

**ASSOCIATION ESTUAIRES LOIRE & VILAINE**  
<http://www.assoloirevilaine.fr>

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

Secrétariat :  
16 rue des Grandes Perrières  
44 420 LA TURBALLE



# FÉVRIER-MARS 2021

## Le mot du Président

-  
**Actualités**

-  
**Bio-inspiration : les mammifères marins**

-  
**Réchauffement climatique : les scénarios possibles et l'adaptation nécessaire**

-  
**La page des jeunes**

-  
**Assemblée Générale**

-  
**Contacts**

-  
**Bulletin d'adhésion**



© SHUTTERSTOCK





## Le mot du président *par Jean-Claude Ménard*

---

Mes chers amis,

J'espère que vous allez bien et que vous vous préservez au mieux de ce virus. Les beaux jours reviennent avec l'envie forte d'aller voir, sous l'eau, nos fonds marins. La première plongée, dans une eau à 10°C a été plutôt fraîche et a permis de constater que nos laminaires étaient encore en diminution sur différents sites côtiers ! Nous avons bien avancé sur plusieurs dossiers importants qui concernent les sites Natura 2000 Mor Braz et Baie de Vilaine. Le travail a été extrêmement efficace concernant la Baie de Vilaine lors d'une réunion de travail en visioconférence avec un groupe d'experts très performants concernant les habitats locaux. Une autre réunion a suivi afin d'évoquer les fonds marins et particulièrement les zones éventuelles où les laminaires seraient encore présentes. ELV devrait faire des inventaires sur trois points entre l'estuaire de la Vilaine et le "Bile" afin d'obtenir un état initial de cet habitat.

Dans cette newsletter de février-mars 2021, vous trouverez différents articles, notamment sur les dauphins et leur mortalité importante. Nous relayons des expériences de "biomimétisme" en s'inspirant de ce que nous propose la nature comme modèles d'efficacité mécanique, physique ou biologique, et le champ de recherche dans ce domaine est immense. Enfin, vous trouverez un article assez "copieux" sur le réchauffement climatique et ses conséquences, l'atténuation possible de ses effets et notre adaptation nécessaire. Cet article devrait retenir toute votre attention car c'est bien l'enjeu des années à venir !

N'oubliez pas également votre cotisation pour l'année 2021 et n'hésitez pas à envoyer cette lettre à vos proches. Nous vous remercions de nous suivre et vous souhaitons une bonne lecture.

Bien à vous,

ELV

## Actualités

---

### Echouages de cétacés *par Floriane Turrel*

En 2020, plus de 1 000 cétacés échoués sur le littoral Atlantique français ont été recensés dont 41 le 16 février 2020. C'est 100 000 dauphins morts à cause de la pêche ces 10 dernières années en France. Et l'année 2021 ne semble pas échapper à la tendance...

En effet, le 05 février 2021, 400 cétacés s'étaient déjà échoués sur nos côtes, le double de 2020 à la même date et dont voici quelques exemples... Le 06 janvier 2021, un échouage de 32 dauphins communs a eu lieu sur l'île de Ré. Le 29 janvier 2021, 6 cadavres de dauphins ont été retrouvés à Quiberon. Le week-end du 30-31 janvier 2021, 6 autres dauphins ont été retrouvés échoués en Charente-Maritime. Et 12 autres ont été trouvés morts en Loire-Atlantique entre le 19 et le 31 janvier 2021, comme à Pornic par exemple (Figure 1).



Figure 1 : Dauphin échoué le 30 janvier 2021, plage des Grandes Vallées, Sainte-Marie sur Mer, Pornic (© Jérôme Dupré).

Même si l'homme n'est pas toujours responsable de la mort de ces mammifères marins, le trafic maritime et les filets de pêche sont tout de même les principaux responsables. Les méthodes telles que chaluts pélagiques et les filets dérivants ne sont pas sélectives et capturent accidentellement près de 11300 dauphins chaque année selon les dernières estimations scientifiques.

Le gouvernement français est d'ailleurs accusé par l'Union Européenne d'inaction dans la protection d'une espèce menacée. « Bonne nouvelle » toutefois, avec l'obligation d'équiper les chalutiers français de *Pingers*, appareils acoustiques repoussant les cétacés, depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2021. Les « guillemets » sont bien sûr de rigueur car un tel dispositif peut en réalité s'avérer nocif pour ces mammifères marins, occasionnant une gêne sonore. Par ailleurs, c'est encore l'occasion de ne pas remettre en question nos efforts de pêche... Notons également la fin des delphinariums en France qui est une bonne chose, même si les animaux, au lieu d'être relâchés ont été envoyés dans d'autres delphinarium d'autres pays et parfois en séparant les familles... La France a encore des progrès à faire !

#### Références :

- [Observatoire PELAGIS - UMS 3462 \(cnrs.fr\)](http://Observatoire PELAGIS - UMS 3462 (cnrs.fr))
- [Pingers : Un remède pire que le mal, applaudi par certains "écolos" \(seashepherd.fr\)](http://Pingers : Un remède pire que le mal, applaudi par certains )
- [Documentaire « Sur le front des dauphins » d'Hugo Clément, diffusé le 21 février 2021 sur France5.](http://Documentaire « Sur le front des dauphins » d'Hugo Clément, diffusé le 21 février 2021 sur France5.)

## Recyclage des masques chirurgicaux par Floriane Turrel

A Locminé et à Grand-Champ dans le département 56, le recyclage des masques chirurgicaux est devenu possible. L'entreprise Plaxtil à Châtellerault (Vienne) va transformer les masques collectés en règles pour écoliers (Figure 2).



Figure 2 : Collecte et recyclage des masques chirurgicaux à Locminé (© FTV).

Des bornes de collecte ont alors été installées à Locminé, ainsi que dans les établissements scolaires, les supermarchés et les pharmacies de la ville (Figure 3).



Figure 3 : Borne de collecte des masques chirurgicaux dans les rues de Locminé (© FTV).

Voilà une initiative qui donne de l'espoir quant au devenir de ce nouveau déchet du quotidien. D'autant que le temps de dégradation de ces masques, dans la nature, est estimé à environ 400 ans. Par ailleurs, nous vous rappelons qu'il est conseillé de couper les élastiques des masques chirurgicaux avant de les jeter dans la poubelle car, si par mégarde, ils se retrouvaient dans la nature, les élastiques présentent un risque supplémentaire pour la faune sauvage pouvant, par exemple, se prendre dans les pattes des oiseaux (Figure 4) ou autour du cou des tortues.



Figure 4 : Jeune goéland aux pattes emmêlées par l'élastique d'un masque jetable en Angleterre (© RSPCA).

Qu'elle ville française sera la prochaine à se lancer dans une initiative pareille face à ce nouveau fléau environnemental ? Peut-être la vôtre...

## Invasion plastique par Floriane Turrel

Pour continuer sur les déchets, ELV évoque souvent le problème des plastiques comme dans la newsletter d'octobre-novembre 2020. Il ne faut pas oublier ce fléau du quotidien dont voici de nouveaux exemples (Figures 5 à 8). Aucune plage n'échappe à la règle... Il faut essayer au maximum d'éviter les produits à emballages plastiques et bien les jeter dans les poubelles adaptées ! Les petites billes blanches sur les premières photographies (Figure 5) sont issues de l'industrie pétrolière et sont, par leur taille, d'autant plus difficiles à ramasser.



Figure 5 : Photographies prises le 06 février 2021 sur la plage de la Govelle, le Pouliguen.



Figure 6 : Photographie prise le 07 février 2021 sur la plage de Bétahon, Ambon (bac de marée).



Figure 7 : Photographie prise le 12 février 2021 sur la plage de Pont-Mahé avec un chardonneret.



Figure 8 : Photographie prise le 14 février 2021 sur la plage de la Mine d'Or, Pénestin (bac de marée).

80% de la surface des océans est polluée par les micro-déchets. 6 500 000 tonnes de débris sont déversées à la mer tous les ans soit 18 000 tonnes par jours. 70% de ces déchets correspondent à du plastique. Un sac en plastique est produit toutes les secondes pour une utilisation moyenne de 20 minutes et 450 longues années de dégradation dans les océans. Mais ces chiffres datent de 2013 ... Actuellement, c'est plus de 8 000 000 de tonnes de déchets qui finissent à la mer chaque année, avec des chiffres en constante augmentation.

Je vous conseille alors de regarder le replay du documentaire « Océans, le mystère plastique » diffusé le 21 février 2021 sur ARTE. Dans ce documentaire de seulement 55 minutes, des scientifiques du monde entier expliquent le devenir des plastiques en mer et leurs conséquences.

Remarque : En 2016, *Ideonella sakaiensis*, une bactérie découverte au Japon, s'est montrée capable grâce à une enzyme spécifique de dégrader les plastiques de type polytéraphthalate d'éthylène (PET) sous certaines conditions : une petite lueur d'espérance dans cet océan plastique.

#### Références :

- Andrés Cózar, Fidel Echevarría, J. Ignacio González-Gordillo, Xabier Irigoien, Bárbara Úbeda, Santiago Hernández-León, Álvaro T. Palma, Sandra Navarro, Juan García-de-Lomas, Andrea Ruiz, María L. Fernández-de-Puelles, and Carlos M. Duarte, *Plastic debris in the open ocean. PNAS July 15, 2014 111 (28) 10239-10244; first published June 30, 2014; <https://doi.org/10.1073/pnas.1314705111>.*
- Somboon Tanasupawat, Toshihiko Takehana, Shosuke Yoshida, Kazumi Hiraga, and Kohei Oda, *Ideonella sakaiensis sp. nov., isolated from a microbial consortium that degrades poly(ethylene terephthalate). INTERNATIONAL JOURNAL OF SYSTEMATIC AND EVOLUTIONARY MICROBIOLOGY Volume 66, Issue 8. 01 August 2016. <https://doi.org/10.1099/ijsem.0.001058>.*

#### La neige en Bretagne par Floriane Turrel

Mais l'association ELV, c'est aussi le partage de la beauté de la nature. Le Morbihan et la Loire Atlantique ont connu une période froide et enneigée d'usuelle rare dans ces régions. Pourquoi ne pas profiter alors de quelques photographies de ces paysages dignes du Grand Nord (Figures 9 à 11). Il n'avait pas autant neigé en Bretagne depuis 1986 (d'après LCI), alors on en profite !



Figure 9 : Photographies prises le 11 février 2021 sur la plage de Gohaud, Saint-Michel-Chef-Chef.



Figure 10 : Photographies prises le 12 février 2021 sur la plage du Palandrin, Pénéstin.



Figure 11 : Photographies prises le 13 février 2021 sur la plage des granges, Billiers.

## Une limace de mer capable de se régénérer par Floriane Turrel

L'élysie bordée (*Elysia marginata*) est un mollusque gastéropode opisthobranche qui vit en mer Rouge, dans l'Indopacifique, et en Méditerranée orientale. D'une taille moyenne allant de 2 à 5 cm, ce petit gastéropode se nourrissant d'algues vertes a été observé en train de s'auto-décapiter (Figure 12). Elle est ensuite capable de régénérer tous ses organes tels que cœur, reins et appareil reproducteur à partir de sa simple tête. La décapitation prend plusieurs heures et la régénération du nouveau corps dure 17 jours. Cependant, les causes de ce phénomène restent encore inconnues. L'hypothèse la plus probable serait que la limace de mer se débarrasserait ainsi des parasites corporels qui peuvent affecter sa reproduction.



Figure 12 : *Elysia marginata* auto-décapitée (© Sayaka Mitoh).

Ce n'est cependant pas la seule limace de son genre à effectuer ce processus radical. *E. atroviridis* a par la suite été elle aussi observée en train de s'auto-décapiter. Ces limaces seraient capables de telles prouesses en utilisant l'énergie des chloroplastes (lieu de réalisation de la photosynthèse) des algues qu'elles consomment, en incorporant dans leur cellules ces chloroplastes藻aux. Cette capacité d'intégrer les chloroplastes des algues dans ses cellules et d'utiliser leur production d'énergie est bien connue d'une espèce du même genre : *Elysia chlorotica*. Cette dernière peut ainsi vivre 1 an sans s'alimenter. Attention de ne pas se méprendre, bien qu'à l'allure d'une feuille, *E. chlorotica* est bien un animal (Figure 13) !



Figure 13 : Photographie d'*Elysia chlorotica* (© Sarah Romero).

### Références :

- Sayaka Mitoh, Yoichi Yusa, Extreme autotomy and whole-body regeneration in photosynthetic sea slugs. *Current Biology*, Volume 31, Issue 5, 2021. Pages R233-R234. ISSN 0960-9822. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2021.01.014>.
- [Elysia marginata | DORIS \(ffessm.fr\)](https://ffessm.fr)

## Polar Pod, le nouveau bateau à braver l'Antarctique par Floriane Turrel

Polar Pod est un navire vertical qui devrait être lancé à compter de 2023 (Figure 14). Ce bateau des plus original va permettre à Jean-Louis Etienne d'étudier l'océan Austral.



Figure 14 : Polar Pod en vue d'artiste (© POLAR POD Expédition).

Ce projet a été lancé à la mi-mars 2021. Ce navire, sans moteur, flotte verticalement à l'image d'un bouchon et réalisera durant trois années le tour de l'Antarctique en se laissant porter par le courant circumpolaire antarctique (Figure 15). Autonome grâce à six éoliennes et bardé de capteurs, il permettra d'étudier plus en détail cet océan encore assez mystérieux aujourd'hui. L'océan Austral est notamment important puisqu'il est en capacité, à lui seul, d'absorber près de 50% du CO<sub>2</sub> (gaz à effet de serre émis par l'homme) piégé dans l'océan mondial.

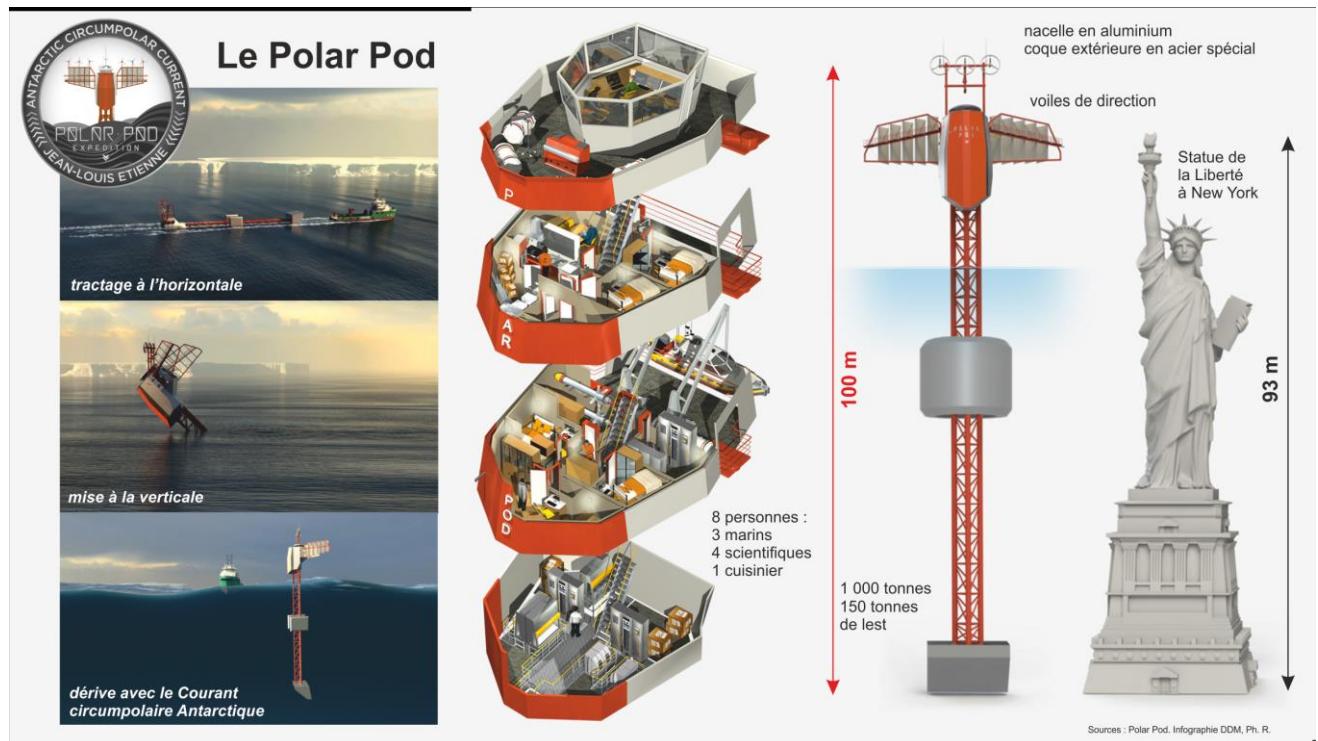


Figure 15 : Maquette du Polar Pod (© POLAR POD Expédition).

### Références :

- [Jean-Louis Etienne veut explorer l'océan austral à bord d'un nouveau bateau... vertical \(franceinter.fr\)](https://franceinter.fr/jean-louis-etienne-veut-explor...-vertical)

## Des eaux colorées fin mars au Pouliguen par Jean-Claude Ménard

Nous avons constaté du jeudi 25 mars au mardi 30 mars 2021 des eaux colorées au large de la côte sauvage du Pouliguen et au large de la baie de la Baule. La couleur était brune à rouge violacée, étalée sur des distances d'au moins 500 m et sur une centaine de mètres de large. Cet épisode d'eaux colorées ressemble exactement à ce que nous avions constaté en avril 2017 (cf. Newsletter de juin 2017 sur notre site). L'analyse au microscope effectuée à cette époque par le laboratoire d'IFREMER Nantes avait confirmé la présence de *Mesodinium rubrum*, un petit eucaryote unicellulaire faisant parti des ciliates et vivant librement dans le milieu marin. Nous allons observer si ce phénomène perdure après les grandes marées et vous tiendrons au courant. Bien qu'à ce jour, le phénomène semble avoir disparu (Figure 16).



Figure 16 : Photographie des eaux colorées prise en avril 2017 dans la baie de la Baule (© mairie de la Baule).



## Bio-inspiration : les mammifères marins par Floriane Turrel

Les mammifères sont des animaux vertébrés caractérisés notamment par l'allaitement des juvéniles grâce à des glandes à lait. En 2018, les mammifères comprenaient 6 495 espèces. Les plus anciens fossiles retrouvés remontent à -220 Ma. Les premiers mammifères auraient été terrestres, puis, ultérieurement, certains seraient retournés à la mer vers -50 Ma. Tout comme les mammifères terrestres, les mammifères marins ont conservé la respiration aérienne (poumons), le sang chaud et la gestation des petits dans le ventre. Il existe actuellement 134 espèces de mammifères marins qui sont presque tous menacés. Parmi ces mammifères, on peut citer les dauphins, les baleines, les orques, les lamantins, les dugongs, les phoques, les otaries, les morses ou encore les loutres de mer (Figure 17).



Figure 17 : Illustration de certains mammifères marins (© auteur inconnu).

Le MIT (Massachusetts Institute of Technology) en 2016, c'est ainsi inspiré de la fourrure du castor et de la loutre de mer afin de créer des combinaisons de surf plus isolantes et durables que le néoprène (Figure 18). La fourrure de ces mammifères capture les bulles d'air afin de fournir une isolation efficace.

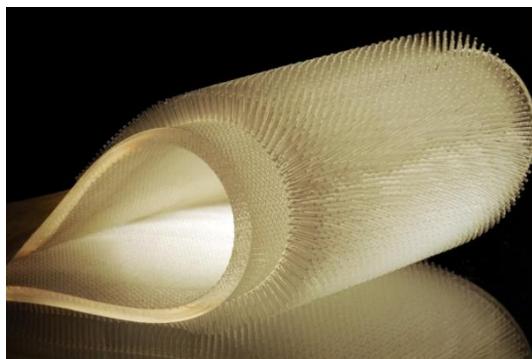


Figure 18 : Matière synthétique utilisée pour les combinaisons de surf créées par le © MIT.

Ensuite, la baleine à bosse, cétacé de 14 mètres de long et 30 tonnes, a inspiré la société canadienne WhalePower en 2004. Ils se sont inspirés des nageoires à bosses de cette baleine, lui procurant un hydrodynamisme parfait dans l'eau, pour créer des éoliennes crantées plus silencieuse et produisant 20% d'énergie supplémentaire comparées aux éoliennes classiques (Figure 19). Cette innovation pourrait avoir d'autres applications pour les gouvernails, les turbines hydrauliques, ou encore les pales d'hélicoptères.



Figure 19 : Pale de l'éolienne crantée (© WhalePower).

Ce géant des mers a également servi de modèle à la société EEL Energy dans le développement d'hydroliennes ondulantes convertissant l'énergie hydro-cinétique en électricité à l'image de l'ondulation que la baleine utilise pour sortir de l'eau. Ces hydroliennes permettent de couvrir 10 fois plus de terrain

que les hydroliennes classiques. Des tests ont été réalisés à Boulogne-sur-Mer par l'Ifremer en 2019 et se sont avérés très encourageants (Figure 20).

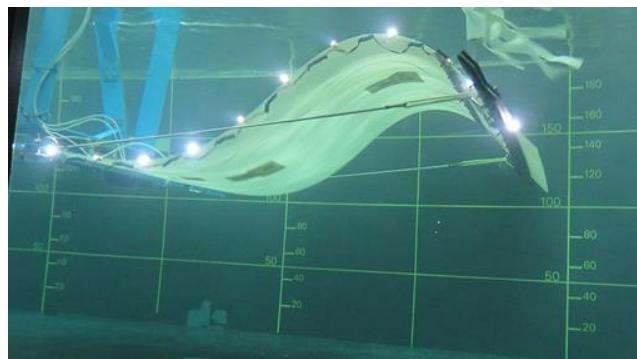


Figure 20 : Test de l'hydrolienne © EEL Energy à l'Ifremer.

Enfin, l'ondulation des baleines a également été reprise par la start-up FinX qui propose des moteurs électriques de bateaux qui possèdent une membrane souple vibrant depuis la circonférence et animée par des pistons verticaux permettant alors de propulser l'eau (Figure 21). Ce système économise 30% à 40% d'énergie comparé à une hélice traditionnelle. De plus, ce moteur est plus respectueux de l'environnement puisqu'il fait moins de bruit et il n'y a plus de risque de blessure avec l'hélice.



Figure 21 : Moteur électrique de bateau (© FinX).

Ces mammifères marins en plus de nous faire rêver par leur élégance et leur agilité dans le milieu aquatique, n'auront de cesse de nous inspirer. Peut-être irez-vous suivre près de chez vous des cours de sirène pour devenir à votre tour des mammifères gracieux dans l'eau (Figure 22).



Figure 22 : Nage de sirène (© F. Lechat).

#### Références :

- *Moutou François, Les zoonoses, entre humains et animaux. Sur La vie des idées.fr, 1er mai 2020.*
- *Renaudin Alain, Biomimétisme : Quand l'Océan inspire l'homme. Journal Marine&Océans, 1er trimestre 2020, p. 84-86.*

# Réchauffement climatique : les scénarios possibles, l'adaptation nécessaire

par Jean-Claude Ménard et Floriane Turrel

---

Nous avons traité dans différentes newsletters des phénomènes de submersion, d'acidification des océans et d'érosion qui sont étroitement liés au réchauffement climatique. Plus nous avançons dans notre compréhension systémique du milieu marin et plus nous prenons en compte les phénomènes liés au réchauffement climatique. Cette question est bien l'enjeu numéro un des années à venir et dont va dépendre l'avenir de l'espèce humaine telle qu'elle s'est développée depuis que l'homme connaît un monde relativement « stable », c'est à dire depuis plus de 10 000 ans. Les climatologues et les scientifiques sont nombreux à partager ces inquiétudes concernant l'avenir de la planète et des générations futures si l'évolution du réchauffement climatique actuel n'est pas maîtrisée. Les catastrophes climatiques seraient ainsi plus nombreuses avec des sécheresses dramatiques, inondations, submersions à d'autres endroits, tempêtes destructrices, famines et guerres pour l'eau, migrations massives obligées et donc d'autres guerres ! Les conditions de vie des générations à venir seront également bouleversées si le réchauffement s'emballe. Peu d'endroits dans le monde seront « stables » et relativement préservés pour que l'homme puisse s'adapter aux bouleversements climatiques.

Il est difficile de traiter ce sujet en seulement quelques pages, mais à un moment où *la loi climat* va être débattue au parlement, il nous semblait intéressant de vous proposer un état non exhaustif des conséquences prévisibles ou supposées (la complexité de la question nous permet d'évoquer des tendances, mais pas de certitudes) de l'évolution du réchauffement climatique limité à 2°C supplémentaires ou alors évoluant vers les 4°C ou plus d'ici 2100. Nous vous proposerons modestement des solutions pour atténuer la catastrophe et s'adapter aux dérèglements, dès maintenant et dans les années à venir, sachant qu'aucune solution n'est parfaite et que les contradictions sont nombreuses.

## Les raisons de ce changement climatique : l'industrialisation et l'augmentation de la démographie

Si au cours des milliers d'années passés le climat a subi des variations importantes, celles-ci se sont déroulées sur des périodes longues. L'adaptation a été alors possible pour la biodiversité. L'effet de serre est nécessaire pour la vie sur Terre puisqu'il permet au rayonnement terrestre de maintenir une température acceptable pour de nombreuses espèces dont l'homme (sinon, il ferait trop froid). Mais aujourd'hui, nous assistons à une élévation de la température très (trop) rapide en raison de l'augmentation de l'effet de serre (vapeur d'eau, méthane et dioxyde de carbone notamment)<sup>1</sup> dans notre atmosphère. A partir du 19<sup>ème</sup> siècle, les hommes apportent des changements sans précédent avec le développement industriel et économique et l'utilisation des combustibles fossiles. Ces combustibles fossiles facilement stockables ont permis, grâce aux machines de plus en plus efficaces, des productions incroyables de biens de consommation essentiels pour certains mais bien souvent inutiles (Figure 23). Ils ont facilité la vie des êtres humains qui ont accédé au confort, aux soins et à l'augmentation de la durée de vie. La population mondiale, qui était de l'ordre de 500 millions d'habitants au 17<sup>ème</sup> siècle, doublait alors tous les 250 ans. En 1970, elle était de 3,6 milliards de personnes et doublait tous les 32 ans ! Nous arrivons bientôt à 8 milliards de personnes sur Terre. Il est tout à fait normal que chaque humain « profite » des bienfaits du progrès industriel, mais à quel prix pour le futur et l'avenir de l'homme et des autres êtres vivants sur la planète ?

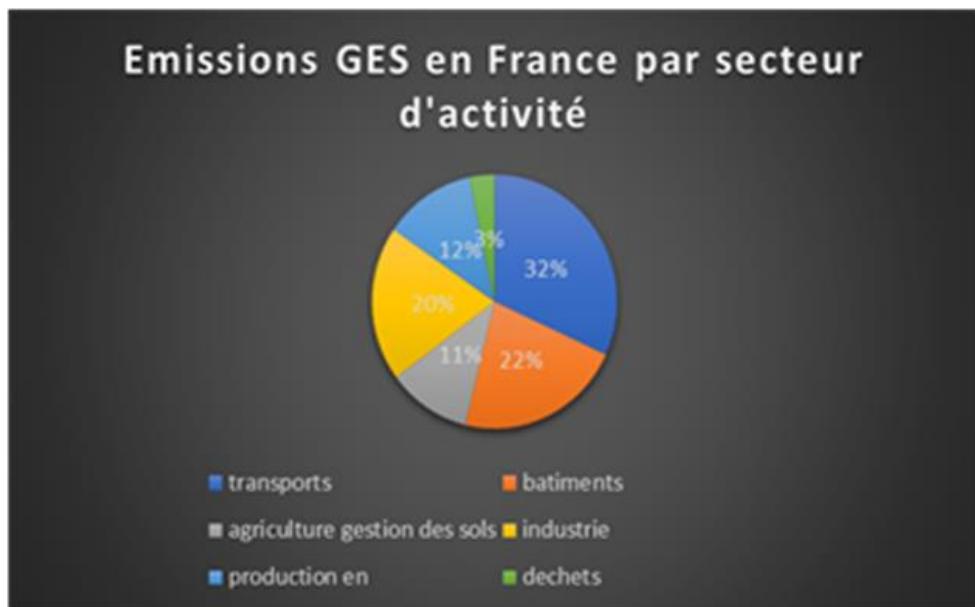


Figure 23 : Les émissions de gaz à effet de serre (GES) en France (© rapport CITEPA, 2019, ce rapport ne tient pas compte de l'importation de produits et donc de l'empreinte carbone totale).

**“Voici le temps d'un monde fini qui commence”**, Paul Valéry (regard sur le monde, 1931). Nous vivons dans un monde fini. L'énergie carbonée a mis des millions d'années à se constituer et en deux siècles la civilisation industrielle a consommé et épuisé en partie les ressources terrestres de charbon, gaz, pétrole, et métaux. L'agriculture n'a pas été en reste avec des rendements qui ont augmenté par 100 induisant déforestation, remembrement, calibrage des ruisseaux, etc. L'agriculture, c'est aussi des tracteurs et des machines de plus en plus performants, des engrangements chimiques et des pesticides pour augmenter les productions. Nous sommes passés d'une agriculture vivrière à une agriculture intensive avec une production importante de protéines animales qui émettent une grande quantité de méthane (bovins surtout). La biodiversité s'est effondrée, la pollution s'est généralisée dans le monde entier (Figure 24).

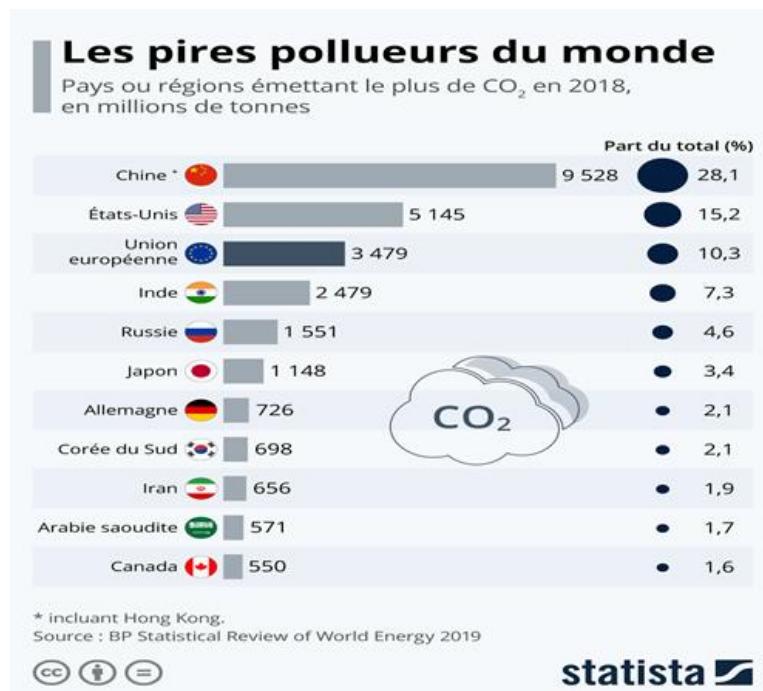


Figure 24 : Classement des pays émettant le plus de CO2 en 2018 (© Statista).

Les villes se sont agrandies de manière anarchique. Le profit, a supplanté l'urbanisme sensé organiser la vie sociale et intelligente de la ville, des déplacements, du travail et des loisirs. Les "trente glorieuses", symboles d'une économie carbonée et peu chère, ont favorisé des constructions sans isolation. Les « passoires » thermiques se sont multipliées et ont perduré malgré les premières crises pétrolières. Nous avons donc consommé beaucoup d'énergie et émis des GES pour atteindre ce niveau de production industrielle, de confort, de déplacements. Le PIB a augmenté de 7% par an en France depuis les années 60 mais n'est plus que de 1% à 2% depuis une dizaine d'années parce que nous consommons moins d'énergie. C'est aussi vrai pour le reste du monde dont la consommation en énergie stagne depuis 2011 (Jancovici, 2021). Mais savait-on alors que ce gaspillage n'était pas sans conséquences pour l'environnement ?

## **Le rapport Meadows et le club de Rome en 1972 avertissaient déjà !**

Le rapport Meadows est un rapport qui a été commandé par le club de Rome à des chercheurs du Massachusetts Institute of Technology (MIT) en 1970. Communiqué lors d'un colloque en 1971 avant d'être publié l'année d'après, ce rapport est fondé sur un modèle informatiquement simulé. Il alertait déjà sur les dangers d'une croissance économique et démographique exponentielle dans un monde fini. Le rapport prévoyait l'effondrement de l'économie pour 2030. Un effondrement envisageable, selon eux, si les sociétés n'arrivaient pas à stabiliser à la fois l'activité économique et la croissance démographique. Selon les auteurs, plus la prise de décision sera tardive, plus elle deviendra difficile à mettre en place. Cependant, ce rapport n'envisageait pas encore les risques majeurs liés au réchauffement climatique et les effets cumulatifs de l'effondrement. Ces théories seront reprises en 1974 par René Dumont, premier écologiste à se présenter en France à une élection présidentielle, et qui envisageait déjà la perte de biodiversité.

## **Les théories d'effondrement liées aux changements climatiques : la collapsologie**

La collapsologie (venant de l'anglais collapse : effondrement) s'inscrit dans l'idée que, au cours de l'Anthropocène<sup>2</sup>, l'être humain impacte de manière durable et négative la planète. Elle propage notamment l'idée de l'urgence écologique liée à l'augmentation des températures sur Terre, la multiplication des catastrophes naturelles et l'effondrement de la biodiversité. Les collapsologues relient différentes crises entre elles : crises énergétiques, économiques, environnementales, géopolitiques, démocratiques, etc. La collapsologie n'est pas une science mais procède à partir des données actuelles sur le réchauffement climatique pour extrapoler ce qui pourrait se passer dans les années à venir. Les représentants en France de cette théorie sont Pablo Servigne et Raphaël Stevens qui ont publié un livre "Comment tout peut s'effondrer", ou encore Yves Cochet : ancien ministre de l'environnement dont vous pouvez retrouver les discours sur YouTube.

## **Le réchauffement climatique +2°C, +4°C, +6°C en 2100 ?**

L'accumulation de gaz à effet de serre, en particulier de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) et de méthane, a des implications sur le climat mondial. Depuis les années 1850, les relevés de température ont indiqué +0,6°C, en grande partie au cours des trois dernières décennies. Les hausses de températures sont bien dues au CO<sub>2</sub>, au méthane, au protoxyde d'azote, aux aérosols et aux autres facteurs de forçages anthropiques émis dans l'atmosphère (Rapport du GIEC, 2019). Ainsi, les émissions actuelles de gaz à effet de serre sont de 42 ± 3 Gt<sup>3</sup> de CO<sub>2</sub> par an (Rapport du GIEC, 2019). Les 6 dernières années ont été aussi les plus chaudes recensées.

Les gaz à effet de serre dans l'atmosphère sont très stables et il faudra des milliers d'années pour qu'ils s'éliminent. Si nous arrêtons en 2021 toutes les émissions de GES, la température continuerait d'augmenter pendant une trentaine d'années. Sans actions intensives de notre part face à ces émissions, le processus va s'accroître dans le futur et ce très rapidement. L'intensité des gaz à effet de serre devrait être multipliée par deux d'ici 2035 par rapport à leur niveau préindustriel, si aucun plan n'est envisagé

pour réduire les rejets. Cela pourrait alors contraindre la Terre à des augmentations de température bien supérieures à 2°C. De nombreux chercheurs pensent que nous irons plutôt vers un minima de +3°C vers +5/7°C en 2100 (Figure 25). Il est d'ailleurs probable que nous soyons déjà à 1,3°C ou 1,4°C d'élévation des températures et que dès 2050 nous aurons atteint les 2°C !

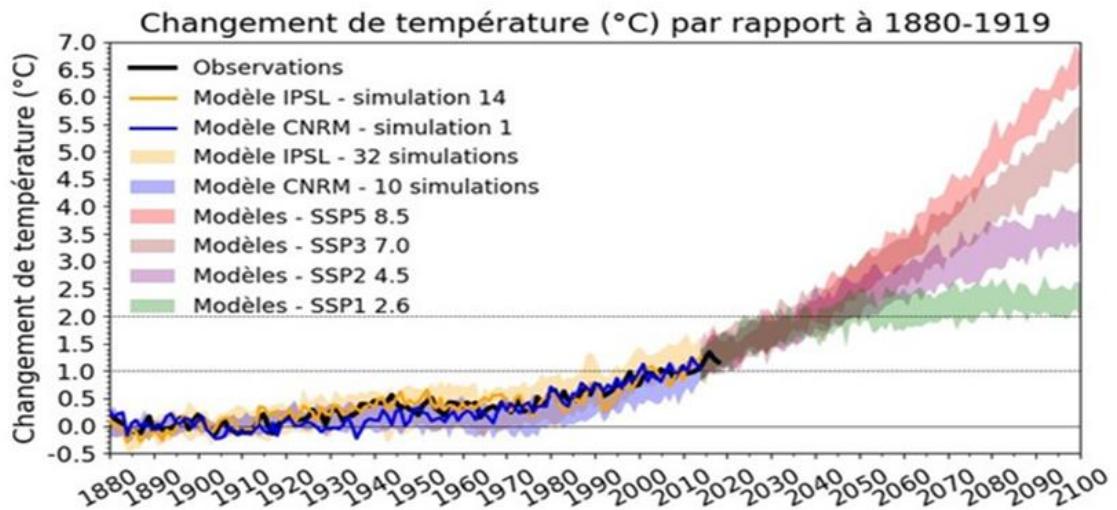


Figure 25 : Représentation des différents scénarios envisageables d'ici 2100, sachant que nous nous situons actuellement sur l'évolution la plus élevée des températures (© GIEC).

Pendant des millénaires la Terre a subi des modifications climatiques. Par exemple, l'époque glaciaire d'il y a 20 000 ans se trouvait à -5°C par rapport au climat actuel. L'Europe était sous la glace et la mer était 120 m plus basse qu'aujourd'hui. Mais, ces variations étaient étalées dans le temps et la biodiversité s'adaptait progressivement. Nous sommes aujourd'hui dans une situation différente, car l'accélération du changement est sans précédent et l'adaptation ne sera pas possible pour de multiples espèces. Pour essayer de rester autour de 2°C ou 3°C d'élévation des températures d'ici 2100, il faudrait diminuer de 5% les émissions de GES par an (Jancovici), c'est-à-dire les conséquences d'un COVID19 par an ! **Il est clair que si rien ne change, nous sommes sur la tendance forte de + 5/7°C pour 2100.** Ce qui est dramatique, c'est que les gaz à effet de serre, gaz très stables, vont mettre des milliers d'années avant d'être éliminés.

## Les conséquences du réchauffement climatique sur le milieu marin

La mer joue un rôle déterminant dans la régulation du climat. Elle absorbe et tamponne une quantité importante de chaleur. Elle capte une partie du CO<sub>2</sub> émis, environ 30% et elle produit environ la moitié de l'oxygène (O<sub>2</sub>) de la planète (photosynthèse par les macro et microalgues notamment). Ses courants déterminent le climat de la planète et chacun connaît le rôle du Gulf Stream sur notre climat océanique, ou du phénomène couplé océan/atmosphère appelé ENSO (El Niño Southern Oscillation) sur le climat de l'Amérique du Sud et d'une partie du monde. Mais, en même temps, en captant le CO<sub>2</sub> l'eau s'acidifie et produit de moins en moins d'O<sub>2</sub>. Le niveau de la mer monte en raison de deux phénomènes, la dilatation des océans due à la chaleur et la fonte des glaces. L'élévation du niveau de la mer a connu une montée de près de 30 cm depuis le début de l'ère industrielle. Les océans mettent très longtemps à réagir à des conditions plus chaudes à la surface de la Terre. Les eaux océaniques continueront donc de se réchauffer et le niveau de la mer continuera de s'élever pendant de nombreux siècles et à des taux égaux voir supérieurs à ceux du siècle actuel. Ce phénomène va s'accélérer et se poursuivra donc au-delà de 2100. Au cours des prochaines décennies, les ondes de tempêtes et les marées hautes pourraient se combiner à l'élévation du niveau de la mer et à l'érosion aggravant les inondations dans de nombreuses régions. Or près d'1 milliard de personnes vivent proche du littoral et le long des estuaires. Le niveau marin pourrait alors s'élever d'1 m pour une température de +2/3°C et de 4/5 m pour une température de +4/5°C d'ici 2100 (article submersion sur notre site). Une montée du niveau de la mer

liée à des épisodes de tempêtes plus importants en intensité modifierait les conditions de vie sur les littoraux. La population sera obligée de se réfugier plus à l'intérieur des terres. Des pays entiers risquent d'être submergés, ainsi que des îles comme les îles du Pacifique, le Bangladesh, etc. (consulter cartes "Climate Central").

## Les pôles et le réchauffement climatique

Selon une étude publiée dans la revue « Geoscience » en septembre 2018, l'ouest de l'Antarctique s'est réchauffé de 2,4°C depuis un demi-siècle, soit le triple de la moyenne mondiale. Les chercheurs estiment ainsi que, depuis les années 1970, la planète se réchaufferait de 0,15°C à 0,2°C par décennie en moyenne (Figure 26). Mais, en Antarctique, c'est un tout autre tableau avec le chiffre alarmant de 0,6°C supplémentaires par décennie au cours des 30 dernières années ! « Le pôle Sud se réchauffe à une vitesse incroyable, et ce changement est principalement alimenté par les tropiques », explique Kyle R. Clem, auteur principal de l'étude parue dans la revue « Nature Climate ». Enregistrées sur place depuis 1957, les températures aux pôles étaient jusqu'à présent apparues comme relativement stables ou en déclin. Les vents venus de l'ouest formaient une barrière protectrice autour du continent, empêchant l'air chaud d'y pénétrer. Néanmoins, vers la fin du XXème siècle, la fonte des glaces ne s'est pas produite par les airs mais par les eaux qui se réchauffent. L'Antarctique subit une fonte des glaces sans précédent et des températures records de +18°C ont été enregistrées le 09 février 2020 !

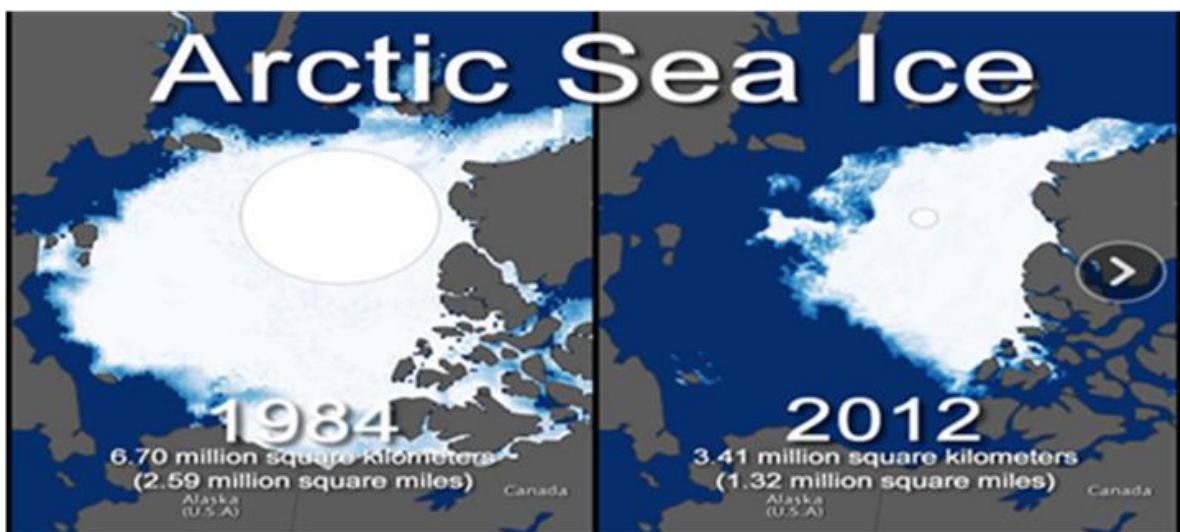


Figure 26 : Surfaces perdues de glace arctique entre 1984 et 2012 (à la même date) (© NASA).

L'inlandsis, la calotte polaire de l'Antarctique occidental, devient instable. Les eaux chaudes en provenance de l'océan poussent à son effondrement. Le niveau de la mer augmenterait alors de 2,5 m (Université de Postdam). Les glaciers sont également importants pour l'albédo de la planète. L'effet d'albédo est la capacité d'une surface à réfléchir les rayons solaires. Il joue un rôle important sur le climat de la planète. En effet, la glace réfléchit les rayonnements lumineux arrivant sur Terre, puisque son albédo est élevé. La fonte des glaciers engendre donc une baisse de l'albédo global terrestre. L'énergie qui était précédemment envoyée dans l'espace va être transformée en chaleur et contribuer à l'augmentation de la température. L'Arctique se réduit comme une peau de chagrin, apportant des quantités importantes d'eau douce qui ne sont pas sans conséquences sur **les courants marins qui règlementent le climat mondial** (Figure 27).

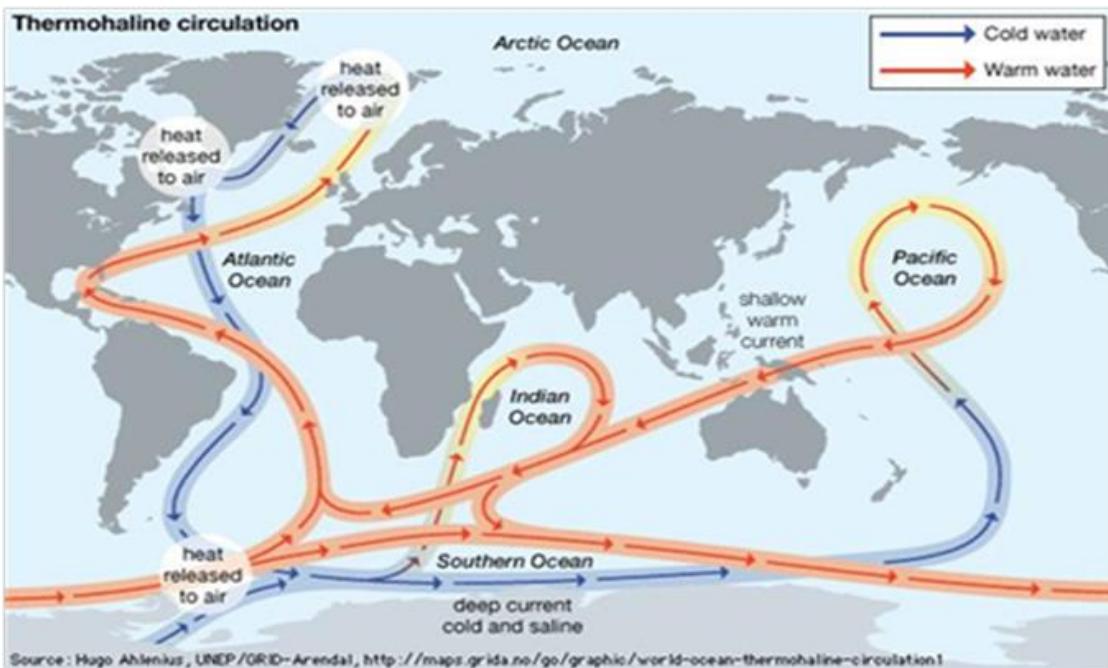


Figure 27 : Tapis roulant de l'océan (© Hugo Ahlenius).

## Une modification des zones de pêche et de la ressource halieutique

Les données satellites montrent que les grandes étendues de phytoplancton nécessaire à la chaîne trophique remontent de plus en plus vers les pôles. Les poissons suivent alors ce déplacement vers l'Arctique ou vers l'Antarctique et désertent les eaux trop chaudes et moins riches de nos latitudes. Une élévation de la température des eaux marines sera fatale aux habitats, particulièrement pour les sites à macroalgues de type laminaire. Ces zones, si riches en biodiversité, accéléreront le déplacement des espèces de poissons et de crustacés. La pêche côtière sera en difficulté et seuls les « bateaux usines » pourront exploiter les zones nord ou sud éloignées des terres et où les tempêtes sont plus fréquentes.

## La fonte du pergélisol et la libération de méthane

Le pergélisol (permafrost en anglais) recouvre 12 à 14 millions de kilomètres carrés, à comparer à la taille du Canada (10 millions de km<sup>2</sup>) ou de la Sibérie (13 millions de km<sup>2</sup>). On estime que cette glace renferme deux fois plus de carbone (sous forme de méthane) que l'atmosphère. Selon Florent Dominé, chercheur au CNRS, "Une partie de ce carbone va être relâchée, mais nul ne sait combien". Les projections les plus pessimistes du GIEC (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat) avec un réchauffement à 4°C ou 5°C n'incluent pas les processus de dégel du pergélisol, prévient le scientifique. Or selon les différentes études, 80 à 99 % des terres gelées seront, à terme, libérées des glaces. C'est également sur ces zones que le réchauffement climatique est le plus important. En plus du méthane, ce sont des quantités importantes de mercure qui sont séquestrées dans le pergélisol et qui seront libérées ainsi que des virus anciens issus de la matière organique.

## Les dérèglements climatiques et leurs conséquences

Une augmentation de la température de +2°C est considérable. C'est par exemple connaître des épisodes caniculaires semblables à l'été 2003. **1°C + 1°C ne font pas 2°C** et les changements

climatiques avec +2°C sont mille fois plus importants qu'à +1°C. Par exemple, avec +2°C d'augmentation de la température, l'été que nous avons connu en 2003 sera la réalité de chaque année (Figure 28).

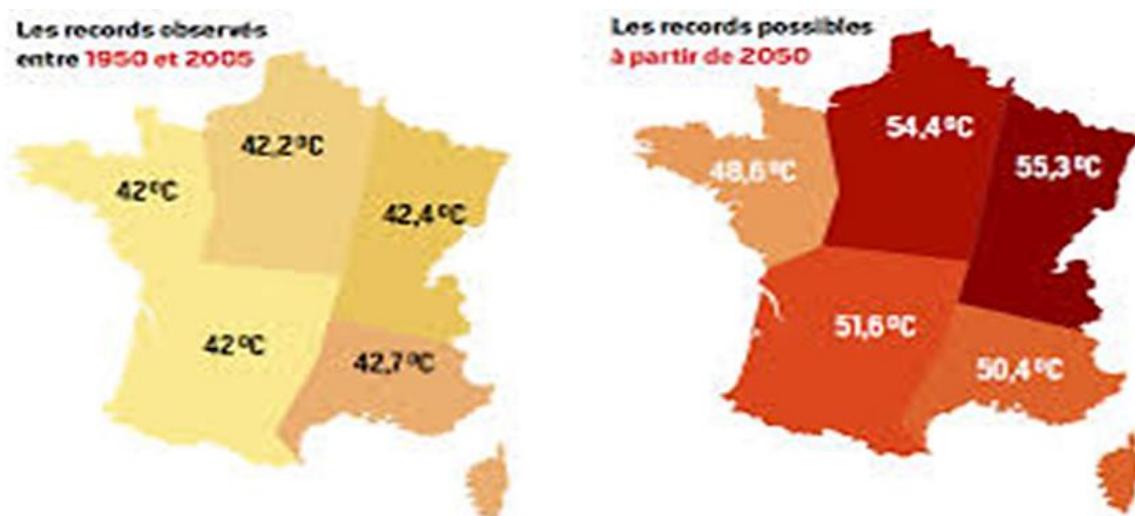


Figure 28 : Le climat de plusieurs régions de France ressemblera à celui de l'Andalousie actuel (© météo France).

Des épisodes pluvieux tropicaux sont déjà réguliers dans le sud de la France. Les dépressions de l'automne se chargent d'énergie et d'humidité en raison du réchauffement des eaux de surface de la Méditerranée. Les **inondations** seront de plus en plus fréquentes et violentes et les villages touchés le seront plus fréquemment. Ce régime sera sans doute celui de toute la France avec des épisodes de **tempêtes** (il faut désormais prévoir des épisodes de tempêtes comme Lothar en 1999, et des vents à près de 200 km/h), ainsi que des **pluies** diluviennes. Les ouragans seront eux aussi plus fréquents (Figure 29). Ces épisodes dévastateurs seront suivis de **sécheresses** et de **canicules** longues. Les **incendies** seront de plus en plus importants comme l'illustre ceux qui ont touché la Californie ou l'Australie en 2020 (qui connaît actuellement ses inondations les plus importantes de son histoire), mais aussi la Russie qui a brûlé pendant des mois en 2019. Ces incendies sont nombreux et en progression ces dernières années dans le sud de la France. Ils remonteront vers le centre et le nord.

La biodiversité change également en particulier chez les arbres dont certaines essences disparaissent au profit d'autres plus adaptées. Le chêne pédonculé sera-t-il remplacé par le chêne vert ? Les cultures agricoles devront aussi s'adapter en consommant moins d'eau ! La vigne ne sera plus cultivée dans le bordelais ou alors il faudra changer le merlot et le cabernet franc par d'autres cépages adaptés aux températures élevées. Toutes les populations autour de l'équateur verront une augmentation de la pluviométrie et de la température de plusieurs degrés. Avec une hygrométrie de 100%, l'homme ne peut pas vivre, la régulation thermique étant alors impossible.



Figure 29 : Ouragan Dorian de catégorie 5, vu du satellite GOES16, le 2 septembre 2019 (© Météo-France).

## Le manque d'eau pour beaucoup de régions du globe : une dégradation des productions agricoles et une atteinte à la santé

L'eau potable est sans doute le bien le plus précieux et le moins bien réparti dans le monde. Dans certains pays, l'eau est gaspillée, tandis que dans d'autres, elle manque cruellement (Sawshilya, 2020). Le manque d'eau est source de famine. Sans eau, les terres sont improductives. Le désert s'installera dans de nombreux pays. Ces facteurs conjugués vont être des vecteurs de guerres (la Syrie a connu deux années de diminution de la production agricole qui se sont suivies de révoltes). Le changement climatique va alors engendrer de nombreux et violents conflits. En effet, de nombreuses personnes vont devoir (encore plus qu'aujourd'hui) se battre pour l'accès à l'eau, à l'alimentation et tout simplement à des terres habitables. Les sécheresses et les températures trop élevées ne permettent pas aux individus de s'adapter. L'été 2003 a fait plus de 15 000 morts en France. Il faut, dans ces conditions, se mettre au frais, à l'ombre, boire régulièrement et en quantité. Le manque d'eau potable verra de nouveau des pandémies de choléra, de fièvre typhoïde, de dysenteries, etc. Environ 30% de la population mondiale est actuellement exposée à des conditions climatiques dépassant le seuil mortel et ce pendant au moins 20 jours par an. D'ici 2100, ce pourcentage devrait augmenter à environ 48% dans un scénario avec des réductions drastiques des émissions de gaz à effet de serre et d'environ 74% dans un scénario d'émissions croissantes (Mora et al., 2017). Cependant, certaines régions du globe qui sont sous les glaces pendant une grande partie de l'année verront la possibilité de cultiver mais aussi d'exploiter les ressources des sous-sols dégelés, avec toutefois l'apparition de nouvelles maladies jusqu'alors piégées sous ces glaces ! Les catastrophes et la prise de conscience mondiale aura -t-elle une influence sur les égoïsmes nationaux ?

## L'empreinte carbone d'un français

Parce que nous sommes déjà engagés dans un certain niveau de changement climatique, la réponse à ce changement implique une double approche : réduire les émissions de gaz à effet de serre qui piègent la chaleur dans l'atmosphère et les océans, et stabiliser les niveaux de ces gaz ("atténuation"). L'empreinte carbone est la somme des émissions de GES produits par la France auxquelles on ajoute l'empreinte carbone des produits importés. Elle se situe à ce jour à **11,8 tonnes d'équivalent de CO<sub>2</sub> par habitant**. Toutefois, si les émissions de gaz à effet de serre sur le territoire national ont été en baisse de 30% entre 1995 et 2018 (haut conseil pour le climat, HCC), pour la France c'est 4,8 tonnes d'équivalent de CO<sub>2</sub> par habitant en 2018 et les **émissions importées** ont augmenté de 78% sur la même période en atteignant 6,4 tonnes d'équivalent de CO<sub>2</sub> par habitant en 2018. Comment faire alors, dès maintenant, pour limiter à 2°C l'élévation des températures d'ici 2100 ?

La problématique : faire que l'empreinte carbone passe de 11,8 tonnes de CO<sub>2</sub> à 2 tonnes par français ! Il faut donc diminuer de 80% les émissions de GES ! Pour cela, il faut revoir notre système centré sur les énergies fossiles. Il faut agir individuellement sur ses déplacements, sur son habitat, sur son alimentation, etc. (il est possible de calculer son empreinte carbone sur <https://www.footprintcalculator.org/signup>). Il faut éviter d'acheter des produits d'importation et donc changer de comportement. Il faut agir collectivement au niveau de sa commune. Il faut favoriser les déplacements collectifs comme le covoiturage, produire son énergie, supprimer les gaspillages, favoriser les circuits courts, et bien isoler les bâtiments. Au niveau de l'Etat, il faut agir sur l'énergie décarbonée, sur les déplacements collectifs, sur la construction de véhicules peu énergivores, sur un urbanisme décarboné et intelligent qui crée des villes avec des quartiers où la nature est présente et crée des micros-climats plus frais. Il faut favoriser la recherche innovante sur de nouveaux produits durables (bio-inspiration par exemple).

## JM Jancovici-Polony : YouTube, les entretiens avec le journal Marianne, quelques extraits

Pour Jancovici, l'énergie est bien l'élément essentiel à prendre en compte et à réduire puisqu'on la retrouve partout. Dans les transports, dans l'industrie, le chauffage et la climatisation, l'agriculture et

les engrais, la production des biens de consommation, etc. (Figure 30). Il faudrait diviser par trois les émissions totales de GES pour ne pas dépasser de 2°C l'augmentation des températures d'ici 2100. Mais cette diminution de la consommation d'énergie entraînera bien sûr une diminution des biens de consommation.

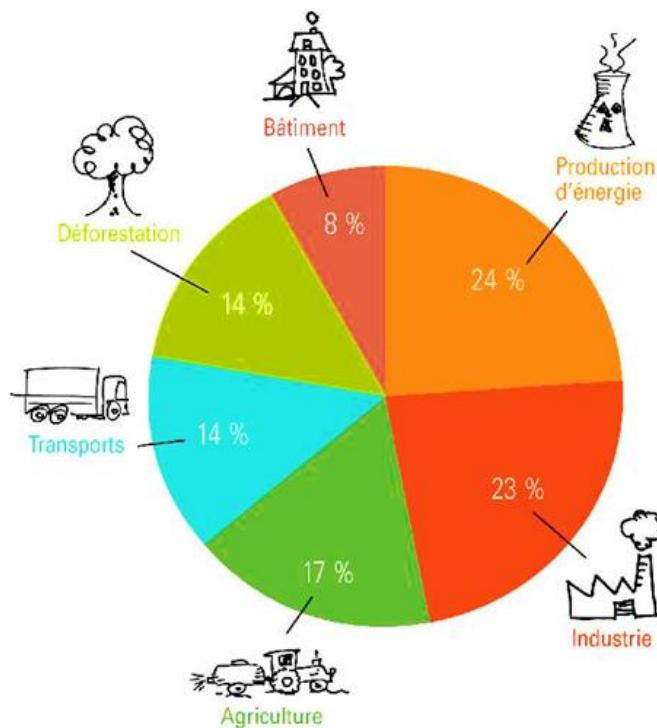


Figure 30 : Production de gaz à effet de serre selon les activités, au niveau mondial (© Climat, le dossier vérité ; Sciences&Vie, Hors-Série n°240, septembre 2007, p.20-21).

La transition énergétique : "la bonne transition, chez nous, est de nous débarrasser du pétrole, des gaz fossiles, et du peu de charbon que nous utilisons. Les chaudières au fioul ou au gaz peuvent être remplacées par des pompes à chaleur fabriquées en France. Une partie de la chaleur industrielle peut aussi être électrifiée. Ensuite, le gros du pétrole passe dans les transports, et ce pétrole correspond à deux tiers de nos émissions de CO<sub>2</sub>. Le cocktail de solutions inclut moins de voitures, plus de marche à pied, de vélo, et de transports en commun, ainsi que l'électrification de l'essentiel de ce qui reste mécanisé".

Le nucléaire : "Il faut voir le nucléaire comme un parachute ventral : il ne permettra pas d'éviter les efforts colossaux que nous allons devoir faire dans de nombreux domaines (mobilité, alimentation, consommation de produits manufacturés, etc.). Mais, il permet de garder un peu plus de « confort moderne » dans un monde qui va devoir en abandonner une très large partie. A quantité d'électricité donnée, en diminuant la part du charbon et du gaz, on abaisse le risque global pour l'avenir. Tandis que lorsqu'on abaisse la part de nucléaire, on l'augmente plutôt".

Les énergies renouvelables : "Les énergies intermittentes non pilotables (éolien ou solaire) ne rendent pas le même service qu'un mode pilotable (nucléaire, gaz, charbon). Dans le premier cas de figure, votre frigo et votre ascenseur fonctionnent uniquement quand il y a assez de vent ou de soleil, alors qu'avec un mode pilotable ces appareils (et tous les autres) fonctionnent quand vous le souhaitez. Comme le service rendu n'est pas le même, comparer les couts en sortie de dispositif de production revient à comparer des choux à des carottes. Il faudrait rajouter tous les couts du système (réseau, stockage, ajustement de la fréquence, etc.) pour les modes non pilotables, ce qui change les chiffres".

## Passer de 1,5°C à 2°C : les conséquences d'une augmentation de 0,5°C des températures

Tableau 1 : Les impacts d'un réchauffement climatique dans un monde à 1,5°C ou 2°C de plus qu'à l'ère préindustrielle (© Ecotoxicologie.fr).

EFFETS	EFFETS DANS UN MONDE À + 1,5°C Température atteinte entre 2030 et 2052 si le réchauffement continue à ce rythme	EFFETS DANS UN MONDE À + 2°C Objectif « minimum » de l'accord de Paris sur le climat
VAGUES DE CHALEUR	Vagues de chaleur plus chaudes de 3°C	Vagues de chaleur plus chaudes de 4°C
ÉLÉVATION DU NIVEAU DE LA MER	Hausse de 26 cm à 77 cm d'ici à 2100	Hausse de 30 cm à 93 cm d'ici à 2100 (10 millions de personnes de plus menacées qu'à + 1,5°C)
PERTE DE BIODIVERSITÉ	-Perte de plus de la moitié de l'habitat naturel pour 4 % des vertébrés, 6 % des insectes et 8 % des plantes -Perte de 70 à 90 % des récifs coralliens	-Perte de plus de la moitié de l'habitat naturel pour 8 % des vertébrés, 18 % des insectes et 16 % des plantes -Perte de plus de 99 % des récifs coralliens
FONTE COMPLÈTE DE LA BANQUISE ARCTIQUE EN ÉTÉ	1 fois par siècle	Au moins 1 fois par décennie
PÊCHE : RÉDUCTION DE LA PRISE DE POISSONS	Réduction annuelle de 1,5 millions de tonnes	Réduction annuelle de plus de 3 millions de tonnes
BAISSE DE RENDEMENT DES CULTURES CÉRÉALIÈRES	Baisse de rendement plus importante à 2°C qu'à 1,5°C, notamment en Afrique subsaharienne, en Asie du Sud-est et en Amérique du sud/centrale	
MANQUE D'EAU	Augmentation du stress hydrique lié au réchauffement climatique supérieure de plus de 50 % à 2°C qu'à 1,5°C	
PLUIES TORRENTIELLES	Risque plus élevé à 2°C qu'à 1,5°C dans les hautes latitudes de l'hémisphère Nord, l'Asie de l'Est et l'Amérique du Nord	
PAUVRETÉ	Plusieurs centaines de millions de personnes supplémentaires exposées à la fois aux risques climatiques et à la pauvreté en 2050, dans un monde à 2°C par rapport à 1,5°C	

© Ecotoxicologie.fr

Augmenter la température moyenne de 0,5°C de la Terre paraît anodin alors que les conséquences sont immenses (Tableau 1) ! Au-delà de 2°C, c'est la catastrophe totale et l'enchaînement d'événements qui s'ajoutent aux autres sans vraiment pouvoir les enrayer. Selon le Programme des Nations Unies pour l'Environnement (UNEP, 2019), **si les engagements pris sont respectés** nous serions à +3,2°C, et +2,8°C selon Climate Action Tracker (CAT, 2019) basé sur les politiques actuelles, à +3°C.

## Atténuer l'empreinte carbone par des puits de captage des GES

Ces puits naturels de captage des GES sont connus : forêts et océans. Les forêts, sont de puissants capteurs de CO<sub>2</sub> et des producteurs d'O<sub>2</sub>. Mais ces forêts souffrent du stress hydrique et n'arrivent plus à compenser par la photosynthèse. En raison de la déforestation et des incendies qui remettent du carbone dans l'atmosphère, nous augmentons l'émission des GES. Il faut donc commencer par arrêter la déforestation et planter partout dans le monde des forêts adaptées au climat local et en priorité dans les pays qui sont en voie de désertification afin de maintenir les populations. L'océan quant à lui, capte le CO<sub>2</sub> (30%) et produit de l'O<sub>2</sub> (50%). Il nourrit 3 milliards d'habitants et doit donc être préservé de la pollution, de l'industrialisation non durable, et de la surpêche. **Protéger et restaurer le milieu marin**, c'est replanter en mer (comme à terre pour les forêts) des macroalgues laminaires sur les sites où elles sont en voie de disparition. Un programme Européen, où ELV est sollicitée et partie prenante, souhaite développer plus de cultures d'algues comestibles et bien sûr agir sur les causes de ces disparitions quand elles sont anthropiques. Il est donc vital de préserver cet environnement marin.

## Vivre autrement

Tableau 2 : Actions individuelles et collectives envisageables, inspirées de Zen 2050, Carbone4 et nos apports personnels (JC Ménard).

Actions pour passer de 11,8t de CO <sub>2</sub> par personne à 2t en 2050 et limiter l'élévation des températures à 2/3°C d'ici 2100			
Leviers d'action	Actions individuelles	Commune et inter commune, Département, Région	Etat
<b>Habitat</b>	Isoler, réduire les surfaces, décarboner le chauffage, chauffe-eau solaire, photovoltaïque, production Française, utilisation de Leds, acheter d'occasion et réemploi	Aides financières, concevoir des écoquartiers, habitat décarboné, isoler les bâtiments publics, maîtrise du foncier, pas d'artificialisation des sols	Promouvoir et aider à la réalisation de villes autonomes en énergie et décarbonées
<b>Alimentation</b>	Manger moins carné, régime flexitarien, manger bio, local, utiliser des circuits courts	Ecoquartiers et communes nouvelles avec maraîchers, préserver les terres riches, économie circulaire locale	Décarboner l'agriculture et l'agroalimentaire
<b>Déplacements</b>	Trajets courts à vélo ou à pied, covoiturage, moins ou pas d'avion, moins se déplacer	Repenser la circulation piétons et vélos, location de véhicules électriques, transports collectifs organisés pour rejoindre les usines, les grandes surfaces, etc.	Décarboner le transport des marchandises, relocaliser la production pour diminuer les importations, réduire l'empreinte carbone et donc réduire la dette et le déséquilibre commercial
<b>Energie</b>	Décarboner, produire son énergie domestique, mais faire attention à l'empreinte carbone d'importation	Chaque commune peut produire son énergie	Privilégier l'énergie décarbonée et renouvelable, le nucléaire est peu carboné et il faut le garder le temps de la transition, engager et aider les entreprises dans la transition
<b>Globalement</b>	Investissements réalistes, changements des comportements	Transformations systémiques	
<b>Part relative d'implication</b>	<b>25% pour les particuliers</b>	<b>75% pour les collectivités, régions et ETAT</b>	

Nous voyons à la lecture de ce tableau que le chemin pour réduire nos émissions de GES est à l'opposé des pratiques quotidiennes (Tableau 2). L'acceptabilité de ces mesures est très dépendante des comportements et représentations des Français. La société est plutôt vieillissante et sans doute plus conservatrice alors que les changements profonds supposent une révolution des mentalités. Sur l'alimentation (10% de l'empreinte carbone) des changements sont possibles rapidement, ainsi que sur l'habitat (10-12% de l'empreinte carbone)<sup>4</sup>. Cependant, il sera plus compliqué de modifier les comportements liés aux déplacements car ils sont très dépendants de facteurs structurels : habitat, modes de déplacements vers les lieux de travail et vers les surfaces de consommation, écoles, universités, lieux culturels, etc. Ces conditions de la transition dans les transports mais aussi dans l'organisation plus sobre de la société est de la responsabilité des collectivités locales, régionales et de l'Etat en concertation avec les entreprises et les citoyens (co-construction de projets).

Il est clair que la difficulté pour arriver aux objectifs définis par l'accord de Paris est d'ordre comportemental. Qui pourrait et voudrait changer ses habitudes de vie ? Qui veut consommer différemment, beaucoup moins et mieux, s'engager dans la sobriété et y trouver un intérêt ? Les personnes en précarité peuvent-ils adhérer à cette transformation ? Il en est de même pour les pays pauvres qui devraient accéder à un niveau de vie décent dans le cadre d'un développement durable. Cela suppose une aide des pays riches en faveur du développement durable.

Toutefois, on entend régulièrement des personnes faisant état de leurs changements de vie, dans l'alimentation, les voyages, l'habitat et l'habillement, et ce avec satisfaction ! Comment convaincre alors la majorité des personnes que le projet de vie ne peut pas être seulement consumériste ? Que la créativité à tous les niveaux, que ce soit dans son jardin, son atelier de bricolage, l'artisanat, l'art, sont tellement nécessaires et sources de satisfaction, tout comme la recherche dans tous les domaines, la curiosité et l'inventivité ? Et puis, être soucieux des autres, l'altruisme, le partage, s'engager dans l'intérêt général, font que la vie a du sens. Dans le livre « *Sapiens* », l'auteur montre que la domination d'*Homo sapiens* est venue de sa capacité à coopérer et à progresser collectivement. Nous en sommes certainement encore capables car l'enjeu est d'une telle importance pour la biodiversité et pour l'homme. Ce dérèglement climatique est un mal profond. Pour que nous ayons des changements concrets, il faut sans doute attendre, hélas, des catastrophes. Mais alors il sera trop tard ...

L'exemple est souvent le meilleur moyen de convaincre en montrant ce qu'il est possible de faire. Il faut donc montrer des expériences de vie dans des conditions décarbonées, en construisant des villages à neutralité carbone, des maisons témoins, pour voir et tester grandeur nature le vivre autrement. Il faut organiser des déplacements collectifs, vivre des initiatives locales de production avec des circuits courts (cela existe déjà) pour réussir à maintenir la température à un niveau viable. C'est-à-dire, laisser à nos enfants la possibilité de vivre dans un monde « stable ». La diminution des GES ne peut et ne doit donc être que mondiale, ce qui n'empêche pas de commencer chez soi, localement et nationalement. Il est consternant d'entendre la Chine dire que la neutralité carbone qui devait être effective en 2035 est repoussée en 2065 ! La coordination des politiques sur la transition énergétique ne peut être que mondiale et soumise aux accords de Paris avec l'exigence qu'ils soient respectés par tous les signataires. Combien de temps encore allons-nous attendre avant d'agir ?

<sup>1</sup>Un gaz à effet de serre est un gaz présent dans l'atmosphère terrestre et qui intercepte les infrarouges émis par la surface terrestre. Le gaz carbonique d'origine anthropique est responsable d'un peu moins de 65% de l'effet de serre additionnel dû à l'homme, le protoxyde d'azote 5%, et l'ozone 10%.

<sup>2</sup>L'Anthropocène est une nouvelle époque géologique qui se caractérise par l'avènement des hommes comme principale force de changements sur Terre, surpassant les forces géophysiques. C'est l'âge des humains, celui d'un désordre planétaire inédit.

<sup>3</sup>Giga Tonnes de CO<sub>2</sub> : milliards de tonnes de dioxyde de carbone.

<sup>4</sup>Il n'y a pas d'énergies renouvelables neutres. Par exemple, si nous achetons des panneaux solaires en Chine, entre leur construction et l'utilisation de métaux rares, de plastique, puis leur transport en Europe puis en France, ainsi que leur recyclage très difficile, il faut compter plus de 20 ans pour arriver à la neutralité carbone (Jancovici).

## Références :

- *Rapport Giec, septembre 2019, les océans.*
- *Rapport ADEME, 2015.*
- *Site Ecotoxicologie.fr*
- *Sawshilya Archana, CLIMATE CHANGE, Conference Paper · April 2020.*
- *Mora, C., Dousset, B., Caldwell, I. et al. Global risk of deadly heat. Nature Clim Change 7, 501–506 (2017). <https://doi.org/10.1038/nclimate3322>.*

- Carbone 4, Jean-Marc Jancovici, conférences Youtube : 2019 "CO<sub>2</sub> ou PIB il faut choisir, Sciences PO", AgroParisTech "Le réchauffement climatique", Entretiens journal Marianne, Polony-jancovici, mars 2021.
- Bihouix Philippe, L'Âge des low tech. Vers une civilisation techniquement soutenable, 2014.
- Yuval Noah Harari, Sapiens - Une brève histoire de l'humanité, 2017.
- Pablo Servigne et Raphaël Stevens, Comment tout peut s'effondrer. Petit manuel de collapsologie à l'usage des générations présentes, 2015.
- Courier international, La face sombre de la transition écologique, mars 2021.
- Climat, le dossier vérité ; Sciences&Vie, Hors-Série n°240, septembre 2007, p.20-21.
- Météo France : les prévisions climatiques à 2100, les différents scénarios.
- <https://www.citepa.org/fr/>
- <https://www.climatecentral.org/>
- <https://www.zen-2050.com/>
- <https://climate.nasa.gov/>

## La page des jeunes par Floriane Turrel

---

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

Nous allons traiter cette fois ci du **cycle des marées**. Les marées correspondent à une variation du niveau de la mer. L'océan va alors monter pendant 6h puis redescendre pendant 6h, à tour de rôle. Il y a donc quatre marées par jour, deux montantes et deux descendantes. Ces marées sont dues à l'attraction de la lune et du soleil, celle de la lune étant plus importante puisque la lune se trouve plus proche de la Terre que le soleil (Figure 31). Lorsque la lune, la Terre et le soleil sont alignés, l'attraction est plus forte causant les marées hautes ou marées de vives-eaux. Dans le cas contraire, se produisent les marées basses aussi appelées marées de mortes-eaux.

Toutes les mers et océans du monde entier sont soumis à ce phénomène de marée. Ainsi, contrairement aux idées reçues, la mer Méditerranée est elle aussi soumise aux marées mais d'un marnage (différence de hauteur d'eau entre marée haute et marée basse) bien moindre que celui de l'Océan Atlantique ce qui rend le phénomène quasi-imperceptible. Le marnage est en moyenne de 40 centimètres pour la Méditerranée contre en moyenne 3 mètres pour les côtes atlantiques françaises.

Vous avez d'ailleurs peut-être profité des grandes marées du dimanche 28 mars au jeudi 1<sup>er</sup> avril 2021, à l'occasion de l'équinoxe de printemps et qui étaient accompagnées de températures estivales bien supérieures à la moyenne de saison. C'est le mardi 30 mars 2021 que le coefficient était le plus fort : coefficient de 112. C'est le plus gros coefficient de marée de l'année 2021. Et, avec les 27 degrés de l'après-midi, vous étiez nombreux à pêcher palourdes, moules, huîtres ou encore crevettes grises, ou tout simplement à profiter du soleil en bronzant sur le sable ou marchant le long de la côte, les pieds dans l'eau pour les plus courageux. La prochaine grande marée est attendu le mercredi 28 avril 2021 avec un coefficient maximal de 110, lui aussi très élevé.

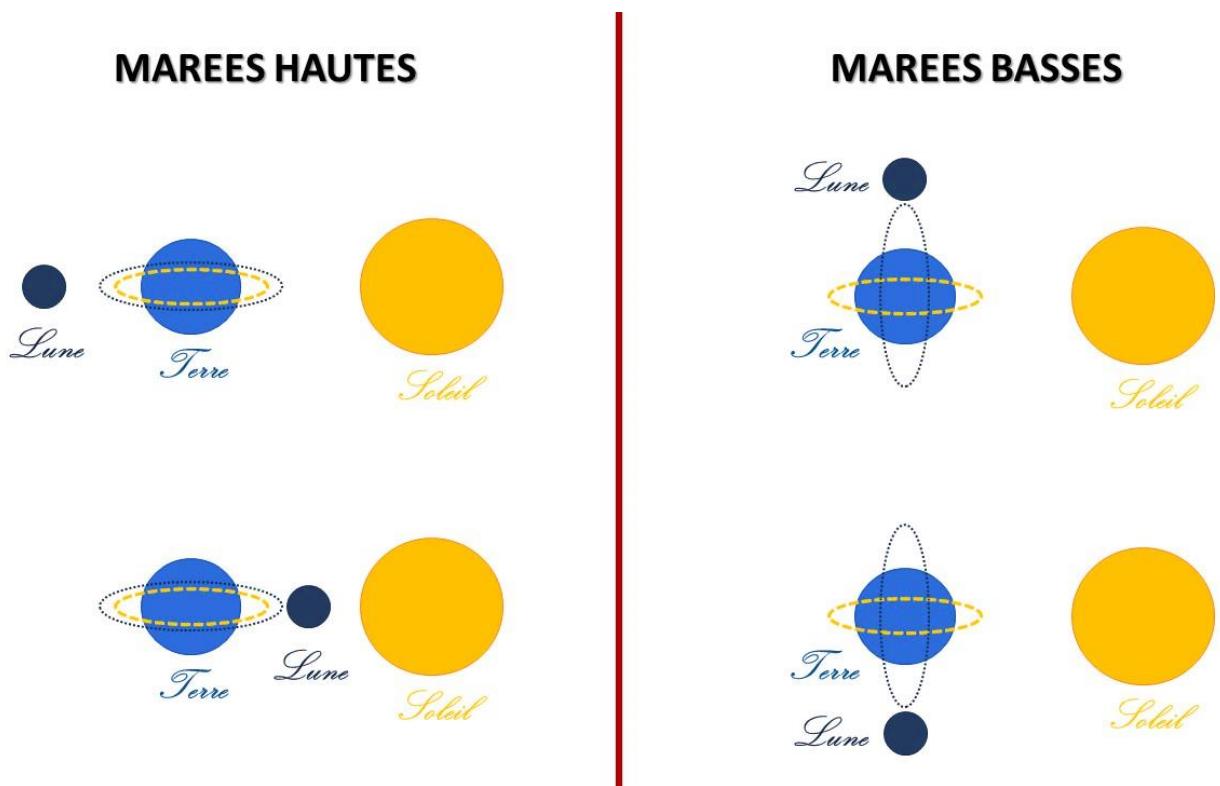


Figure 31 : Cycle des marées (© F. Turrel).

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

## Les questions

### Pourquoi une journée dure-t-elle 24h ?

→ Le cycle de 24h a été décidé il y a environ 5 000 ans par les Babyloniens qui ne comptaient pas par tranches de 10, comme nous, mais par tranches de 12. En effet, ils comptaient à l'aide de leurs phalanges sans prendre en compte le pouce (vous pouvez essayer avec une de vos mains). Rythmant leur vie sur le jour et la nuit, ils ont alors décidé de diviser chaque période par 12. Sont alors apparues les 12h du jour et les 12h de la nuit : 24h.

Cependant, même si rythmer notre vie s'avère utile au quotidien, entre 1962 et 2000, un dénommé Michel Siffre, géologue français, tenta une expérience afin de déterminer le rythme biologique de l'être humain. Il resta alors 2 mois, seul, dans la grotte de Clamouse dans les Cévennes sans voir la lumière extérieure puis recommença l'expérience 2 autres fois. Les résultats montrèrent une horloge interne basée en moyenne sur un rythme de 16h d'activités et 8h30 de sommeil soit 24h30. Pas si mal finalement !

Depuis le 14 mars dernier, 15 volontaires se sont confinés dans une grotte en Ariège pour réitérer l'expérience. Ils vont passer 40 jours sans voir la lumière du soleil. Ce groupe âgé de 29 à 50 ans va vivre sans horloge ni moyen de communication avec l'extérieur afin d'étudier l'organisation et la synchronisation d'un groupe d'individus dans de telles conditions.

### Références :

- <https://www.clamouse.com/fr/la-grotte/les-dossiers-thematiques/michel-siffre/>
- [https://actu.fr/normandie/caen\\_14118/un-medecin-de-caen-dans-le-projet-deep-time-14-personnes-confinees-dans-une-grotte-pour-la-science\\_40242491.html](https://actu.fr/normandie/caen_14118/un-medecin-de-caen-dans-le-projet-deep-time-14-personnes-confinees-dans-une-grotte-pour-la-science_40242491.html)

## Pourquoi les océans sont-ils bleus ?

→ Lorsque la lumière du soleil pénètre dans l'eau, les couleurs ne vont pas être absorbées ou réfléchies de la même manière. Le rouge est alors absorbé tandis que le bleu, lui, est réfléchi (dispersé). Par ailleurs, le rouge, le jaune et le vert ne voyagent pas plus loin que 200 m contrairement au bleu qui peut aller jusqu'à 2 000 m de profondeur. Cependant, cela n'est pas l'unique explication concernant la couleur bleue de l'océan. L'eau peut agir comme un miroir en réfléchissant le bleu du ciel mais peut ainsi paraître grise en cas de tempête, par exemple. Enfin, les algues ou la turbidité de l'eau (particules en suspension) peuvent également jouer sur la couleur de celle-ci. La mer apparaîtra alors, par exemple, verte lors d'un bloom d'algues phytoplanctoniques ou marrons lorsque de la boue est apportée par un fleuve. La couleur des océans dépend donc de la quantité d'eau et de ce qui se trouve autour et dans cette quantité d'eau. De l'eau de mer « pure » (sans organismes ni particules en suspension) apparaîtra donc rouge dans une petite bassine en plastique rouge, transparente dans un verre et noir sous 2 000 m de profondeur où la lumière ne passe plus.

## Qu'est-ce que l'eutrophisation du milieu aquatique ?

→ L'eutrophisation (Figure 32) correspond à un apport trop important de nutriments dans un milieu aquatique comme les phosphores ou les nitrates. Cette quantité importante de nutriments va alors permettre le développement massif d'algues avec des blooms phytoplanctoniques tel que l'exemple connu des marées vertes. Les algues, en consommant les substances nutritives puis en se décomposant lors de leur mort vont alors provoquer une anoxie du milieu (disparition de l'oxygène). Ce phénomène est souvent accru par l'absence de mouvement de l'eau, la température élevée de celle-ci et son exposition au soleil. Ces eaux stagnantes peuvent alors se retrouver le long du littoral, dans les mares, etc. et peuvent être responsables d'un appauvrissement de la biodiversité avec la mort des espèces présentes ne pouvant plus respirer (poissons, etc.), des nuisances visuelles et olfactives, des interdictions de baignade, une contamination de l'eau potable et des ressources aquatiques, etc. (cf. Newsletter de septembre 2014 sur notre site). Ce phénomène peut être naturel ou anthropique (causé par l'homme) avec par exemple l'épandage agricole qui va être drainé par les pluies jusque dans les cours d'eau. Parfois, ces phénomènes sont si importants que les satellites peuvent les voir depuis l'espace !



Figure 32 : Photographie d'un cours d'eau eutrophisé par une cyanobactérie (© iStock).

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

# Assemblée Générale

---

L'Assemblée Générale 2020 de l'association Estuaires Loire & Vilaine s'est réunie en visioconférence le 20 février 2021.

Pour rappel, l'Assemblée Générale délibère à la majorité simple des membres présents ou représentés, et le quorum est fixé à un tiers des adhérents. Tout membre peut se faire représenter par un autre membre au moyen d'un pouvoir écrit. Le nombre de pouvoirs dont peut être titulaire un membre est limité à 2. Lors de l'AG, 13 adhérents étaient présents et 6 pouvoirs ont été enregistrés. Le nombre d'adhérents à jour dans leur cotisation au moment de l'Assemblée Générale étant de 23, le quorum est atteint et l'Assemblée peut valablement délibérer.

Floriane TURREL en service civique chez ELV ouvre la séance à 9H30 et présente le déroulement de la visioconférence. Jean-Claude MENARD, président de l'association, prend subséquemment la parole et présente le compte-rendu du CA de 2019 puis le rapport moral de 2020. La secrétaire, Aurélie BAUDOUIN, fait ensuite le point sur les adhésions. Puis, le trésorier, Jean-Pierre RIGAULT, poursuit en exposant les bilans financiers de l'année 2020. Enfin, Jean-Claude MENARD présente les projets à venir pour 2021.

Concernant le CA, le tiers sortant pour l'année à venir est constitué de Jean-Claude MENARD et Patrick SANTERRE qui souhaitent se représenter. Edouard BOUSCASSE, de la société APROGIM, souhaite quant à lui soumettre sa candidature pour la première fois.

## Première résolution : COMPTE RENDU DU CA 2019

Après sa présentation par le Président, le compte rendu du CA 2019 est soumis à l'approbation de l'Assemblée Générale. Hormis Mr. Gautron ne souhaitant pas que le point n°3 lui soit attribué (cf. Compte rendu AG 2019 sur notre site internet), cette première résolution est adoptée à l'unanimité.

## Seconde résolution : RAPPORT MORAL

Après sa présentation par le Président, le rapport moral est soumis à l'approbation de l'Assemblée Générale. Cette deuxième résolution est adoptée à l'unanimité.

## Troisième résolution : RAPPORT FINANCIER

Après sa présentation par le Trésorier, le rapport financier est soumis à l'approbation de l'Assemblée Générale. Cette troisième résolution est adoptée à l'unanimité.

## Quatrième résolution : CONSTITUTION DU CONSEIL D'ADMINISTRATION

Le tiers sortant se représentant et la nouvelle candidature sont soumis à l'approbation de l'Assemblée Générale. Ils sont acceptés à l'unanimité.

Le Conseil d'Administration se compose à ce jour de :

- Aurélie BAUDOUIN	- Jean-Pierre RIGAULT	- Jean-Claude MENARD
- Patrick SANTERRE	- Edouard BOUSCASSE	- Laurence MIOSSEC
- Patrice NAINTRE		

## Contacts



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

### Et pour suivre l'actualité de l'association :

- Le site internet de l'association : <http://www.assoloirevilaine.fr>
- Le compte LinkedIn : <https://www.linkedin.com/company/association-estuaires-loire-vilaine>
- La page Facebook : <http://www.facebook.com/pages/Association-Estuaires-Loire-Vilaine/256177791220264>
- La page Instagram : <https://www.instagram.com/estuairesloirevilaine/?hl=fr>
- Le compte Twitter : [https://twitter.com/association\\_ELV?s=09](https://twitter.com/association_ELV?s=09)

# Bulletin d'adhésion 2021

---



Association Estuaires Loire & Vilaine

9 bis boulevard des Korrigans - 44 510 LE POULIGUEN

SIRET - 51227189100016

<http://www.assoloirevilaine.fr>

**Nom :** .....

**Prénom :** .....

**Adresse postale :** .....

.....

**Adresse électronique :** .....

**Téléphone :** .....

**Profession :** .....

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

.....  
.....

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

.....  
.....

---

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

**Membres donateurs :**

adulte : 20 €       couple : 30 €       étudiant, moins de 25 ans : 10 €

**Membres bienfaiteurs :**

..... €

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