

ENVIRONNEMENT

ON FAIT QUOI, MAINTENANT ?



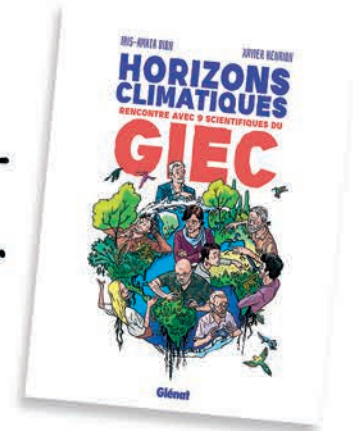
ENVIRONNEMENT

ON FAIT QUOI, MAINTENANT ?

Auteurs

Xavier Henrion Co-auteur de la bande dessinée *Horizons climatiques – Rencontre avec 9 scientifiques du GIEC*, aux éditions Glénat.

Franck Le Gall Enseignant de Physique à l'ISEN de Brest.



Expertise scientifique

Emmanuelle Athimon Enseignante chercheuse à l'ISEN de Caen.

Pierre Pouzet Enseignant chercheur à l'Université d'Angers.



Allez, Chris, ne te fais pas prier !
Raconte tes vacances !

Attends deux secondes, j'ai des photos...

Tiens, Nina, regarde. J'étais sur l'île d'Ouessant. C'est une photo prise sur le trajet depuis Brest.



T'as vu des dauphins !!

C'est vraiment une chance de pouvoir encore en voir. Tu as entendu parler de l'effondrement de la biodiversité ?

L'effondrement de quoi ?

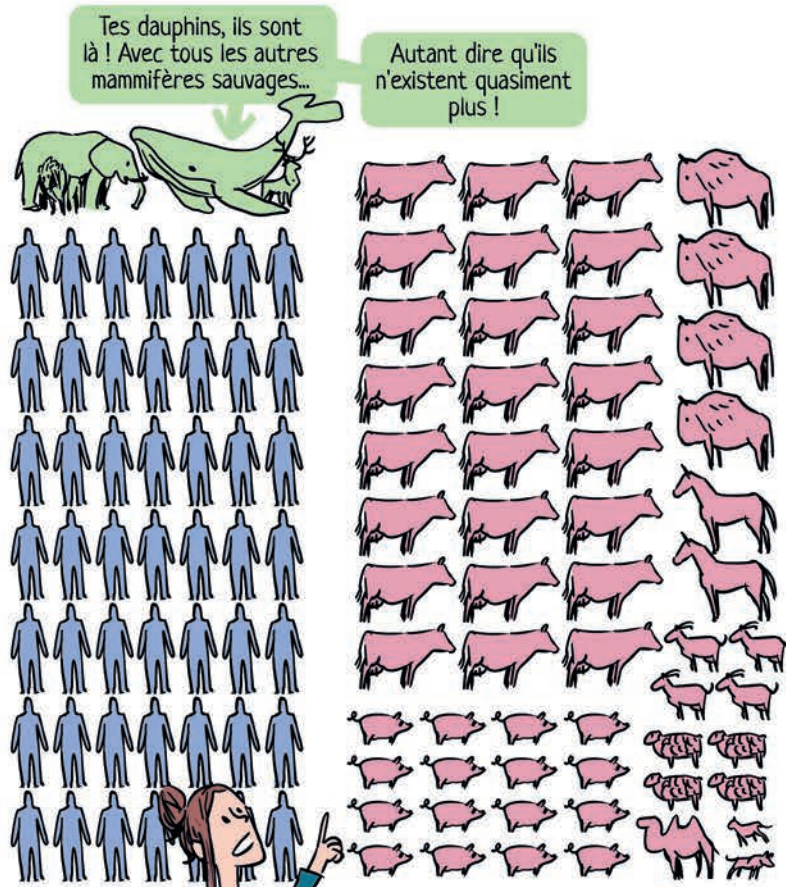


C'est la disparition rapide et inquiétante de la diversité du vivant.

Il y a 5 causes majeures à ce désastre...



Ils en ont parlé à la dernière COP de la biodiversité. Ce sont des données qui se basent sur les rapports de l'IPBES.



Tes dauphins, ils sont là ! Avec tous les autres mammifères sauvages...

Autant dire qu'ils n'existent quasiment plus !

Regarde ça. Si tu prends tous les mammifères et que tu les poses sur une balance, voilà comment se répartit leur masse...

Là, ce sont tous les mammifères domestiqués !

2/3 des arbres ont disparu en quelques millénaires.



2/3 des mammifères sauvages ont disparu en quelques décennies.



2/3 des insectes ont disparu en quelques années.



2/3

Ce chiffre aussi m'a marquée. Et ce n'est qu'un exemple parmi des tas d'autres peu rassurants !



la perte des habitats,



la pollution,

la surexploitation,



les espèces invasives,



le changement climatique.

Ah oui ! Le changement climatique, je connais un peu.



C'est passionnant comme sujet, je trouve.

Tu savais que le climat a toujours changé ?



On pense même que la Terre a déjà été complètement gelée !



Et il y a aussi eu des périodes très chaudes. Imagine des océans à plus de 50°C !

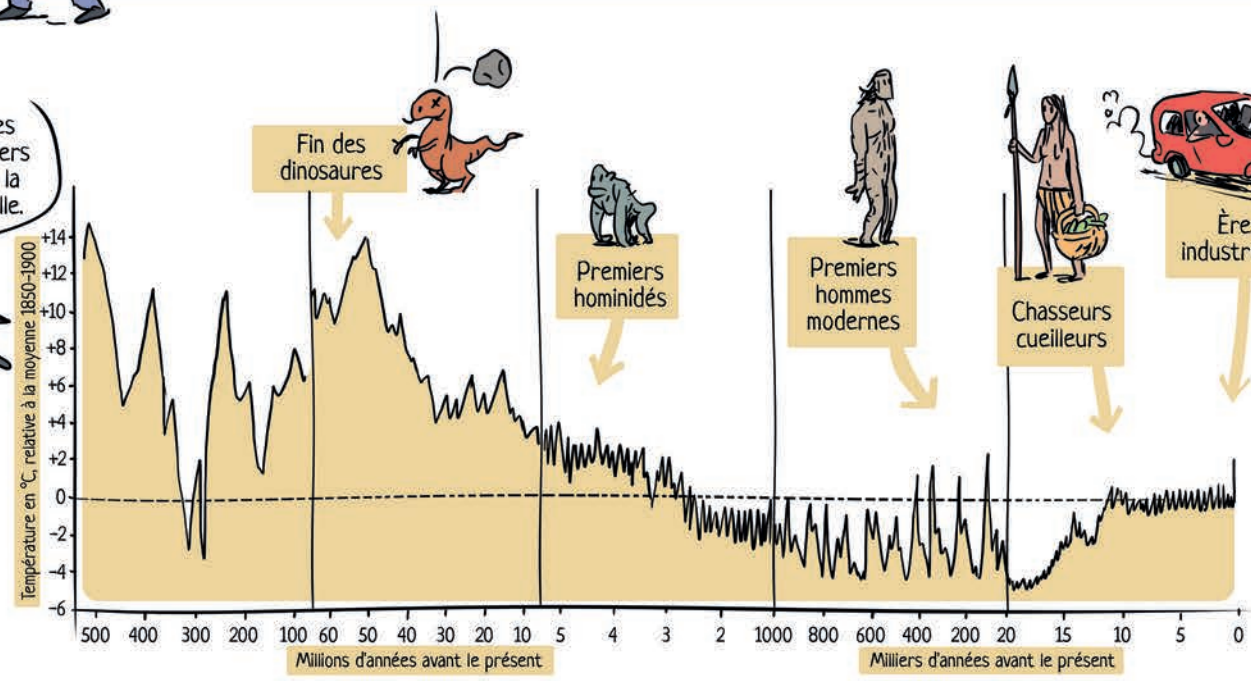


C'est surprenant parce qu'à ce moment-là, le Soleil était bien moins fort.

On appelle ça le paradoxe du Soleil jeune.



Regarde, ça, c'est la courbe des températures sur les 600 derniers millions d'années par rapport à la moyenne de l'ère pré-industrielle.

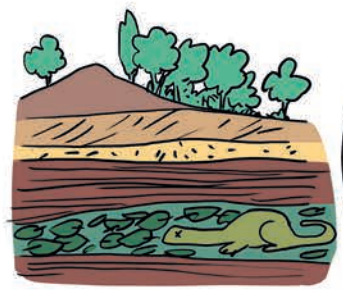


Ce sont des données qu'on peut récolter grâce à des carottes de glace ou en étudiant certaines roches.



Et tous ces changements, comme le paradoxe du Soleil jeune, c'est en partie grâce à moi !

Euh... T'es qui, toi ?



Les combustibles fossiles, ce sont des êtres vivants, végétaux ou animaux qui ont capté le CO₂ de l'atmosphère il y a plusieurs dizaines voire centaines de millions d'années.



Ils ont été enfouis profondément et, avec le temps sont devenus du charbon, du pétrole ou du gaz...

Quand on brûle ces combustibles, c'est un peu comme si on ramenait du CO₂ préhistorique dans notre atmosphère d'aujourd'hui !



L'atmosphère est constituée de 78% de diazote (N₂) et de 21% de dioxygène (O₂), et c'est dans les 1% restants que sont les GES.

Il y en a plusieurs, notamment la vapeur d'eau (H₂O), les oxydes d'azote (NO_x) et le méthane (CH₄).

Mais celui dont on parle le plus c'est le dioxyde de carbone (CO₂) !

En effet, quand on brûle des combustibles fossiles, on émet du CO₂ dans l'atmosphère.

Sans moi, il ferait -18°C sur Terre, en moyenne globale !



J'agis comme une couette. Plus la couette est épaisse, plus il fait chaud !

Je suis les gaz à effet de serre ! Ou GES pour les intimes.



BILAN RADIATIF

Attends. Le climat se réchauffe, c'est indéniable...



Mais tu as beau parler de couette, je ne comprends pas comment de si petites molécules peuvent avoir un tel effet.

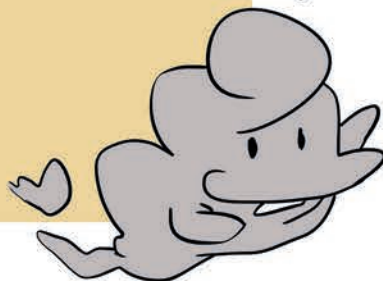


Oui, la couette, c'est une image.

Pour bien comprendre comment l'atmosphère se réchauffe, il faut regarder les trois rayonnements principaux en jeu sur notre planète.

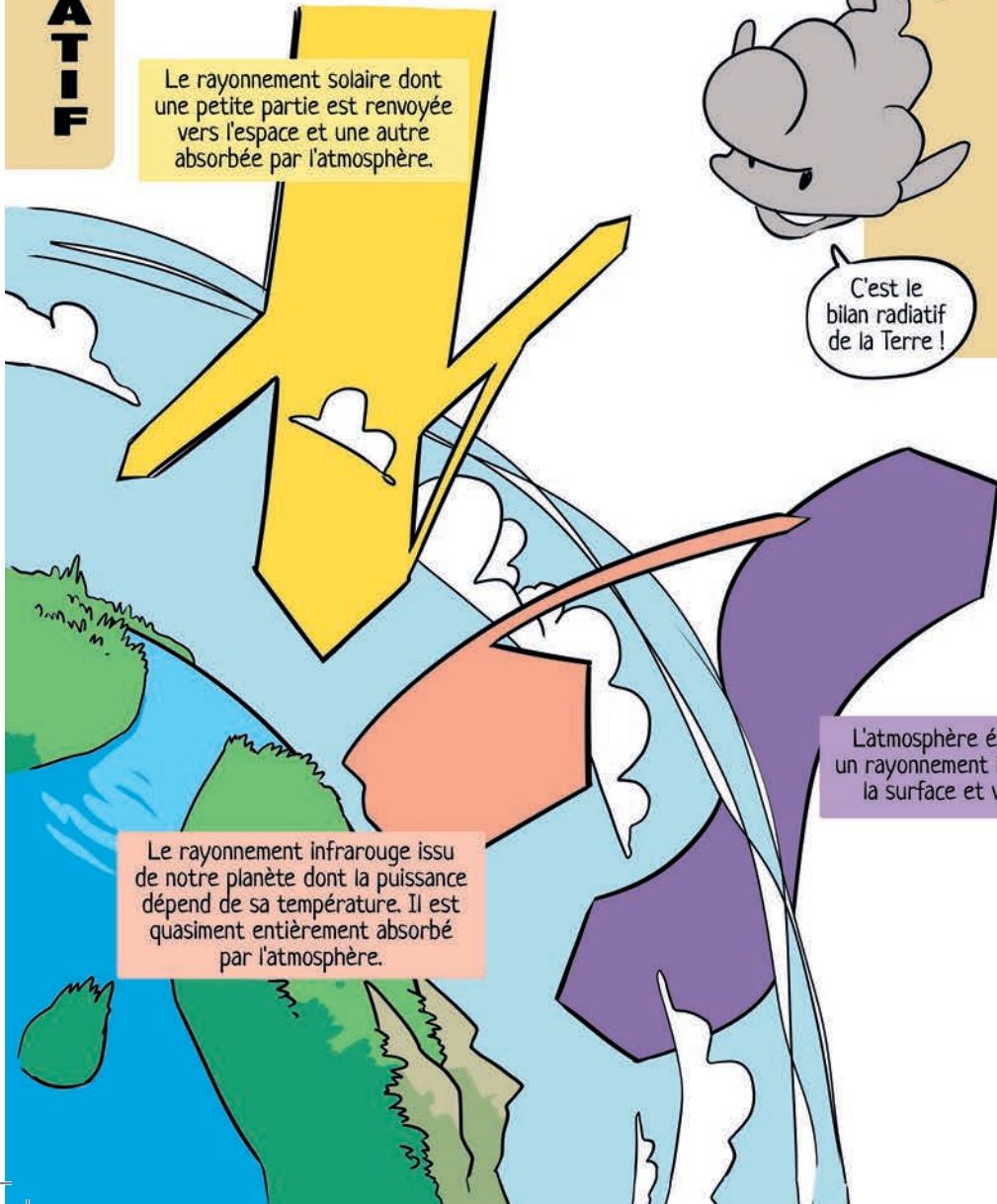


Mais pour simplifier, on va se focaliser sur les rayonnements entrants et sortants vers l'espace.



C'est le bilan radiatif de la Terre !

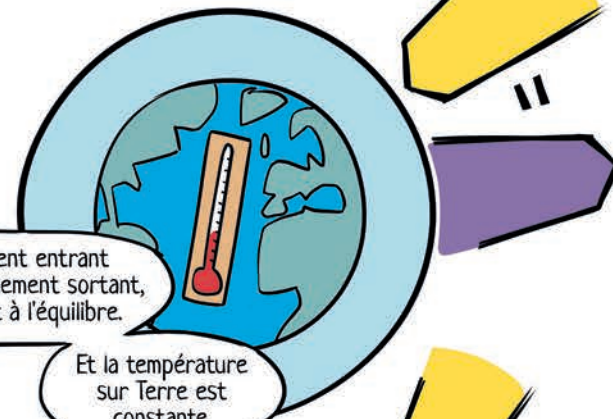
Le rayonnement solaire dont une petite partie est renvoyée vers l'espace et une autre absorbée par l'atmosphère.



Le rayonnement infrarouge issu de notre planète dont la puissance dépend de sa température. Il est quasiment entièrement absorbé par l'atmosphère.

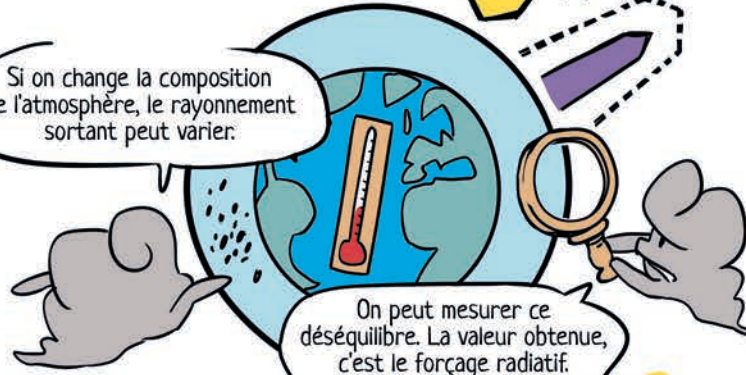
L'atmosphère émet elle aussi un rayonnement infrarouge vers la surface et vers l'espace.

Si le rayonnement entrant est égal au rayonnement sortant, alors le bilan est à l'équilibre.



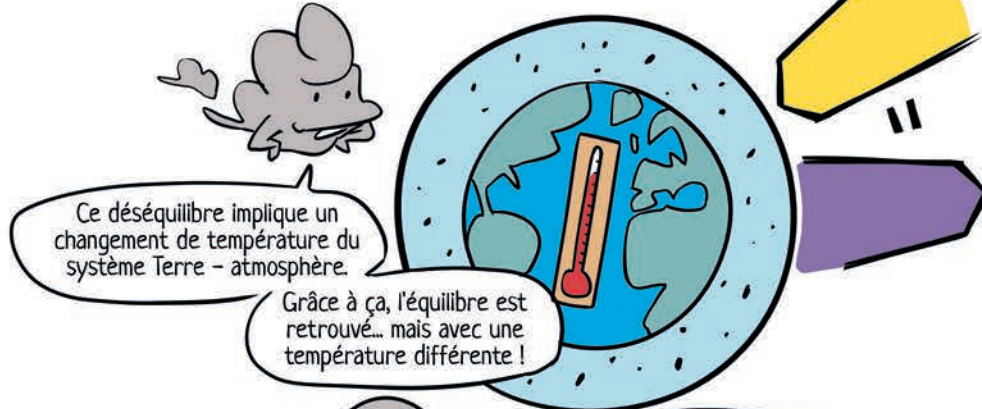
Et la température sur Terre est constante.

Si on change la composition de l'atmosphère, le rayonnement sortant peut varier.



On peut mesurer ce déséquilibre. La valeur obtenue, c'est le forçage radiatif.

Ce déséquilibre implique un changement de température du système Terre - atmosphère.



Grâce à ça, l'équilibre est retrouvé... mais avec une température différente !

Ça arrive tout le temps ! Il y a plein de forçages différents !



La variabilité du Soleil, le volcanisme, les aérosols...

... Mais moi, j'interviens dans la composition de l'atmosphère

FORÇAGE RADIATIF



Anomalie de température en $^{\circ}C$



ÉVÉNEMENTS EXTREMES

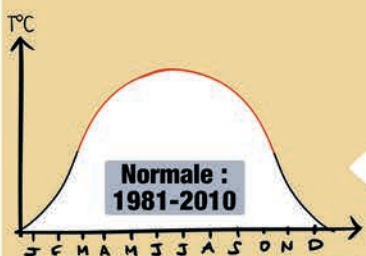


Attention, ne faites pas la confusion entre la météo et le climat.

La météo, c'est le temps qu'il fait à un moment donné, à un endroit précis



Samedi 17 RENNES



Le climat, c'est une moyenne sur au moins 30 ans !



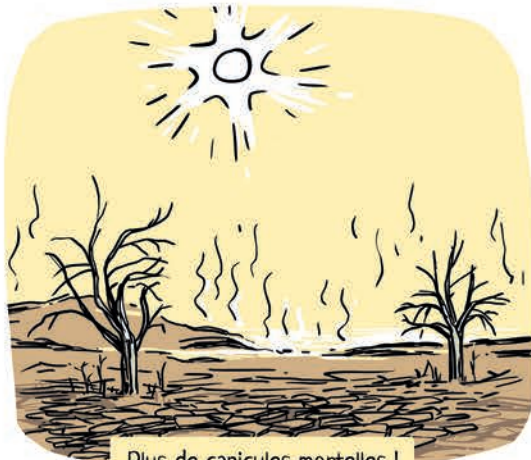
L'été 2024 a été souvent qualifié de "pourri" en France. Pourtant, à l'échelle mondiale, c'est l'été le plus chaud jamais enregistré !

Quant aux conséquences d'un tel réchauffement, il faut prendre la mesure de ce que signifie un réchauffement de quelques degrés à l'échelle mondiale.



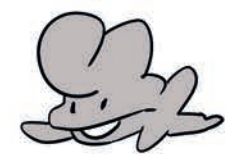
Lors de la dernière ère glaciaire, la température moyenne de la planète n'était "que" de 5°C plus basse qu'aujourd'hui !

Que serait un monde avec une température supérieure de 2, 3 ou 4°C ?



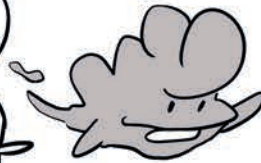
Plus de canicules mortelles !

Dans un climat plus chaud, l'air peut contenir plus d'eau. Ça perturbe le cycle de l'eau et augmente le nombre et la force des événements extrêmes.

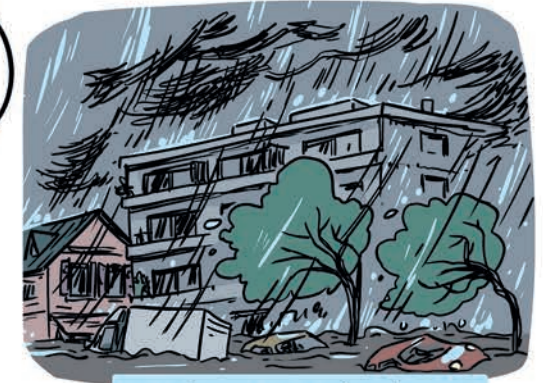


Et ce n'est pas tout ! Le niveau des océans augmente sous l'effet de la dilatation de l'eau et de la fonte des glaces de terre.

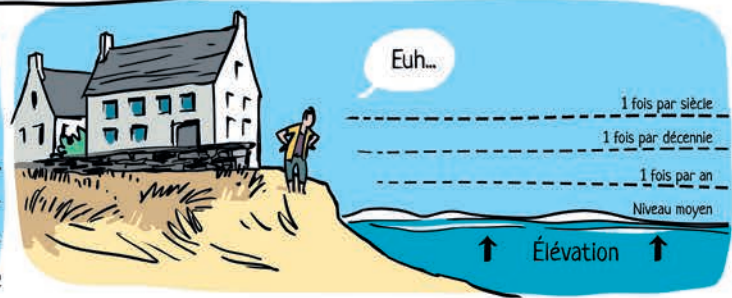
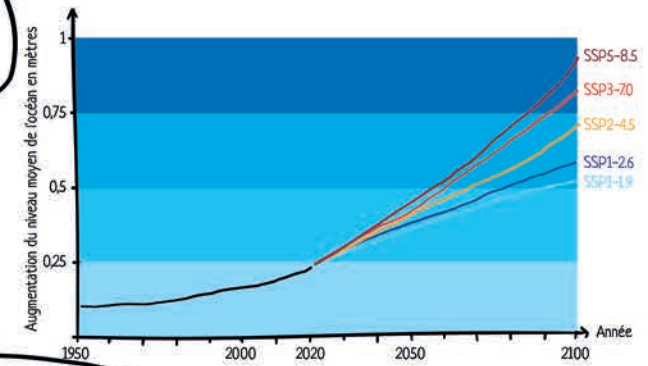
Aujourd'hui, l'élévation est de 3 à 4 cm par décennie, mais le rythme s'accélère !
Il n'est pas exclu que le niveau moyen des océans soit 1 mètre plus haut en 2100 que par rapport au début du XX^e siècle.



Mais surtout, ce n'est pas une baignoire ! L'océan est dynamique, il y a des vagues, des marées, des tempêtes... et les risques de submersion sont démultipliés !



Plus de tempêtes et d'inondations !



Et je pourrais aussi parler des impacts sur la biodiversité ou des incendies !



Les coraux vous protègent aussi !

C'est vrai qu'on entend de plus en plus souvent parler d'inondations, de canicules et autres tempêtes...



Oui, j'ai même des cousins dans le sud-ouest qui pensent déménager à cause du manque d'eau chronique.

C'est ça. Une des conclusions du dernier rapport du GIEC, c'est que 3,3 à 3,6 milliards de personnes vivent déjà dans des contextes très vulnérables aux changements climatiques.



Les conséquences sur les sociétés humaines vont être de plus en plus marquées.

Dans l'agriculture par exemple, les rendements ne progressent plus. Ils commencent même à baisser !



D'ailleurs, la chute de la biodiversité dont on parlait au début, risque aussi d'avoir un fort impact sur nos économies.



En cause principalement, la disponibilité en eau qui diminue et la dégradation des sols...

La moitié de la population mondiale n'est à l'origine que de 13 à 15% du total des émissions de carbone...

... et ils sont souvent les premiers touchés !



Et tout ceci dans un contexte de fortes inégalités de contribution au problème, tout comme de vulnérabilité aux impacts.

La santé, la pêche, le tourisme ne sont pas épargnés non plus.

Pourquoi ceux qui fument sont plus en sécurité ?

Au final, d'après la banque mondiale, d'ici 2050, jusqu'à 143 millions de personnes pourraient être forcées à migrer en raison du changement climatique.

La plupart du temps dans leur propre pays mais parfois plus loin.

Ce problème combiné aux tensions sur les terres arables et l'accès à l'eau nous mène vers un monde particulièrement tendu.

1/5 de la population mondiale doit sa subsistance aux plantes, algues et champignons...

... et 1/3 dépend du bois pour cuisiner et se chauffer.



Nous devons changer nos politiques agricoles pour prendre plus en compte la capture de carbone, la qualité des sols et la protection de la biodiversité !

D'après le forum économique mondial, 50% du PIB mondial dépend de la biodiversité !

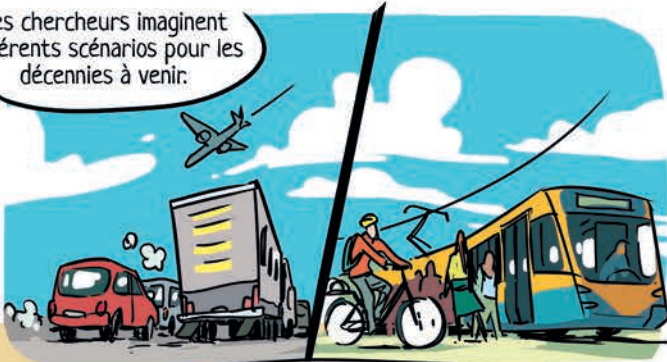


OK... Ça ne fait pas rêver tout ça. On doit bien pouvoir faire quelque chose ?

Bien sûr ! Mais le but c'est d'éviter de s'agiter à l'aveugle.

On commence par faire de la prospective !

Les chercheurs imaginent différents scénarios pour les décennies à venir.



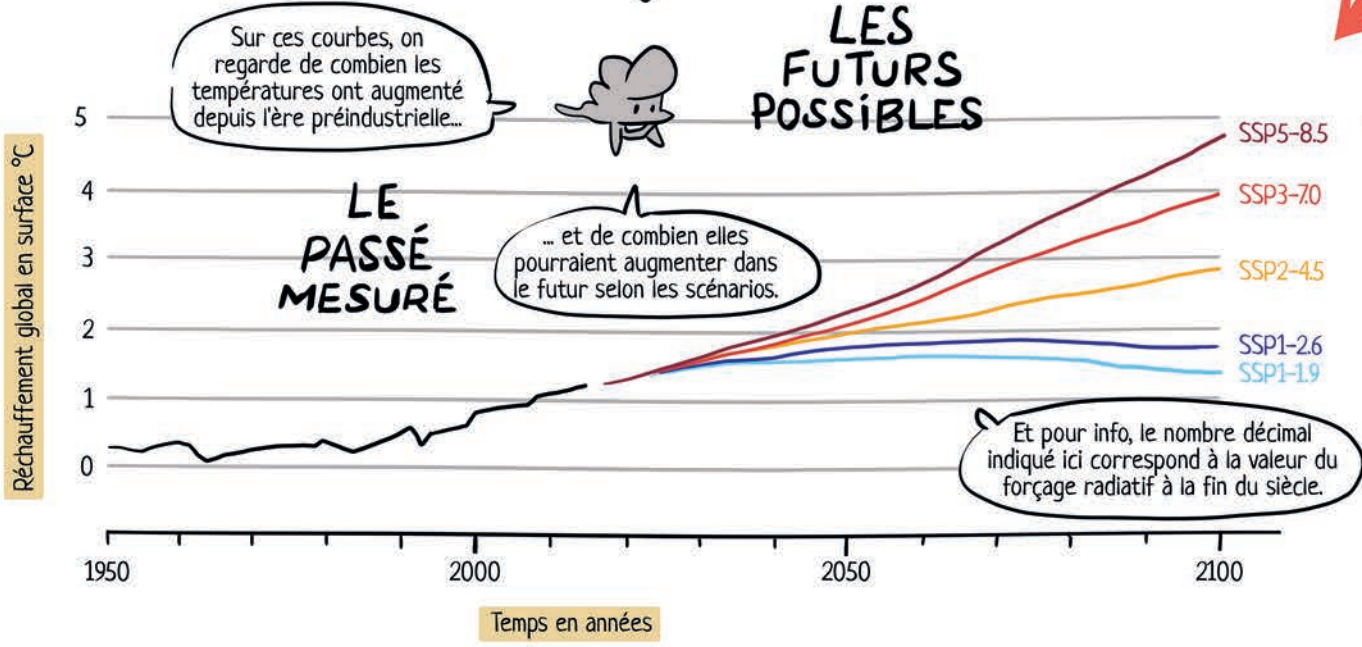
Comment peuvent évoluer nos pratiques agricoles ou industrielles, mais aussi nos économies, nos sociétés, nos moeurs... etc.



Il y a des milliers de simulations et cinq d'entre elles sont régulièrement mises en avant. On les appelle les SSP, pour Shared Socio-economic Pathways.

Sur ces courbes, on regarde de combien les températures ont augmenté depuis l'ère préindustrielle...

... et de combien elles pourraient augmenter dans le futur selon les scénarios.



Et pour info, le nombre décimal indiqué ici correspond à la valeur du forçage radiatif à la fin du siècle.

Le SSP5 est le plus pessimiste, nous devons absolument l'éviter !

Ici, le développement des pays est fondé sur une exploitation importante des énergies fossiles et des investissements élevés dans la santé, l'éducation et les nouvelles technologies.

Les politiques actuelles correspondent à un scénario situé entre les SSP 2 et 3.

Le SSP 1 est le scénario le plus ambitieux, il est même décliné en deux variantes.

Il imagine un monde avec une forte collaboration internationale qui priorise le développement durable.

Pour respecter l'Accord de Paris, signé lors de la COP21, c'est cette route-là qu'il faut suivre !

Maintenant qu'on voit mieux quels sont les risques, nous devons réfléchir à comment nous adapter et comment atténuer les dégâts.

Du côté de l'adaptation, on en a déjà parlé, non ? Les migrations sont une forme d'adaptation !

Super l'adaptation... Est-ce que fuir est vraiment considéré comme une solution ?!

Malheureusement, oui. Parfois, on n'a pas d'autres choix.

Mais en fonction des situations, il y a plein d'idées pour s'adapter.

D'ailleurs, ces solutions d'adaptation peuvent être classées en deux catégories : celles qui s'appuient sur les écosystèmes naturels et celles qui repensent nos infrastructures.

La nature nous rend de nombreux services, et souvent nous ne le voyons pas. Par exemple, les barrières de corail, les herbiers et les mangroves protègent les régions côtières des submersions et des dégâts que pourraient causer les vagues.

Les vagues perdent en énergie avant de parvenir au rivage. En plus, dans le cas des coraux, les sédiments arrachés sont transférés vers le littoral...
... et permettent aux crêtes de plage de gagner en altitude !

Sans ces écosystèmes, les communautés qui vivent en bord de mer sont plus exposées aux risques de submersions.

Une solution d'adaptation est donc de protéger les herbiers et autres barrières de corail...

... voire de les restaurer si ces écosystèmes ont été endommagés !

En cas de fortes chaleurs, on observe un effet de dôme thermique, créant une sorte de microclimat urbain, où les températures sont significativement plus élevées.

Et en prime, la nuit, les températures ne redescendent pas !

Plus on se rapproche du centre ville, plus le phénomène est marqué !

Température en °C

Location	Température (°C)
Sud Ouest	~21.5
Rambouillet	~23.5
Paris	~25.5
Puisieux	~23.5
Nord Est	~21.5

Sud Ouest Rambouillet Paris Puisieux Nord Est

Une solution d'adaptation consiste à repenser l'architecture urbaine.

Végétaliser nos villes permet de mieux capter l'eau et de la transformer en air frais par évapotranspiration !

Sans compter le fait qu'il est clairement plus agréable de vivre au milieu des arbres et autres espaces verts qu'entouré de béton.

Et côté atténuation ?
Que peut-on faire pour
limiter les dégâts ?

Pour ça, il faut regarder
les secteurs les plus émetteurs
de GES, et, pour chacun, voir les
points que l'on peut améliorer !

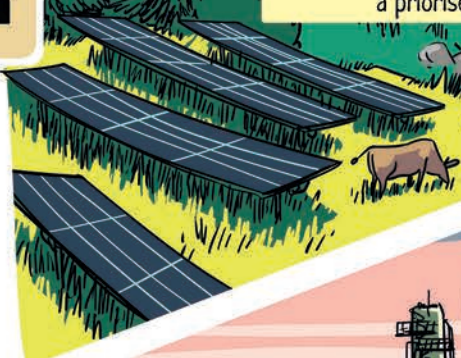


Dans le secteur de l'énergie,
c'est évident, il faut se passer
des combustibles fossiles !

Pour ça, on peut développer
la production d'électricité via
les panneaux photovoltaïques,
les éoliennes, les barrages...

Les idées ne manquent pas !
Le nucléaire aussi n'émet que
très peu de GES.

Toutes ces alternatives ont des
avantages et des inconvénients.
Il est important de discuter
collectivement des solutions
à prioriser.



Au niveau de l'industrie,
il faut absolument remplacer
le charbon !

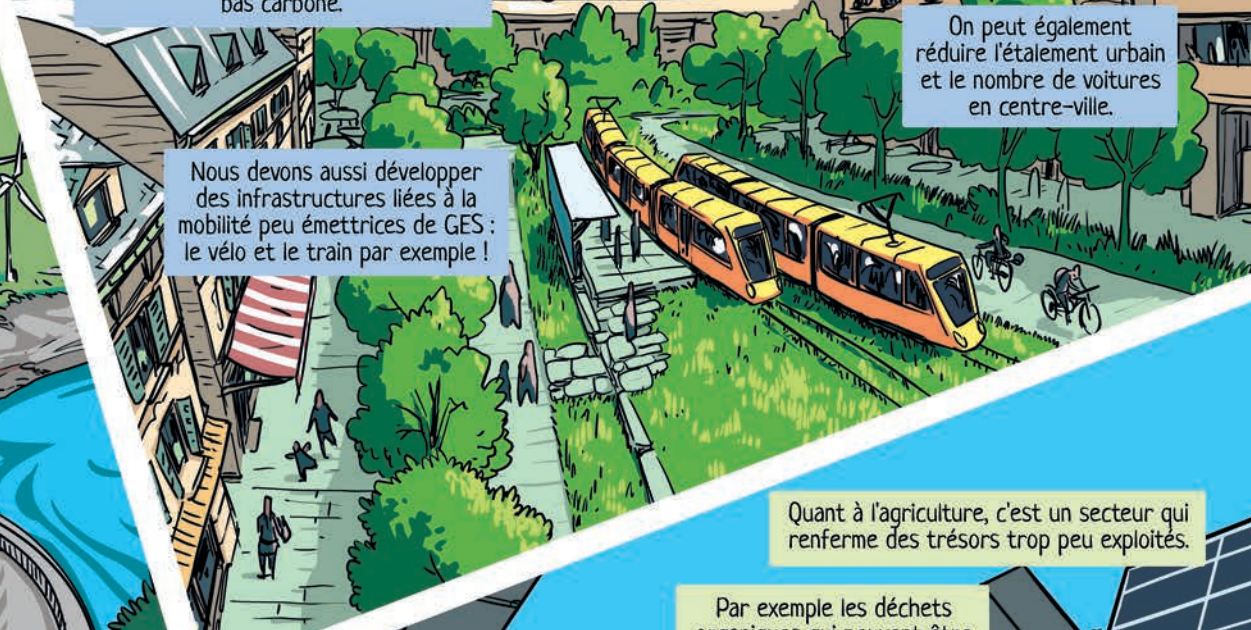
La commission européenne a
mis en place la responsabilité sociale
des entreprises pour les motiver
à passer à l'action.

Mais ce n'est pas tout !
On peut notamment développer
la filière du recyclage qui est
moins émettrice et moins
consommatrice de ressources.



En ce qui concerne les infrastructures
et les transports, nous pouvons rénover
le parc existant et imaginer des solutions
bas carbone.

Nous devons aussi développer
des infrastructures liées à la
mobilité peu émettrices de GES :
le vélo et le train par exemple !



Une meilleure isolation des bâtiments
permet à la fois de chauffer moins et de
mieux résister aux fortes chaleurs !

On peut également
réduire l'étalement urbain
et le nombre de voitures
en centre-ville.

Quant à l'agriculture, c'est un secteur qui
renferme des trésors trop peu exploités.

Par exemple les déchets
organiques qui peuvent être
valorisés en méthanisation ou
pour se chauffer.

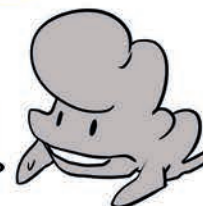
On peut également tirer profit
de certaines surfaces pour installer
des éoliennes ou des panneaux
photovoltaïques.

Notamment, certaines cultures
peuvent être associées aux
panneaux solaires pour créer
des microclimats favorables !

Aussi, une étude a montré que si on
augmentait chaque année de 0,4% le
stockage de carbone atmosphérique
dans les sols de la planète...

... on pourrait régler en partie
le problème du réchauffement
climatique !

Mais attention, si toutes ces solutions
semblent prometteuses, elles ne sont pas
forcément évidentes à mettre en place
partout dans le monde.



Une entraide au niveau
international est donc
essentielle !

Et malgré leurs défauts évidents,
c'est là que les COP peuvent avoir
un rôle majeur !

Il y a quand même une chose qui me dérange...

Il y a plein de solutions, c'est cool, mais parfois, ne pourrait-on pas éviter d'abuser de certains trucs ?

En effet, le GIEC met beaucoup en avant la sobriété.

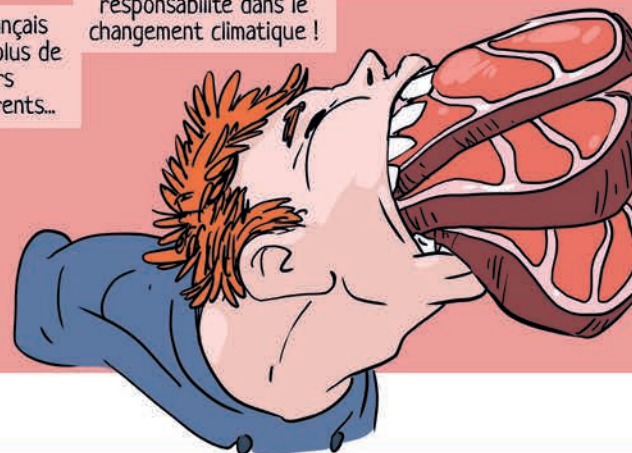
Nos modes de vie sont souvent, et de plus en plus, dans l'excès !

... alors que l'élevage a une part importante de responsabilité dans le changement climatique !

Aujourd'hui les Français mangent trois fois plus de viande que leurs arrière-grands-parents...

En cause, les émissions de méthane des bovins, mais aussi la déforestation nécessaire pour les nourrir !

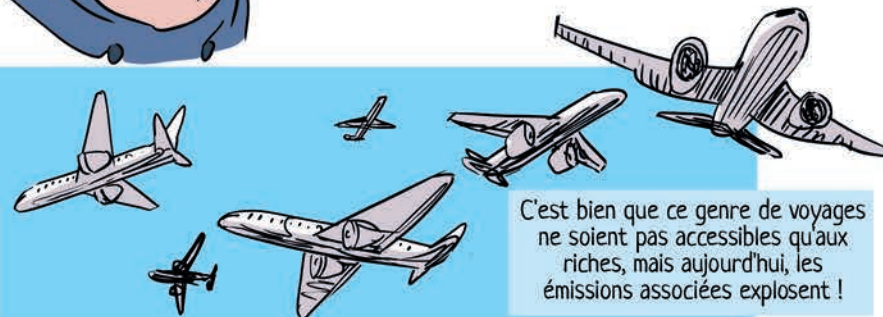
Et encore, c'est sans parler de la maltraitance animale et des dégâts sur la santé humaine de la viande rouge !



Dans un autre domaine, l'aviation s'est énormément développée ces dernières décennies !

Ce développement est dû à des campagnes de publicité toujours plus agressives et des prix toujours plus attractifs.

C'est bien que ce genre de voyages ne soient pas accessibles qu'aux riches, mais aujourd'hui, les émissions associées explosent !



Du côté de la mobilité, nos infrastructures sont énormément basées sur la voiture. Il faut changer ça !

Et la voiture électrique ne résoudra pas le problème. Il faut moins de voitures, tout simplement...

Nous devrions pouvoir nous déplacer plus à pied, à vélo ou en transports en commun !



C'est vrai, nous avons aussi la possibilité d'agir à notre échelle quand on parle de sobriété.

Notamment, nous vivons clairement dans une société de surconsommation.

C'est flagrant quand on regarde comme on est incité à acheter toujours plus de vêtements ou d'appareils connectés !

En vérité, ça me fait mal de me dire que je consomme autant pour suivre une mode ou parce qu'une publicité cherche à m'en faire rêver...

Il ne tient qu'à moi de ne pas me faire avoir !



LIMITES PLANÉTAIRES

C'est pour ça que l'on parle de développement durable.

Il s'agit de faire en sorte de limiter les risques que nos sociétés font peser sur notre planète.

Des chercheurs internationaux quantifient ces risques et suivent leurs évolutions depuis 2009. Pour cela, ils se concentrent sur neuf grands processus impliqués dans le fonctionnement du "système Terre".

Ce sont les 9 limites planétaires.

On en parlait au début, il y a bien sûr l'érosion de la biodiversité. Limite dépassée !

On retrouve le changement climatique dont la limite est aussi largement dépassée...

L'utilisation et le cycle de l'eau douce. Limite dépassée !

L'acidification des océans. Là, on se rapproche dangereusement de la limite.

L'appauvrissement de l'ozone stratosphérique. Nous avons réussi à prendre des mesures pour laisser la couche d'ozone se reconstruire !

La perturbation des cycles biogéochimiques, notamment ceux du phosphore et de l'azote. Limite dépassée !

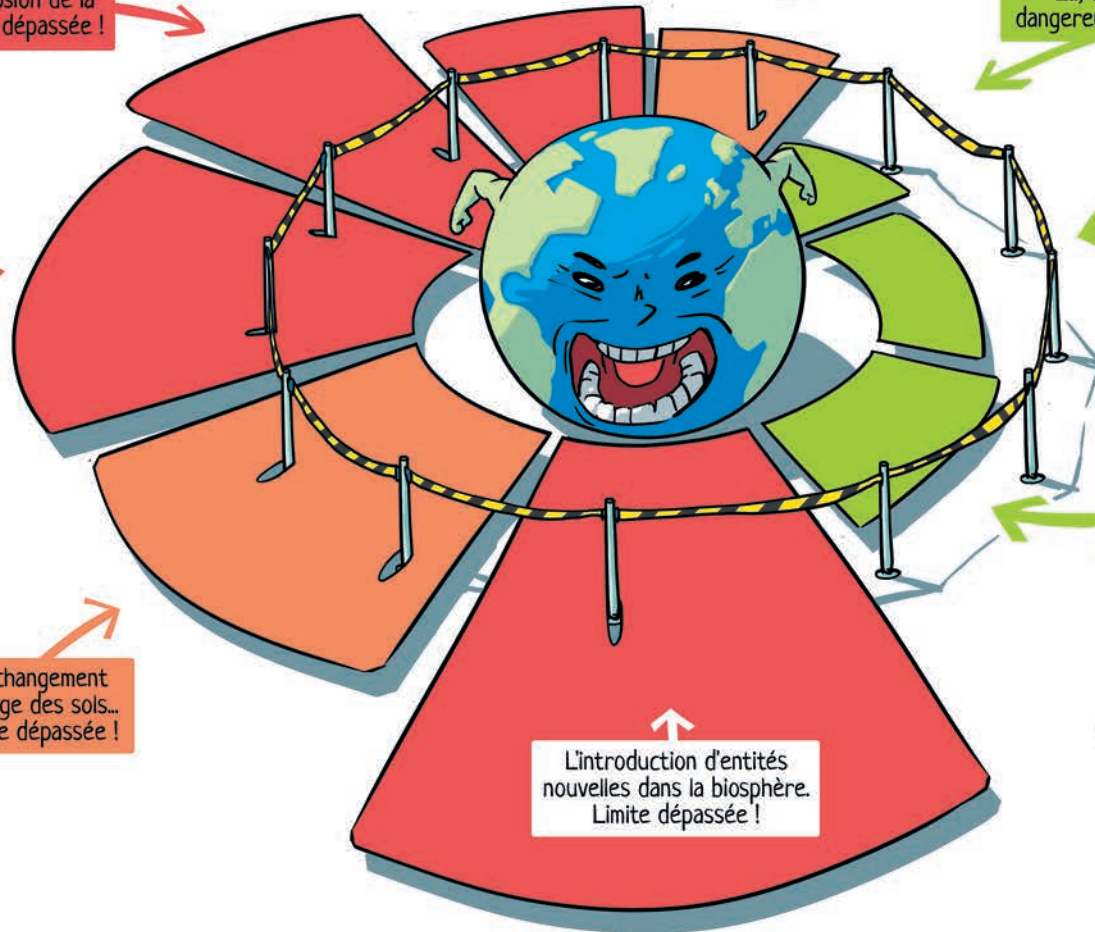
L'augmentation des aérosols dans l'atmosphère. Cette limite n'est pas dépassée mais nous devons rester attentifs.

Le changement d'usage des sols... Limite dépassée !

L'introduction d'entités nouvelles dans la biosphère. Limite dépassée !

Au final, ce ne sont pas moins de six limites planétaires qui sont déjà dépassées.

Il est urgent de prendre les choses en main !



Quelques lectures pour aller plus loin...

Tout comprendre (ou presque) sur le climat, CNRS Editions (2022),
par BonPote, Anne Brès et Claire Marc, sous la direction de Jean-François Doussin.

Voyage en Anthropocène, éditions Le Bord de l'eau (2022),
par Macha et Joël Guiot.

L'Événement Anthropocène - La Terre, l'histoire et nous, éditions du Seuil (2013),
par Christophe Bonneuil et Jean-Baptiste Fressoz.

Et bien sûr, tous les rapports de l'IPBES et du GIEC !

Et d'autres liens et références bibliographiques via ce QR code :



BD "Environnement-Climat" : un projet de vulgarisation des savoirs

Ce projet a pour objectif de rendre accessible au plus grand nombre les enjeux liés au climat et à l'environnement, à travers une présentation claire et concise.

Conçu par des scientifiques experts dans le domaine, il s'appuie sur des sources officielles, dont les références sont indiquées en fin de document. Ce projet de diffusion se décline en deux supports complémentaires :

Un support de présentation type PowerPoint

Conçu pour une intervention d'une heure et destiné à un public de collégiens de 3^e ou de lycéens de 2nde, ce support vise à offrir une vue systémique des enjeux liés à l'"Environnement-Climat".

Un support papier sous forme de Bande Dessinée

Cette version condensée reprend l'essentiel de la présentation orale, et permet de synthétiser de manière ludique et visuelle les principales informations.

Tous les documents sont libres de droits et peuvent être utilisés par le plus grand nombre.

