants – C'est l'un des atomes qui composent l'essentiel de la matière organique, dont nous sommes constitués ;

- dans l'atmosphère, dans l'Océan, à la surface de la Terre, son intérieur – sols et sous-sols –, et d'importants échanges gazeux s'effectuent entre toutes ces composantes du système Terre [voir en page 10 : *Cycle du carbone – Flux et puits principaux à l'échelle de la planète*].

On s'intéresse particulièrement au carbone depuis quelques années, parce que le gaz carbonique (CO_2) – forme principale du carbone dans l'atmosphère –, est un gaz à effet de serre, qui a une forte influence sur le climat.

>>

> *“ Les variations d'émissions et de stockage de carbone ont un effet déterminant sur l'évolution globale du climat ”*

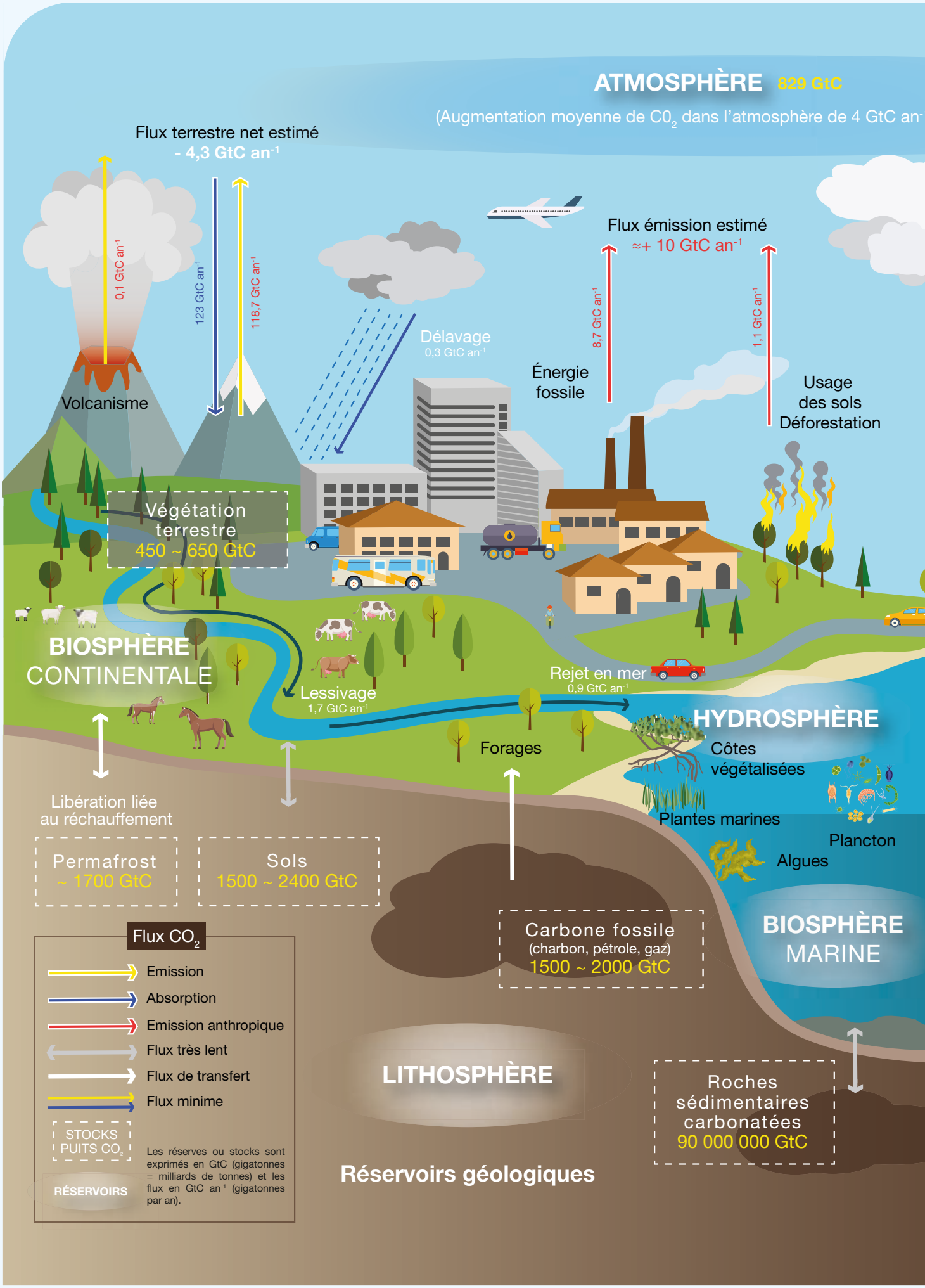
Curieusement, en une image les biosphères continentale et océanique se rejoignent… Mais ce n'est qu'un artifice de la nature. Les éléphants des îles Andaman dans l'océan Indien savent nager. Utilisant leur trompe comme tuba, ils pouvaient parcourir trois kilomètres pour rejoindre les sites d'exploitation forestière. Cette activité a été interdite, il y a 15 ans, afin de protéger l'archipel, et les pachydermes ne sont plus utilisés.

La cryosphère désigne les portions de la surface de la Terre où l'eau se présente à l'état solide : glaces de mer, glaciers de montagne, neige continentale et calottes polaires : ici, en Antarctique. Ces dizaines de millions de kilomètres carrés sont des acteurs du climat et des témoins de l'évolution actuelle et passée.

Mesure de la hauteur de la neige dans le Nunavik, région arctique du Québec. Le manteau neigeux influe directement sur la température du pergélisol (permafrost), le sol gelé depuis des milliers d'années. En dégelant sous l'effet du réchauffement climatique, le pergélisol (photo de droite) libère dans l'atmosphère du gaz carbonique et du méthane, deux puissants gaz à effet de serre. *(Ph. L. Cailloce/Takuvik/CNRS Photothèque / Ph. Erwan AMICE / LEMAR / CNRS Photothèque)*

Les roches sédimentaires peuvent renfermer des fossiles marins (ici, des trilobites). Elles révèlent les organismes qui habitaient le milieu quand elles se sont formées.

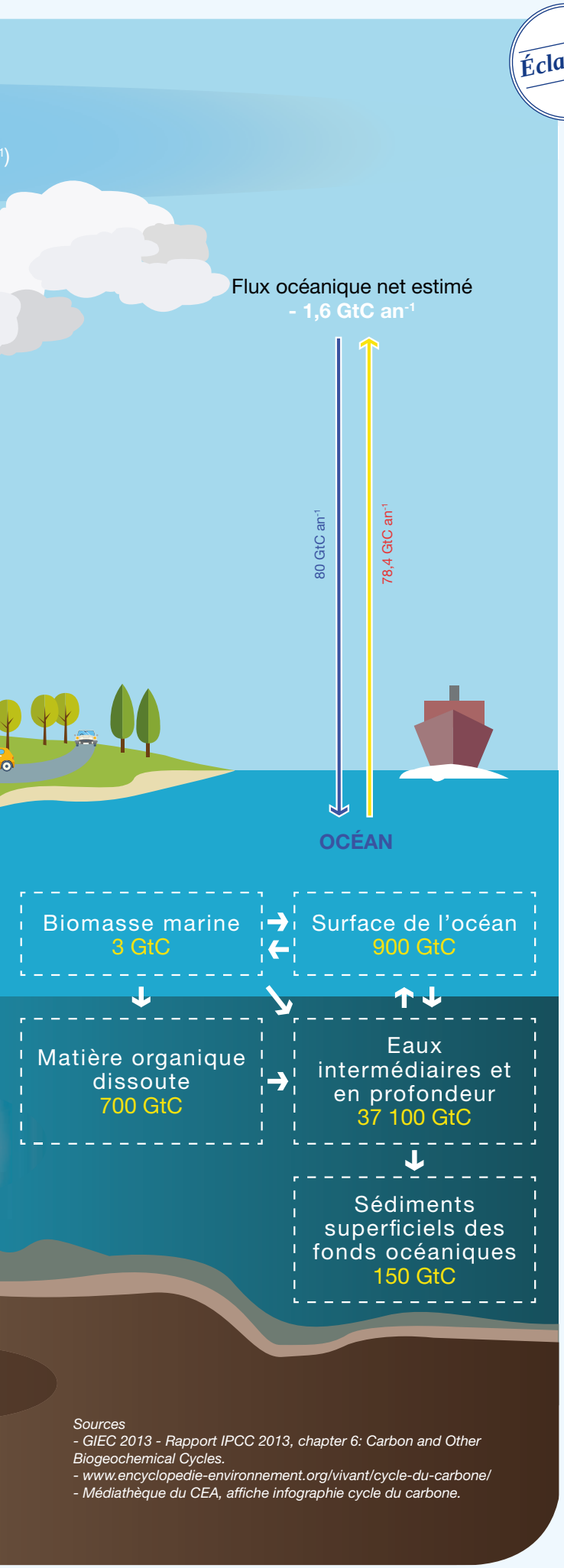
La biosphère océanique joue un rôle majeur dans l'évolution du gaz carbonique atmosphérique.


ATMOSPHÈRE 829 GtC
(Augmentation moyenne de $C0_2$ dans l'atmosphère de 4 GtC an-1
Flux terrestre net estimé
- 4,3 GtC an-1
0,1 GtC an-1
123 GtC an-1
118,7 GtC an-1
Volcanisme
Délavage
0,3 GtC an-1
Flux émission estimé
≈+ 10 GtC an-1
8,7 GtC an-1
1,1 GtC an-1
Énergie fossile
Usage des sols Déforestation
Végétation terrestre
450 ~ 650 GtC
BIOSPHÈRE CONTINENTALE
Lessivage
1,7 GtC an-1
Rejet en mer
0,9 GtC an-1
HYDROSPHÈRE
Forages
Côtes végétalisées
Plantes marines
Plancton
Algues
Libération liée au réchauffement
Permafrost
~ 1700 GtC
Sols
1500 ~ 2400 GtC
Carbone fossile
(charbon, pétrole, gaz)
1500 ~ 2000 GtC
BIOSPHÈRE MARINE
Flux CO_2
Emission
Absorption
Emission anthropique
Flux très lent
Flux de transfert
Flux minime
STOCKS PUITS CO_2
RÉSERVOIRS
Les réserves ou stocks sont exprimés en GtC (gigatonnes = milliards de tonnes) et les flux en GtC an-1 (gigatonnes par an).
LITHOSPHÈRE
Roches sédimentaires carbonatées
90 000 000 GtC
Réservoirs géologiques

Éclairage

CYCLE DU CARBONE

FLUX ET PUITS PRINCIPAUX À L'ÉCHELLE DE LA PLANÈTE



Sources
- GIEC 2013 - Rapport IPCC 2013, chapter 6: Carbon and Other Biogeochemical Cycles.
- www.encyclopedie-environnement.org/vivant/cycle-du-carbone/
- Médiathèque du CEA, affiche infographie cycle du carbone.

Sur Terre, le carbone se présente sous diverses formes dans des enveloppes externes, appelées réservoirs : la lithosphère, l'hydrosphère, la biosphère et l'atmosphère. Des flux de carbone interviennent entre ces réservoirs. Le carbone « voyage » donc en mouvement perpétuel circulant d'un réservoir à l'autre. Ce que l'on appelle le cycle du carbone.

QUATRE RÉSERVOIRS

• **La lithosphère** – sols et sous-sols –, est le principal réservoir de carbone en terme de quantité. Il apparaît principalement sous forme minérale dans les roches sédimentaires, mais aussi organique dans les roches carbonées fossiles : pétrole, gaz et charbon.

• **Dans l'hydrosphère** – mers, océans, lacs et rivières –, le carbone est essentiellement présent sous forme de molécules dissoutes dans l'eau, souvent sous forme ionique (ions carbonates ou bi-carbonates).

• **La biosphère** – continentale ou océanique –, comprend les végétaux, les animaux et les autres organismes vivants, ainsi que la matière organique en décomposition.

• **L'atmosphère** est une couche gazeuse entourant le globe terrestre. Dans sa partie la plus proche de la surface, elle constitue l'air que respirent les êtres vivants. Composée essentiellement d'oxygène et d'azote, l'atmosphère contient aussi du carbone sous forme de gaz carbonique.

La teneur en gaz carbonique ne représente que 0,04% du volume total, avec une très forte augmentation au cours des dernières décennies du fait de l'activité humaine.

Des flux de carbone circulent d'un réservoir à l'autre selon des processus biologiques, physiques et chimiques.

SOURCES ET PUITS

Lorsqu'ils libèrent du carbone, ces réservoirs sont des sources : par exemple, des usines utilisant du combustible fossile rejettent dans l'atmosphère des fumées composées entre autres de gaz carbonique. À l'inverse, les végétaux qui, en présence de lumière, absorbent le carbone de l'atmosphère sont considérés comme des puits.

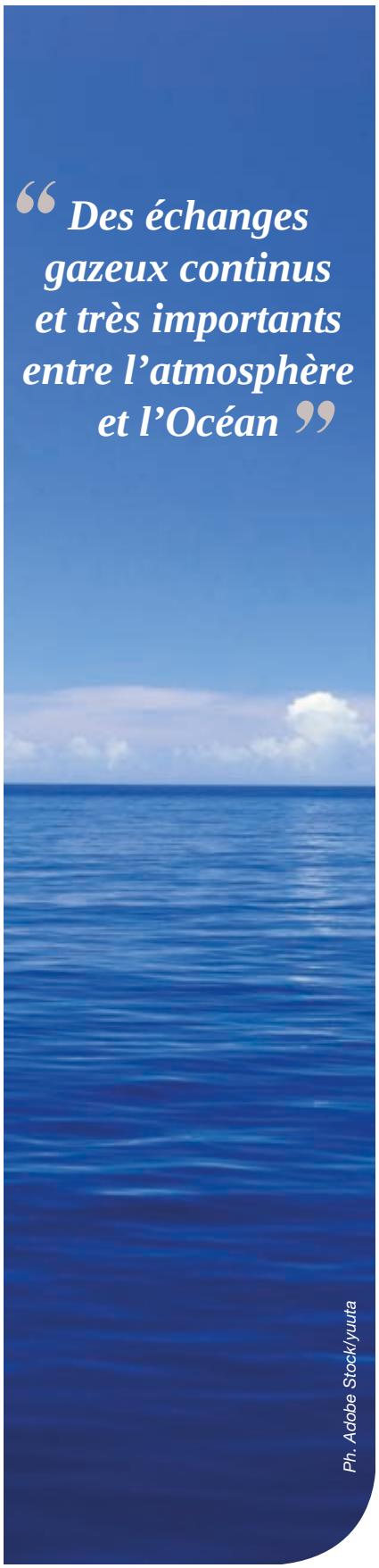
L'essentiel du cycle du carbone se fait entre l'atmosphère, les couches superficielles de la Terre et son intérieur, l'Océan et la biosphère.

Les êtres vivants participent activement aux échanges de carbone entre les réservoirs, selon des mécanismes complexes comme la respiration, la photosynthèse ou encore la décomposition et la fermentation (*) de la matière organique. Tous ces mécanismes produisent du gaz carbonique qui se concentre dans l'atmosphère et l'hydrosphère.
En respirant, les Français rejettent chaque seconde dans l'atmosphère plus de 600 kilos de gaz carbonique, soit environ 20 millions de tonnes par an. (**)

Les processus de concentration de carbone agissent ensemble à diverses échelles de temps : de la décennie concernant le recyclage de gaz carbonique par les plantes à des centaines de millions d'années pour la formation de roches sédimentaires (calcaire) ou de réserves de combustibles fossiles.

(*) *La décomposition de la matière organique est une réaction d'oxydation par des microorganismes, qui produit du gaz carbonique et de l'énergie. La fermentation tend vers le même résultat mais s'effectue dans un milieu privé d'oxygène.*

(**) *D'après* planetoscope.com



“ Des échanges gazeux continus et très importants entre l'atmosphère et l'Océan ”

>>

➜ QUELS SONT LES PRINCIPAUX MÉCANISMES D'ÉCHANGE DU CARBONE AVEC L'ATMOSPHÈRE ?

Sur des échelles de temps courtes qui nous intéressent, ce sont surtout la biosphère continentale et l'Océan qui échangent du carbone avec l'atmosphère [voir en page 10 : *Cycle du carbone – Flux et puits principaux à l'échelle de la planète*].

Les échanges gazeux avec les organismes vivants sur les différents continents sont liés à des processus biologiques. Ils correspondent à la respiration et à la photosynthèse pour les plantes et à la respiration chez les animaux [3] [voir ci-contre : *Photosynthèse – Un mécanisme naturel très complexe*].

Végétaux terrestres et marins, artisans de la photosynthèse. Ici, dans la lagune du Brusc (Var).

Entre l'atmosphère et la biosphère continentale se développe donc un processus d'échange continu et important de gaz carbonique et d'oxygène.

Dans l'Océan, c'est un peu plus compliqué.

Les organismes marins photosynthétiques, comme les algues ou le phytoplancton, réalisent la photosynthèse et respirent – les animaux marins respirent aussi. Il y a donc des échanges similaires à ceux de la biosphère terrestre. Mais en plus, d'importants échanges physiques – continus et assez rapides –, s'effectuent à l'interface atmosphère-Océan.

Le gaz carbonique de l'atmosphère va se dissoudre dans les eaux de surface. Et puis, en fonction de sa concentration, de la pression atmosphérique, de la température et de l'agitation de l'eau, une partie de ce gaz va retourner dans l'atmosphère.

À l'échelle globale, les scientifiques commencent à avoir une idée assez précise de cette distribution du carbone dans le système composé de l'atmosphère, de l'Océan et de la biosphère continentale [voir en page 10 : *Cycle du carbone – Flux et puits principaux à l'échelle de la planète*].

>>

(3) Ce processus physiologique permet aux animaux de réaliser leur métabolisme, c'est-à-dire l'ensemble des mécanismes de la nutrition et du développement cellulaire.

Éclairage

PHOTOSYNTHÈSE

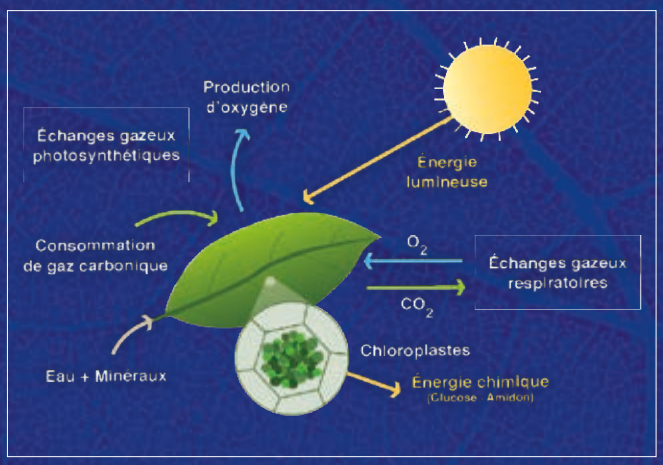
UN MÉCANISME NATUREL TRÈS COMPLEXE

Les feuilles des végétaux verts sont le siège d'un processus biologique essentiel au développement de la vie sur notre planète : la photosynthèse (du grec *Phos* : « *lumière* », et synthèse : « *mettre ensemble* »).

Dans les cellules des feuilles, se situent les chloroplastes qui contiennent un pigment vert – la chlorophylle. Celle-ci est capable de capter l'énergie lumineuse provenant du soleil pour la transformer en énergie chimique.

Les chloroplastes combinent alors le gaz carbonique absorbé dans l'atmosphère à l'eau et aux minéraux puisés dans le sol pour donner des sucres, eux-mêmes stockés sous forme d'amidon dans le végétal.

Ainsi, la photosynthèse est une réaction biochimique complexe permettant aux plantes chlorophylliennes de capter l'énergie lumineuse, de transformer le gaz carbonique atmosphérique en carbone organique vital pour elles (*) et de restituer de l'oxygène à l'atmosphère *(voir schéma).*



Les végétaux verts prélèvent – essentiellement par leurs feuilles (**) –, le carbone et l'oxygène nécessaires au métabolisme cellulaire et à la production de molécules organiques telles que les glucides. Comme tous les êtres vivants, ils respirent, c'est-à-dire qu'ils prélèvent de l'oxygène (O_2) et rejettent du gaz carbonique (CO_2) dans leurs milieux de vie.

En présence de lumière, les végétaux chlorophylliens continuent de respirer, mais ce phénomène est contrebalancé par un autre processus plus important – la photosynthèse –, où les échanges gazeux s'inversent : absorption du gaz carbonique et rejet d'oxygène.

Quantitativement, la photosynthèse l'emporte donc sur la respiration normale des végétaux, qui séquestrent ainsi du carbone.

LA TERRE « RESPIRE » GRÂCE AUX VÉGÉTAUX

La vie végétale sur Terre n'est pas statique, elle varie au cours des saisons.

L'enregistrement de la moyenne mensuelle des concentrations en gaz carbonique dans l'atmosphère montre une courbe sinusoïdale qui va croissante à cause des émissions plus importantes de gaz carbonique [voir en page 15 : *Courbe de Keeling*].

Les variations annuelles observées reflètent l'absorption et le rejet du gaz carbonique dans l'atmosphère. Au printemps et en été, en pleine période de croissance de la végétation, le flux qui domine est l'absorption de gaz carbonique par la végétation, alors qu'en automne et en hiver le flux dominant est celui de la décomposition des végétaux morts, la respiration des plantes et des microorganismes.

Depuis 1997, la NASA scrute par satellite la vie végétale en continu sur terre et en mer, montrant ainsi l'effet des saisons sur notre planète.

Grâce à une animation saisissante, on suit en quelques minutes les variations saisonnières de la photosynthèse réalisée par les plantes et le phytoplancton. (***)

« C'est la Terre qui « respire » chaque jour, se modifie avec les saisons, répond à l'exposition solaire, aux vents changeants, aux courants océaniques et aux variations de température », commente Gene Carl Feldman, océanographe à la *NASA's Goddard Space Flight Center*, dans le Maryland.

Incubation sous cloche d'un herbier de Zostera noltii *dans le golfe du banc d'Arguin (Mauritanie). L'objectif ? Mesurer la production d'oxygène et du flux de gaz carbonique. Plus largement, le projet PACOBA vise à améliorer les connaissances sur les biocénoses – ou populations végétales et animales de cette région côtière.*

(*) Les végétaux et les organismes chlorophylliens, à l'exemple des cyanobactéries, sont dits autotrophes*, car ils sont capables de générer leur propre matière organique à partir d'éléments minéraux. Ils utilisent pour cela l'énergie lumineuse par photosynthèse ou, dans de rares cas, par chimiosynthèse. À l'opposé, les organismes* hétérotrophes *– bactéries, animaux, dont l'espèce humaine –, ne peuvent fabriquer leur propre matière organique qu'à partir de celle déjà élaborée par d'autres organismes : végétaux autotrophes pour les herbivores ; animaux pour les carnivores, insectivores, piscivores, nécrophages…*

(**) Hormis quelques plantes des zones arides comme les cactées et les euphorbiacées chez lesquelles les échanges gazeux se font par la tige.

(***) Pour visualiser l'animation : www.nasa.gov/feature/goddard/2017/the-changing-colors-of-our-living-planet

2/ Emballement de l'activité humaine et profonds dérèglements du système océanique : acidification, changement climatique…

➔ NATURELLEMENT, LE CYCLE DU CARBONE EST-IL EN ÉQUILIBRE ? SI OUI, PAR QUELS PROCESSUS ?

C'est une question compliquée, qui dépend beaucoup des échelles de temps considérées.

Quand elles sont très longues – par exemple, l'histoire de la planète Terre sur les derniers milliards d'années –, nous savons que la concentration de gaz carbonique dans l'atmosphère a évolué de façon continue.

On observe aussi des phases durant lesquelles cette concentration a été très élevée – au moment de l'extinction brutale des dinosaures [4], par exemple –, et des périodes où elle a été beaucoup plus basse. Donc, il n'y a pas d'équilibre sur ces échelles de temps-là.

On fait quand même l'hypothèse qu'avant la perturbation d'origine humaine, la concentration de gaz carbonique dans l'atmosphère était à peu près à l'équilibre [5], avec des échanges continus entre l'Océan et la biosphère continentale.

➔ QU'APPELEZ-VOUS *PERTURBATION D'ORIGINE HUMAINE* ? COMMENT LE CYCLE DU CARBONE S'EST-IL DÉRÉGLÉ ?

Le cycle du carbone s'est déréglé, parce que nous – espèce humaine –, utilisons du pétrole, du charbon et du gaz, et quand on exploite ces combustibles fossiles, une réaction de combustion émet du gaz carbonique dans l'atmosphère. Ce qui se produit depuis la révolution industrielle des années 1750 – 1800 [6], et de façon de plus en plus importante. Aujourd'hui, jusqu'à 10 milliards de tonnes de carbone, sous forme de gaz carbonique, sont émis chaque année dans l'atmosphère.

Ces émissions anthropiques n'ont fait qu'augmenter au cours des dernières années, malgré les discours alarmistes des climatologues, les préconisations de l'Accord de Paris sur le climat [7] et un certain nombre de décisions.

Ph. Adobe Stock/Zacarias da Mata

Depuis la révolution industrielle, les émissions anthropiques de gaz à effet de serre n'ont fait qu'augmenter.

> *“ Dix milliards de tonnes de carbone, sous forme de gaz carbonique, sont émis chaque année dans l'atmosphère ”*

Ph. Adobe Stock/Erica Guilane-Nachez

Éclairage

CONCENTRATION DE GAZ CARBONIQUE DANS L'ATMOSPHÈRE
UNE AUGMENTATION EXPONENTIELLE

L'augmentation de la concentration de gaz carbonique atmosphérique est estimée à environ 40% depuis les années 1750 - 1800, qui marquent le début de l'ère industrielle.

Cette concentration était alors de 280 ppm [8]. Elle s'est accélérée au cours des 60 dernières années, avec les effets de l'activité humaine, passant de 315 ppm, en 1958, à près de 414.50 ppm le 8 mai 2019.

Ph. Adobe Stock/De kaktuzoid
Ph. Adobe Stock/ssguy

Évolution de la concentration de gaz carbonique dans l'atmosphère terrestre.

• Avant 1958, les données proviennent de l'analyse de carottes de glace du Groenland et de l'Antarctique. La composition de l'atmosphère est fournie par les petites bulles d'air emprisonnées au fil du temps.

• Après 1958, les données sont issues de l'Observatoire de Mauna Loa (Hawaii), sous le contrôle de Charles David Keeling dans les premières années (source : NOAA Earth System Research Laboratory – Scripps Institution of Oceanography*).*

➔ QUELLES SONT LES CONSÉQUENCES D'UNE SURPRODUCTION DE GAZ À EFFET DE SERRE, PRINCIPALEMENT DE GAZ CARBONIQUE ?

Les conséquences de ces émissions de carbone, c'est d'abord une augmentation de la concentration de gaz carbonique dans l'atmosphère. Les climatologues et les astrophysiciens la mesurent de façon très précise.

D'après des séries temporelles d'évolution de la concentration en continu [9], nous voyons que la quantité de gaz carbonique continue d'augmenter dans l'atmosphère.

Cette hausse est responsable en grande partie du changement climatique que nous sommes en train d'observer et de vivre [voir ci-dessus : *Concentration de gaz carbonique dans l'atmosphère – Une augmentation exponentielle*].

>>

(4) Pendant cette période, appelée Mésozoïque, il y a 65 millions d'années, les concentrations atmosphériques de gaz carbonique étaient, selon les scientifiques, jusqu'à 12 fois supérieures à celles enregistrées aujourd'hui. D'après l'étude (2017) publiée dans les Comptes rendus de l'Académie des sciences américaine *(PNAS), ces fortes concentrations seraient dues à des éruptions volcaniques provoquées par une énorme météorite qui se serait fracassée sur la Terre. Fumées et poussières auraient alors obscurci le ciel, ne laissant plus passer la lumière nécessaire à la photosynthèse des végétaux, et supprimant progressivement la nourriture des dinosaures.*

(5) Depuis 800 000 ans, la concentration en gaz carbonique atmosphérique n'a pas dépassé les 300 ppm, alors qu'en 100 ans elle a atteint plus de 400 ppm (source : France, Climat, réveillez-vous ! Les solutions sont là. *Par Anne Hessel, Jean Jouzel, Pierre Larrouturou, Indigène éditions, 2018).*

(6) Cette période de croissance rapide caractérisée par de profondes répercussions sociales et économiques a débuté en Grande-Bretagne pendant la seconde moitié du XVIIIe siècle. Elle s'est poursuivie en Europe, puis dans d'autres pays, dont les États-Unis d'Amérique. C'est le début d'une augmentation importante de l'utilisation des combustibles fossiles.

(7) L'Accord de Paris sur le climat, signé lors de la COP 21 (2015), a mis en évidence l'interaction essentielle entre le climat et l'Océan. Il vise à limiter le réchauffement de la planète à +2°C, voire +1,5°C, par rapport à l'ère pré-industrielle.

(8) Le ppm (partie par million) est une unité de mesure qui exprime une fraction en volume de l'air atmosphérique. Il correspond à un rapport de 10^{-6}, ce qui représente un centimètre cube de gaz par mètre cube d'air. Soit une molécule du gaz en question pour 1 000 000 de molécules de tous les autres gaz présents.

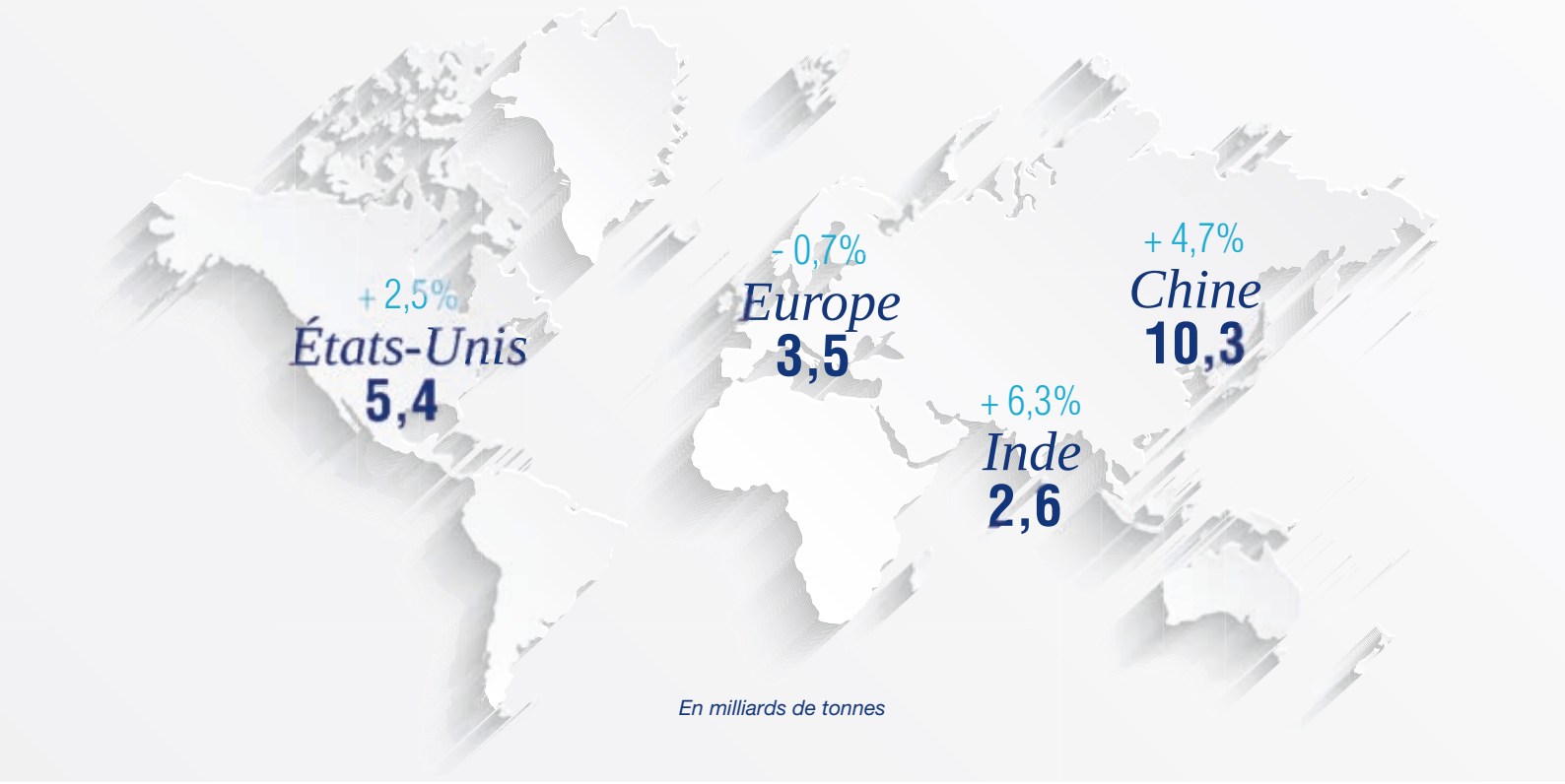
(9) Ces mesures en continu de CO_2 dans l'air ont débuté en 1958, lorsque Charles David Keeling a créé, avec l'aide de l'armée américaine, l'Observatoire de Mauna Loa (Hawaï). Progressivement d'autres stations – une centaine aujourd'hui dans toutes les régions monde –, ont apporté leur contribution scientifique.

Éclairage

ÉMISSIONS MONDIALES DE GAZ CARBONIQUE
RECORD HISTORIQUE EN 2018

Les émissions mondiales de gaz carbonique liées aux énergies fossiles et aux activités humaines sont reparties à la hausse en 2018 avec 37,1 milliards de tonnes. Nouveau record historique après trois années de quasi-stabilité (2014 - 2016).

Les deux principaux pollueurs restent la Chine et les État-Unis. Suivent l'Europe qui est tout de même le bon élève avec une diminution de 0,7 % de ses émissions, et l'Inde. Concernant la France, les émissions avaient diminué entre 2000 et 2007, mais elles ont augmenté de 2 % entre 2016 et 2017 (source : *Global carbon project (2018)* – Data CDIAC/GCP/UNFCCC/BP/USGS.



➔ QUE DEVIENNENT LES ÉMISSIONS DE GAZ CARBONIQUE CAUSÉES PAR LES ACTIVITÉS ANTHROPIQUES ?

Je l'ai brièvement expliqué en évoquant précédemment le cycle du carbone. Le gaz carbonique qui est émis par l'homme s'accumule dans l'atmosphère, et une partie importante – à peu près la moitié –, est captée par ce que l'on appelle des puits de carbone naturels : l'Océan, d'une part, et la biosphère terrestre, d'autre part [voir en page 10 : *Cycle du carbone – Flux et puits principaux à l'échelle de la planète*].

En fait, grâce à ces puits de carbone naturels, la concentration de gaz carbonique augmente deux fois moins vite dans l'atmosphère.

L'Océan a absorbé de l'ordre de 150 milliards de tonnes de carbone depuis 1870. Chaque année, il en capte 2,5 milliards de tonnes.

L'Océan contribue ainsi à atténuer le changement climatique dû à l'augmentation des émissions anthropiques de ce gaz à effet de serre.

>>

> ***“ Grâce aux puits de carbone naturels, la concentration de gaz carbonique augmente deux fois moins vite dans l'atmosphère ”***

Éclairage

EFFET DE SERRE

UN PHÉNOMÈNE NATUREL FORTEMENT PERTURBÉ

L'atmosphère est composée de 78% d'azote, de 21% d'oxygène. D'autres gaz comme la vapeur d'eau, le méthane, le protoxyde d'azote, l'ozone et le gaz carbonique sont dits à effet de serre (GES) et forment une couche gazeuse située dans la basse atmosphère.

Les deux tiers de l'énergie produite par les rayons solaires sont absorbés par l'atmosphère, les sols et l'Océan. Le tiers restant est directement réfléchi vers l'espace par les nuages, les aérosols, l'atmosphère et la surface terrestre.

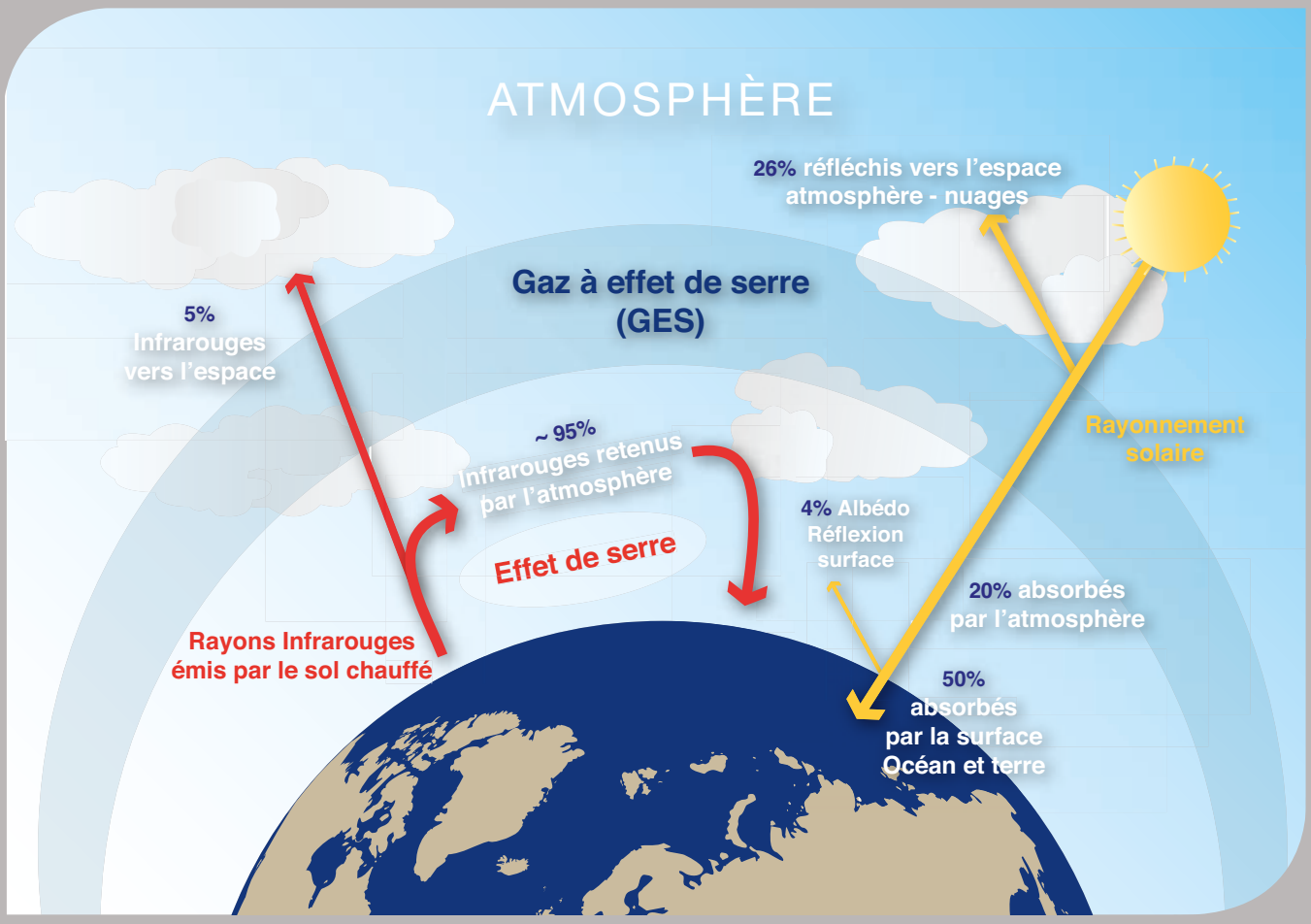
L'atmosphère et la surface terrestre émettent en retour un rayonnement infrarouge que les nuages et les gaz à effet de serre emmagasinent. Ils agissent telles les vitres d'une serre, et cette chaleur reçue est renvoyée en grande partie vers la Terre. Ce qui contribue à réchauffer notre planète.

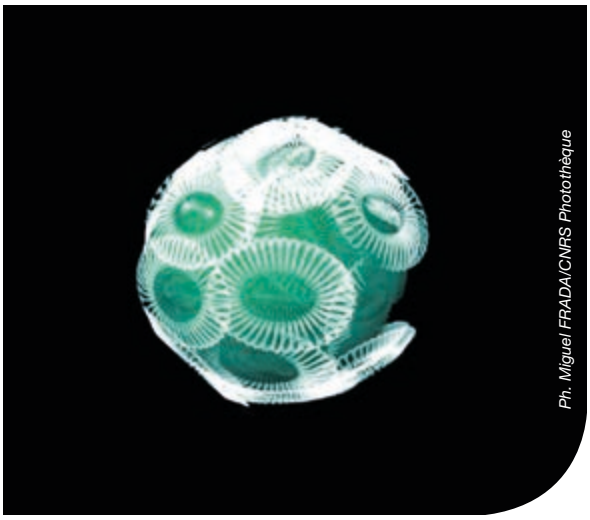
Sans ce phénomène naturel appelé effet de serre la vie serait impossible sur Terre, car il y ferait autour de -18°C.

Mais depuis le début de l'ère industrielle, l'activité humaine a tout perturbé en dégageant d'énormes masses de gaz à effet de serre dans l'atmosphère. Ce qui a provoqué un effet de serre additionnel, qui est aujourd'hui incontrôlé, voire incontrôlable.

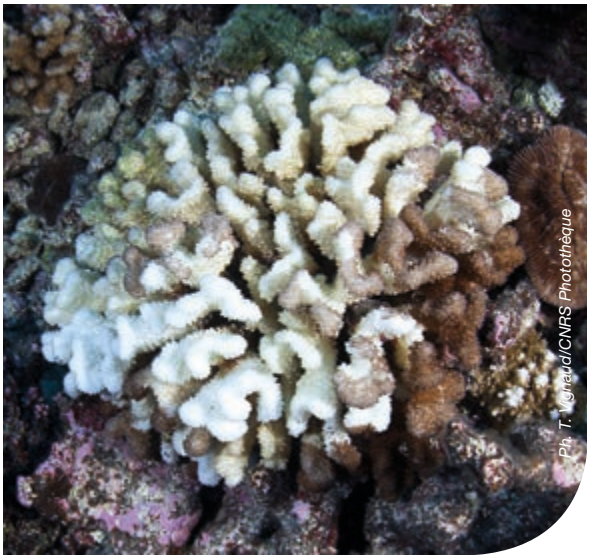
Le phénomène va continuer à s'amplifier, et des spécialistes projettent une forte élévation de température sur notre planète : 10°C, en moyenne, d'ici 2150, si rien n'est fait pour diminuer les rejets de gaz à effet de serre.

+ d'information : jancovici.com - Quest-ce-que-l'effet-de-serre

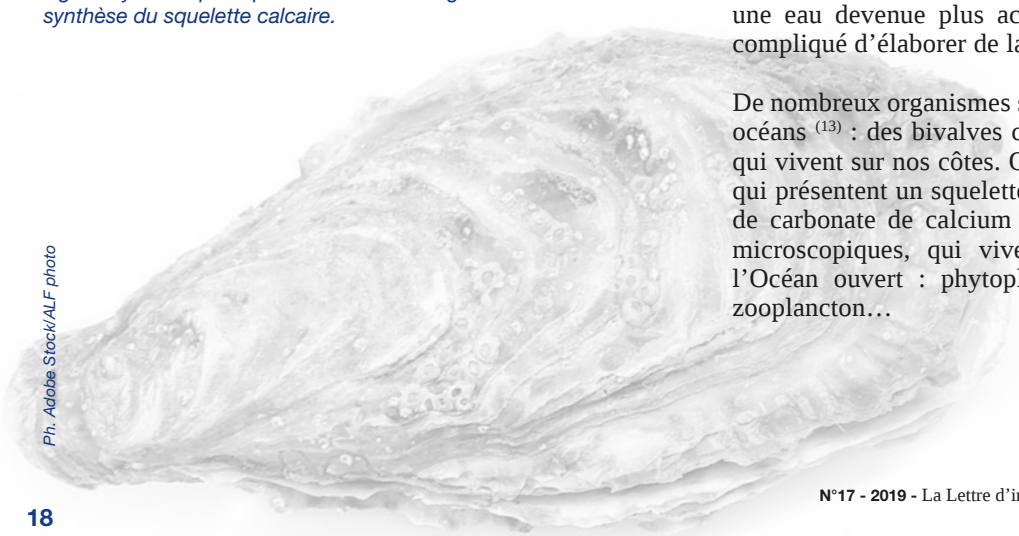




Algue Emiliania huxleyi *(5 millièmes de millimètre), avec sa carapace de plaques de calcite. Ce coccolithophore est numériquement le plus abondant et le plus répandu sur la planète. Il joue un rôle majeur dans les équilibres climatiques.*



Mortalité partielle d'une colonie de corail Pocillopora meandrina*, dans l'archipel des Tuamotu (Polynésie française). Ce phénomène de dépérissement des coraux se traduit par une décoloration de l'animal à la suite de la disparition des algues symbiotiques qui fournissent l'énergie nécessaire à la synthèse du squelette calcaire.*



>>

➔ L'OCÉAN EST-IL PERTURBÉ PAR CET APPORT MASSIF DE GAZ CARBONIQUE ?

On note deux grandes conséquences : la première, c'est ce que l'on désigne communément par acidification de l'Océan. L'autre est le changement climatique.

Le gaz carbonique se dissout dans l'eau de mer proportionnellement à l'augmentation de sa concentration dans l'atmosphère. Autrement dit, plus ce gaz est présent dans l'air et plus une grande quantité passe dans l'eau qui se trouve à son contact.

Mais cette capacité de l'Océan à absorber du gaz carbonique produit un effet négatif, car sa dissolution apporte de l'acidité et crée donc un déséquilibre de la chimie de l'eau [10].

➔ POUVEZ-VOUS PRÉCISER ?

Plus l'Océan capte du gaz carbonique, plus son pH diminue, et plus les eaux deviennent acides [11]. Ce qui va avoir des conséquences pour de nombreux organismes marins.

➔ ALORS, CONCRÈTEMENT, QUE PROVOQUE L'ACIDIFICATION DE L'EAU SUR LA VIE MARINE ?

Des expériences sont réalisées en laboratoire pour essayer de comprendre comment les organismes répondent à l'acidification des eaux.

Les plus menacés sont ceux qui calcifient, c'est-à-dire qui fabriquent des coquilles, des squelettes en calcaire, en calcite ou en aragonite.

Souvenez-vous de ces expériences très parlantes au collège, qui consistaient à verser une goutte d'acide chlorhydrique sur une roche calcaire pour en favoriser la dissolution.

Nous n'en sommes pas à ce stade dans l'Océan, mais dans une eau devenue plus acide, il est biologiquement plus compliqué d'élaborer de la coquille ou du squelette [12].

De nombreux organismes sont exposés à l'acidification des océans [13] : des bivalves comme les huîtres et les moules, qui vivent sur nos côtes. On peut aussi évoquer les coraux qui présentent un squelette en aragonite, minéral composé de carbonate de calcium assez soluble ; des organismes microscopiques, qui vivent dans les masses d'eau de l'Océan ouvert : phytoplancton, coccolithophorides [14], zooplancton…

➔ LE BLANCHIMENT DES CORAUX EST-IL LUI AUSSI LIÉ À L'ACIDIFICATION ?

L'acidification est une modification de la chimie de l'eau de mer avec un impact sur les organismes essentiellement calcifiants.

Avec le blanchiment des coraux, nous basculons sur un deuxième impact subi par l'Océan, qui est en relation avec les émissions de gaz à effet de serre dans l'atmosphère. Il s'agit du changement climatique. Parce qu'il y a plus de gaz carbonique dans l'atmosphère, le système se réchauffe : l'atmosphère d'abord, et l'Océan ensuite.

Au départ, l'Océan constitue un énorme réservoir de chaleur avec une très forte inertie thermique, c'est-à-dire qu'il stocke de la chaleur avec une forte capacité à la retenir, et à la restituer très lentement.

Quand le système climatique se réchauffe, l'Océan emmagasine environ 90% de la chaleur additionnelle [15] due aux gaz à effet de serre. Ce qui augmente le réchauffement des eaux en surface et en profondeur.

> *“L'Océan constitue un énorme réservoir de chaleur”*

➔ A-T-ON ÉVALUÉ CE RÉCHAUFFEMENT DES EAUX ?

Oui, la température de la surface de l'Océan a augmenté de près d'un degré depuis le début des années 1900. Et, en profondeur, certaines zones se réchauffent de plusieurs dixièmes de degrés depuis une centaine d'années.

➔ QUELS SONT LES EFFETS SUR LES ÉCOSYSTÈMES, LES ORGANISMES MARINS ?

Dans une eau plus chaude, certains organismes du phytoplancton et du zooplancton, qui vivent libres dans la masse d'eau, sont capables de se déplacer pour trouver des conditions thermiques qui leur sont plus adaptées.

D'autres, telles certaines algues ou plantes comme les Posidonies, les coraux, sont fixés, et vont donc subir directement les effets d'une hausse de la température.

C'est le cas aussi de l'ensemble du fonctionnement du système océanique. Les grands courants, par exemple, sont déréglés par des modifications de températures ou de force des vents, avec un impact sur les niches écologiques de certains organismes…

La modification des courants océaniques va aussi perturber la distribution des espèces chimiques [16] dans la masse d'eau et, en particulier, des éléments nutritifs. Rappelons qu'ils sont essentiels au développement des algues et du phytoplancton, dont dépend pratiquement l'ensemble des êtres vivants océaniques.

> *“Nous sommes en train de vivre une perturbation gigantesque du système océanique”*

Les modèles montrent qu'avec le changement climatique les eaux sont plus chaudes en surface, et en étant moins denses, elles se mélangent moins facilement avec les eaux situées en dessous.

Nos modèles montrent aussi que les eaux de surface sont moins bien alimentées par les eaux profondes, qui amènent les éléments nutritifs en surface. Donc, il faut s'attendre à une baisse de la productivité des écosystèmes océaniques.

Ainsi, dans l'Océan, l'ensemble des chaînes alimentaires pourrait être perturbé par le changement climatique, et en conséquence tous les écosystèmes marins…

Nous sommes en train de vivre une perturbation gigantesque du système océanique.

>>

(10) En savoir + : Océan, le maître du climat - Entretien avec Françoise Gaill, directrice de recherche au CNRS, coordinatrice scientifique de la Plateforme Océan & Climat, Lettre d'information de l'Institut océanographique Paul Ricard *n° 14, 2015, p. 10.*

(11) Le pH est un indicateur de l'acidité de l'eau. L'acidité des océans a augmenté de 30 % en 250 ans. Des simulations ont montré qu'au rythme des émissions actuelles, l'acidité des eaux de surface pourrait tripler d'ici la fin du siècle (source : Acidification des océans, *par Jean-Pierre Gattuso et Lina Hansson,* in L'Océan à découvert, *CNRS Éditions, 2017, pp. 66-67).*

(12) La dissolution du CO_2 dans l'eau de mer entraîne la diminution de certaines molécules – les ions carbonates –, qui sont nécessaires à de nombreux organismes pour fabriquer squelettes et coquilles calcaires. Eux-mêmes sont exposés à une dissolution, car, au-dessus d'un certain niveau d'acidité, l'eau de mer devient corrosive pour le calcaire (source : Acidification des océans, *par Jean-Pierre Gattuso et Lina Hansson, in L'Océan à découvert, CNRS Éditions, 2017, pp. 66-67).*

(13) En savoir + : L'Océan : acidification en cours, *Entretien avec Françoise Gaill, directrice de Recherche au CNRS, coordinatrice scientifique de la Plateforme Océan & Climat,* La Lettre d'information de l'Institut océanographique Paul Ricard, *n°14, 2015.*

(14) Groupe d'espèces d'algues unicellulaires, possédant un squelette calcaire.

(15) Seulement 1 % de la chaleur additionnelle va dans l'atmosphère, 3 % dans les glaces et 3 % dans les surfaces continentales (source : GIEC).

(16) Selon la définition, tout ensemble de caractères chimiques identiques (atomes ou groupes d'atomes). Ainsi, la plupart des aliments et objets du quotidien sont constitués de nombreuses espèces chimiques. Exemple : une pomme contient de l'eau, des sucres, des colorants.

>>

➔ PLUS LARGEMENT, ET À CE PROPOS, QUELS SONT LES LIENS ENTRE LE CLIMAT ET LE CYCLE DU CARBONE OCÉANIQUE ?

On a discuté de l'acidification qui est simplement le fait que l'Océan absorbe le carbone en excédent dans l'atmosphère. Et puis, on a évoqué le changement climatique, qui conduit à un réchauffement de l'Océan, à une modification des courants…

Pour répondre à votre question, nous allons aborder des notions un peu plus complexes pour montrer qu'il y a un lien entre les deux, c'est-à-dire entre le cycle du carbone et le système climatique.

➔ EST-CE QUE L'ON PEUT PARLER D'EFFET DOMINO ?

Oui, les scientifiques parlent, eux, de rétroaction positive [voir ci-dessous : *Rétroaction positive – Des réactions en chaîne entre le système climatique et le cycle du carbone*].

➔ EN FAIT, NOUS AVONS MIS UN GRAND BAZAR…

Oui, nous avons mis un grand bazar dans le système climatique et l'Océan.

Éclairage

RÉTROACTION POSITIVE

DES RÉACTIONS EN CHAÎNE ENTRE LE SYSTÈME CLIMATIQUE ET LE CYCLE DU CARBONE

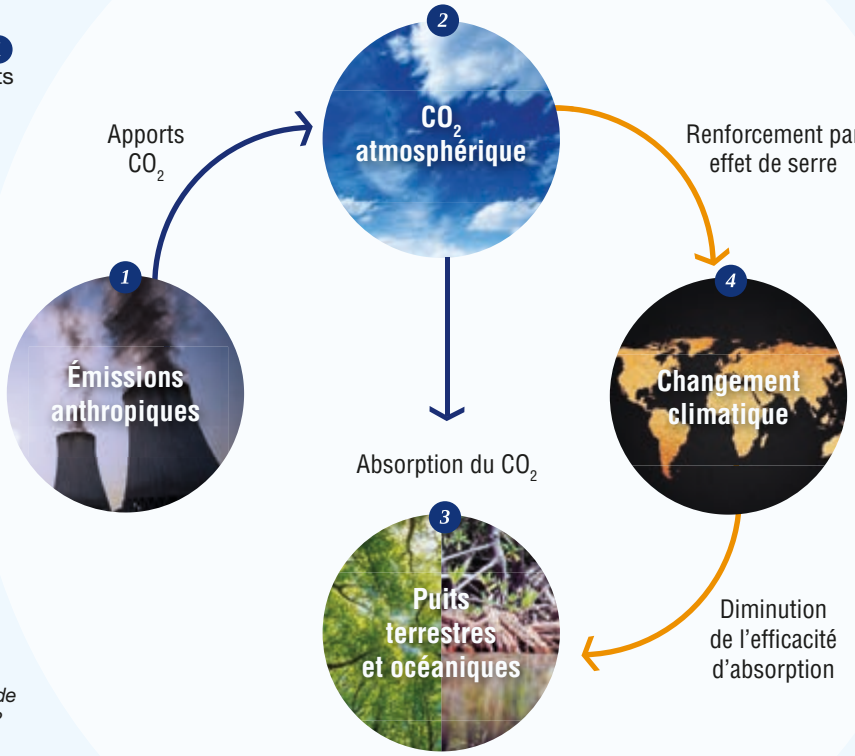
Selon la définition (*), quand une composante du système climatique est modifiée par le changement climatique et que cette modification agit en retour sur le climat, on parle de rétroaction.

Ce couplage entre le climat et le cycle du carbone induit des réactions en chaîne que l'on appelle rétroactions positives. Le terme « positive » n'est d'ailleurs pas très approprié parce que ce phénomène a un effet négatif sur l'évolution du système climatique. Dans ce cas, il amplifie le réchauffement. Les rétroactions seraient dites négatives si elles le diminuaient

Alors, que se passe-t-il réellement ?

Lorsque les émissions de gaz carbonique (1) augmentent dans l'atmosphère (2), les puits naturels de carbone – terrestres et océaniques (3) –, sont moins efficaces à absorber le carbone, car un Océan plus chaud capte moins de gaz carbonique (**).

Du coup, la concentration de gaz carbonique dans l'atmosphère est accélérée, donc le système climatique se réchauffe encore plus, le changement climatique (4) s'amplifie et l'efficacité des puits naturels de carbone se réduit à nouveau… Et ainsi de suite, pour une nouvelle boucle *(Source : Laurent Bopp et Pierre Friedlingstein (2015) -* Rétroactions entre le climat et le cycle du carbone. *Colloque de séminaires organisé par la chaire Évolution du climat et de l'Océan, Collège de France).*



(*) *Le changement climatique : les rétroactions*, insu.cnrs.fr

(**) + d'information : jancovici.com - *Les puits de carbone ne vont-ils pas absorber le surplus de CO_2 ?*

Éclairage

QUELLE ÉVOLUTION FUTURE DU CLIMAT ?

Dans son 5e rapport d'évaluation (2013-2014), le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) définit quatre trajectoires d'émissions et de concentrations de gaz à effet de serre (GES), appelées *Representative Concentration Pathways* (Profils représentatifs d'évolution de concentration). (*)

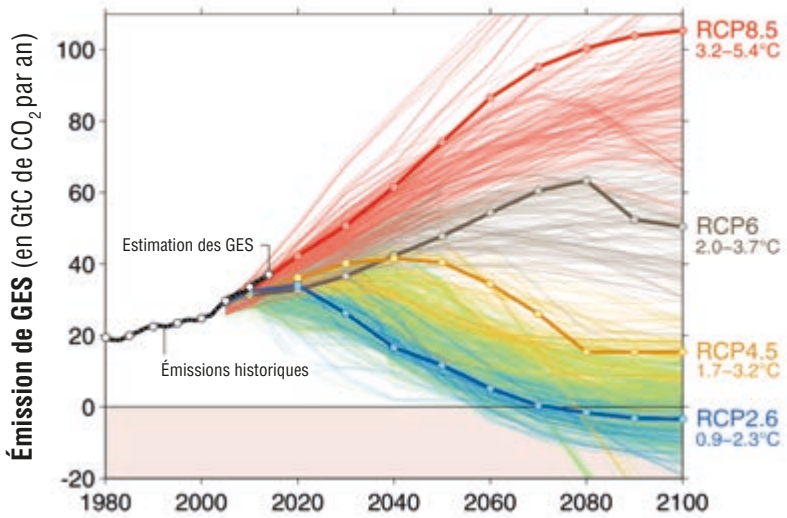
• **LE SCÉNARIO RCP 2.6** intègre pour la première fois les effets des politiques de réduction des émissions de GES susceptibles de limiter le réchauffement planétaire à 2°C en 2100.

• **LE SCÉNARIO RCP 8.5** est le plus pessimiste, mais le plus probable, car il correspond à la prolongation des émissions de GES actuelles.

• **LE SCÉNARIO RCP 6.0** et **LE SCÉNARIO RCP 4.5** sont intermédiaires. Ils correspondent sensiblement à une stabilisation des émissions de CO_2 (source : scénarios climatiques du GIEC – *Global Carbon Project*).

(*) *Un rapport spécial du GIEC :* « Océan et cryopshère dans le contexte du changement climatique » *(Ocean and Cryosphere in a Changing Climate) paraîtra fin 2019.*

SCÉNARIOS CLIMATIQUES ÉTABLIS PAR LE GIEC
DU PLUS PESSIMISTE AU PLUS OPTIMISTE



➔ EST-CE INCONTRÔLABLE ?

Non, il suffit de réduire les émissions de gaz carbonique pour arrêter cet emballement vers un monde plus chaud et un Océan plus acide.

➔ Y A-T-IL UN POINT DE NON-RETOUR ?

La question est difficile.

Nous avons émis beaucoup de carbone, et ce carbone se trouve aujourd'hui dans l'atmosphère.

Le système est perturbé, et il le sera pour très longtemps. L'atmosphère et l'Océan se sont réchauffés, la couverture de neige et de glace a diminué, et le niveau des mers s'est élevé.

À l'échelle de la vie humaine, nous avons basculé vers un point de non-retour. Et il faudra beaucoup de générations pour revenir à l'état initial pré-industriel. Ce qui ne veut pas dire que tout est perdu.

En fonction des actions que nous engageons aujourd'hui, et de la façon dont nous sommes capables dans l'avenir de réduire nos émissions de gaz à effet de serre, les projections peuvent être très différentes : d'un monde très perturbé à un monde moins perturbé.

➔ *« COMME DES SOMNAMBULES, NOUS MARCHONS VERS L'ABÎME »*, A ÉCRIT EDGAR MORIN. PARTAGEZ-VOUS CE SENTIMENT ?

Oui, on a l'impression que l'on continue à marcher vers l'abîme malgré les alertes anciennes, les travaux scientifiques et certaines décisions politiques. C'est tout de même dur d'être optimiste.

>>

3/ Des solutions pour atténuer les dérèglements climatiques et s'adapter

Ph. Magali Mak Photos

➔ ABORDONS LES SOLUTIONS DE LUTTE CONTRE LE CHANGEMENT CLIMATIQUE. QUELLES SONT LES GRANDES LIGNES DIRECTRICES ?

Pour les solutions, il existe deux grands axes : l'atténuation et l'adaptation.

Concernant l'atténuation, j'ai expliqué que l'Océan était un énorme réservoir qui joue déjà un rôle considérable sur notre planète dans l'absorption de gaz carbonique.

Évidemment, cet axe est à développer avant tout puisque l'objectif final est de limiter les effets du changement climatique. Mais il est déjà là, il faut plutôt penser à s'adapter.

De nombreuses solutions sont sur la table. Certains scientifiques ont même envisagé d'augmenter artificiellement les capacités de l'Océan en tant que puits de carbone bleu, mais il faut rappeler que la meilleure des solutions consiste à réduire les émissions de gaz à effet de serre.

➔ EST-ON EN VOIE DE LE FAIRE ?

Non, mais restons optimiste, car certains signaux sont positifs.

Un certain nombre de pays ont réussi – certes, dans certains cas encore trop localisés –, à découpler la croissance économique des émissions de gaz carbonique. Comment ? En changeant nos systèmes de production d'énergies au profit d'autres qui sont renouvelables [16] ; en réduisant l'empreinte carbone des transports, de l'industrie, de l'agriculture, par exemple.

Ces solutions doivent être transférées plus rapidement à l'ensemble de la planète. Il est important de travailler sur des technologies qui permettent d'émettre moins de carbone [17] tout en conservant un développement économique et social soutenu.

➔ CE QUI IMPLIQUE DES CHANGEMENTS DE GOUVERNANCE ET D'ORDRE SOCIAL…

… de gouvernance, de comportement individuel et collectif, évidemment.

Quand on parle d'adaptation au changement climatique, on évoque souvent des mesures assez locales. Les pays travaillent pour leur compte, leurs territoires, alors que le changement climatique est un problème global. Quand j'émets du gaz carbonique à Pékin, au Cap ou à Melbourne, l'atmosphère se mélange très rapidement sur toute la planète.
Ainsi, l'Océan nous permet de réfléchir sur la gouvernance mondiale des océans [18], parce que nous sommes dans des eaux internationales, un milieu partagé par tous.

Par ailleurs, le fait que le changement climatique soit un problème global constitue un bon tableau de bord, mais aussi un déclencheur de conscience.

>>

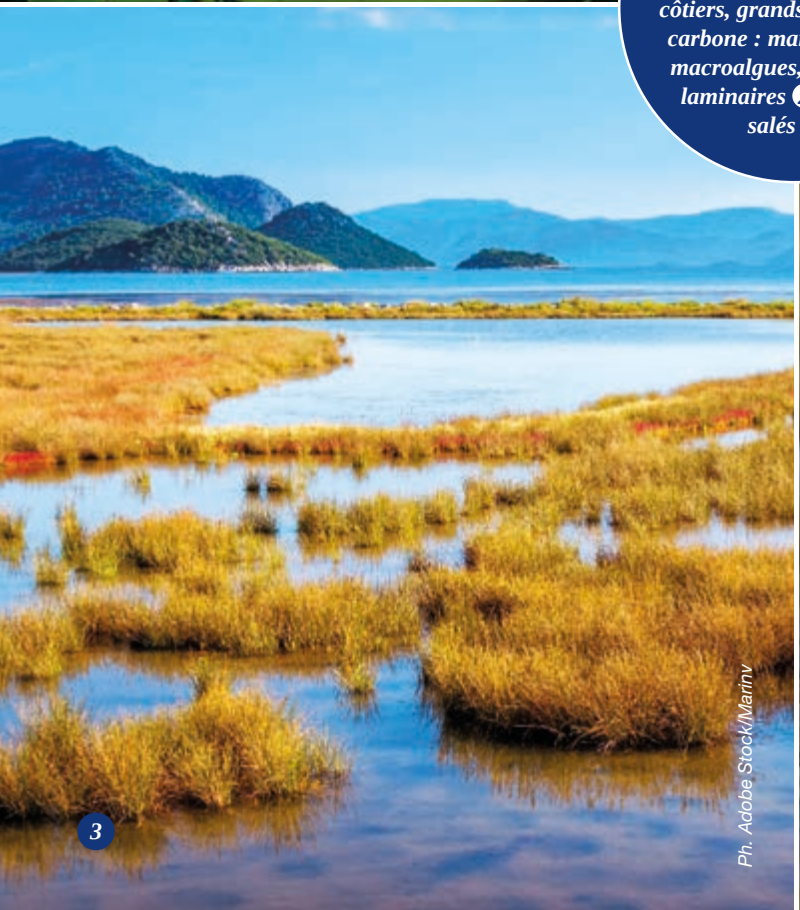
(16) Énergie des courants (hydrolien), énergie des vagues ou houlomotrice, énergie du vent en mer (éolien), énergie thermique des mers.

(17) La Commission européenne projette d'investir plus de 10 milliards d'euros, sur la période 2020-2030, dans des technologies bas-carbone.

(18) En savoir + : Quelle gouvernance pour l'Océan ? - *Entretien avec Serge Segura, ambassadeur de France chargé des océans,* Lettre d'information de l'Institut océanographique Paul Ricard *n° 16, 2018, p. 14.*

Ph. Adobe Stock/JNT Visual

Carbone bleu… Les scientifiques utilisent ce terme spécifiquement pour qualifier les écosystèmes côtiers, grands fixateurs de carbone : mangroves ❶, macroalgues, comme les laminaires ❷, marais salés ❸.

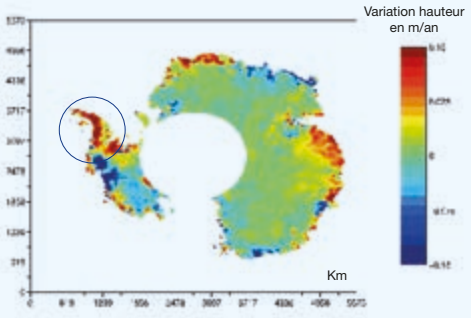


Éclairage

MODÉLISATION, CYCLES DU CARBONE ET DU FER… PRINCIPAUX CENTRES DE RECHERCHE

Pour résumer, deux grands groupes se consacrent à la modélisation climatique en France : l'Institut Pierre Simon Laplace, en région parisienne, et le Centre national de recherches météorologiques (CNRM), à Toulouse, qui travaillent sur la modélisation du cycle du carbone dans l'Océan à l'échelle globale, en lien avec le système climatique.

Des centres de recherche en océanographie sont aussi focalisés sur ces questions-là : à Brest, par exemple, des équipes de l'Institut universitaire européen de la Mer essaient de comprendre le lien entre le cycle du fer et la production de phytoplancton ; à Marseille, l'Institut méditerranéen d'océanographie (MIO) travaille sur le carbone en Méditerranée.



Ph. Benoit LEGRESY/CNRS Photothèque

Évolution de la topographie de l'Antarctique entre 1992 et 2002 réalisée grâce aux satellites ERS (European Remote Sensing Satellite system)*. Cette modélisation montre que pour l'instant la perte de masse de la calotte antarctique n'est pas très affectée par le réchauffement climatique, excepté sur la péninsule où la production d'icebergs est de plus en plus importante (cercle).*

> *"L'Océan, c'est le géant qui se réchauffe de façon très régulière, le vrai témoin du changement climatique"*

>>

➔ QUELLE EST LA PLACE DES SOLUTIONS FONDÉES SUR LA NATURE ?

Je veux parler du *blue carbon*, qui est un terme qui prend de l'importance ces dernières années. Mais il y a toujours une petite confusion.

On peut imaginer que le *blue carbon*, c'est tout le carbone bleu, qui se trouve dans l'Océan. En fait, les scientifiques utilisent ce terme spécifiquement pour qualifier les écosystèmes côtiers : mangroves, marais salés, herbiers de Posidonie, macroalgues, comme les laminaires, sur certaines côtes.

Très productifs, ces écosystèmes côtiers sont capables de fixer une grande quantité de carbone. L'idée est que leur conservation et leur restauration pourrait aider à atténuer le changement climatique [voir en page 28 : *Carbone bleu* - Entretien avec Dorothée Herr et page 40, Entretien avec Chloë Webster].

➔ AUJOURD'HUI, A-T-ON TOUS LES OUTILS NÉCESSAIRES POUR AVOIR PLUS DE CLARTÉ SUR LE FONCTIONNEMENT DE L'OCÉAN ET SON RÔLE DANS LE SYSTÈME CLIMATIQUE ? QUELLES THÉMATIQUES DE RECHERCHE SONT PRINCIPALEMENT DÉVELOPPÉES ?

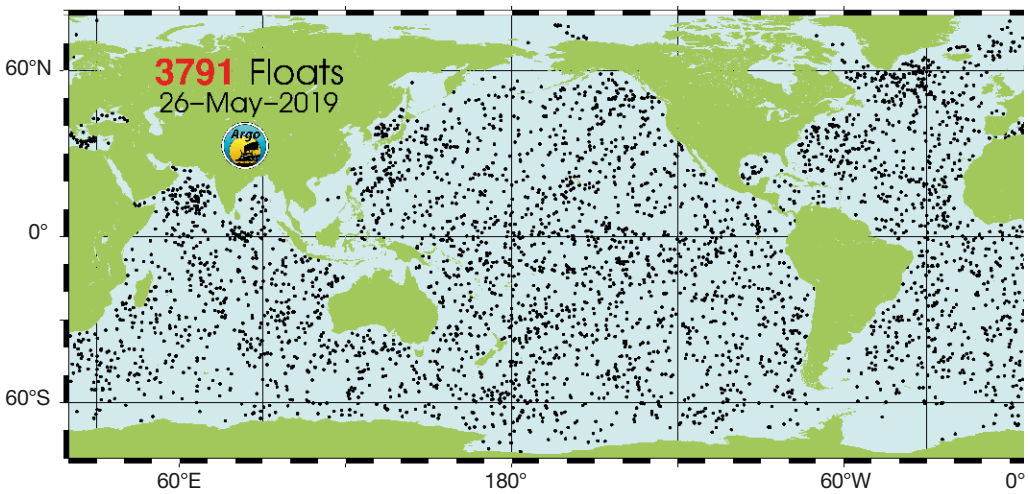
L'Océan est un acteur essentiel du système climatique, il absorbe du carbone, beaucoup de chaleur. C'est le géant qui se réchauffe de façon très régulière, le vrai témoin du changement climatique.

Finalement, en mesurant la quantité de chaleur dans l'Océan, ou même la quantité de carbone, on est capable de suivre l'évolution lente du changement climatique, en réponse à l'activité humaine. C'est pourquoi, il faut absolument documenter et mesurer ce qui se passe dans l'Océan : température, courants, carbone…, et observer le comportement des écosystèmes marins en réaction à ces différents paramètres. Cela me paraît essentiel.

➔ PEUT-ON LISTER QUELQUES-UNES DES GRANDES THÉMATIQUES SUR LESQUELLES IL FAUT CONTINUER À PROGRESSER ?

Concernant la quantité de chaleur dans l'Océan, nous disposons, aujourd'hui, du réseau international *Argo* qui transmet en permanence les informations recueillies par des flotteurs [*voir carte en page de droite*].

Il faut absolument continuer d'équiper ces flotteurs pour qu'ils nous renseignent encore plus sur les relations complexes entre l'Océan et le climat. D'où la nécessité de mesurer d'autres grandeurs comme la quantité d'oxygène – l'Océan perd de l'oxygène, c'est un problème grave –, ou bien encore d'évaluer les éléments nutritifs et la chlorophylle, indicateurs de la vitalité de l'écosystème.



Carte de positionnement des 3791 flotteurs opérationnels Argo *immergés par 25 pays (mai 2019). Depuis quinze ans, ces instruments sous-marins autonomes sillonnent l'Océan. Ils se laissent dériver et plongent régulièrement jusqu'à 2 000 mètres avant de remonter pour transmettre leurs données via des satellites.*

Source : www.jcommops.org/board/wa/Archives?t=Argo et www.argo.ucsd.edu –

Mise en place d'un flotteur développé par l'Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer (IFREMER).

Nous avons besoin également d'aller sonder des zones qui sont peu ou pas explorées, les grands fonds… J'ai expliqué qu'ils se réchauffaient aussi, mais quel est l'impact sur ces écosystèmes profonds ?

Nous devons aussi mieux comprendre les variations naturelles du climat sans perturbation. Pour répondre, il faut faire appel à la paléoocéanographie, à la paléoclimatologie – l'étude des climats anciens –, car il est nécessaire de reconstituer les variations passées. Pour cela, des carottages sont effectués dans le fond de l'Océan.

Il faut aussi déterminer comment les écosystèmes se sont adaptés à des phénomènes anciens afin de mieux projeter l'évolution future.

De meilleures prévisions nécessitent des outils informatiques, des calculateurs plus performants et un développement en parallèle des activités de recherche selon trois axes : l'observation, la reconstitution du passé et la projection du futur.

➜ POUR TERMINER NOTRE ENTRETIEN, AVEZ-VOUS UN MESSAGE À PROPOS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE ET DU DEVENIR DE NOTRE PLANÈTE ?

Surtout, ne pas baisser les bras.
Nous sommes en train de perturber le système climatique – c'est très clair –, mais il ne faut pas être trop catastrophiste.

La planète n'est pas en danger. Le système a déjà subi des concentrations de gaz carbonique beaucoup plus élevées que celles que nous devrions connaître à la fin du XXIe siècle.

Le climat a déjà été beaucoup plus chaud. La planète, en gros, en a vu d'autres.
Le problème, c'est que la société humaine s'est développée dans un climat relativement stable jusqu'à l'époque pré-industrielle, et que nous allons maintenant vers un climat et un monde différents.

Mais vers quel monde ? Je crois que nous avons encore un levier, les mains sur les manettes pour choisir celui vers lequel nous souhaitons aller.

> ***“ La planète, en gros, en a vu d'autres ”***

Les technologies existent pour réduire les émissions de gaz à effet de serre, aider certains écosystèmes à s'adapter aux changements climatiques. Mais nous avons besoin, d'abord, d'une forte volonté politique, d'une prise de conscience générale sur le fait que c'est en agissant maintenant, à 10 - 20 ans, que l'on va devoir décider de la trajectoire à prendre pour les prochaines décennies et vraisemblablement pour les prochains siècles.

Il est encore temps d'agir, mais il faut le faire maintenant ! ■

Entretien avec Christian Frasson-Botton
Mars 2019

Quelques références générales

• *Bourque A., 2000 - Les changements climatiques et leurs impacts*, Vertigo - la revue électronique en sciences de l'environnement, 1 (2).

• *Bard E., 2002 - Évolution du climat et de l'océan.* www.college-de-france.fr/site/edouard-bard/

• *Friedlingstein P., P. Cox, R. Betts, L. Bopp, B. Von, B.V. Werner, P. Cadule, S. Doney, M. Eby, I. Fung, 2006 - Climate–carbon cycle feedback analysis: Results from the C4MIP model intercomparison.* Journal of Climate. *19 : 3337-3353.*

• *Jacques G., B. Saugier, 2008 - Les puits de carbone.* Editions Tec & Doc, Lavoisier, *171 pp.*

• *Bard E., 2009 - L'océan atténue le réchauffement*, Les dossiers de La Recherche, *36 : 71-73.*

• *Mcleod E., L.Chmura Gail, S. Bouillon, S. Rodney, M. Björk, M.C. Duarte, C.E. Lovelock, W.H. Schle-singer, R.S. Brian, 2011, - A blueprint for blue carbon: Toward an improved understanding of the role of vegetated coastal habitats in sequestering* CO_2. https://doi.org/10.1890/110004

• *Euzen A., F. Gaill, D. Lacroix, P. Cury, 2017 - L'Océan à découvert.* CNRS Éditions, *322 pp.*

• *www.ocean-climate.org/wp-content/uploads/2015/03/FichesScientifiques-ocean-pompe-carbone.pdf*

Forêt sous-marine de Kelp, grandes laminaires brunes.

Ph. Adobe Stock/Andrew

Ph. DR / Ph. Adobe StockTOMO

ENTRETIEN AVEC

DOROTHÉE HERR

Responsable du service Océans et changement climatique,
Union internationale pour la conservation de la nature (UICN)

CARBONE CO_2 BLEU

> *« Encourager une meilleure gestion des écosystèmes côtiers par des politiques diverses en matière de changement climatique et d'incitations financières »*

1 / LES HABITATS CÔTIERS VÉGÉTALISÉS, PRINCIPALES SOURCES DE CARBONE BLEU

2 / LE CARBONE BLEU COMME VALEUR D'INCITATION ÉCONOMIQUE, ET SOURCE DE REVENUS

PARCOURS
DOROTHÉE HERR

Dorothée Herr débute sa formation universitaire par des études de géographie à l'Université d'Heidelberg, en Allemagne, puis elle opte pour une année de bénévolat. *« Je voulais faire quelque chose qui soit tournée vers les océans. J'ai alors eu l'occasion de passer trois mois et demi sur le navire* Esperanza*, de l'organisation internationale* Greenpeace*, et j'ai pu constater par moi-même l'impact que nous, les humains, exercions sur l'Océan. »*
Mais Dorothée Herr veut *« faire davantage »*, et elle a *« la chance,* dit-elle, *d'être acceptée à l'Université d'Oxford »,* où elle obtient un master en changement environnemental et management.

« J'ai abordé tout à la fois les sujets du changement climatique et des océans, ce qui m'a conduit à intégrer, en 2009, l'Union internationale pour la conservation de la nature (UICN), qui peut être considérée comme mon premier emploi. Et je suis toujours dans cette organisation intergouvernementale. »

La jeune diplômée commence à travailler auprès du directeur adjoint du Programme marin mondial, au bureau de l'UICN, à Washington, où elle se consacre aux thématiques des régions polaires et du changement climatique.

« J'ai progressé en ce domaine et j'ai tenté d'appliquer mon expertise à l'environnement marin », précise Dorothée Herr. *« Dès le début de ma carrière, j'ai abordé les problématiques du carbone bleu, de l'adaptation au changement climatique fondée sur les écosystèmes et de l'acidification des océans. »*
Aujourd'hui, Dorothée Herr gère différents types de projets, en tant que Responsable du service Océans et changement climatique. Elle suit en particulier les négociations en cours dans le cadre de la Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques (CCNUCC) et travaille à une meilleure intégration des questions marines et côtières dans le débat politique international.

1/ Les habitats côtiers végétalisés, principales sources de carbone bleu

➔ LA QUESTION DU LIEN COMPLEXE ENTRE L'OCÉAN ET LE CLIMAT EST RÉCENTE. DE CE FAIT, LES GENS N'ONT PAS ENCORE VRAIMENT CONSCIENCE DE CE QU'EST LE CYCLE DU CARBONE DANS L'OCÉAN ET ENCORE MOINS LE CARBONE BLEU. POURRIEZ-VOUS NOUS EN DONNER UN APERÇU ?

En fait, nous vivons déjà les impacts du changement climatique et nous recherchons des solutions pour en atténuer les effets. Parmi celles-ci, figurent les puits de carbone naturels, tels que les sols, les forêts et l'Océan.

De toute évidence, l'Océan est le plus grand puits naturel de carbone sur Terre et, en particulier, les écosystèmes côtiers comme les forêts de mangroves, les prairies sous-marines et les marais salés. Ce que l'on appelle le carbone bleu.

Les végétaux captent le gaz carbonique de l'atmosphère grâce à la photosynthèse et piègent les sédiments dans leurs systèmes radiculaires complexes, emprisonnant ainsi le carbone pour longtemps [voir en page 13 : *Photosynthèse – Un mécanisme naturel très complexe*].

Les mangroves sont des puits de carbone bleu très efficaces : comparées à leurs contreparties terrestres, elles stockent trois à cinq fois plus de carbone pour une même superficie. Et ces forêts sont d'autant plus intéressantes que le carbone peut rester stocké plusieurs années, voire plusieurs décennies dans la biomasse (feuilles, tiges…), mais plusieurs millénaires dans les sédiments.

En revanche, des pratiques aquacoles non durables, qui dégradent ou détruisent les mangroves entraînent un relargage permanent dans l'atmosphère du carbone stocké depuis des siècles [(1)]. De puits naturel de carbone bleu, celles-ci deviennent alors sources de gaz à effet de serre.

> *“Les forêts de mangrove sont des puits de carbone bleu très efficaces”*

D'une certaine manière, la mesure la plus efficace pour éliminer le gaz carbonique atmosphérique consiste donc à maintenir en bonne santé des écosystèmes côtiers.

La restauration de zones dégradées a également un impact positif mais avec moins d'efficacité car, dans ce cas, les capacités des mangroves comme puits de carbone bleu sont réduites et demandent plusieurs années avant de se régénérer.

>>

Mangroves plantées et naturelles dans le delta du fleuve Mahakam (Indonésie).

1

2

3

Les forêts de mangrove se développent dans les zones côtières des régions tropicales et subtropicales. Ici, mangrove de la baie Phang Nga, en Thaïlande 1. Les mangroves présentent une grande diversité biologique, par exemple, dans les Caraïbes 2 ou près d'Hô Chi Minh (Vietnan), avec ce macaque crabier 3. Mais elles subissent de fortes pressions : pollutions, déforestation, ici des palmiers Nipa 4 assez communs des mangroves d'Asie et d'Océanie. L'élevage industriel de crevettes 5 est la principale cause de destruction de ces forêts : près de 15,1 millions d'hectares, en 2010, selon la FAO.

4

5

De g. à dr., et de haut en bas :
whitcomberd / P.-M. FORGET/MNHN/INEE/CNRS Photothèque / Adobe Stock/Damedias / 123 RF/Chai Koh Shin / Adobe Stock/S. Bidouze.

>>

➔ EST-CE QUE CELA SIGNIFIE QU'IL FAUT ÉTENDRE LA SUPERFICIE DES MANGROVES ?

Oui, dans la mesure du possible. Des efforts sont déjà faits en ce sens, dans le cadre de la *Global Mangrove Alliance*, l'Alliance internationale pour la mangrove [(2)].

➔ QUE POUVEZ-VOUS DIRE À PROPOS DU CARBONE BLEU ET DES PRAIRIES SOUS-MARINES DE POSIDONIE, EN MÉDITERRANÉE. JOUENT-ELLES LE MÊME RÔLE QUE LES MANGROVES ?

Oui, tout à fait, et c'est l'un des herbiers sous-marins les plus efficaces.

L'attention qu'on leur porte est désormais croissante, et des scientifiques travaillent pour développer des outils d'évaluation du carbone bleu et rechercher la manière d'inclure cet écosystème dans un projet de carbone côtier en tant qu'outil de conservation et de gestion contribuant à l'atténuation du changement climatique [voir en page 40 : Entretien avec Chloë Webster].

Mais le carbone bleu est-il mesurable ? Peut-il être combiné avec certaines mesures de gestion du littoral ? Un pays peut-il le comptabiliser dans sa juridiction ?

De toute évidence, comme il s'agit de l'Océan, plus on s'éloigne de la côte, plus certaines de ces questions se compliquent. Aussi, parlant de carbone bleu, je pense que les mesures et les stratégies d'atténuation du changement climatique les plus tangibles restent pour l'instant celles qui sont menées dans les zones côtières.

Actuellement, le débat est non seulement scientifique, mais également politique et financier sur la manière de procéder et sur la possibilité d'intégrer des écosystèmes, autres que ceux que nous venons d'évoquer, dans les stratégies internationales.

➔ QU'EN EST-IL DES PAYS SANS LITTORAL ? INCLURIEZ-VOUS LES FLEUVES ET LES LACS DANS LE PROCESSUS, OU LE CARBONE BLEU NE CONCERNE-T-IL QUE LES MERS ?

Non, des zones intérieures entrent dans la catégorie des terres humides, et notamment les tourbières. Elles font l'objet de travaux effectués par d'autres acteurs, d'autres ONG. Et tout cela fait partie d'un ensemble sur lequel les États doivent se pencher.

Tourbières et lacs dans le Val Studer, aux Kerguelen, archipel des Terres australes et antarctiques françaises. Le programme « 4 ILES » (Crozet, Saint-Paul, Amsterdam et Kerguelen) sur les effets des changements climatiques a été en partie conduit dans cette région subantarctique (2003-2004).

➔ DANS LA MESURE OÙ LE SUJET EST APPARU RÉCEMMENT, PENSEZ-VOUS QUE NOUS DISPOSONS DE SUFFISAMMENT D'OUTILS POUR MESURER LE CARBONE BLEU ?

À l'heure actuelle, les techniques et les outils existent. Par exemple, pour normaliser les méthodes d'échantillonnage, de mesures en laboratoire et d'analyse des stocks de carbone bleu, nous avons produit un ouvrage [(3)]. En fait, c'est un outil pratique à la disposition des scientifiques et des gestionnaires côtiers sur le terrain.

> ***“Les techniques et les outils de mesure du carbone bleu existent”***

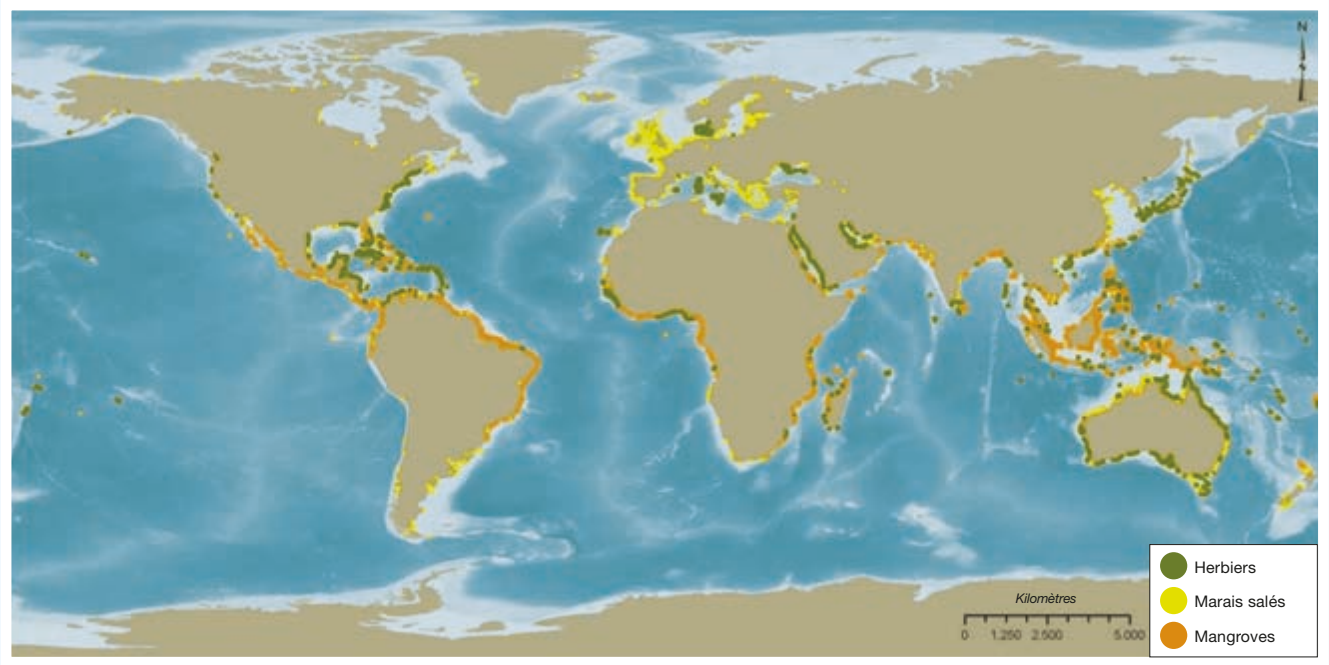
Ensuite, tout dépend évidemment de sa disponibilité dans les pays en développement. À noter que des partenariats de recherche permettent à certains États qui le souhaitent de se rapprocher de laboratoires spécialisés, notamment en Europe et aux États-Unis.

(1) Selon des experts, près de 1,02 milliard de tonnes de gaz carbonique est rejeté chaque année par les écosystèmes côtiers dégradés (source : thebluecarboninitiative.org).

(2) L'objectif de ce programme, lancé en 2017, est d'augmenter de 20% la couverture mondiale des mangroves d'ici 2030. Pour relever ce défi, le WWF est associé à Conservation International, l'Union internationale pour la conservation de la nature (UICN) et The Nature Conservancy.

(3) Cet ouvrage est intitulé : Carbone bleu côtier : méthodes d'évaluation des stocks de carbone et des facteurs d'émissions dans les mangroves, les marais salés et les herbiers marins. *Il a été réalisé par le biais du Groupe de travail scientifique international sur le carbone bleu.*
Formé en 2011, ce groupe constitue la base scientifique de l'Initiative internationale pour le carbone bleu / The International Blue Carbon Initiative.

RÉPARTITION MONDIALE DES MANGROVES, HERBIERS ET MARAIS SALÉS



Sources des données : pour les herbiers et les marais salés, Centre mondial de surveillance de la conservation du Programme des Nations unies pour l'Environnement (PNUE-WCMC) ; pour les mangroves, PNUE-WCMC, en collaboration avec la Société internationale pour les écosystèmes de mangroves (ISME).

Ph. Erwan AMICE / LEMAR / CNRS Photothèque

Plongée d'observation parmi les racines de palétuviers dans une mangrove de la lagune de Xel-Ha, au Mexique, pendant la mission EGOMARS consacrée à l'étude du lambi, Strombus gigas*. L'objectif est de mieux comprendre et de prédire comment les changements globaux – eutrophisation, changement climatique, espèces invasives… –, affectent, ou en retour sont affectés par les écosystèmes marins et les cycles biogéochimiques.*

>>

Ph. Adobe Stock/darnedias

➔ EXISTE-T-IL DES CENTRES QUI RASSEMBLENT LES DONNÉES, DE SORTE QU'IL SOIT POSSIBLE D'AVOIR UNE VUE D'ENSEMBLE SUR LA RÉALITÉ DU CARBONE BLEU ?

Oui, des efforts sont faits, mais plus particulièrement en faveur des grands puits de carbone naturels comme le sol, la forêt et l'Océan.
Le Groupe de travail scientifique international sur le carbone bleu a mis en place un portail où différentes institutions scientifiques et académiques viennent partager leurs données. Il est certain que cette thématique fait l'objet d'un développement et d'un intérêt croissants.

➔ À VOTRE SENS, QUELLES SONT LES INNOVATIONS LES PLUS INTÉRESSANTES DANS LES PROGRAMMES SCIENTIFIQUES QUE VOUS SUPERVISEZ. Y A-T-IL DE NOUVELLES TENDANCES CONCERNANT LE CARBONE BLEU ?

En fait, je pense qu'il s'agit surtout de réunir des expériences et des résultats couvrant l'ensemble de la planète.
En effet, au commencement de nos travaux, nous n'avions que des informations éparses fournies par les acteurs de quelques projets de terrain, certains chiffres étaient extrapolés… Aujourd'hui, nous avons des données spécifiques concernant l'ensemble des continents.

Une mangrove du Costa Rica n'absorbe pas ou ne stocke pas forcément la même quantité de carbone qu'une mangrove d'Indonésie, et je pense que le fait d'avoir plus de détails et d'éléments caractéristiques aide les pays à parvenir à une comptabilisation plus exacte de leur carbone bleu [voir page ci-contre : *L'Initiative internationale pour le carbone*].
À mon sens, c'est dans cette voie que doivent s'impliquer, aujourd'hui, davantage d'organismes de recherche pour réunir encore plus de données.

➔ NOUS ALLONS BIENTÔT ENTRER DANS LA DÉCENNIE DES NATIONS UNIES POUR LES SCIENCES OCÉANIQUES AU SERVICE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE (2021-2030). PENSEZ-VOUS QUE LE CARBONE BLEU SERA AU CŒUR DES PROGRAMMES ?

Je pense que la science a été essentielle pour amener le sujet du carbone bleu en première ligne. Il y a une dizaine d'années, lorsque j'ai intégré l'Union internationale pour la conservation de la nature (UICN), certains de mes collègues de la Commission mondiale des aires protégées ont fait une recherche bibliographique sur le carbone bleu côtier, avant de dire : *« Attention, nous omettons une partie de l'équation : il est bon que la forêt bénéficie de beaucoup d'attention, mais il y a un autre élément dans la solution dont il faut tenir compte. »*

C'est à partir de ce moment que le sujet du carbone bleu a clairement « décollé », avec une nette augmentation du nombre d'institutions académiques travaillant sur le sujet dans le monde : au Costa Rica, aux Philippines, au Kenya, et la création de nouveaux masters intégrant cette thématique.
Pour sa part, le Groupe de travail scientifique sur le carbone bleu poursuit aujourd'hui son développement ; il organise une réunion annuelle dans un endroit différent du globe pour y dresser un état des écosystèmes côtiers et des puits de carbone.
Il est incroyable de voir combien la communauté scientifique s'active et cherche à apporter des fondements scientifiques au carbone bleu pour permettre d'identifier les bonnes solutions politiques.

Éclairage

L'INITIATIVE CARBONE BLEU
UNE POLITIQUE MONDIALE

Ce programme (*) est axé sur l'atténuation des changements climatiques grâce à la conservation et à la restauration des écosystèmes côtiers et marins mondiaux. Il est centré actuellement sur les mangroves, les marais salés et les herbiers marins.

L'initiative carbone bleu / *Blue carbon Initiative* réunit des gouvernements, des instituts de recherche, des organisations non gouvernementales… Elle s'attache principalement à :
- élaborer des approches de gestion, des incitations financières et des mécanismes politiques pour assurer la conservation, la restauration et l'utilisation durable des écosystèmes côtiers carbone bleu ;
-promouvoir des politiques qui appuient sur la conservation, la gestion et le financement du carbone bleu côtier ;
- élaborer des méthodes d'évaluation des stocks et des émissions de carbone bleu ;
- mettre en œuvre, dans le monde entier, des projets qui démontrent la faisabilité de la quantification, de la gestion et des accords incitatifs en matière de carbone bleu ;
- soutenir la recherche scientifique sur le rôle des écosystèmes côtiers de carbone bleu pour l'atténuation du changement climatique.

Pour remplir ses missions, l'Initiative coordonne le Groupe de travail scientifique international sur le carbone bleu et le Groupe de travail international sur la politique en matière de carbone bleu, qui fournissent des orientations pour la recherche, la mise en œuvre de projets… Certains sont en cours de développement dans les différents continents afin de protéger et restaurer les écosystèmes côtiers pour leur valeur de carbone bleu *(sources : thebluecarboninitiative.org et MedPan).*

Tortue verte en pâturage sur un herbier de zostères.

(*) Fondé en 2009 et coordonné par l'Union internationale pour la conservation de la nature (UICN), Conservation international (CI) et la Commission océanographique intergouvernementale de l'Organisation des Nations unies pour l'éducation, la science et la culture (COI-UNESCO).

➜ COMMENT POURRIEZ-VOUS FAIRE LE LIEN ENTRE LE CARBONE BLEU ET LES SOLUTIONS FONDÉES SUR LA NATURE ?

À la base, je perçois les solutions fondées sur la nature comme l'utilisation de la conservation, de la restauration et de la gestion durable des écosystèmes – terrestres, maritimes et côtiers –, pour répondre aux besoins de l'humanité : sécurité alimentaire, lutte contre le changement climatique…

Exemple de conflit d'usages : pêcheur sur son bateau, entre les mangroves détruites par la crevetticulture et un site d'exploitation pétrolière, dans le delta de la Mahakam (Indonésie).

L'intérêt de ces solutions naturelles est qu'il ne se limite pas uniquement à une question d'absorption de carbone atmosphérique. Les mangroves et les herbiers sous-marins jouent également beaucoup d'autres rôles que l'on qualifie de services écosystémiques (4).

Mais en terme de changement climatique, je pense qu'il faut aussi être pleinement conscient du fait que les solutions fondées sur la nature sont intégrées dans une grande boîte à outils dans laquelle les pays peuvent puiser. Car nous savons que pour lutter contre les impacts climatiques actuels et futurs, nous devons et devrons faire appel à toutes les solutions possibles dans les secteurs de l'industrie, du transport et des énergies renouvelables.

>>

(4) Les zones côtières représentent 7 % de la surface totale des océans, mais elles fournissent 50 % de la production piscicole mondiale ; elles abritent une riche biodiversité, assurent le filtrage de l'eau, diminuent les effets de la pollution côtière, favorisent la sédimentation, la protection des côtes contre l'érosion… (source : notre-planète.info).

2/ Le carbone bleu comme valeur d'incitation économique et source de revenus

➔ LES ZONES CÔTIÈRES SONT SOUVENT DES ZONES DE DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUE. COMMENT COMBINER L'ACTIVITÉ HUMAINE ET LES PROGRAMMES DE CONSERVATION ET DE RESTAURATION DES PRÉCIEUX ÉCOSYSTÈMES DE CARBONE BLEU ?

Il est certain que le développement économique : aquaculture, agriculture…, est la principale cause de dégradation et de destruction des écosystèmes du littoral mondial. Mais nous voyons actuellement des opportunités de générer également des revenus à partir de la valorisation des habitats côtiers dans différents domaines : tourisme, vente de crédits dits de compensation carbone… [voir page ci-contre : *Compensation carbone*].

Lagon aux eaux turquoises et sa mangrove sur l'île de Koh Hong (Thaïlande).

Actuellement, des efforts sont faits, y compris par l'UICN, pour essayer d'attirer le secteur privé tout en bénéficiant d'un soutien public, dans ce que nous appelons des systèmes de financement mixtes. Il s'agit de montrer que la restauration des forêts de mangroves ou des herbiers marins peut avoir une valeur économique, si on l'associe, par exemple, à des pratiques de pêche durables – ou plus durables –, et si l'on intègre cette action dans un cadre de gestion du littoral.

Il est vrai que nous sommes beaucoup plus conscients du fait que les écosystèmes côtiers et marins sont l'instrument de ce que nous appelons maintenant l'économie bleue durable [(5)].

L'envahissement par les déchets plastiques, un problème environnemental crucial à l'échelle mondiale.

➔ PLUS CONCRÈTEMENT, DE QUOI S'AGIT-IL ?

L'UICN dispose, par exemple, d'un nouveau fonds appelé *Blue Natural Capital Financing Facility.*

Avec le Mécanisme de financement du capital naturel bleu, nous apportons une aide aux porteurs de projets, qui prennent en compte les impacts écosystémiques et sociaux du changement climatique, et qui souhaitent attirer des capitaux privés.

À cet effet, nous les mettons en contact avec des investisseurs potentiels, en étudiant non seulement la partie relative à la gestion durable des écosystèmes côtiers et marins, mais aussi en réfléchissant à la manière de la combiner avec le développement d'énergies renouvelables, des solutions d'assainissement de l'eau…

> **“ Un intérêt vraiment croissant à se rapprocher et à tenter de parler la même langue ”**

(5) L'économie bleue durable doit veiller à ce que les investissements génèrent des avantages sociaux et économiques à long terme tout en protégeant et en restaurant la diversité, la productivité et la résilience des écosystèmes marins. Elle concerne cinq secteurs : pêcheries et aquaculture, tourisme, transport maritime, énergie offshore, prospection des fonds marins.

Le plastique est bien entendu un sujet important. Par exemple, on peut voir comment générer un revenu par la collecte des filets de pêche fantômes. Ces pertes d'engins de tous types engendrent des impacts sur les espèces, les habitats et les paysages sous-marins.

Effectivement, il y a des domaines novateurs à explorer, et nous observons, tant du côté de la conservation que du côté financier, un potentiel et un intérêt vraiment croissants à se rapprocher et à tenter de parler la même langue.

➔ LE CARBONE BLEU A-T-IL UNE VALEUR ÉCONOMIQUE ÉQUIVALENTE À LA TAXE CARBONE, QUI S'APPLIQUE AUX AUTOMOBILES ? QUELLE EST VOTRE RECOMMANDATION ?

Nous voyons apparaître des projets qui vendent des crédits, dits de compensation carbone. Cela signifie qu'une valeur est attribuée au carbone qui reste dans l'atmosphère ou à celui qui en est extrait grâce à des mesures de restauration des habitats côtiers [voir ci-dessous : *Compensation carbone*].

>>

Ph. Adobe Stock / Montage Eda, lavenir.net

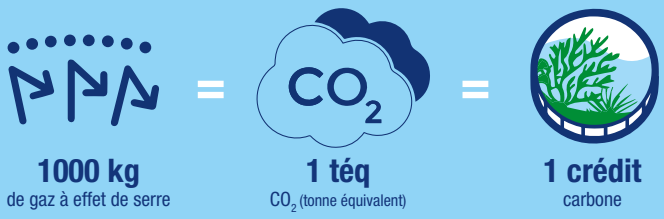
Ph. Adobe Stock / Sura Nualpradid

Éclairage

COMPENSATION CARBONE
ÉCHANGE CRÉDITS CARBONE CONTRE PROJET DE RÉDUCTION D'ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE

Le protocole de Kyoto (1997) est le premier accord international visant à réduire les gaz à effet de serre. À cet effet, il a initié le principe de la compensation carbone, qui s'appuie sur le fait qu'une quantité donnée de gaz carbonique émise dans un endroit peut être compensée par la réduction ou la séquestration d'une quantité équivalente de CO_2 dans un autre lieu de la planète.

Ce principe permet aux États signataires et à « leurs » entreprises de financer des projets de réduction d'émissions de gaz à effet de serre à l'étranger en échange de crédits carbone, c'est-à-dire de « droits à polluer » (*).



En d'autres termes, si un pays émet plus de gaz carbonique que ses quotas ne l'y autorisent, il peut acheter des quotas à des pays qui en ont émis moins. La revente de quotas excédentaires permet de financer ses propres projets.

Chaque tonne de CO_2 non émise dans l'atmosphère correspond à un crédit sur le marché du carbone.

Les projets de compensation sont extrêmement variés. Ceux qui ont le plus bénéficié de crédits carbone concernent le boisement et le reboisement, la restauration de la biodiversité, le développement d'énergies renouvelables – solaire, éolien, hydroélectricité… –, en remplacement des combustibles fossiles, la gestion des déchets pour réduire les émissions de méthane dans les décharges…

RESTAURATION DE MANGROVES

Quelque 4 700 hectares de mangroves restaurés dans le delta du fleuve Casamance et de l'estuaire du Saloum, au Sénégal ; 16 millions de palétuviers plantés dans la forêt des Sundarbans, en Inde, qui couvre les deltas du Gange, du Brahmapoutre et de la Meghna… Ces deux cas de restauration d'écosystèmes dégradés (**) illustrent le principe de la compensation carbone, à savoir une dynamisation des économies locales et une lutte contre le changement climatique en échange de crédits carbone : utilisables par les investisseurs, pour « compenser » leurs propres émissions de gaz à effet de serre, ou les revendre sur les marchés du carbone *(source :* Carbone bleu et REDD bleu : la marchandisation des territoires marins côtiers*, Mouvement mondial pour les forêts tropicales, 2014).*

(*) *Appelés unités de réduction d'émission ou certificats de réduction d'émission, selon s'ils sont émis dans le cadre de la Mise en oeuvre conjointe (MOC) ou du Mécanisme de développement propre (MDP). Ces certificats sont garantis par l'ONU.*

(**) *Au travers du Fonds Danone pour la nature, en 2009, avec l'UICN et RAMSAR. En 2011, il est devenu le Fonds Carbone* Livelihoods *1 puis 2 (2017), qui poursuit ses investissements dans la restauration des mangroves.*

>>

On peut être critique quant à l'utilisation actuelle de la compensation carbone pour réduire les gaz à effet de serre et faire face aux conséquences du changement climatique. C'est, néanmoins, une sorte d'étape intermédiaire qui permet aux communautés des zones côtières de générer des revenus par le biais d'une meilleure gestion et de meilleures pratiques de restauration.

Bien entendu, la mise en place d'un bon système de partage de ces recettes est compliqué. Mais les projets de terrain – à petite et moyenne échelle –, constituent un tremplin pour bien comprendre, notamment, quel contexte, quels moyens et quels potentiels pourraient exister au niveau national et régional pour développer des programmes d'incitation financière plus larges.

Ph. UN Photo/Loey Felipe

La prochaine Conférence de haut niveau des Nations Unies visant à appuyer la réalisation de l'objectif de développement durable n°14 : Conserver et exploiter de manière durable les océans, les mers et les ressources marines aux fins du développement durable, *se tiendra à Lisbonne, du 2 au 6 juin 2020.*

➔ DIRIEZ-VOUS QU'À L'HEURE ACTUELLE, IL EXISTE UN CONSENSUS MONDIAL SUR LE CARBONE BLEU ? AU NIVEAU DE L'ONU, LES ÉTATS SONT-ILS TOUS D'ACCORD ?

Il y a une dizaine d'années, il y avait encore beaucoup de questions du type : *« De quoi s'agit-il ? »*. Mais grâce à des efforts permanents de communication, de sensibilisation…, et au travail des experts scientifiques dans un contexte politique, nous sommes parvenus à un certain niveau de confiance.

Le plus important, à cet égard, a été le *Supplément 2013 aux Lignes directrices 2006 du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) relatif aux inventaires nationaux de gaz à effet de serre (GES) : terres humides.*

Ce document [6] aide et guide sur la manière d'inclure la comptabilisation des émissions de gaz à effet de serre et les puits de carbone correspondant à la gestion des terres humides côtières, dans celle des gaz à effet de serre du pays concerné.

➔ À CE PROPOS, PENSEZ-VOUS QUE LE CARBONE BLEU PEUT ÊTRE INTÉGRÉ DANS LE PROCESSUS DES CONTRIBUTIONS DÉTERMINÉES AU NIVEAU NATIONAL (CDN) / *NATIONALLY DETERMINED CONTRIBUTIONS (NDC)*, QUI MARQUE L'ENGAGEMENT DES PAYS DEPUIS L'ACCORD DE PARIS SUR LE CLIMAT À RÉDUIRE LEURS ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE ET À S'ADAPTER AUX IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE ?

C'est une occasion d'amener les pays à s'intéresser au carbone bleu.

Sur le plan international, avec la Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques, toutes les incitations sont réunies pour encourager les pays à inclure le carbone bleu dans la comptabilisation internationale des gaz à effet de serre ou dans les Contributions déterminées au niveau national.

Je pense que le cadre général et mondial existe. Le carbone bleu joue désormais un rôle en matière de gestion des zones côtières ou d'efforts de planification, entre autres. Néanmoins, l'élément carbone pourrait figurer encore davantage dans l'élaboration des stratégies nationales et dans les mécanismes d'incitation à leur mise en œuvre dans certains pays.

La gestion des milieux côtiers doit s'inscrire dans un contexte plus vaste avec beaucoup plus d'enjeux, où les États doivent relever leurs ambitions climatiques, afin de contribuer à la réduction des émissions mondiales de gaz à effet de serre.

Par ailleurs, de nombreux travaux sont faits pour collecter des données plus robustes, plus fiables au-delà des côtes, afin de voir si les stockages de carbone se font à long terme ou pas. Par exemple, une question m'intrigue, celle de savoir dans quelle mesure le chalutage contribue à une forme de libération du carbone présent dans les fonds marins. Cette question est importante parce qu'elle pourrait être du ressort de la juridiction nationale et pourrait donc être imputée aux États.

➔ CERTAINS DISENT QUE LA COP 25 SERA LA « COP BLEUE ». PENSEZ-VOUS QUE L'ON ACCORDERA AUTANT D'IMPORTANCE À L'OCÉAN LORS DE CETTE CONFÉRENCE INTERNATIONALE SUR LE CLIMAT ?

J'espère que lors de cette conférence sur le climat [7], l'attention portée à l'Océan bénéficiera d'un nouvel élan.

Nous avons largement dépassé le stade des discussions générales. La difficulté est de trouver des solutions concrètes et pratiques au changement climatique.

En effet, même si des éléments détaillés figurent dans la Convention cadre des Nations unies sur les changements climatiques, certains mécanismes peuvent et doivent encore être améliorés. Je pense qu'à un niveau politique plus large, ce serait fantastique si des pays précurseurs s'associaient et s'engageaient, par exemple, pour un renforcement des capacités à réduire les émissions de gaz à effet de serre.

À ce propos, la communauté océanique affirme souvent qu'elle ne bénéficie pas de moyens financiers suffisants – ce qui est vrai, dans une certaine mesure – mais nous disposons tout de même d'un Fonds vert pour le climat [8] et d'autres mécanismes financiers qui prennent souvent en compte l'adaptation des zones côtières aux changements climatiques. Et de ce fait, nous assistons progressivement à l'intégration des aspects relatifs au carbone bleu.

Par comparaison avec le domaine terrestre, nous devons encore faire un effort dans cette voie, car il existe des moyens que nous pouvons utiliser et qui n'ont pas encore été pleinement exploités.

➔ D'AUTANT QU'IL S'AGIT D'UN SUJET TOUT NOUVEAU ET D'UNE APPROCHE COMPLEXE. EN MARS 2019, AU *ONE PLANET SUMMIT*, À NAIROBI, IL A ÉTÉ DIT QUE LES CONTRIBUTIONS DÉTERMINÉES AU NIVEAU NATIONAL DEVRAIENT ÊTRE SOUTENUES PAR LES PLANS D'INVESTISSEMENTS DE LA BANQUE MONDIALE.
PENSEZ-VOUS QUE LA CAUSE DU CARBONE BLEU POURRAIT ÊTRE UNE BONNE APPROCHE POUR AIDER LES POPULATIONS À RESTAURER LEURS ZONES CÔTIÈRES ET À LES INCLURE DANS LEURS CONTRIBUTIONS DÉTERMINÉES AU NIVEAU NATIONAL ?

Oui, je pense que c'est une manière intéressante d'évoluer, et nous revenons au travail que nous faisons avec le *Blue Natural Capital Financing Facility* [9], notamment pour rendre les projets plus attractifs, faire venir d'autres partenaires financiers.

Ce mécanisme de financement du capital naturel bleu est un projet important que nous portons actuellement et qui, à mon sens, peut potentiellement devenir un outil plus novateur. Il faut que les pays agissent moins en silos, en matière d'énergie, de transport, de solutions fondées sur la nature…

Il n'y a pas de remède miracle à appliquer dans des circonstances spécifiques, mais le fait de réfléchir davantage au capital naturel bleu en tant qu'instrument susceptible de faire progresser l'atténuation des effets du changement climatique, l'adaptation et le développement aiderait à replacer le débat dans des discussions plus larges sur la gestion côtière. C'est très important.

> ***“Ce n'est plus une lutte mais plutôt un débat, une recherche de solutions”***

Ph. C. F.-B

➔ QU'EST-CE QUI VOUS DONNE DE L'ESPOIR ET DE L'ENTHOUSIASME DANS L'ENSEMBLE DES TRAVAUX QUE VOUS MENEZ ?

Depuis 2010, je travaille sur le lien entre l'Océan et le climat, et je reste optimiste.

Le combat a été long et difficile. Aujourd'hui il est plutôt devenu une recherche de solutions, et je pense qu'en cela, c'est une force.

Il convient aussi de souligner le travail effectué par l'UICN avec ses partenaires et ses membres sur les différents aspects de la conservation des zones côtières, l'adaptation au changement climatique et son atténuation.

Oui, les choses sont complexes, mais nous devons les faire avancer. Je veux pouvoir dire à mes enfants que j'ai fait tout mon possible pour les aider à avoir un bel avenir. ■

Entretien avec Patricia Ricard
Avril 2019

(6) Approuvé dans le cadre de la Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques (CCNUCC).

(7) Du 11 au 22 novembre 2019, à Santiago du Chili.

(8) Mécanisme financier de l'ONU, rattaché à la Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques (CCNUCC).

(9) Le Mécanisme de financement du capital naturel bleu est un instrument financier créé par la Banque européenne d'investissement (BEI) et la Commission européenne. Il soutient des projets qui œuvrent en faveur de la biodiversité et de l'adaptation aux changements climatiques (source : lib.org).

Ph. C. F-B / Ph. Adobe Stock/Darnedias

ENTRETIEN AVEC

CHLOË WEBSTER

Consultante scientifique en environnement marin

CARBONE CO2 BLEU

> *« En Méditerranée, les Aires Marines Protégées sont des outils clés de gestion dans la préservation de la biodiversité et une des réponses au changement climatique »*

1 / EN MÉDITERRANÉE, LA POSIDONIE, ESPÈCE EMBLÉMATIQUE DU CARBONE BLEU

2 / LES AIRES MARINES PROTÉGÉES, OUTILS DE STOCKAGE DE CARBONE BLEU

PARCOURS
CHLOË WEBSTER

« J'ai étudié en Angleterre les sciences environnementales, en général, et depuis mon enfance, j'ai toujours eu une passion forte pour le milieu marin. »
Chloë Webster hésite beaucoup entre l'infiniment petit et l'infiniment grand et, graduellement, elle s'oriente vers l'étude des cétacés, surtout les grandes baleines, au Canada. *« Et puis, je me suis dirigée vers des ONG environnementales, qui travaillent sur la protection de la mer, en Angleterre et dans d'autres pays, comme Madagascar, où je suis partie diriger une station de recherche sur le milieu marin. »*

Chloë Webster aborde divers sujets, que ce soient les mangroves, les récifs coralliens, les mammifères marins et les tortues marines.
Ces expériences dans le domaine de la connaissance et de la conservation du milieu marin jettent les bases de son futur rôle au sein de MedPAN, réseau de gestionnaires d'Aires Marines Protégées en Méditerranée, qu'elle intègre en 2011 comme responsable scientifique. *« Récemment, j'ai quitté cette structure pour me lancer en tant que consultante indépendante, toujours dans le milieu marin, mais aussi afin d'aller au-delà de notre belle Méditerranée. »*

Photo ci-dessus - Les Posidonies forment de vastes prairies sous-marines, assurant de multiples fonctions, dont l'importance écologique est considérable. Entre autres, ces herbiers sont une source d'oxygène essentielle pour le milieu marin.

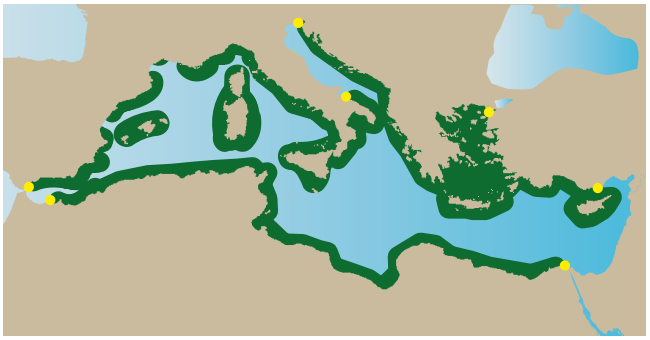
1/ En Méditerranée, la Posidonie, espèce emblématique du carbone bleu

➔ VOUS AVEZ ÉTÉ RESPONSABLE SCIENTIFIQUE DE *MEDPAN*, ET À CE TITRE VOS RECHERCHES ONT PORTÉ SUR LA MÉDITERRANÉE. COMMENT QUALIFIER CETTE MER SUR LE PLAN DE LA BIODIVERSITÉ ?

La Méditerranée est une mer très particulière : semi-fermée, elle a sa propre circulation, un peu comme un mini océan.

Reconnue comme hotspot (point chaud) de biodiversité, la Méditerranée est très riche : elle couvre seulement 0,7 % de la surface des océans et des mers au niveau mondial, mais elle abrite 7,5 % de la faune marine et jusqu'à 18 % de la flore marine de la planète avec un certain nombre d'organismes très menacés et un fort taux d'espèces endémiques [(1)], telles que la Posidonie, *Posidonia oceanica*. Très répandue, cette plante à fleurs occupe 20 à 50 % des fonds situés entre la surface et 50 mètres de profondeur [(2)].

Présente sur l'ensemble du pourtour méditerranéen, elle forme des herbiers marins classés parmi les habitats naturels côtiers les plus productifs de la planète, avec les mangroves et les marais salés.



Répartition des herbiers de Posidonie, Posidonia oceanica*, en Méditerranée. Les points jaunes correspondent aux limites d'extension de l'espèce (source :* Les herbiers de Magnoliophytes marines de Méditerranée - Résilience et contribution à l'atténuation des changements climatiques, *2012, UICN).*

Tous fournissent de précieux services écosystémiques, et remplissent notamment un rôle de puits de carbone particulièrement efficaces [voir : *Écosystèmes marins et côtiers – Services rendus*, ci-contre].

Le carbone capturé et stocké pendant un temps indéfini par les écosystèmes marins côtiers et océaniques est appelé carbone bleu [(3)].

Les mangroves, marais salés, forêts de kelp… sont très efficaces dans ce stockage ; les herbiers marins [(4)] – et pas seulement ceux constitués de la Posidonie méditerranéenne –, jouent aussi un rôle important.

Ce carbone bleu atténue la concentration de gaz carbonique dans l'atmosphère, permettant de contribuer à lutter contre le changement climatique, et d'en amoindrir les effets.

>>

Éclairage

ÉCOSYSTÈMES MARINS ET CÔTIERS… *Services rendus*

L'Évaluation des écosystèmes pour le millénaire (MEA, pour *Millennium Ecosystem Assessment*) – initiée par l'ONU (2000) –, définit quatre catégories de services dits écosystémiques.

- **Support** ou **soutien** – services nécessaires à la production des autres services, c'est-à-dire qu'ils donnent des espaces de vie aux végétaux et aux animaux, permettent la diversité des espèces et la préservation de la diversité génétique.
- **Approvisionnement** – avantages matériels tirés des écosystèmes, par exemple, fourniture de nourriture, d'eau potable, de fibres de bois ; de combustible et de produits biochimiques et pharmaceutiques.
- **Régulation** – services permettant de modérer ou de réguler les phénomènes naturels : qualité de l'air, fertilité des sols, lutte contre les changements climatiques, les inondations et les maladies, pollinisation des cultures…
- **Culture** – bénéfices non matériels : tourisme, loisirs…

En 2014, la valeur totale des services écosystémiques était évaluée à 125 000 milliards de dollars. Mais leur qualité dépend de la résilience et de la protection des écosystèmes. Dégradé, un écosystème fournit moins de services.

Si ce capital naturel venait à disparaître, ce sont tous les écosystèmes qui seraient compromis, ainsi que l'économie mondiale qui repose subtilement sur leur existence.

En 2009, la France a décliné ce programme à l'échelle de son territoire, via un rapport : *Étude exploratoire pour une évaluation des services rendus par les écosystèmes en France – Application du* Millenium ecosystem assessment à la France.

Source : ocean-climate.org et Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO).

Ph. Adobe Stock/R. Carey

L'herbier de Posidonie abrite de nombreuses espèces animales, dont au moins 20% de poissons méditerranéens qui sont présents de manière régulière. Ils viennent s'y nourrir et se protéger des prédateurs. L'herbier est également une nurserie pour de nombreux juvéniles. Sous les feuilles foisonnantes, apparaît la matte, structure de séquestration du carbone.

Ph. Adobe Stock/PIXATERRA

Plutôt inhabituel, un herbier de Posidonie sur un replat rocheux, avec ses rhizomes bien visibles.

Ph. Adobe Stock/PIXATERRA

L'hippocampe, Hippocampus guttulatus*, se cache dans les feuilles pour gober les petites crevettes qui passent à sa portée.*

“Les herbiers de Posidonie sont classés parmi les habitats côtiers végétaux les plus productifs de la planète”

Ph. Adobe Stock/Darnedias

Champ de nacres, Pinna nobilis*, situé dans un herbier en période hivernale, au cap de Creus, sur la Costa Brava (Espagne).*

>>

➔ QUELS SONT LES PROCESSUS DE CAPTURE DU CARBONE PAR LES VÉGÉTAUX MARINS, EN PARTICULIER LES HERBIERS DE POSIDONIE ?

Les végétaux marins absorbent le gaz carbonique présent dans leur environnement immédiat et vont fixer le carbone sous forme organique grâce à la photosynthèse. L'efficacité est plus grande dans le cas des herbiers de Posidonie, parce qu'après son intégration dans la biomasse végétale, une partie de ce carbone est séquestrée dans la matte sous-jacente [5], se trouvant ainsi piégée à long terme, pendant plusieurs décennies, siècles, voire même quelques millénaires [voir en page 13 : *Photosynthèse – Un mécanisme naturel très complexe.* Entretien avec Laurent Bopp].

La production de carbone organique permet aux plantes de se développer plus énergiquement et ainsi de renforcer les services écosystémiques qu'elles fournissent. La Posidonie va pouvoir étendre sa surface d'échange avec l'environnement et capter davantage de gaz carbonique, mais aussi libérer plus d'oxygène dans l'atmosphère [6].

Dans le cas contraire, une dégradation des herbiers entraînerait une nouvelle source d'émission à travers une remise en circulation dans l'environnement d'une quantité non négligeable du carbone déjà stocké.

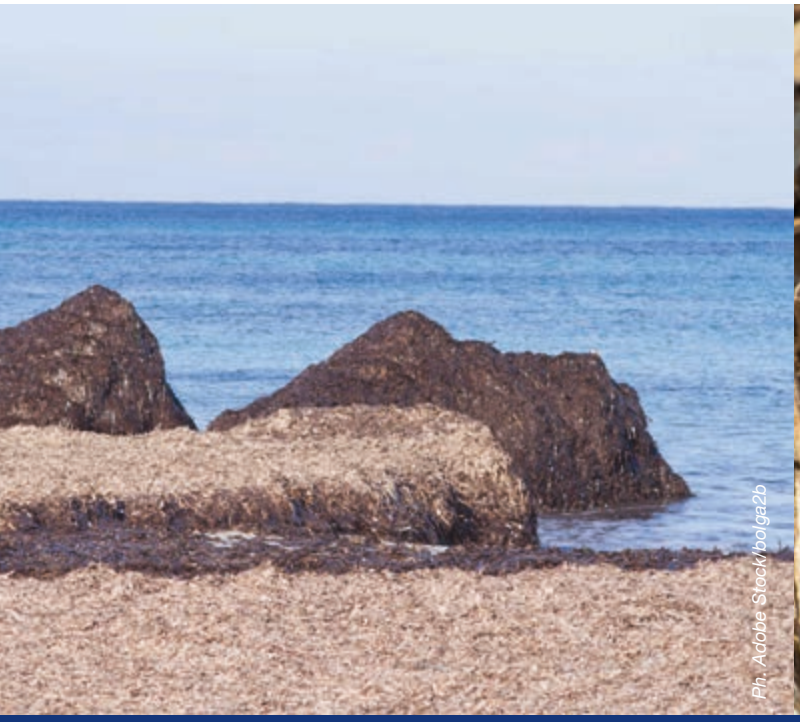
➔ EN MÉDITERRANÉE, D'AUTRES ÉCOSYSTÈMES MARINS CÔTIERS SONT-ILS DES PUITS DE CARBONE BLEU ?

Oui, et le processus est finalement similaire.
On peut citer le coralligène [7], le maërl [8], les rodolithes, qui sont des algues calcaires rouges.

Des collègues de l'Université de Corse, à Corte, ont fait une expérience intéressante en effectuant des carottages dans certains de ces écosystèmes. Ils ont constaté qu'en comparaison des herbiers de Posidonie, le coralligène et le maërl peuvent avoir des taux de séquestration de carbone aussi importants et devenir des puits de carbone bleu efficaces, à condition qu'ils soient préservés de dégradations liées aux activités humaines : pêche aux engins traînants, dragage, extraction…

➔ CERTAINS VÉGÉTAUX MÉDITERRANÉENS EMPRISONNENT-ILS DU CARBONE DANS LA CONSTRUCTION DE LEUR SQUELETTE ? A-T-ON ÉVALUÉ L'EFFICACITÉ DE CES PROCESSUS DE CALCIFICATION DANS LA SÉQUESTRATION DU CARBONE ?

On vient d'évoquer des écosystèmes particuliers constitués en grande partie d'algues rouges calcaires – corallines et autres…–, qui stockent du carbone à la fois par les activités


Ph. Adobe Stock/bolga2b

Ph. Adobe StockNoble Nature

Dépôts de feuilles mortes de Posidonie amenées par les tempêtes. Elles forment de larges banquettes littorales contenant des égagropiles, pelotes de fibres ligneuses de différentes tailles (à droite). Ces banquettes assurent la protection des rivages.

de photosynthèse et par les processus de calcification de leur squelette (thalle). Ce qui finit par aboutir à une production de sédiments carbonatés, notamment dans les mers tempérées ou froides.

Cependant, le rôle de ces écosystèmes comme les lits de rodolithes ou les assemblages coralligènes méditerranéens dans la séquestration du carbone n'est pas encore tout à fait clair. En fait, les processus de calcification ne permettent pas nécessairement de capturer du carbone. Cela pourrait même être la tendance inverse dans certains cas. Si l'on prend l'exemple des rodolithes, il s'avère que leurs processus de calcification remettraient du carbone en circulation dans l'environnement.

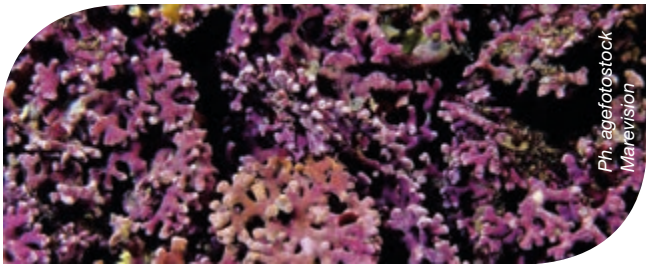
L'on sait déjà que ces algues calcaires sont vulnérables au réchauffement et à l'acidification des eaux marines. Ceci peut se traduire par une diminution visible de leur calcification, affecter leur croissance ou leur reproduction [9].
Des expériences sont menées pour comprendre exactement ce phénomène chez ce type d'algue. Il est important de quantifier le carbone pour voir s'il est bien stocké ou si, finalement, il retourne en partie dans l'atmosphère. C'est ce que l'on cherche à évaluer pour obtenir la séquestration nette de carbone correspondant à la balance entre la quantité de gaz carbonique capturée et la quantité remise en circulation dans l'environnement.

Ce processus peut avoir lieu sur une période de temps variable et se mesure au niveau d'une espèce, d'un habitat ou d'un écosystème. En fait, la séquestration nette de carbone par ces algues est ce qui restera au final. Elle correspond à ce qui va véritablement être stocké et qui constituera le puits de carbone bleu.

➔ PEUT-ON DIRE QUE LE CARBONE BLEU EST UN EXEMPLE DE SOLUTION BASÉE SUR LA NATURE [10] POUR ATTÉNUER LE CHANGEMENT CLIMATIQUE PAR UN STOCKAGE DU CARBONE DE NOTRE ATMOSPHÈRE ?

Je ne suis pas complètement convaincue que le carbone bleu soit une solution fondée sur la nature. C'est un processus existant que les pressions engendrées par l'activité humaine ont tendance à détruire, ce qui contribue donc aux changements climatiques.

Je serais plutôt d'avis de dire qu'une solution basée sur la nature s'appuie sur des mesures de protection comme la création d'Aires Marines Protégées et l'instauration d'autres mesures réglementaires visant à réduire les pressions anthropiques. L'objectif est de sécuriser et de maintenir en bon état les puits de carbone bleu, notamment en les soustrayant à une possible destruction.



Maërl – Algues rouges calcifiées vivant librement à la surface du sédiment.

Les gorgones des fonds coralligènes de Méditerranée sont très fragiles et vulnérables au réchauffement des eaux.

>>

(1) Une espèce endémique n'existe que sur un territoire donné. Sa disparition sur un territoire, entraîne aussi sa disparition sur la planète.

(2) Préservation et conservation des herbiers à Posidonia oceanica – *Boudouresque C.F., Bernard G., Bonhomme P., Charbonnel E., Diviacco G., Meinesz A., Pergent G., Pergent-Martini C., Ruitton S., Tunesi L., 2006 RAMOGE pub. : 1-202.*

(3) Au contraire, le carbone vert est terrestre. Il est fixé et stocké dans la biomasse végétale, les sols des forêts, des pâturages et des terres agricoles.

(4) Les herbiers marins sont constitués de magnoliophytes marines. Ces plantes à fleurs – une soixantaine d'espèces sur la planète, dont la Posidonie, Posidonia oceanica *–, colonisent les eaux côtières superficielles. Ces formations occupent seulement 1 % des océans, mais seraient responsables de 40% du carbone fixé chaque année par la végétation côtière avec des variations liées aux espèce et aux conditions environnementales (source : Laffoley and Grimsditch, 2009).*

(5) La matte est une structure enfouie sous la plante et constituée du lacis des rhizomes, des racines, des feuilles mortes et du sédiment qui colmate les interstices de cet ensemble de matière peu putrescible. Elle peut atteindre plusieurs mètres de hauteur et perdurer des millénaires.

(6) Une étude de l'Institut méditerranéen de recherche avancée (IMéRA) et de la Fondation BBVA indique que les écosystèmes méditerranéens de Posidonie produisent 14 à 20 litres d'oxygène par mètre carré chaque jour.

(7) Écosystème sous-marin caractérisé par l'abondance d'algues calcaires qui construisent par superposition d'encroûtements ou par accumulation de dépôts des massifs comparables aux récifs coralliens. Des espèces animales à squelette calcaire – éponges, gorgones –, peuvent également être associées à ces constructions.

(8) Accumulations d'algues calcaires rouges sur une épaisseur variant de quelques centimètres à plusieurs mètres. Le maërl est répandu dans l'Atlantique Nord et en Méditerranée : Algérie ; Espagne, Baléares ; France, aux îles d'hyères, près de Marseille, Corse.

(9) Basso D., 2012 – Carbonate production by calcareous red algae and global change. Geodiversitas *34 (1): 13-33.*

(10) Les « solutions fondées sur la nature » sont définies par l'UICN comme « les actions visant à protéger, gérer de manière durable et restaurer des écosystèmes naturels ou modifiés pour relever directement les défis de société de manière efficace et adaptative, tout en assurant le bien-être humain et en produisant des bénéfices pour la biodiversité » *https://uicn.fr/wp-content/uploads/2018/06/brochure-sfn-mai2018-web-ok.pdf*

FORUM 2016 des Aires Marines Protégées en Méditerranée

Système des **Aires Marines Prot**

7,14%

Surface sous statut de protection - 179 798 km²/1 231 AMP et autres mesures spatiales de conservation (AMSC) dont*

- 186 AMP de statut national : 1,60%
- 898 Natura 2000 en mer : 2,37%
- 3 zones de pêche réglementée de la CGPM : 0,62%
- Sanctuaire Pelagos pour les mammifères marins : 3,47%

*Les pourcentages ci-dessus ne peuvent pas être additionnés car il existe des recouvrements entre sites et tous les sites ne sont pas mentionnés ici.

0,04%

Surface sous protection renforcée (accès interdit ou zone de non-prélèvement ou zone de non-pêche)

+ 1,8%

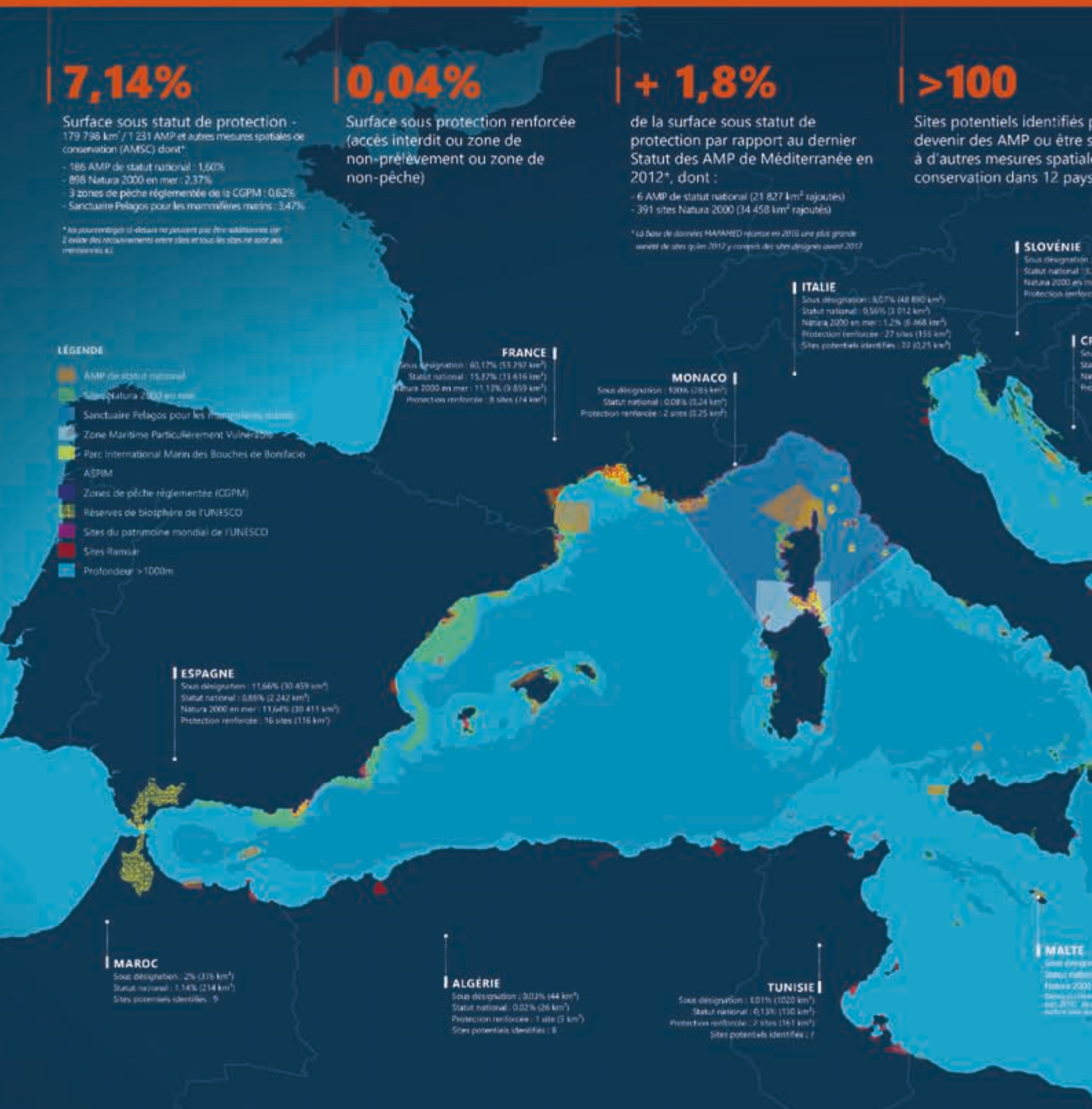
de la surface sous statut de protection par rapport au dernier Statut des AMP de Méditerranée en 2012*, dont :

- 6 AMP de statut national (21 827 km² rajoutés)
- 391 sites Natura 2000 (34 458 km² rajoutés)

*La base de données MAPAMED réunit en 2016 une plus grande variété de sites qu'en 2012 y compris des sites désignés avant 2012

>100

Sites potentiels identifiés devenir des AMP ou être à d'autres mesures spatiale conservation dans 12 pays



La Méditerranée : une mer sous pression

- **1/3 du trafic maritime mondial**
  + 4% par an prévu d'ici 2025
- **1ère destination touristique mondiale**
  343 million d'arrivées annuelles en 2014,
  + 40% prévu d'ici 2025
- **Exploitation des hydrocarbures en mer en plein essor**
- **Ressources sure**
  85%* des stocks de poiss

*FAO, 2016, The state of Mediterra Fisheries Commission for the Medite

Source : Projet MedTrends, (WWF-France), Plan Bleu

égées de Méditerranée en 2016

pour
oumis
es de

90,05%

Part de la surface totale méditerranéenne sous statut de protection située dans les eaux européennes

Perspectives

L'objectif 11 d'Aichi ne se limite pas à l'atteinte des 10%. Des AMP et AMSC « gérées de façon efficace et équitable d'ici 2020 » supposent de nombreuses améliorations qualitatives, en lien notamment avec :

- Les cadres légaux et la gouvernance
- La disponibilité de financements adéquats
- La planification systématique de la gestion
- La mise en place de moyens humains adaptés
- La réglementation et la surveillance
- L'engagement des parties prenantes
- L'intégration avec la Planification Spatiale Marine

Avertissement :
Les appellations employées dans ce document, la présentation des données qui y figurent et les délimitations des AMP, AMSC et autres sites d'intérêt pour la conservation présentés n'impliquent de la part de MedPAN, de ONU Environnement/PAM CAR/ASP et de leurs partenaires aucune prise de position quant au statut juridique des Etats, territoires, villes ou zones, ou de leurs autorités, ni quant au tracé de leurs frontières ou limites terrestres et marines.

Etant donné que les Zones Economiques Exclusives (ZEE) des pays méditerranéens ne sont pas encore toutes établies, la ZEE théorique (source : Flanders Marine Institute, World EEZ v8) a été utilisée à titre indicatif pour le calcul de ces pourcentages. Ceux-ci peuvent donc différer des surfaces déclarées par les Etats et n'engagent en rien les auteurs et partenaires de ce document.

Jeu de données :

AMP : MAPAMED, la base de données des sites d'intérêt pour la conservation de l'environnement marin en mer Méditerranée. MedPAN, ONU Environnement/PAM CAR/ASP. Version d'octobre 2016.
PAYS : Natural Earth. Admin 0 - Countries, 2016.

MedPAN et le CAR/ASP ont réalisé en 2016 l'évaluation de l'état des Aires Marines Protégées (AMP) et des autres mesures spatiales de Conservation (AMSC) en Méditerranée. Les chiffres relatifs aux AMP présentés dans ce document proviennent de la version d'octobre 2016 de MAPAMED, la base de données sur les sites d'intérêt pour la conservation du milieu marin en Méditerranée, élaborée par MedPAN et le PNUE/PAM-CAR/ASP (actuellement UN-Environnement, www.unenvironnement.org).

4 336 (8 km²)
99% (7 km²)
: 4,04% (8 km²)
te : 1 site (0,46 km²)

ROATIE
n désignation : 9,51% (5 534 km²)
tut national : 1,11% (622 km²)
ura 2000 en mer : 9,48% (5 268 km²)
tection renforcée : 4 sites (158 km²)

MONTÉNÉGRO
Sous désignation : 0,15% (26 km²)
Statut national : 0,34% (28 km²)
Sites potentiels identifiés : 4

ALBANIE
Sous désignation : 1,63% (181 km²)
Statut national : 1,63% (181 km²)
Protection renforcée : 7 sites (108 km²)
Sites potentiels identifiés : 3

GRÈCE
Sous désignation : 1,55% (7 666 km²)
Statut national : 0,72% (3 544 km²)
Natura 2000 en mer : 1,49% (7 364 km²)
Protection renforcée : 2 sites (2 km²)
Sites potentiels identifiés : 3

TURQUIE
Sous désignation : 12,58% (9 111 km²)
Statut national : 12,35% (8 944 km²)
Protection renforcée : 3 sites (10 km²)

SYRIE
Sous désignation : 0,04% (4 km²)
Statut national : 0,04% (4 km²)
Sites potentiels identifiés : 3

CHYPRE
Sous désignation : 12,28% (10 009 km²)
Statut national : 0,01% (6 km²)
Natura 2000 en mer : 0,15% (131 km²)

LIBAN
Sous désignation : 0,21% (41 km²)
Statut national : 0,21% (41 km²)
Sites potentiels identifiés : 14

LIBYE
Sous désignation : 0,09% (153 km²)
Statut national : 0,09% (153 km²)
Sites potentiels identifiés : 13

EGYPTE
Sous désignation : 7,56% (1 541 km²)
Statut national : 0,3% (514 km²)

ISRAËL
Sous désignation : 4,58% (1 270 km²)
Statut national : 0,1% (28 km²)
Protection renforcée : 8 sites (17 km²)
Sites potentiels identifiés : 14

xploitées
ons surpêchés
ran and Black Sea Fisheries. General
rranean. Rome, Italy

- **Pollutions d'origine tellurique**
  effets marqués sur la biodiversité
- **Impacts drastiques liés au changement climatique**
- **Plus de 900 espèces marines non indigènes dont au moins 40 envahissantes**

2/ Les Aires Marines Protégées, outils de stockage de carbone bleu

➔ QUELLE EST LA PLACE DES AIRES MARINES PROTÉGÉES (AMP) DANS UN PROCESSUS DE PROTECTION DES PUITS DE CARBONE BLEU ?

Leur place est à mon avis très importante. Par exemple, une étude a été faite en Indonésie pour évaluer leur rôle dans la protection des mangroves. Des experts ont calculé que la création d'Aires Marines Protégées, entre 2000 et 2010, avait empêché la destruction de 14 000 hectares de mangroves, évitant ainsi le relargage de 13 millions de tonnes de gaz carbonique dans la nature [11].

Environ 7 % de la superficie de la Méditerranée ont été placés sous un statut de protection [voir carte, en page 46-47].

Bien gérés, ces espaces permettent effectivement de protéger les puits de carbone bleu au sein des habitats côtiers végétalisés et des sédiments. Ils vont aussi aider certains écosystèmes à se restaurer, respirer…
Lorsqu'un endroit est bien protégé, diverses études ont fait ressortir que les prédateurs apex, c'est-à-dire au sommet de la chaîne alimentaire, reviennent et s'installent, l'un des signes de la bonne santé de l'écosystème.

De plus, les gros poissons carnivores aident à protéger les stocks de carbone dans les écosystèmes de carbone bleu en limitant la densité des populations d'herbivores. Ces derniers réduisent la production végétale en supprimant la surface foliaire, ce qui diminue d'autant plus le potentiel de photosynthèse et donc d'absorption de gaz carbonique.

Effectivement, les AMP sont des outils clés de gestion dans la préservation de la biodiversité et une des réponses dans le processus de lutte pour ralentir le changement climatique, en lien avec les écosystèmes côtiers de carbone bleu.

Éclairage

MedPAN
UN OUTIL DE SURVEILLANCE ET DE GESTION

MedPAN est le réseau de gestionnaires d'Aires Marines Protégées (AMP) en Méditerranée. Il regroupe plus d'une centaine d'institutions et d'organisations non gouvernementales (ONG) réparties dans 19 pays.
Leur rôle est la gestion des AMP ou l'aide à leur développement.

Les Aires Marines Protégées constituent un outil stratégique pour la conservation à long terme du milieu marin, notamment des espèces, des habitats, des écosystèmes…, et pour garantir la gestion et l'exploitation durable des ressources marines.

Le réseau a mis en place un dispositif d'aide à petits projets qui permet un appui direct aux gestionnaires d'AMP. L'objectif est de mettre en œuvre des actions concrètes, afin de renforcer l'efficacité de leur gestion, de créer des actions pilotes ou d'élaborer des outils, qui peuvent également être utiles à d'autres Aires Marines Protégées

Parmi les partenaires de MedPAN figurent ONU Environnement – Plan d'action pour la Méditerranée, le Centre d'activités régionales pour les Aires Spécialement Protégées (CAR/ASP), WWF, l'Union internationale pour la conservation de la nature (UICN), l'Accord sur la Conservation des cétacés de la mer Noire, de la Méditerranée et de la zone Atlantique adjacente (ACCOBAMS), la Commission générale des pêches pour la Méditerranée (CGPM)…

Source : medpan.org

+ d'infos : ***http://www.aires-marines.fr/Documentation/Dossier-de-presse-Aires-marines-protegees-de-Mediterranee.***

➔ Y A-T-IL DES PROGRAMMES INTERNATIONAUX QUI SONT ORIENTÉS VERS LA QUESTION DU CARBONE BLEU ?

Oui, plusieurs programmes internationaux travaillent sur cette question. On peut notamment citer l'Initiative internationale sur le carbone bleu / *The international blue carbon Initiative*. Le programme est axé sur l'atténuation des changements climatiques grâce à la conservation et à la restauration des écosystèmes côtiers et marins [voir aussi en page 35 : *L'Initiative internationale sur le carbone bleu/The international blue carbon Initiative* – Entretien avec Dorothée Herr].

De nombreuses recherches vont dans ce sens pour mieux comprendre les processus, mieux analyser le cycle du carbone et s'adapter au changement climatique. De plus en plus, elles permettent de contribuer à la connaissance et au développement d'actions orientées vers la protection des habitats côtiers.

Ph. D. Loquet /CNRS Photothèque

Planeur sous-marin utilisé en Méditerranée nord-occidentale. Cet engin navigue en parfaite autonomie entre la surface et 500 mètres de profondeur. Il fait des mesures, notamment pour identifier les zones de photosynthèse importante révélant une consommation de gaz carbonique par le phytoplancton.

>>

Ph. Y. et M. Tavernier

Parc national des Calanques (Marseille) – Au premier plan, les îles de Jarre et Jarron, puis Maïre, dans l'archipel de Riou.

Ph. Adobe Stock/anemone

Parc national de la péninsule de Dilek, au sud de Kusadasi (Turquie).

1 231

C'est le nombre d'Aires Marines Protégées (AMP) et autres zones de conservation (AMSC) en Méditerranée, en 2016.
Elles couvrent **179 798 km²**, ce qui place **7,14 %** de la Méditerranée sous un statut légal de protection.
Rappelons que l'objectif est d'atteindre **10 %** des eaux sous statut d'AMP bien gérées à l'horizon 2020
(« Cibles d'Aichi de la Convention sur la Diversité Biologique »).
Source : medpan.org

>>

➔ LE CARBONE BLEU PEUT-IL PRÉSENTER DES AVANTAGES ÉCONOMIQUES POUR LES ÉTATS, NOTAMMENT EN MÉDITERRANÉE ?

Des recherches récentes dans le domaine du carbone bleu portent, par exemple, sur l'évaluation de la quantité de carbone stockée dans les herbiers de Posidonie.

Effectivement, il serait économiquement très intéressant de la connaître pour accéder aux marchés du carbone [(12)] qui sont assez dynamiques. Mais pour les herbiers de Posidonie, on ne sait pas encore globalement dégager leur valeur financière en terme de carbone bleu.

➔ LES AMP SONT-ELLES UNE VOIE POUR CONTRIBUER AUX OBJECTIFS NATIONAUX ET MONDIAUX EN MATIÈRE D'ATTÉNUATION DU CHANGEMENT CLIMATIQUE ?

Des pays explorent de plus en plus la possibilité d'inclure les habitats côtiers végétalisés dans leur comptabilité nationale des gaz à effet de serre.

Cependant, moins de 20 % des 151 pays qui présentent des écosystèmes de carbone bleu mentionnent ces habitats comme faisant partie de leur stratégie d'atténuation du changement climatique.

D'un autre côté, sur un plan économique, je pense que les États pourraient obtenir des appuis plus solides pour les efforts de conservation et de restauration qu'ils engagent en faveur des habitats marins en général, et des habitats du carbone bleu en particulier. Et ce, en démontrant la contribution des Aires Marines Protégées aux objectifs nationaux et mondiaux en matière de changements climatiques.

Les AMP entrent dans le cadre de politiques rentables pour favoriser le stockage de carbone bleu. Mais si celui-ci présente une grande importance, il ne faut pas négliger la source du problème, c'est-à-dire les émissions elles-mêmes.

(11) Consulter une référence récente sur le sujet : La protection de l'environnement marin en Indonésie - *www.tresor.economie.gouv.fr/Articles/2019/05/06/la-protection-de-l-environnement-marin-en-indonesie*

(12) Mécanismes qui permettent d'échanger des droits d'émission de gaz carbonique de la même manière que des titres financiers.

Il faut insister sur le fait qu'une centaine d'entreprises sont responsables de 70 % des émissions de gaz à effet de serre dans le monde depuis 1988. Peut-être serait-il temps qu'une action politique vise à réduire d'urgence la production et la consommation de combustibles fossiles. ■

Entretien avec Christian Frasson-Botton
Mars 2019

Éclairage

CARBONE BLEU ET AMP

Ces deux thématiques font l'objet de conférences scientifiques internationales qui les situent comme un sujet actuel d'intérêt majeur associant préservation de la biodiversité et changements climatiques.

• ***« Le carbone bleu : une méthode innovante à explorer pour soutenir nos AMP »***, titre d'une session sur le carbone bleu qui s'est tenue au Forum 2016 des Aires Marines Protégées en Méditerranée (Tanger).
Au cours de cette conférence internationale, l'importance des AMP dans la protection des écosystèmes de carbone bleu a été discutée, soulignant que la gestion efficace des AMP existantes ou la création de nouvelles AMP peut être soutenue financièrement par des mécanismes de financement du carbone bleu.
Plusieurs programmes en cours ont fait l'objet d'études de cas, tels que l'Initiative sur le carbone bleu / *The Blue Carbon Initiative* et *Life Blue Natura*, projet européen sur le carbone bleu visant à quantifier les dépôts de carbone et les taux de séquestration des habitats.

• ***Les avancées et initiatives dans la recherche sur les écosystèmes de carbone bleu*** ont été présentées en 2017 au cours du Symposium interdisciplinaire sur le suivi du changement global tenu à l'Université de Corse (Corte), de l'Initiative sur le carbone bleu à la conservation et la restauration des habitats du carbone bleu.

Source : La science pour la gestion des Aires Marines Protégées – Carbone bleu : l'importance de la conservation marine pour les changements climatiques, *n° 8, septembre 2018, MedPAN.*

+ d'infos : ***thebluecarboninitiative.org*** et ***life-bluenatura.eu***

Ph. Adobe Stock/rochagneux

“La place des AMP dans un processus des puits de carbone est très importante”

Ph. Adobe Stock/Fourcade.N

Éclairage

QUAND ON NE PARLAIT PAS ENCORE DE CARBONE BLEU…
DES TRAVAUX NOVATEURS MENÉS À L'INSTITUT OCÉANOGRAPHIQUE PAUL RICARD

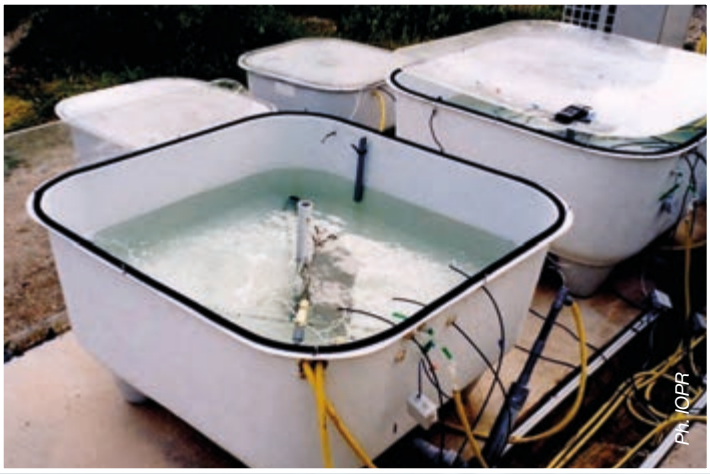
« Dès le début des années 1990, raconte Yvan Martin, ancien directeur de la Recherche à l'Institut (photo), nous avons commencé à travailler sur la réponse du réseau planctonique à un doublement de la concentration en gaz carbonique atmosphérique ». Une augmentation qui, selon les prévisions envisagées dans le premier rapport du GIEC, devrait survenir en 2100.

Ph. V. Tollard

« Même si l'on n'utilisait pas encore le terme de « carbone bleu », se souvient le chercheur, *nous savions que l'Océan était un élément régulateur, même si nous n'en comprenions pas tous les mécanismes. »*

Le projet, mis en place à l'époque en partenariat avec Elf Aquitaine, consiste à imaginer un dispositif expérimental qui permet d'analyser les effets d'un doublement de la pression partielle de gaz carbonique atmosphérique sur les communautés microbiennes de l'eau de mer, et leur rôle dans le pompage biologique de ce gaz. *« Et ce qui était particulièrement novateur,* explique Yvan Martin, *c'était l'utilisation des mésocosmes (photo ci-contre), c'est-à-dire des bassins fermés d'un à trois mètres cubes, alimentés en continu par de l'eau de mer et de l'air enrichi ou non en CO_2. Personne encore n'avait travaillé sur des volumes aussi importants. »*
Ces mesures permettent alors de démontrer l'importance des processus physiques, mais aussi biologiques dans le pompage du gaz carbonique atmosphérique. La pompe physique, qui est le processus de diffusion et de dissolution du CO_2 dans l'eau de mer joue un rôle primordial. Mais la pompe biologique, qui est, elle, le processus d'absorption et de captation par le plancton végétal, entretient le phénomène et en augmente les effets. *« Nos expérimentations ont également permis l'élaboration d'un modèle mathématique de la dynamique de ces composants chimiques et biologiques, une étape indispensable pour aborder des études prospectives. »*

Ce projet précurseur, mené jusqu'en 1995, sera suivi d'un second programme, DOREMI, réalisé en partenariat avec d'autres organismes de recherche (INSU, CNRS, Elf Aquitaine) en 2000 et 2001. Une vingtaine de chercheurs mèneront alors des expériences sur le même thème pendant un mois, sur l'île des Embiez.



Dispositif expérimental destiné aux études d'absorption du gaz carbonique par les communautés microbiennes marines : bactéries, microalgues…

Au cours des études menées sur l'aquaculture expérimentale et la lutte contre les pollutions anthropiques marines, les scientifiques de l'Institut océanographique Paul Ricard se sont également penchés sur la problématique du changement climatique, dès le début des années 1990. Ici, réunion autour du Pr Nardo Vicente et du Dr Yvan Martin.

“ Même si l'on n'utilisait pas encore le terme de « carbone bleu » nous savions que l'Océan était un élément régulateur ”

Ph. AdobeStock/willyam

PROJET CREX MED
UNE NOUVELLE PLATEFORME DE RECHERCHE POUR L'INSTITUT

Une nouvelle plateforme de recherche doit voir le jour prochainement sur l'île des Embiez : elle permettra aux chercheurs de l'Institut de développer leurs travaux, mais aussi d'accueillir d'autres équipes scientifiques.

« L'intérêt de la nouvelle plateforme de recherche, explique Jean-Luc Bonnefont, directeur de la Recherche, *sera double. Elle nous permettra d'une part d'avoir un outil fonctionnel adapté à nos propres travaux. On peut les subdiviser en trois grands thèmes : restauration écologique, biotechnologie, et aquaculture. En tout, 400 m² dédiés à tous nos pôles de recherche.»*
D'autre part, cette plateforme sera un moyen de mutualiser nos compétences avec d'autres laboratoires ou bureaux d'études qui ne disposent pas des installations nécessaires : entre autres de systèmes expérimentaux alimentés en continu en eau de mer, que la proximité de la lagune du Brusc permet de mettre en œuvre. *« Nous pourrons ainsi à terme,* explique-t-il, *soit les accueillir, soit mener pour eux des études et des expérimentations spécifiques. »*

Le Dr Robert Bunet et Jean-Luc Bonnefont, directeur de la Recherche.

DES ESPACES MODULABLES

« L'idée, continue le directeur de la Recherche, *est donc de disposer d'espaces modulables, adaptables à différentes expérimentations. Nous pourrons par exemple travailler sur des algues, des microalgues, sur les comportements de différents organismes face à des modifications environnementales telles que l'élévation de la température ou l'acidité des eaux ; nous pourrons également travailler sur la production de différents organismes (oursins, holothuries, éponges). Nous étudierons aussi la façon dont nous pouvons répondre aux changements règlementaires sur la pêche, par exemple en valorisant les déchets à travers l'aquaculture multitrophique intégrée ; dans le même sens, nous allons continuer à travailler sur l'alimentation des poissons en aquaculture, comme nous le faisons déjà en accueillant une étude sur la fabrication d'aliments à partir de farine d'insectes. 50% des poissons pêchés actuellement, rappelons-le, sont destinés à nourrir des poissons d'élevage… Nous souhaitons également continuer à collaborer, avec d'autres laboratoires, sur le fouling, et sur l'écotoxicologie. »*

DEVENIR UN PÔLE RÉGIONAL ET INTERNATIONAL

La démarche s'inspire de structures existantes, reconnues en tant que pôles de compétence et d'excellence régionales, comme *Stella Mare*, en Corse, ou le Centre de recherche sur les écosystèmes marins (CREM) basé à Perpignan. *« Il n'y a pas pour l'instant,* précise Jean-Luc Bonnefont, *de structure équivalente dans la région. La région Sud, le département du Var ainsi que l'Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse, se sont donc associés à la mise au point du projet. »* Des partenaires privés apportent également leur soutien au projet, par ailleurs labellisé par le Pôle Mer Méditerranée.

L'augmentation des échanges, dans les années à venir, vise à créer un véritable réseau scientifique et technologique méditerranéen.

> ***“ Développer des synergies, mettre en commun des compétences ”***

L'intérêt est également de donner à la plateforme une dimension internationale. Depuis de nombreuses années, l'Institut multiplie les collaborations avec d'autres laboratoires ou universités, dans le cadre de travaux sur des programmes conjoints. Des partenariats ont ainsi été mis en place avec l'Université de Valence, en Espagne, sur l'étude des populations de grande nacre, mais aussi avec l'université du Monténégro ; un partenariat est également sur le point d'être signé avec l'Institut national de recherche halieutique au Maroc, portant sur des recherches en aquaculture marine. Des contacts sont déjà établis avec d'autres laboratoires, notamment au Mexique et en Russie.

Cette dimension internationale est également initiée à travers le projet « Take Off », *Take Ocean for Future*, mis en place depuis trois ans : des étudiants de KMOU, l'université maritime de Corée du Sud, ont été accueillis à l'Institut.

Développer des synergies, mettre en commun des compétences, est aujourd'hui devenu une nécessité : la nouvelle plateforme de recherche, dans ce sens, sera indéniablement un atout supplémentaire.

ADNe
DES MÉTHODES DE PRÉLÈVEMENT VALIDÉES

Prélèvements d'eau autour de l'île des Embiez. (Ph. R. Bunet)

Tous les organismes vivants laissent une trace ADN dans leur environnement révélant leur présence ou leur passage récent dans le milieu. En prélevant de l'eau de mer sur les sites d'étude, il est donc possible d'en extraire de l'ADN, et d'identifier les espèces associées. « *Le travail mené cette année*, explique le Dr Robert Bunet, *et notamment les derniers échantillonnages effectués à l'automne autour de l'île des Embiez, a permis, sur un plan scientifique, d'établir des protocoles fiables de prélèvement et de valider les méthodes d'extraction et d'analyse ADN* ». De plus, ce programme devrait permettre de concevoir, avec des laboratoires partenaires, un catalogue de séquences ADN de quelque 200 espèces de poissons méditerranéens afin de caractériser les populations ichtyologiques de façon plus précise. Les chercheurs souhaiteraient par la suite y ajouter des organismes plus rares et plus problématiques pour les écosystèmes déjà fragilisés par les activités humaines comme les espèces exotiques potentiellement invasives. Mais si quelques dizaines de litres d'eau sont suffisants pour récupérer assez de matériel lors d'analyses « classiques », il sera peut-être nécessaire d'en filtrer davantage pour détecter et suivre des espèces moins abondantes.

SAR-LAB
MIEUX CONNAÎTRE LE FONCTIONNEMENT GLOBAL DU SITE

Le programme SAR-LAB, restauration écologique de la lagune du Brusc, se poursuit, et les résultats sont probants. « *Nous sommes maintenant principalement dans une phase de suivi de ce que nous avons mis en place*, explique Jean-Luc Bonnefont. *Il s'agit de suivre l'évolution des peuplements, la progression des herbiers**, *mais aussi de mieux connaître le fonctionnement global du site.* » Les scientifiques étudient par exemple plus précisément la circulation d'eau. « *Nous avons installé des courantomètres en différents points*, précise-t-il, *ce qui permettra de mieux comprendre comment et pourquoi, par exemple, certaines zones ont davantage tendance à s'ensabler.* » Parallèlement, des mesures des paramètres physico-chimiques sont également effectuées régulièrement. L'idée, à terme, est de pouvoir corréler ces résultats avec le développement, ou au contraire la régression, de certaines populations de poissons. Le programme doit se prolonger au moins trois ans : le temps pour la nature de continuer à se régénérer, le temps pour les chercheurs de faire le point sur les méthodes de restauration les plus efficaces, avant de pouvoir partager leur expérience.

* *8000 plants de cymodocées ont été repiqués.*

Transplantation de cymodocées dans la lagune (Ph. R. Simide).

Retrouvez tous nos programmes de recherche sur le site internet de l'Institut : www.institut-paul-ricard.org

Peut-on sauver la grande nacre ?

LA GRANDE NACRE DE MÉDITERRANÉE, *PINNA NOBILIS,* ESPÈCE PROTÉGÉE, EST AUJOURD'HUI GRAVEMENT MENACÉE. DÉCIMÉE PAR UN PARASITE, ELLE VOIT SES POPULATIONS CHUTER DANGEREUSEMENT SUR TOUT LE POURTOUR MÉDITERRANÉEN.

Aujourd'hui, l'expansion de la maladie paraît incontrôlable. La mortalité massive des populations s'est tout d'abord manifestée en Espagne, fin 2016, dans la région d'Alicante et autour des Baléares. L'épizootie a provoqué l'anéantissement de 80 à 100 % des individus. Au cours de l'été 2017, elle a progressé pour atteindre la côte catalane jusqu'à Cadaquès, puis le golfe d'Ajaccio, et en juin 2018 la Réserve marine de Cerbère-Banyuls. Durant l'été 2018, elle s'est étendue sur l'ensemble des côtes de la Corse. La réserve naturelle de Scandola abritait une population exceptionnelle, avec l'une des plus fortes densités en Méditerranée occidentale. En octobre, toutes les nacres étaient mortes. Depuis, le phénomène continue à s'étendre : à Villefranche-sur-Mer, Antibes, Cannes toutes les populations sont décimées, il en est de même à Monaco avec 100% de mortalité dans la Réserve du Larvotto, et des individus parasités sont signalés à Malte, en Tunisie, en Grèce et en Turquie…

Le responsable de cette hécatombe est un parasite, *Haplosporidium pinnae*, qui semble s'attaquer uniquement à cette espèce, alors que *Pinna rudis* ne l'est pas. Et son activité augmente lorsque la température de l'eau s'élève. Comme on l'a déjà constaté pour d'autres parasites et virus, il était peut-être en dormance, et profiterait aujourd'hui de conditions plus favorables. Le changement climatique global de la planète, et l'augmentation de la température des eaux méditerranéennes, qui n'ont pas suffisamment refroidi cet hiver, seraient donc peut-être en grande partie responsables de sa progression en d'autres lieux des côtes provençales.

Nacres dans un herbier de Posidonie, son habitat de prédilection (Ph. P. Lelong)

Outre ces programmes de recensement, menés en liaison avec plusieurs Aires Marines Protégées, le Pr Vicente travaille également sur des programmes de recherche comme PinnaSPOT, *conduit en collaboration avec l'Espagne et le Monténégro, et financé par la Fondation Prince Albert II de Monaco. Ces travaux allient les inventaires à une étude des milieux de vie et à des analyses génétiques des différentes populations. À ce titre, un congrès se tenait début Avril à Kotor, au Monténégro, où sont intervenus le Pr Nardo Vicente et le Dr Robert Bunet.*

MIEUX CONNAÎTRE LE PARASITE

Laboratoires de recherche, gestionnaires d'Aires Marines Protégées et organismes de tutelles de France, d'Espagne et d'Italie sont mobilisés, dans plusieurs directions : d'une part, continuer à assurer une veille écologique pour avoir une idée de l'évolution de la situation*, et mieux connaître le parasite pour espérer le contrôler ; d'autre part, rechercher des zones où il ne pourrait pas exercer son action ; enfin d'isoler et maintenir en milieu contrôlé des nacres encore saines en milieu naturel et en aquarium.

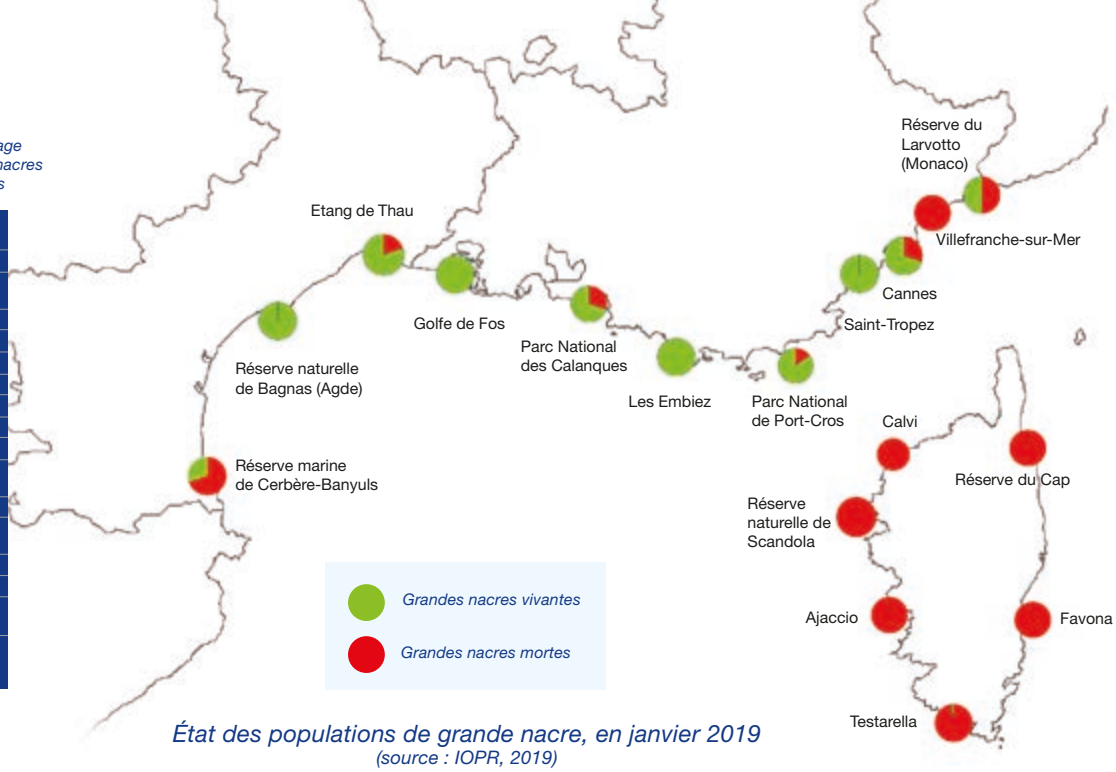
L'idée est de procéder à du captage larvaire, comme nous le faisons depuis les années 1990 ; et s'il s'avère productif dans les zones non touchées par la parasitose, de faire grandir les jeunes recrues en milieu contrôlé (température, salinité), avant de les installer dans des sites où l'action du parasite ne semble pas se manifester, comme les zones lagunaires, celle du Brusc par exemple, et les étangs du Languedoc-Roussillon (Thau, Salses-Leucate...).

Espèce sentinelle, témoin de la bonne santé du milieu, longtemps décimée par les ancres et les collectionneurs, la grande nacre, protégée depuis 1992, avait vu ses populations augmenter à nouveau, particulièrement dans les espaces protégés. Mais cette épizootie pourrait anéantir tout le travail réalisé depuis des années pour la préservation du plus grand coquillage de Méditerranée.

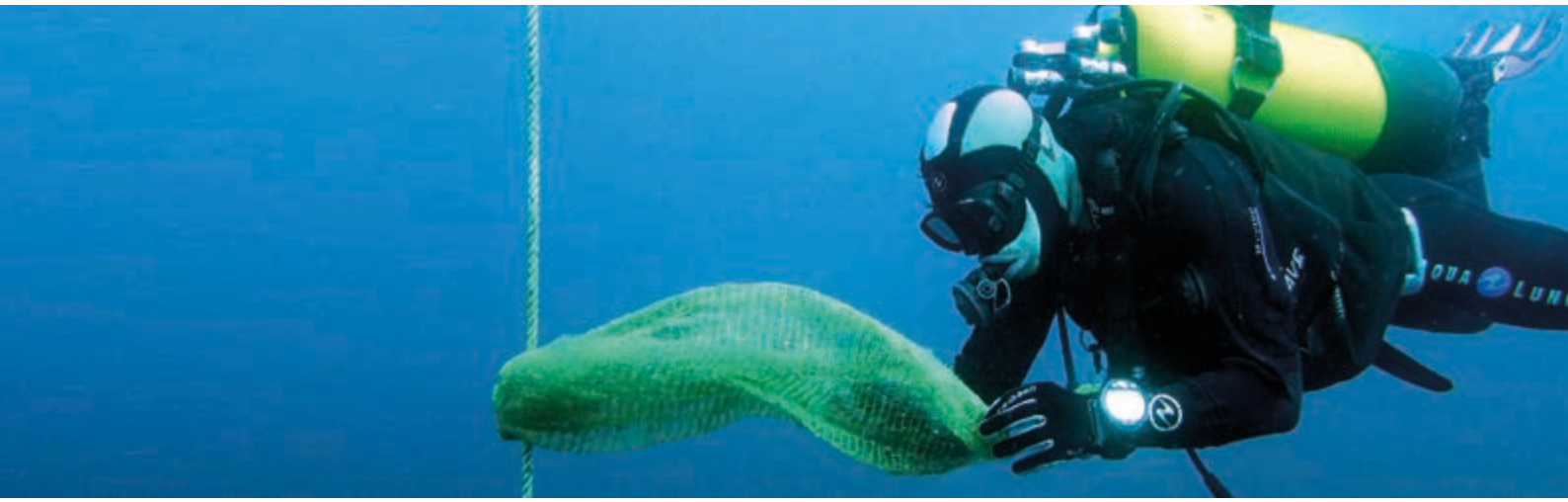
** Clubs de plongée, associations, scientifiques ont à leur disposition un tableur sur lequel ils peuvent noter leurs observations sur l'état des populations, de Monaco à Banyuls. Régulièrement mis à jour, il permet de suivre la progression du parasite.*

Pr Nardo Vicente,
responsable scientifique de l'Institut océanographique Paul Ricard

Sites	Pourcentage de grandes nacres vivantes
Calvi	0
Ajaccio	0
Réserve naturelle de Scandola	0
Favona	0
Testarella	2
Réserve du Cap	0
Villefranche-sur-Mer	0
Réserve du Larvotto	50
Cannes	70
Saint-Tropez	100
Parc National de Port-Cros	85
Les Embiez	100
Parc National des Calanques	70
Golfe de Fos	100
Etang de Thau	80
Réserve naturelle de Bagnas (Agde)	100
Réserve marine de Cerbère-Banyuls	30



État des populations de grande nacre, en janvier 2019
(source : IOPR, 2019)



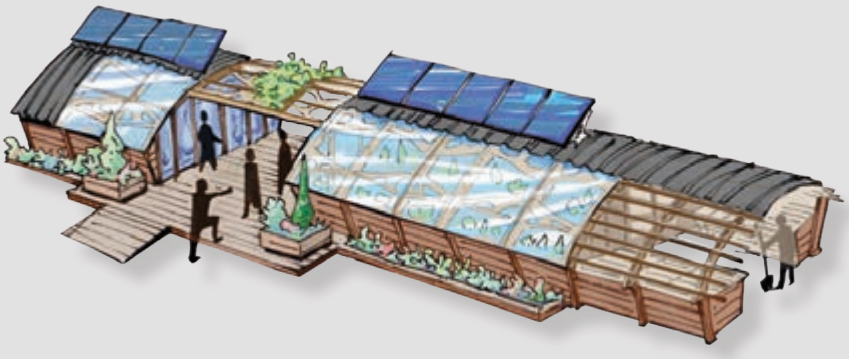
Scientifique en train de relever une filière de captage de juvéniles (Ph. P. Lelong)

Pilote

13 OCÉAN EST NÉ

Dans un contexte de changements globaux et de fortes pressions sur les ressources halieutiques, de nouvelles idées intégrant la production alimentaire et la réduction des émissions carbones par le développement de solutions fondées sur la nature sont nécessaires pour l'adaptation et l'atténuation au changement climatique.
A l'initiative de Patricia Ricard, différents acteurs se sont réunis autour d'un objectif commun : développer un projet innovant de ferme perma-aquaculturelle urbaine, durable et solidaire, dans une approche d'économie circulaire.

Le principe consiste à élever au même endroit les plantes, les insectes et les poissons, dans le respect des chaînes multri-trophiques naturelles, en valorisant et exploitant les rejets et les déchets des uns et des autres.
Les poissons sont nourris avec des aliments à base de protéine (ou farine) d'insectes qui eux-mêmes sont nourris avec les déchets organiques de la ferme et des riverains.
Ce projet se veut être un démonstrateur d'un nouveau type de ferme qui pourrait être duplicable pour nourrir durablement les grandes métropoles littorales, tout en réduisant les émissions carbones occasionnées par le transport et la chaîne du froid.
Il s'agit peu à peu de remplacer la chaîne du froid par la chaîne du vivant.



© Y. Le Guiner, Pôle ecodesign

MÉDIATION INTERNATIONALE

Le temps de l'action

LES CONSTATS SONT ÉTABLIS, L'URGENCE CLIMATIQUE RECONNUE, LE TEMPS DE L'ACTION EST VENU ! LA TRANSITION MONDIALE VERS UNE SOCIÉTÉ BAS-CARBONE DEVIENT UNE NÉCESSITÉ ABSOLUE. LA MISE EN PLACE D'UNE ÉCONOMIE BLEUE EST DONC AU CŒUR DE LA MOBILISATION INTERNATIONALE : PATRICIA RICARD S'ENGAGE, AUX CÔTÉS D'ACTEURS PUBLICS ET PRIVÉS.

Novembre 2018
Sustainable Blue Economy Conference
Nairobi, Kenya
La première conférence mondiale sur l'économie bleue durable est organisée conjointement par le Kenya, le Canada et le Japon. Elle réunit plus de 4000 participants, pour faire émerger des engagements concrets et des actions pratiques dans un but commun : exploiter le potentiel de nos océans pour améliorer la vie de tous, tout en préservant nos eaux pour les générations futures.

Novembre 2018
Women's Forum for the Economy & Society
Paris, France
Des femmes de tous horizons se réunissent autour de différentes tables rondes, notre présidente intervient dans la session «Femmes et climat».

Février 2019
Blue Belt Inititative
Agadir, Maroc
Patricia Ricard intervient lors de la Conférence de haut de niveau sur la Blue Belt Initiative, dédiée à la mise en place d'une pêche et d'une aquaculture durables en Afrique. L'évènement réunit notamment une vingtaine de ministres des pêches et des ressources marines, et met en avant l'importance de la coopération pour le développement d'une économie bleue.

Mars 2019
One Planet Summit
Nairobi, Kenya
Face à l'urgence climatique, la coalition One Planet appelle à des actions concrètes. Acteurs publics ou privés, simples citoyens ou responsables de haut niveau, ils se mobilisent ensemble pour agir, avec une volonté commune : accélérer la transition mondiale vers une économie bas-carbone.

Le président du Kenya, Uhuru Kenyatta, lors de l'ouverture de la Sustainable Blue Economy Conference.
(Ph. IISD/Diego Noguera - enb.iisd.org/oceans/blueeconomy/2018/26nov.html)

Lors de la Sustainable Blue Economy Conference de Nairobi, projection d'un film dédié à l'économie bleue.
(Ph. IISD/Diego Noguera - enb.iisd.org/oceans/blueeconomy/2018/26nov.html)

One Planet Summit de Nairobi, mars 2019.
(Ph. M. Bouquet / Terra)

ONE PLANET LAB, UN LABORATOIRE D'IDÉES

Le One Planet Lab a été officiellement créé le 26 septembre 2018, à New York, à l'occasion du deuxième One Planet Summit, et suite à l'appel lancé par le Président Emmanuel Macron. Composé de 31 personnalités, dont Patricia Ricard, issues d'entreprises et d'institutions, il a pour mission d'alimenter les futures éditions du One Planet Summit. Véritable laboratoire d'idées, il réunit des personnalités influentes des mondes universitaire, associatif, des affaires ou encore des institutions financières internationales, reconnus pour leur expertise et leur détermination à agir en faveur de l'environnement.

SOMMET DES DEUX RIVES, FORUM DE LA MÉDITERRANÉE

Au mois de juin, le Sommet des deux rives réunissait à Marseille cent personnalités issues de la société civile de dix pays méditerranéens : pour le sud, la Mauritanie, le Maroc, l'Algérie, la Tunisie et la Libye ; pour le nord, le Portugal, l'Espagne, la France, l'Italie et Malte. Le but était de faire émerger des solutions concrètes pour le développement durable de la région, sur le plan humain et économique, et de les partager avec les chefs d'État et de gouvernement des pays concernés. Patricia Ricard était à la tête de la délégation française (voir information en dernière page).

Mai 2018

Colloque « Océan, climat, biodiversité, les voies de la transition »

Embiez, France

A l'occasion de l'Assemblée générale de l'Institut océanographique Paul Ricard, Patricia Ricard réunit chercheurs, gestionnaires d'Aires Marines Protégées, ONG... Un moyen de faire le point, en Méditerranée, sur les outils disponibles pour faire face au changement climatique : par exemple, la multiplication des espaces protégés, qui sont à la fois des observatoires et des lieux de résilience.

10 et 11 septembre 2018

Conférence scientifique de haut niveau à l'UNESCO

Paris, France

La Commission océanographique intergouvernementale de l'UNESCO et la Plateforme Océan et Climat, dont Patricia Ricard est porte-parole, organisent conjointement l'évènement : il propose une synthèse des récents progrès scientifiques autour des interactions océan-climat, ainsi qu'une réflexion sur les liens entre science et politique.

Patricia Ricard lors de la conférence à l'UNESCO.

… ET À FAIRE ENTENDRE LA VOIX DES OCÉANS

Photo by Krystian Tambur on Unsplash

Juin 2018

Appel pour l'Océan

Patricia Ricard se joint au lancement de l'appel initié notamment par Catherine Chabaud et Françoise Gaill : *« Nous, signataires du présent Appel, considérons que l'intégralité de l'Océan est menacée et demandons instamment que tous les espaces marins, côtiers comme hauturiers, soient considérés comme le bien commun de l'humanité. »*

Septembre 2018

Voice for the Ocean

La présidente de l'Institut s'engage aux côtés de Surfrider Foundation Europe pour faire entendre la voix de l'Océan aux élections européennes, à travers la campagne «Make your voice heard» (#VFTO)

ACTIONS DE MÉDIATION DANS LA RÉGION SUD

Ph. P. Lelong

Décembre 2018

Colloque national sur l'adaptation des territoires au changement climatique

Ce colloque a développé des échanges autour de trois grandes thématiques :

- *« Océan, mer et littoral face au changement climatique »,*
- *« Face au changement global : quelles villes demain ? »,*
- *« Quels transition(s) et leviers d'actions pour les territoires ? ».*

Le projet 13 Océan dont l'Institut est porteur a été présenté par Patricia Ricard dans la table ronde : *« Nourrir les populations urbaines en limitant les émissions de gaz à effet de serre ».*

Janvier 2019

Atelier international sur la *« Mise en œuvre de solutions basées sur la nature pour lutter contre le changement climatique : focus sur la région méditerranéenne »*

Cet atelier a réuni différents acteurs des milieux scientifiques, économiques et associatifs. Il a permis de réaliser un bilan des retours d'expériences sur les différentes actions déjà engagées sur les solutions fondées sur la nature et de réfléchir aux défis de leur mise en œuvre au niveau politique, notamment face aux infrastructures « grises » (routes goudronnées, bâtiments…) encore majoritaires.

Patricia Ricard est intervenue lors de la session portant sur la démonstration des avantages de la mise en œuvre de solutions fondées sur la nature.

LE PROCHAIN CONGRÈS DE L'UICN SE TIENDRA À MARSEILLE

La France a été sélectionnée par le Conseil de l''Union internationale pour la conservation de la nature (UICN) pour accueillir son prochain congrès. Il aura lieu à Marseille, du 11 au 19 juin 2020, et rassemblera plus de 15000 participants. Organisé tous les quatre ans, il s'agit d'un évènement majeur pour la conservation de la nature : il définit en effet, au niveau international, les défis à relever en matière d'environnement et de développement durable, et les actions à mener pour y faire face. Il rassemble des membres de gouvernements, mais aussi des représentants de la société civile, des ONG, des organisations des peuples autochtones, des personnalités issues du monde de l'entreprise ainsi que des universitaires. *« Notre pays hôte, la France, possède non seulement une longue histoire de leadership sur les questions environnementales, mais a également montré un engagement solide pour l'avenir de la conservation de la nature »*, a déclaré Malik Amin Aslam Khan, vice-président de l'UICN, au moment de l'annonce du pays retenu.

Fonds coralligènes. (Ph. P. Lelong)

LE PARC MARIN DE LA CÔTE BLEUE INTÈGRE LA LISTE VERTE DE L'UICN

Le Parc marin de la Côte Bleue ((Bouches-du-Rhône) a officiellement rejoint la liste verte des aires protégées de l'UICN, un label de qualité de la gestion et de la gouvernance, sur la base de critères définis à l'échelle mondiale : 39 sites répartis dans le monde entier, dont une dizaine en France, le pays le plus représenté. Deux aires marines protégées méditerranéennes en font désormais partie, puisque la Réserve naturelle marine de Cerbère-Banyuls obtenait le label en 2014.

Rappelons que le Parc marin de la Côte Bleue a été créé en 1983 en s'appuyant sur une coopération étroite entre les collectivités publiques et la pêche professionnelle pour mettre en œuvre un programme de développement durable de l'activité, tout en préservant le milieu marin, et en menant des actions de sensibilisation du public (classes de mer dès 1984). Cette gestion réussie, alliée à des actions d'expérimentation et d'innovation (récifs artificiels), à des suivis scientifiques réguliers, et à l'adhésion locale des habitants et des usagers en fait aujourd'hui un exemple d'équilibre.

Lors de sa visite au siège du Groupe, autour de Walter Munk, Patricia Ricard et Alexandre Ricard, PDG de Pernod Ricard, mécène de l'Institut. (Ph. POLY-FR)

LE PR MUNK, MEMBRE DU COMITÉ D'HONNEUR DE L'INSTITUT, EST DÉCÉDÉ

En juillet 2018, Patricia Ricard, présidente de l'Institut, et Damien Leloup, chercheur en archéologie maritime et membre du Conseil d'administration de The Explorers Club, organisaient une conférence autour du Pr Walter Munk, de la *Scripps Institution of Oceanography*. Nicolas Hulot, alors ministre de la Transition écologique et solidaire, remettait à cette occasion les insignes de Chevalier de l'Ordre national du Mérite à l'éminent océanographe.

Il avait également été reçu par l'équipe de recherche de l'Institut, sur l'île des Embiez, quelques mois plus tôt. Le Pr Munk est décédé le 8 février 2019.

DES PANNEAUX D'INFORMATION SUR LA LAGUNE DU BRUSC

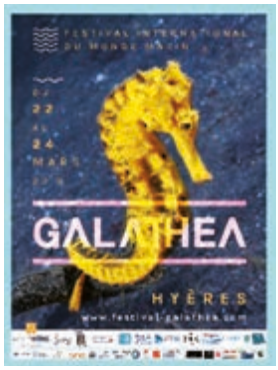
Une douzaine de panneaux d'information, conçus par les chercheurs de l'Institut, viennent d'être installés entre le petit Gaou et le grand Gaou, qui bordent la lagune du Brusc (Var), site classé Natura 2000. À destination du public, ils expliquent d'une part les travaux de restauration écologique menés par l'Institut à travers le programme SAR-LAB, mais aussi les enjeux écologiques de l'écosystème lagunaire. Une réalisation initiée par la commune de Six-Fours-les-Plages et soutenue par l'Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse.

PR NARDO VICENTE
ITINÉRAIRE D'UN EXIL, DE LA LANGUE DE CERVANTÈS À CELLE DE MOLIÈRE

Le responsable scientifique de l'Institut, publiait cette année une autobiographie, *Itinéraire d'un exil, de la langue de Cervantès à celle de Molière* : il y évoque bien sûr son exil, avec sa famille, vers la France durant la guerre d'Espagne, mais aussi la découverte à Marseille de la Méditerranée, qui sera à l'origine de sa vocation de biologiste marin : de la Faculté des Sciences de Marseille à la Station marine d'Endoume, et à l'Institut océanographique Paul Ricard. Le parcours d'une vie vouée à la connaissance et la défense de la mer. À découvrir aux Éditions Maïa. Disponible à l'Institut.

GALATHEA
FESTIVAL INTERNATIONAL DU MONDE MARIN

La quatrième édition du Festival Galathea se tenait cette année à Hyères, du 21 au 24 mars. Au programme, des conférences, des projections, des expositions, des animations pour les scolaires et de nombreux stands informatifs. Un évènement autour du monde de la mer qui passionne toujours autant le public. Le Pr Nardo Vicente, notre responsable scientifique, présentait notamment une conférence consacrée à la grande nacre de Méditerranée, aujourd'hui plus que jamais en péril. Alain Riva, docteur en Sciences et consultant à l'Institut, participait également à l'évènement.



UN NOUVEAU SITE INTERNET POUR L'INSTITUT

Si ce n'est pas encore fait, découvrez le nouveau site internet de l'Institut ! Plus convivial, il vous permet de redécouvrir, dans l'esprit de nos programmes de recherche, comment des solutions fondées sur la nature pourront nous permettre de faire face aux grands défis climatiques et environnementaux.

Rendez-vous sur :
www.institut-paul-ricard.org

Retrouvez-nous également sur Facebook, sur Linkedin et sur Instagram.

Rubrique Information réalisée par Isabelle Croizeau

MOUILLAGE INTERDIT POUR PROTÉGER LES POSIDONIES

En avril, une conférence maritime régionale dédiée aux Posidonies se tenait aux Embiez, sous la présidence du vice-amiral d'escadre Charles-Henri Leulier de la Faverie du Ché (photo), préfet maritime de la Méditerranée. Suite à plusieurs réunions de travail en amont, elle avait un double but : faire le bilan des apports de l'herbier et des agressions qu'il subit, et élaborer des mesures concrètes pour le protéger.

Ph. P. Longueville

L'Institut était représenté par Jean-Luc Bonnefont, directeur de la Recherche. L'objectif est maintenant de mettre en place, pour l'été 2020, des arrêtés qui interdisent le mouillage dans certaines zones, pour les navires de plus de 24 mètres dont les ancres sont particulièrement destructrices. *« Mais tout reste encore à faire*, précise le Commissaire général Thierry Duchesne, adjoint au préfet. *Il va falloir maintenant, rade par rade, Aire Marine Protégée par Aire Marine Protégée, définir les règles locales ; et il sera nécessaire de mettre en place des installations, des coffres, des mouillages »*, pour les accueillir.

Ph. P. Lelong

LA LETTRE
D'INFORMATION
N°17 - 2019

« Les civilisations ont une jeunesse, au Nord et au Sud de la Méditerranée ; et c'est à cette jeunesse, avec nous, d'inventer une nouvelle page […], une mythologie nouvelle. »
Emmanuel Macron

De part et d'autre du président Emmanuel Macron (de g. à dr.), Ouided Bouchamaoui, présidente du comité de pilotage du Sommet des deux rives et Prix Nobel de la Paix 2015 ; Madame l'ambassadrice Assia Bensalah Alaoui, cheffe de file pour le Maroc ; Patricia Ricard, cheffe de file pour la France.

SOMMET DES DEUX RIVES

Des engagements pour une nouvelle ambition en Méditerranée

LES 23 ET 24 JUIN 2019, LE SOMMET DES DEUX RIVES RÉUNISSAIT À MARSEILLE LES REPRÉSENTANTS DE LA SOCIÉTÉ CIVILE DU POURTOUR MÉDITERRANÉEN, ET LES MINISTRES DES AFFAIRES ÉTRANGÈRES DU 5+5 (FRANCE, PORTUGAL, ESPAGNE, ITALIE, MALTE, MAURITANIE, MAROC, ALGÉRIE, TUNISIE, LIBYE), EN PRÉSENCE DU PRÉSIDENT EMMANUEL MACRON. AU TERME DU SOMMET, DES ENGAGEMENTS ONT ÉTÉ SIGNÉS.

Patricia Ricard, cheffe de file de la délégation française : *« On a toujours dit que la Méditerranée est un océan modèle et le berceau des civilisations, et là je pense que nous pourrions donner naissance à une belle civilisation de réconciliation et de résilience. Ce Sommet permettra de créer une génération méditerranéenne solidaire face aux enjeux communs. »*

« Nous avons vraiment pris à cœur de nous inscrire dans la lutte contre le changement climatique, les objectifs de développement durable, et nous l'avons fait en conscience, avec constance et bienveillance. »

Séance de clôture du Sommet à Marseille, autour du président Emmanuel Macron.

8 ENGAGEMENTS POUR L'AVENIR

1. Engagements pour une Méditerranée de la connaissance et de la mobilité

2. Engagements pour une Méditerranée durable

3. Engagements pour une Méditerranée pluriculturelle

4. Engagements pour une Méditerranée innovante, numérique et entrepreneuriale

5. Engagements pour une Méditerranée des villes et ancrée dans ses territoires

6. Nous sommes convaincus que les actions que nous suggérons de mener renforceront la paix et le développement dans notre région.

7. Engagement politique en faveur de l'Union pour la Méditerranée et de la Fondation Anna Lindh, qui demeurent des plateformes centrales pour renforcer le partenariat entre l'Union européenne et tous les pays du pourtour de la Méditerranée.

8. Nous sommes enfin convaincus qu'une communauté méditerranéenne solidaire, conviviale et mutuellement profitable est possible. Elle favorisera les apports réciproques. Elle nourrira les apports de la Méditerranée au monde.

INSTITUT PAUL RICARD OCÉANOGRAPHIQUE
www.institut-paul-ricard.org

Imprimé sur papier 100% recyclé. IMPRIM'VERT

Crédits Photos : France diplomatie