

La Biomasse, puits de carbone Planter des milliards d'arbres

Université d'été de « Sauvons le climat »

Amnéville — vendredi 11 octobre 2024

Qui suis-je ?

Marseillais, né en 1948. Marié avec Brigitte ; Pierre, mon fils ; Émilie ma belle fille. Polytechnicien ; ingénieur des ponts, des eaux et des forêts ; économiste. Membre de *l'Académie d'Agriculture de France*, de *l'Institut des Futurs souhaitables*, de *blueEnergy-France* et de *The Shift Project*. Président de *A Tree For You*. Ancien haut fonctionnaire en poste en administration centrale et sur le terrain, Conseiller au *Conseil économique social et environnemental* de 2010 à 2015. Montagnard, navigateur, lecteur.

C'est ce que vous pourrez trouver sur mon site Internet personnel :
<https://sentiers.eu>

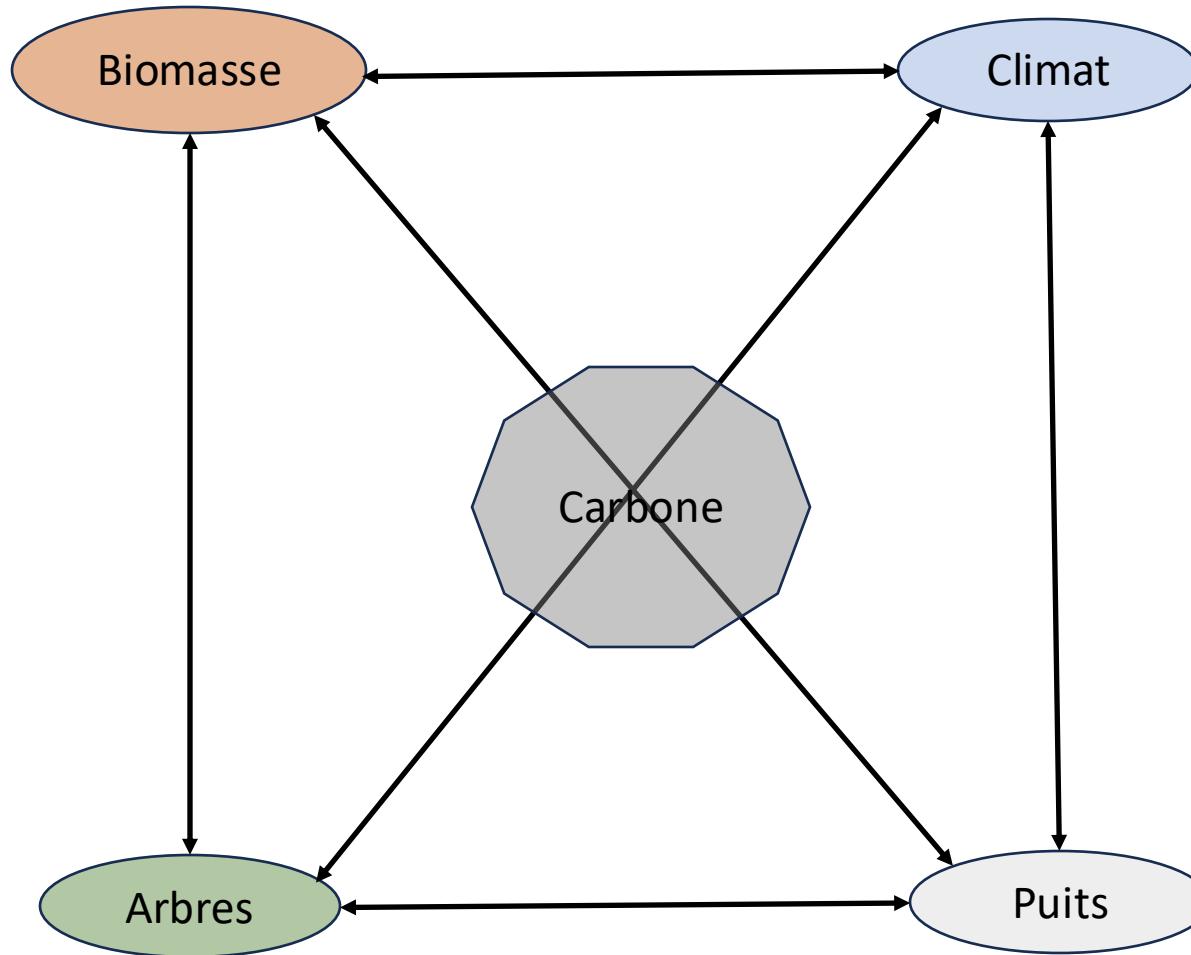
Entre sommets et vallées, think and do, Ange et Bête, souhaitable et réalisable, fins et moyens, blanc et noir, Yin et Yang, poire et fromage, la tête dans les étoiles et les pieds sur terre, quelle route choisir entre Charybde et Scylla ?

Vous y trouverez également une centaine d'articles que j'ai écrits au fil des mes implications dans les divers organismes auxquels je contribue. Les focalisations sont autour des questions de climat, d'énergie, de production et d'utilisation de la biomasse. Quelques uns concernent aussi des voyages et découvertes.

De quoi vais-je vous parler ?

- Je vous dirai un mot « Des forêts, des arbres et des hommes » en fin de propos.
- Je vous dirai aussi comment vous pouvez, dès à présent, chacun avec ses moyens, contribuer à « Planter des milliards d'arbres » avec « Un arbre pour vous ou vos proches » : « A Tree For You ».
- Mais, je vais tout d'abord m'appesantir sur l'une des bonnes raisons de planter des arbres, celle qui mobilise « Sauvons le climat ». Les arbres peuvent contribuer à maîtriser l'augmentation des gaz à effet de serre qui réchauffent l'atmosphère, sujet chaque année plus actuel.
- Nous regarderons aussi les moyens à mettre en œuvre et ceux qui y contribuent.
- Mes propos seront parfois des banalités ou des répétitions pour vous. Veuillez m'en excuser. Les textes des diapo sont trop longs. Ils ne sont là que pour celles et ceux qui voudraient revoir la présentation.

Quel est le sujet ?



Plusieurs définitions de la Biomasse

- **La biomasse représente la quantité de matière (masse totale) de toutes les espèces vivantes présentes en un milieu naturel donné.** C'est la définition retenue notamment en biogéographie ou en écologie. C'est celle que nous retiendrons ici.
- Une autre définition est utilisée ou sous-entendue, lorsqu'on évoque l'ensemble de la matière organique pouvant fournir de l'énergie par dégradation (et notamment par combustion ou par fermentation). La biomasse-énergie est de loin la première des énergies renouvelables à l'échelle du monde, de l'Europe ou de la France avec le bois de feu, les biocombustibles, bioénergies ou biocarburants. C'est toutefois une définition utilitariste et réductrice.
- Cela conduit à distinguer nettement la biomasse (masse des organismes vivants), des produits de la biomasse, matières organiques mortes éventuellement utilisées par les humains.

La biomasse représente 11 MJ/kgMS – globalement 200 Gtep/an

- Masse des organismes vivants ↔ Quantité d'énergie ; comment passer de l'un à l'autre ?
- L'eau est le principal constituant de la matière vivante, mais dans des proportions très variables : 95 % dans une méduse, 50 % dans un grand chêne.
- Le choix a été fait de se rapporter à la matière sèche.
- Celle-ci, en première approximation, est composée de 50 % de Carbone (C) : 20 t de bois sec contiennent environ 10 t de C.

Premier lien avec l'énergie : la matière organique sèche peut fournir en moyenne 11 MJ/kg (Mégajoules par kg, soit environ 3 kWh).



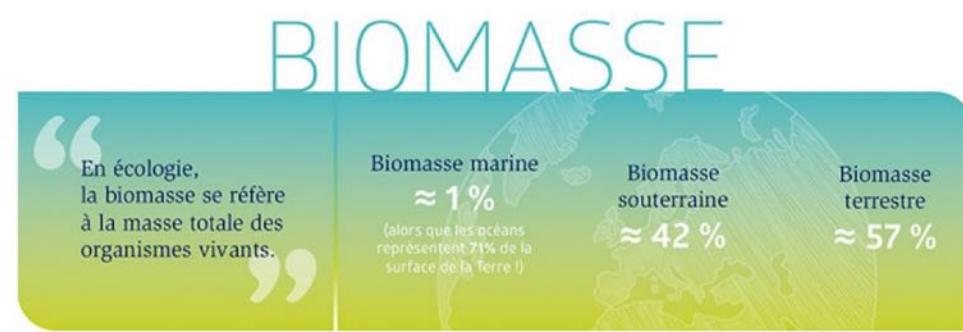
L'énergie chimique sous forme de matière organique produite par la photosynthèse est de l'ordre de $8,5 \times 10^{21}$ Joules par an (8500 EJ, soit 203 Gtep). Il s'agit de la production primaire brute.

550 Gt C dont 300 dans les troncs et branches des arbres

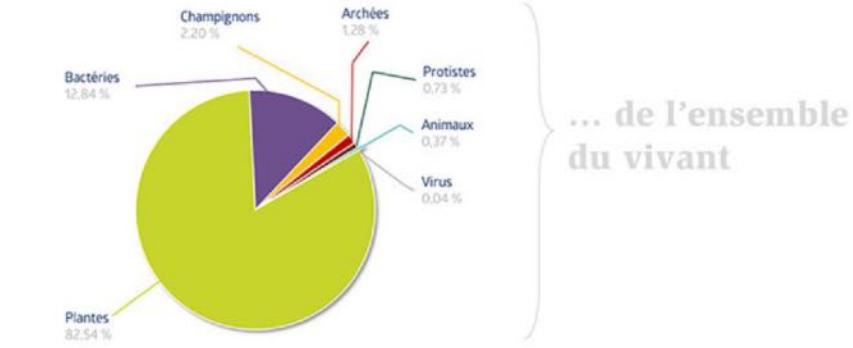
La totalité de cette biomasse est estimée à 550 Gt C. Les plantes, à elles seules, comptent pour 450 Gt C. Tandis que la biomasse marine ne représente que 6 Gt C. Pour les plantes, les parties les plus actives au plan biologique (feuilles et racines) ne représenteraient que ~ 150 Gt C. Les troncs et branches représentant alors ~ 300 Gt C. On voit poindre l'importance des arbres.

Source : Fondation pour la recherche sur la biodiversité, la FRB. Le poids de la biomasse terrestre est donné en gigatonnes de carbone (Gt C, milliards de tonnes ou 10^{15} g, Petagrammes,).

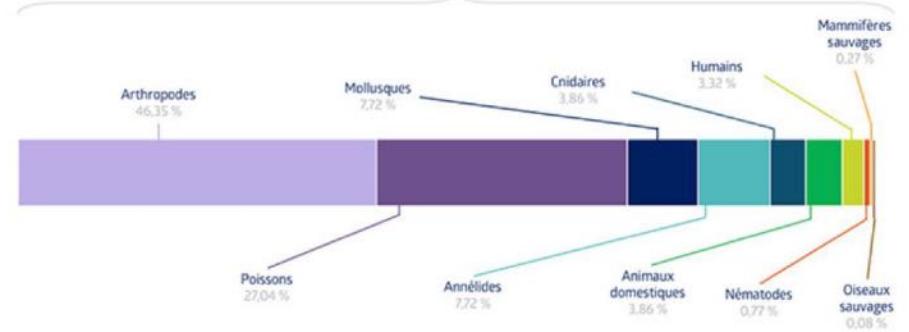
<https://www.fondationbiodiversite.fr/repartition-globale-de-la-biomasse-au-sein-de-la-biosphere/#:~:text=La%20biomasse%20v%C3%A9g%C3%A9tale%20globale%20est,vivante%20globale%20de%20la%20biosph%C3%A8re>



Répartition de la biomasse...



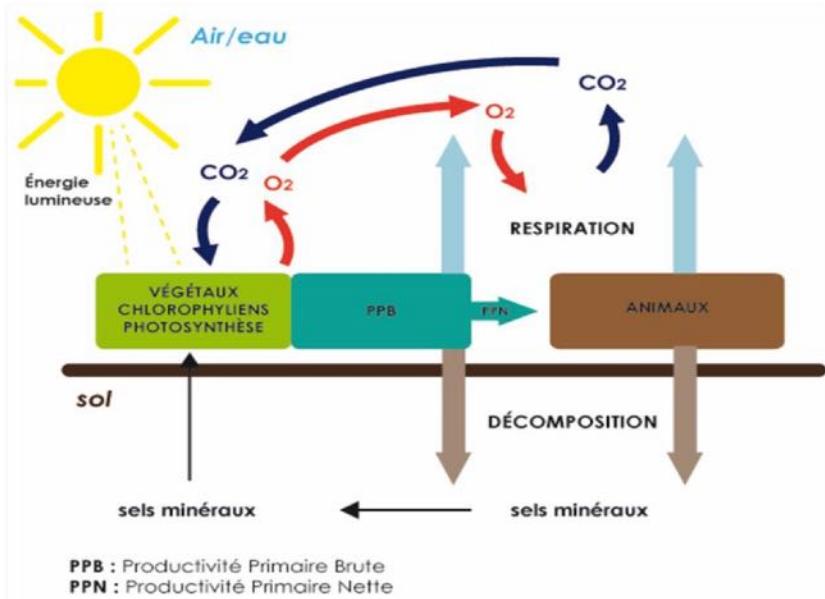
...des animaux



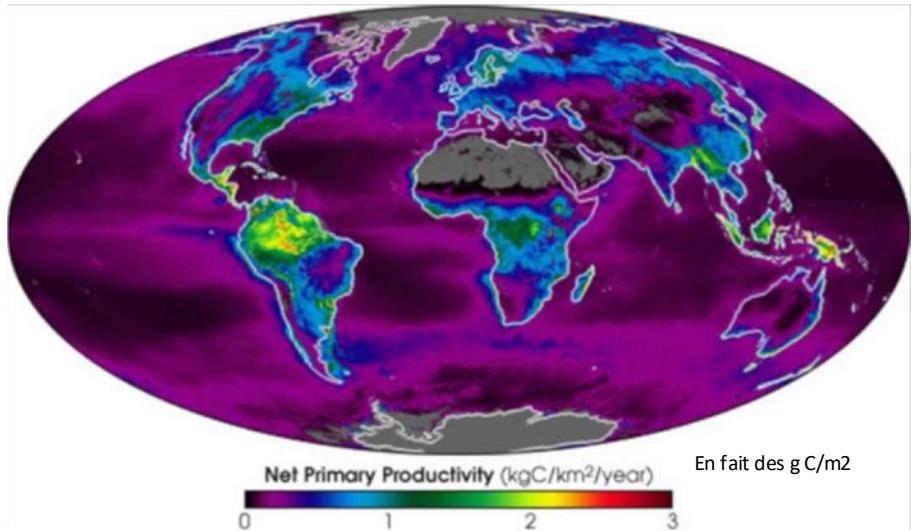
1,4 millions
d'espèces décrites

LOADING
sur **11 millions**
d'espèces estimées

100 Gtep de production annuelle de biomasse



L'énergie chimique sous forme de matière organique produite chaque année par la photosynthèse (les plantes et autres organismes photosynthétiques) est estimée $8,5 \times 10^{21}$ Joules par an (8500 EJ, soit 203 Gtep) matérialisée dans à 220 GtC/an. Il s'agit de la production primaire brute de biomasse. Ces organismes respirent environ la moitié de cette énergie pour assurer leur propre métabolisme.



Le reste est la production primaire nette. La production primaire nette globale est donc de l'ordre de 110 GtC/an, représentant un flux d'énergie chimique de l'ordre de $4,2 \times 10^{21}$ Joules par an (4200 EJ, soit environ 100 Gtep/an). Le rendement global moyen de la photosynthèse est faible : environ 0,15%

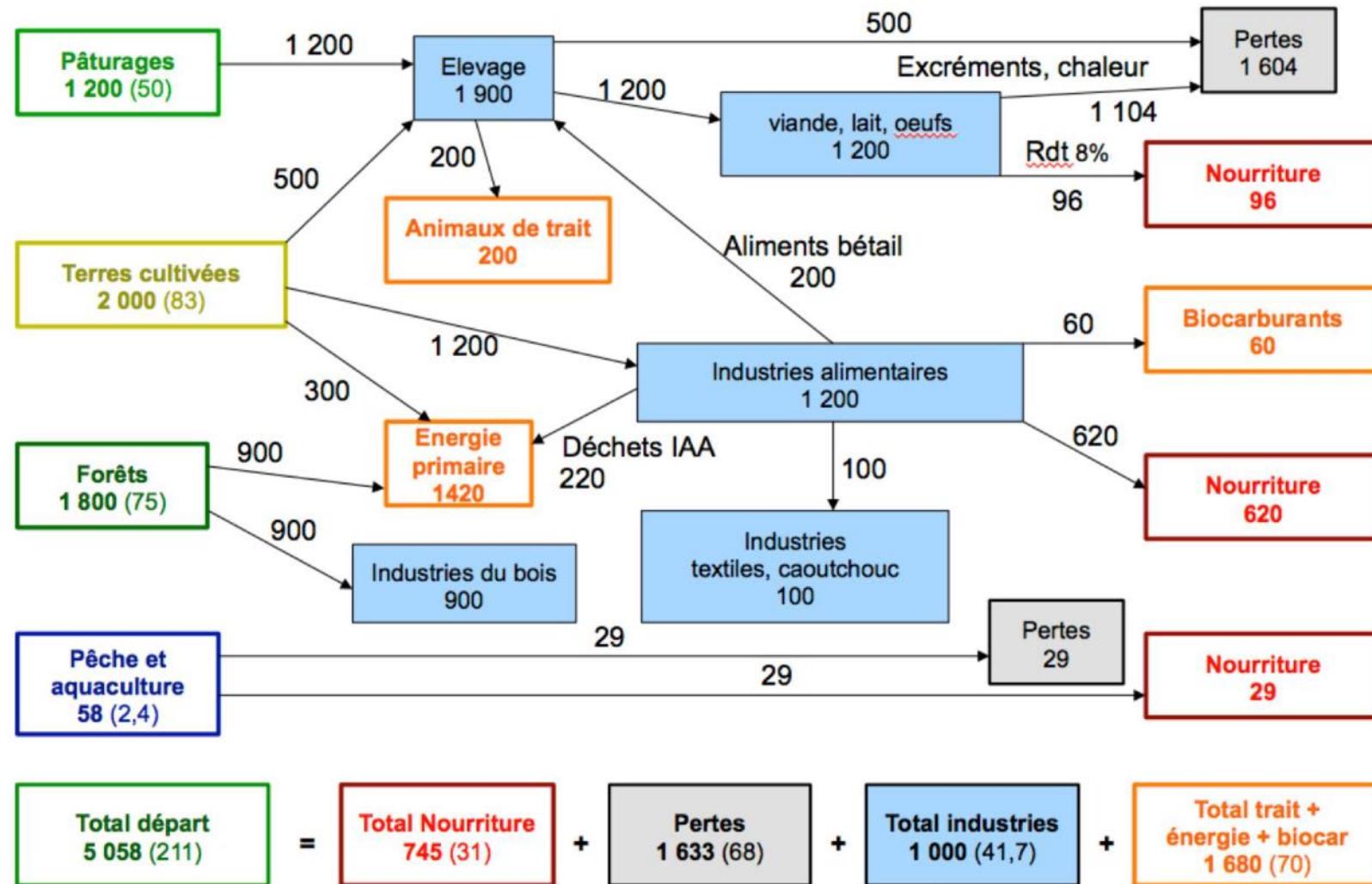
Les produits de la biomasse, vitaux ... y compris après la révolution industrielle



Cette biomasse a suffi, depuis des millénaires, à répondre aux besoins vitaux des animaux, et des hommes en particulier : se nourrir, se chauffer, se vêtir, s'abriter, et même se déplacer.

L'industrialisation a d'abord été basée sur le bois. Et l'exploitation du bois, y compris pour le charbon de bois, a conduit à une déforestation préjudiciable, tant en Chine qu'en Europe occidentale.

Flux d'énergie mobilisés dans les utilisations de la biomasse



Ces chiffres ont été réunis au début du siècle. Ils demanderaient actualisation. Ils sont exprimés en millions de tonnes d'équivalent pétrole Mtep et en (Exajoules).

En 2000, la présente estimation des prélevements humains représentaient environ 5 % de la production nette de biomasse.

Le GIEC, estime quant à lui que l'activité humaine concerne une part bien supérieure de la biomasse (de mémoire, plus de 30 %)

Pierre Texier et AJ Guérin, 2012 sur la base de travaux des années 2000 : https://sentiers.eu/le-meilleur-est-avenir/article/aurons-nous-a-manger-demain#utilisations_biomasse

La photosynthèse fait osciller la teneur en CO₂ atmosphérique

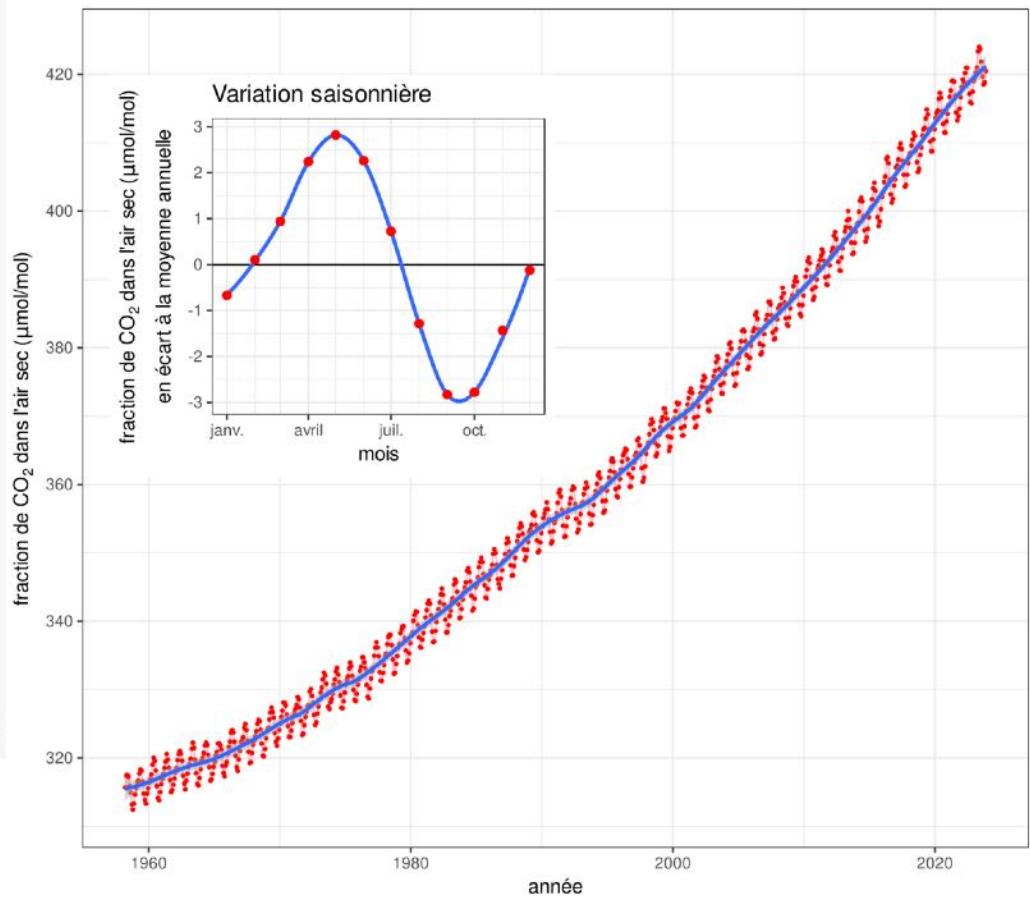
Une concentration de CO dans l'atmosphère en forte hausse depuis le début du XX siècle

Ce graphique représente la concentration de CO dans l'atmosphère depuis l'an mille.



Moyenne mensuelle de la concentration de CO₂

Mauna Loa 1958-2023



Comme beaucoup de forêts se trouvent dans l'hémisphère nord, il y a plus de consommation de gaz carbonique de l'atmosphère (due à la photosynthèse) durant l'été septentrional que pendant l'été austral.

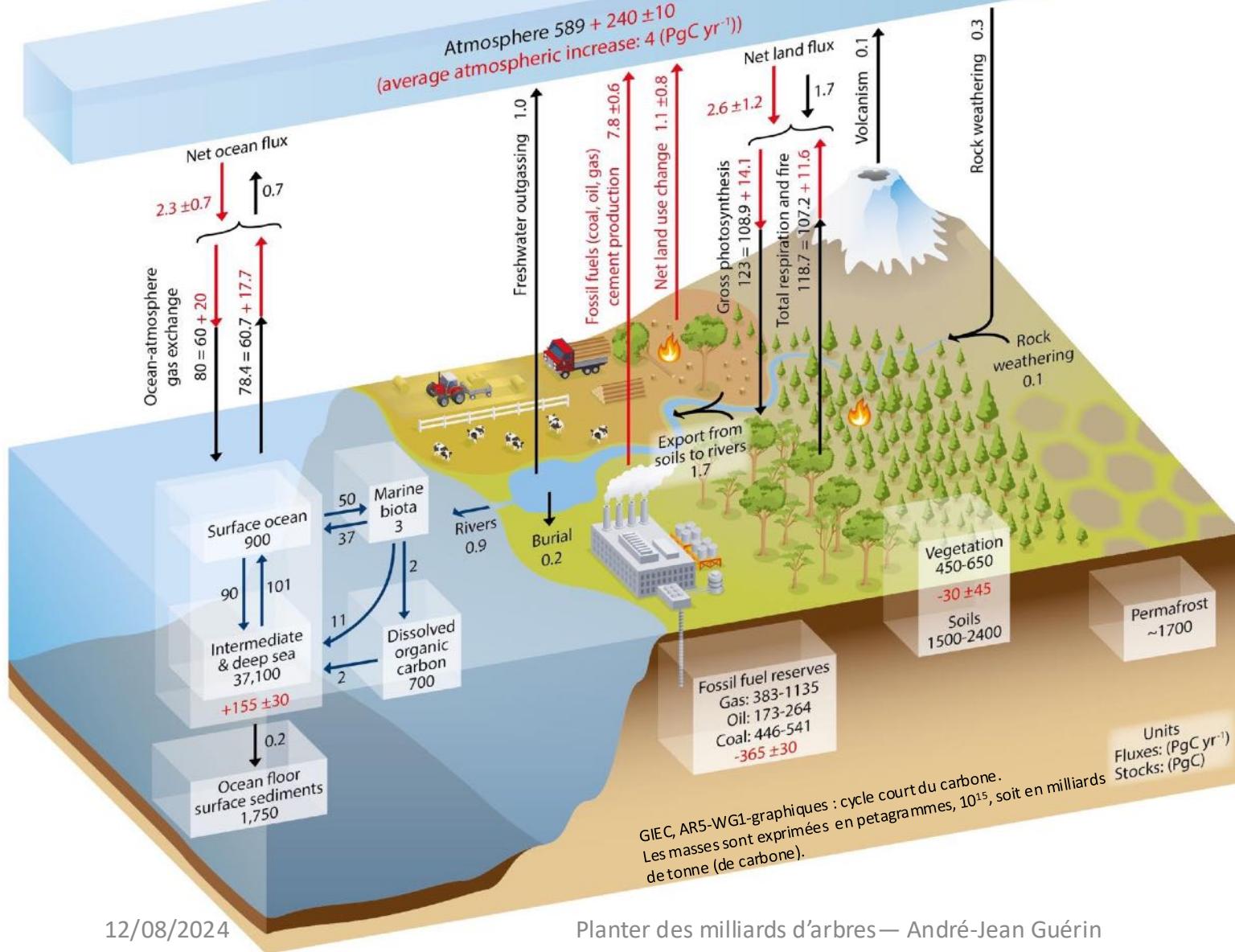
La vie a changé l'atmosphère et le climat depuis longtemps



Depuis 300 à 500 millions d'années, les organismes photosynthétiques et notamment les arbres puis les organismes planctoniques ont capté et accumulé les fantastiques réserves d'énergie fossile, charbon, pétrole, gaz naturel. Le CO₂ a été capté par la photosynthèse et séquestré dans des arbres, des plantes ou du plancton. Ces combustibles sont estimés pouvoir compter pour 12 000 Gtep de ressources (avec un fort taux d'incertitude), correspondant à 38 000 Gt de CO₂ fixé.

Les stromatolites avaient commencé le travail il y a plus de 3,5 Mds d'années. Ils ont fixé le calcium. Ils ont absorbé le CO₂ atmosphérique ont rejeté l'oxygène. Ils ont permis le développement des diverses formes de vie.

Elle contribue à le stabiliser aujourd’hui , un peu



Les échanges de carbone entre atmosphère et biomasse sont considérables dans les deux sens. Mais, leur solde (absorption d'environ 3 GtC/an) ne compense pas, et de loin, les émissions supplémentaires dues seulement à l'utilisation et la combustion du carbone fossile (environ 10 GtC/an en 2020).

La communauté internationale s'intéresse à l'évolution des forêts



Organisation des Nations Unies
pour l'alimentation et l'agriculture

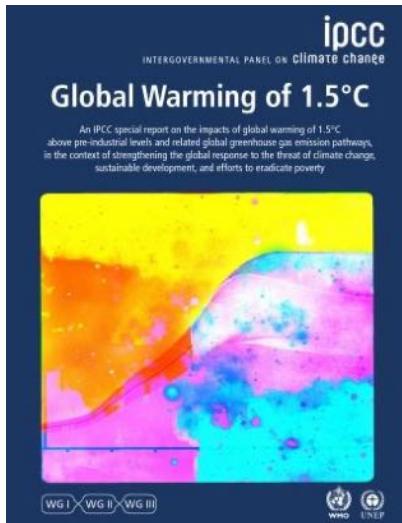


L'évolution des forêts concerne les trois grandes conventions internationales issues du « Sommet de la Terre » à Rio de Janeiro en 1992 : Convention sur la diversité biologique (CDB) ; Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques (CCNUCC) ; Convention des Nations unies sur la lutte contre la désertification (CNULD). Dans le système ONU, la FAO est chargée des forêts, d'abord pour les ressources qu'elles recèlent, puis pour leurs diverses fonctions et aménités.



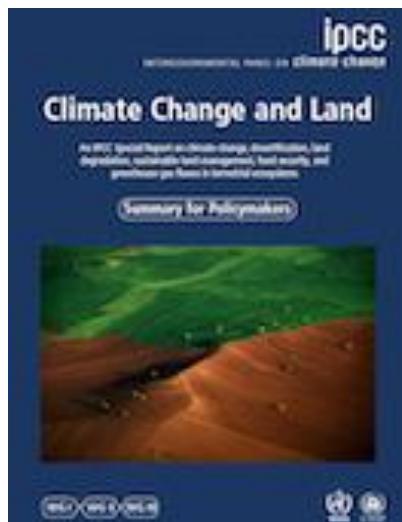
Avec REDD & REDD+, il s'agit de *Réduction des émissions de gaz à effet de serre dues à la déforestation et à la dégradation des forêts*. Initiative internationale lancée en 2008, elle est coordonnée par l'ONU. REDD+ s'appuie sur des incitations financières, liées au marché du carbone.

Le GIEC s'intéresse au secteur des terres émergées



Au fil des années et de l'accumulation des connaissances sur les changements climatiques, la gestion des terres apparaît de plus en plus à la fois comme un facteur crucial du problème et une source de solutions pour affronter ce défi tant à l'échelle mondiale qu'à celle des diverses communautés locales. Demandé par la communauté internationale lors de la signature de l'Accord de Paris en 2015, ce rapport documente que passer d'une hausse de 1,5 à 2°C à la fin du siècle augmente les risques dans de nombreux domaines.

<https://sentiers.eu/marcher-avec/a-tree-for-you/article/planter-des-milliards-d-arbres>

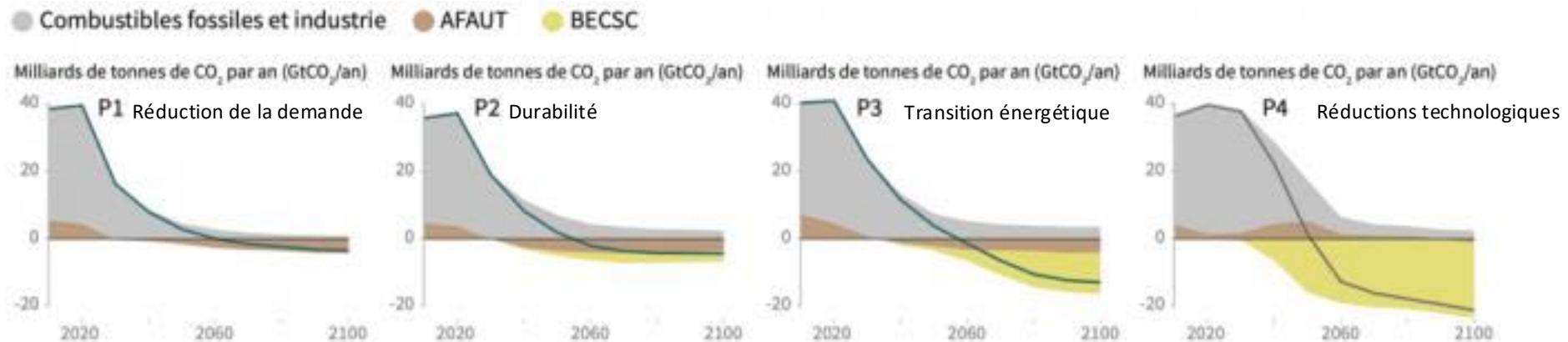


Et un "Rapport spécial du GIEC sur le changement climatique, la désertification, la dégradation des sols, la gestion durable des sols, la sécurité alimentaire et les flux de gaz à effet de serre dans les écosystèmes terrestres", est présenté le 8 août 2019.

<https://sentiers.eu/marcher-avec/academie-d-agriculture-de-france/article/changement-climatique-et-terres>

Chaque dixième de degré compte - vers la géo-ingénierie !

Le rapport SR15 synthétise les scénarios qui pourraient éviter un réchauffement de plus de 1,5 à 2°C à la fin du siècle.



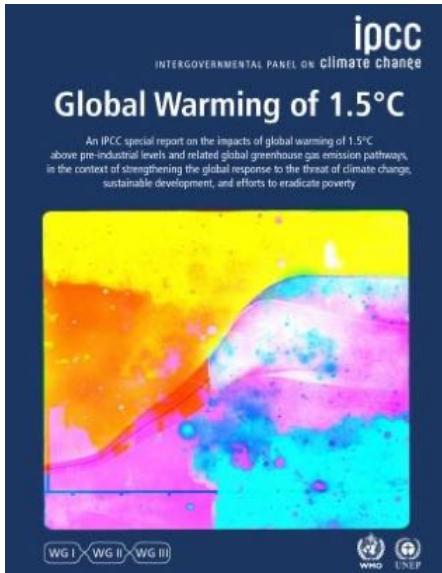
Toutes les trajectoires permettant de limiter la hausse à 1,5°C exigent :

- i) réduction drastique des émissions de CO₂ (95% en 2050 et 50% pour les 3 premières dès 2030) ;
- ii) sortie du charbon à plus des 3/4, du pétrole de 30 à 85%, du gaz à 50 % dans 3 des trajectoires ;
- iii) croissance du nucléaire jusqu'à 5 fois, de la biomasse et des autres ENR jusqu'à 4-5 fois.

Ces trajectoires supposent en outre :

- i) élimination du dioxyde de carbone et augmentation des puits de CO₂ en mobilisant l'agriculture, la foresterie et d'autres utilisations des terres (AFAUT ou, en anglais, AFOLU, [9]) ; et
- ii) pour, les trois dernières, la capture et la séquestration du carbone (CSC) en sous-sol, parfois à partir de bioénergie (BECSC), bref de la géo-ingénierie !

Plus de 1 000 milliards d'arbres à planter



© Rawpixel.com, Shutterstock

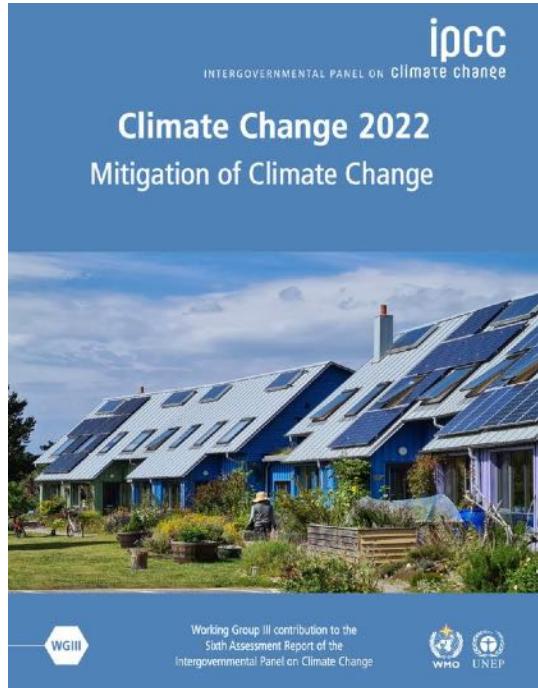
Du rapport SR15 on retient également la nécessité de boiser et reboiser, dans l'un des scénarios, jusqu'à 10 millions km². De telles surfaces supposent la plantation de plusieurs centaines de milliards d'arbres. Les actions des organisations qui, voulant compenser leurs émissions de GES, financent, au mieux, quelques millions d'arbres, restent très loin du compte.

<https://sentiers.eu/marcher-avec/a-tree-for-you/article/planter-des-milliards-d-arbres#nh2>

En juillet 2019, une équipe de l'Institut fédéral suisse de technologie (ETH Zürich), affirme : « la plantation d'arbres est la manière la plus efficace et la plus abordable de combattre le réchauffement planétaire. » Le changement climatique pourrait ainsi être atténué en plantant énormément d'arbres : Mille milliards, voire même davantage. Et les arbres pourraient être plantés sans empiéter sur les terres cultivées ou les zones urbaines.

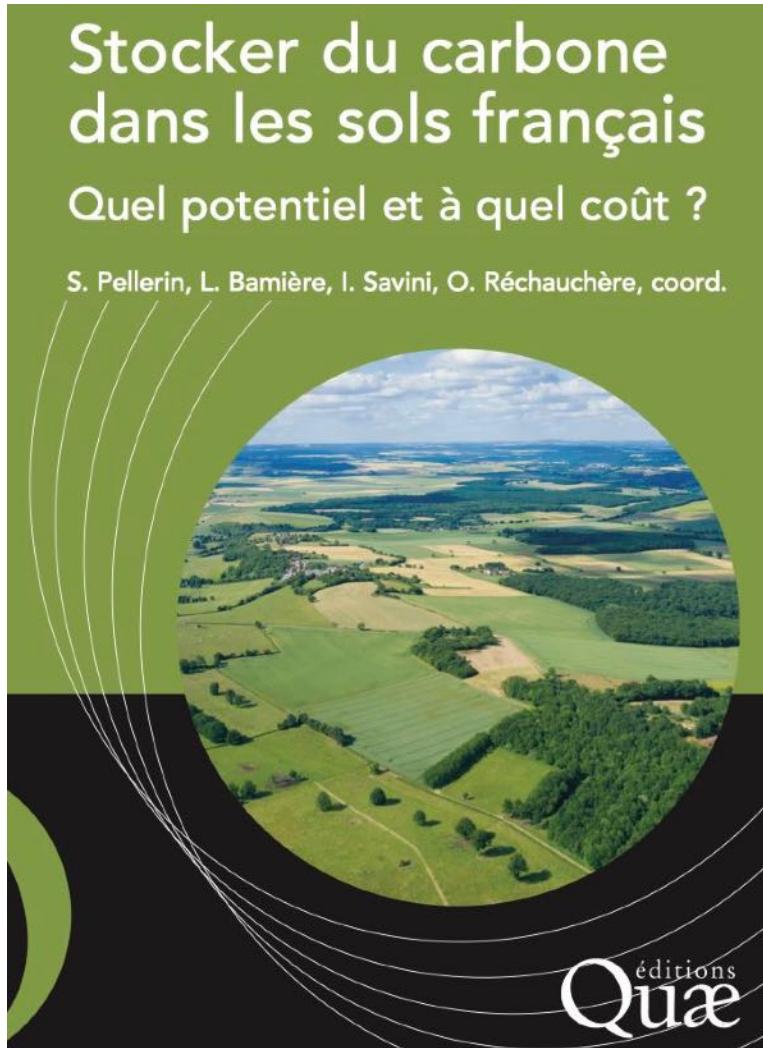
On n'ignore pas les critiques adressées à cette étude. Elle n'en conforte pas les travaux synthétisés par le GIEC.

Le secteur des terres, un potentiel de puits de 6 GtCO₂e/an



Dans son 6^{ème} rapport d'évaluation en 2023, le GIEC (WG 3) synthétise les solutions proposées par la littérature scientifique pour contenir les CC en réduisant les quantités de GES dans l'atmosphère. Il met à nouveau l'accent sur « Agroécologie, Plantation d'arbres, Réutilisation de l'eau ». Les mesures de gestion des espaces et des sols, de capture du carbone en agriculture et de restauration d'écosystèmes, d'afforestation et la reforestation sont estimées pouvoir contribuer à un potentiel de réduction d'émission en 2030 de 6 GtCO₂e/an, environ 10% des émissions mondiales actuelles de GHG.

En France, « cultiver le carbone » pour 8,43 MtC/an



Une étude INRAE, 2021 détaille ce qu'il serait possible de faire et les coûts correspondants. Le principal potentiel dans notre pays se trouve dans une augmentation du carbone des sols de grande culture et dans la diffusion de l'agroforesterie.

Le potentiel de stockage est estimé à 8,43 MtC/an, (soit 31 MtCO₂e/an). Cela équivaut à 6,8% des émissions nationales et 41% des émissions agricoles. La moitié de ce potentiel est accessible pour un coût inférieur à 55 €/tCO₂e et l'essentiel pour un coût inférieur à 250 €/tCO₂e.

Cet effort serait-il accessible ?



« Planter des arbres pour la planète et les communautés locales »



<https://www.atreeforyou.org/fr/accueil/>

A la lumière de la soixantaine de projets de plantation d'arbres soutenus par l'association « A Tree For You », on peut avoir une estimation des coûts : de quelques euros par arbre pérenne, notamment dans certains pays en développement, à quelques dizaines d'euros en France ou d'autres pays industrialisés.

Par ailleurs, les crédits carbone volontaires se négocient autour entre 4 et 6 \$/tCO₂e.

Planter 1 000 Mds d'arbres pérennes d'ici 2050 pourrait demander de 5 000 à 20 000 Mds \$, à financer durant deux décennies, moins de 1 % d'un PIB mondial de 100 000 Mds USD en 2022.

Autre appréciation de l'effort : chaque femme et chaque homme dans le monde pourrait-il contribuer à planter quatre à cinq arbres chaque année pendant deux décennies ? N'est-ce pas une bonne raison pour, tel Elzéard Bouffier, commencer dès à présent ?

<https://sentiers.eu/marcher-avec/a-tree-for-you/article/planter-des-milliards-d-arbres#nh2>

Quels outils ?



Pour REDD et REDD+, les financements ont diverses sources, Banque mondiale, États, fonds privés, donateurs, etc. De 2008 à 2021, les fonds promis se sont élevés à 5,6 Mds \$.

La Déclaration de New York sur la Forêt a pour but de diminuer de moitié la déforestation pour 2020 et agir pour y mettre un terme en 2030. Elle a été signée par plus de 150 gouvernements, entreprises, populations indigènes, ONG et membres de la société civile lors du Sommet sur le Climat des Nations Unies de 2014.

FLEGT, *Forest Law Enforcement, Governance and Trade*, est un plan d'action de l'UE relatif à l'application de la législation forestière, et à la bonne gouvernance de la gestion des forêts et des échanges commerciaux internationaux de bois, destiné à lutter contre le trafic de bois illégal. Lancé en 2003, son but affiché est d'empêcher toute entrée de bois illégal dans l'Union européenne, en certifiant l'origine du bois importé, dans le cadre d'« accords de partenariat volontaire » (APV), afin, ainsi, de lutter contre l'abattage illégal du bois.

Un règlement pour lutter contre la déforestation importée a été ajouté en 2023 dans le cadre du Pacte vert européen. Toutefois son application semble devoir être retardée.

Crédits carbone — mutualisation de l'effort

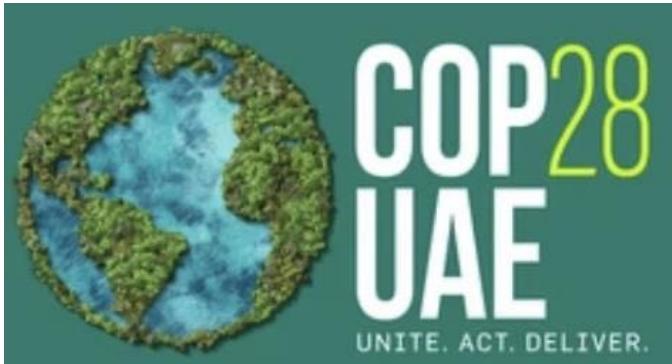


Une molécule de CO₂ supplémentaire ou retirée de l'atmosphère aura la même contribution positive ou négative au réchauffement climatique quelque soit le lieu de la planète ou intervient cet ajout ou ce retrait. L'Accord de Kyoto avait déployer deux outils pour l'efficacité de la réduction des émissions de GES : les Mises en œuvre conjointes (MOC) ; les modes de développement propre (MDP). Cet objectif a été repris dans l'Accord de Paris (article 6) et précisé depuis.



Un **crédit carbone volontaire (CCV)** correspond à l'évitement ou au retrait définitif de l'atmosphère (notamment par séquestration) d'une **tonne d'équivalent CO₂** (tCO₂éq, en pouvoir de réchauffement climatique, unité créée par le GIEC). Ce CCV est créé par le financement d'un projet en faveur de l'environnement selon des méthodes internationales agréées (par l'ONU) et certifiées. Les CCV sont enregistrée sur des registres publics. Ils peuvent être échangée sur le marché carbone volontaire. Ils sont annulés lors de l'achat final avec pour objectif de compenser une émissions de GES. Ils font l'objet de critiques sévères actuellement, et de travaux pour leur amélioration.

Wall Street se préparerait à financer un marché de \$ 1 000 Mds de crédits carbone



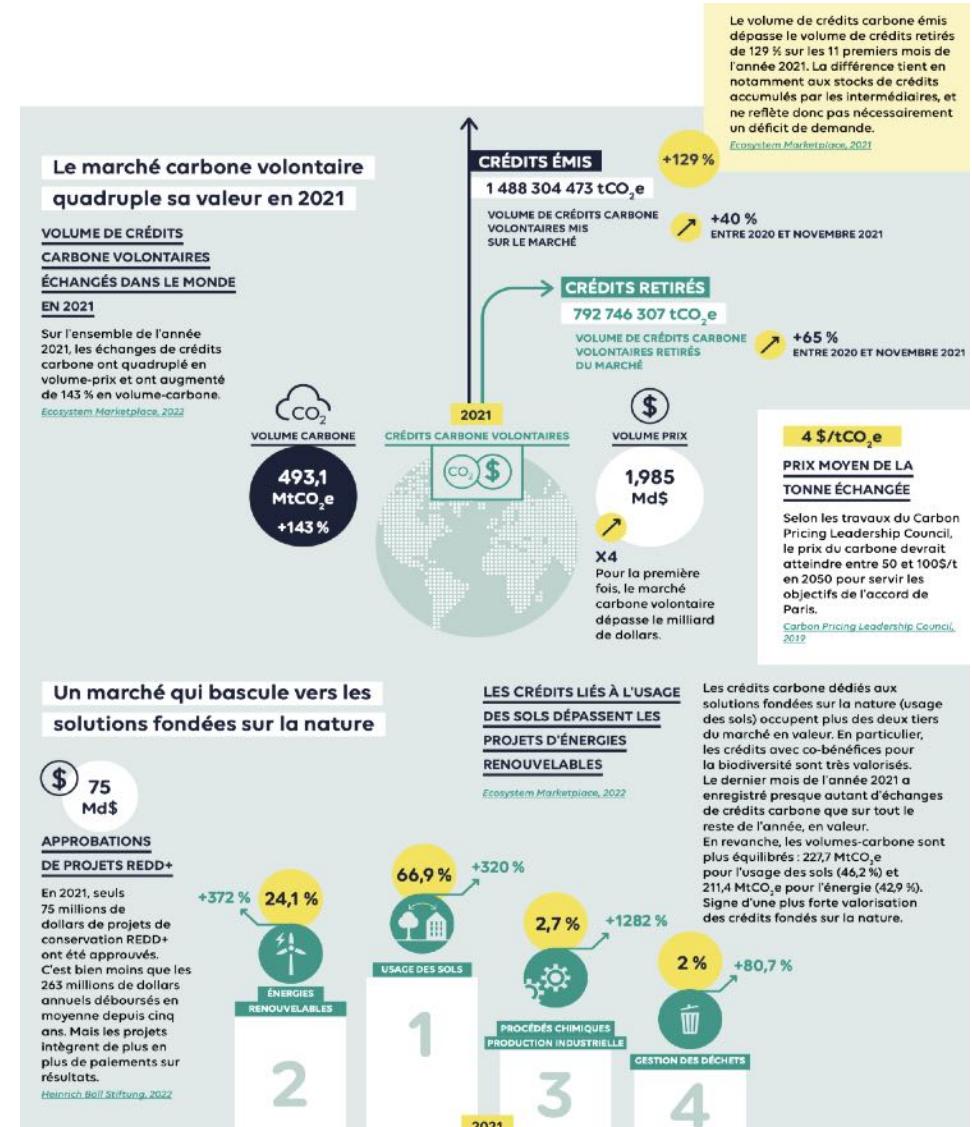
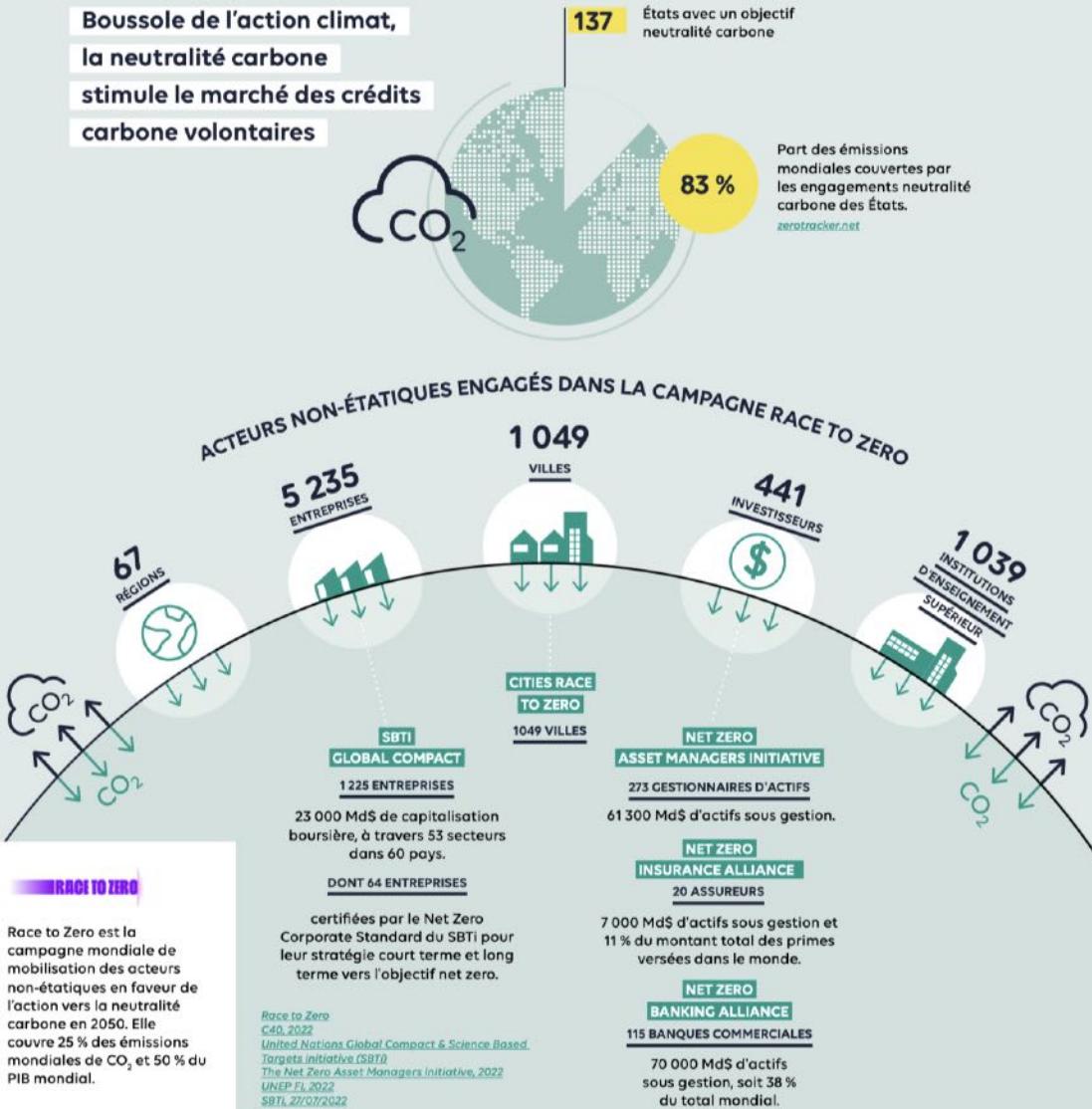
La COP 28 s'est tenue à Dubaï fin 2023. Le financement des actions climatiques a occupé le devant de la scène.



Wall Street se préparerait à financer un marché des crédits carbone pouvant atteindre les mille milliards de dollars. L'engagement de quatre grandes banques en faveur du climat atteindrait 5 500 milliards de dollars dans lesquels on trouve notamment des financements pour les utilisations des sols et l'agriculture durable. Le prix des crédits carbone volontaires serait à la hausse et une plateforme de marché pour des produits d'investissement dans des crédits carbone de haute intégrité était négociée à la fin de la COP 28.

Emporté par la vague « Net zéro », le marché carbone volontaire bascule vers les solutions fondées sur la nature (Climate Change)

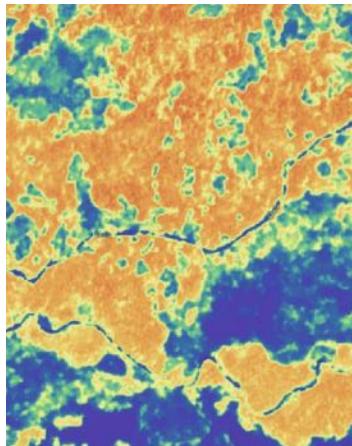
**Boussole de l'action climat,
la neutralité carbone**
stimule le marché des crédits
carbone volontaires



Qu'en est-il en Europe et en France ?



L'UE a déployé depuis 2003 le plus important marché de quota carbone obligatoire : SEQE-UE. Elle l'étend aux importations avec le MACF – CBAM. En ce qui concerne les forêts, nous avons évoqué la directive FLEGT. Quelques pays ont déjà d'importantes participations sur le marché de la compensation du carbone volontaire.



Les opérateurs français ont pris des initiatives : Livelihoods, Label bas carbone (mais sans lien avec le SEQE-EU, ni avec les systèmes internationaux de crédits carbone volontaires), le développement de l'agroforesterie (mais plus de haies continuent à disparaître que celles créées).

Une séance de l'AAF en janvier 2023 identifiait notamment : le besoin de financements pour des captures et séquestrations, même provisoire, dans la végétation et les sols ainsi que le développement de méthodes de mesures et de certification modiques (notamment par télédétection).

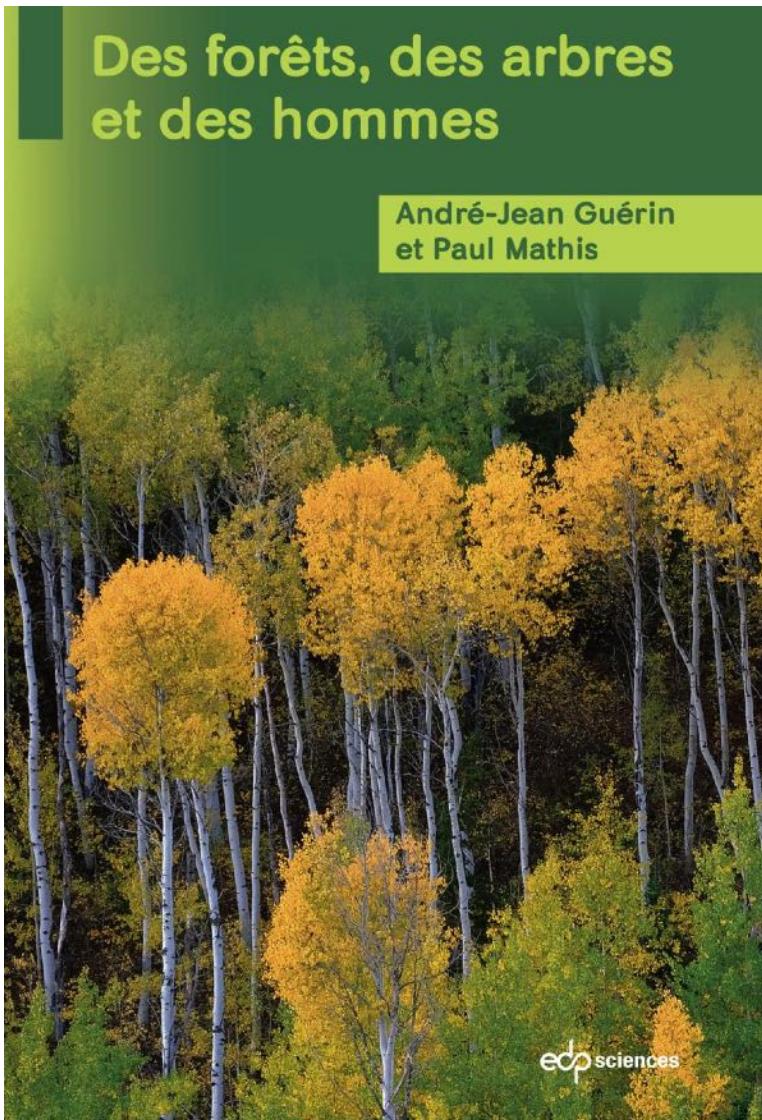
<https://sentiers.eu/marcher-avec/academie-d-agriculture-de-france/article/cultiver-le-carbone-doit-trouver-ses-modalites-et-financements>



L'Union européenne prépare un cadre réglementaire pour la certification des absorptions permanentes de carbone, l'agriculture du carbone et le stockage du carbone dans les produits. Ceci dans le but de permettre leur financement comme application de l'article 6 de l'Accord de Paris :

https://www.europarl.europa.eu/meetdocs/2014_2019/plmrep/COMMITTEES/ENVI/DV/2024/03-11/Item9-Provisionalagreement-CFCR_2022-0394COD_EN.pdf

Les arbres apportent tellement plus

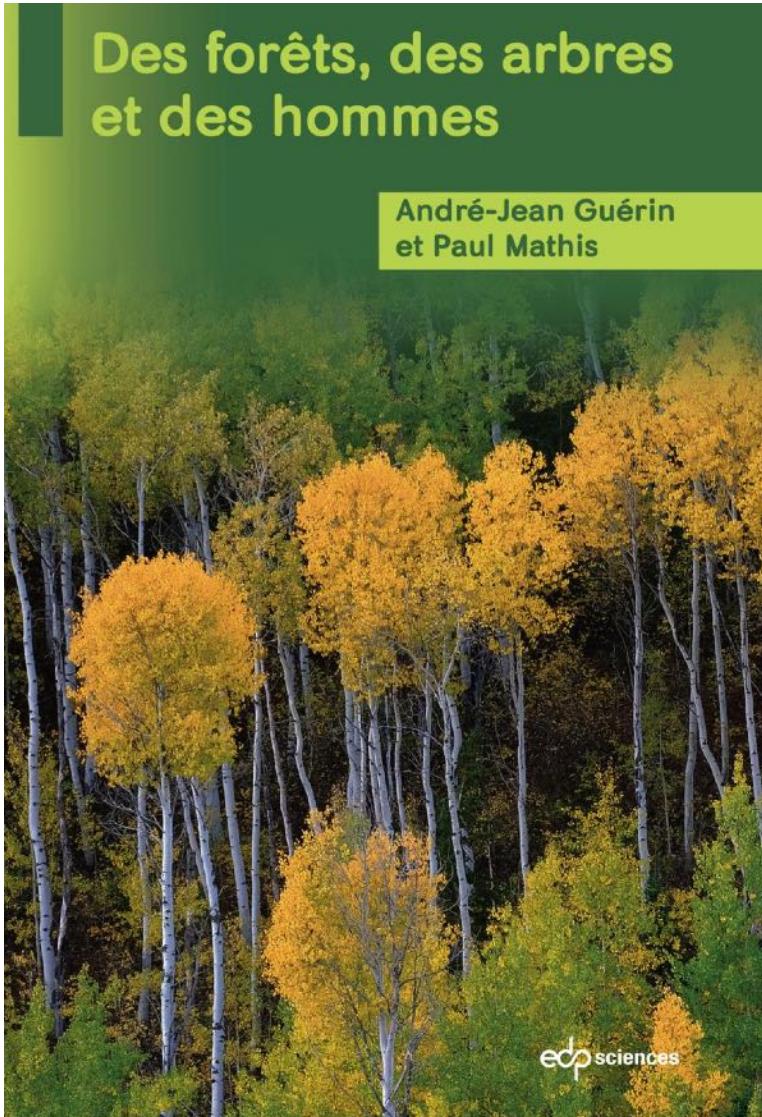


Les arbres ont un rôle essentiel dans le cycle du carbone. Mais, bien d'autres aménités sont tout aussi importantes. C'est pourquoi, avec Paul Mathis, nous avons donné la parole à Pando, le plus vieil arbre du monde.

Il raconte l'histoire de la relation entre les arbres et le vivant, et en particulier les humains, auxquels depuis toujours ils procurent de quoi se nourrir, se chauffer, s'abriter, se déplacer. L'augmentation massive de la population humaine a donc eu pour conséquence une surexploitation des forêts avec, on le sait, des conséquences graves pour le climat, la conservation des sols et la biodiversité. Aussi Pando fait-il appel à notre sens des responsabilités, nous incitant à préparer l'avenir de la planète par la plantation massive d'arbres, une gestion intelligente des forêts existantes, et un bon usage du bois.

Ce livre a été publié le 19 septembre dernier. Votre librairie pourra vous le commander. Des prospectus sont à votre disposition.

Des forêts, des arbres et des hommes — sommaire



Préface

1. Qui est Pando ?
2. Les vivants : tous semblables, tous différents
3. L'arbre, comment ça fonctionne?
4. La longévité des arbres
5. Il y a 80 000 ans
6. Et l'homme est arrivé
7. La révolution néolithique
8. Des humains de plus en plus nombreux
9. Du bois pour l'énergie
10. Du bois pour la construction
11. Bois, arbres, forêts : bien d'autres usages
12. Les arbres, mal-aimés ou adulés
13. Forêts et climat
14. L'Amazonie, un cas d'école
15. Différentes visions de la gestion des forêts
16. Faut-il plus d'arbres sur la planète?
17. Quel avenir pour Pando et pour les humains?

Bibliographie

« A Tree For You » permet à chacun de participer



Planter un milliard d'arbres en 10 ans en France, ce défi ne pourrait-il s'appuyer à moindre coût pour les finances publiques sur des acteurs de terrain comme ATFY et tant d'autres ? Pourrait-on avancer vers un soutien aux contributions de même nature en France (et pourquoi pas en Europe) ?

<https://www.atreeforyou.org/fr/>

Des arbres par millions !



a Tree for You



Des centaines de milliards d'arbres à planter ?

4 à 5 arbres/an et par humain pendant 10 à 20 ans, est-ce possible ?

Pourquoi ne pas commencer dès à présent ?

Alors
Rejoignez-nous

Merci de votre attention

<https://www.atreeforyou.org/fr/>



Rejoignez notre communauté de planteurs.

Ensemble, plantons des arbres partout

