

# Introduction aux changements globaux et à la notion d'anthropocène

**DESVALLEES, Lise, Université de Pau, Laboratoire Passages (UMR 5391)**

Cours préparés pour l'année universitaire 2018-2019

<b>Type de Feuille</b>	Feuille de CM
<b>Niveau</b>	Licence 3
<b>Durée</b>	4 séances de 2h
<b>Objectifs</b>	<p>Ce cours fait partie d'une progression de cours magistraux visant l'acquisition d'un savoir de base sur les changements globaux, ces phénomènes d'ampleur mondiale qui affectent le système Terre.</p> <p>Il constitue l'introduction d'une UE « politiques environnementales » qui a été donnée à des L2 en 2018-2019 à l'université de Pau. Il aborde deux changements globaux, le changement climatique et la crise de la biodiversité, et se termine par une séance sur la notion d'« anthropocène », en faisant son histoire et l'histoire de ses controverses. La suite de l'UE a traité de quatre grands dispositifs de protection de l'environnement : les aires protégées, les normes, les services écosystémiques et la technique. C'est pour cela que certaines parties sont rapidement abordées (comme les services écosystémiques traitée plus largement après).</p> <p>Ce cours est alarmant, de manière assumée. Il part du principe que les données quantitatives et les analyses produites par les grandes organisations de recherche internationale, le GIEC et l'IPBES sont fiables et ne critique pas leurs résultats : il s'agit de construire une perception commune de la crise actuelle avant de déconstruire dans une dernière partie la notion d'anthropocène.</p>
<b>Mots-clés</b>	Changements globaux, anthropocène, sixième extinction
<b>Remarques sur la réception auprès des étudiants (optionnel)</b>	Ce cours a été jugé intéressant par la grande majorité des étudiants. Il a été rédigé et distribué, ce qui était une erreur, parce qu'ils ont eu du mal à suivre ce texte déjà écrit. Il était aussi trop dense, avec trop de chiffres, et des notions trop peu expliquées, des erreurs corrigées dans la seconde version.

## ORGANISATION

Le cours est composé de cinq parties organisées de manière à proposer une introduction à ce que sont les changements globaux. Toutes les données quantitatives sont tirées de deux grands rapports : le *Millenium Ecosystem Assesment* et le rapport du GIEC de 2014, soit le dernier rapport publié par ce groupe d'experts.

Il s'insère dans une maquette de L2 de géographie à l'université de Pau, qui propose à ses L3, M1 et M2 un parcours « environnement, transition écologique et développement durable » dans lequel s'inscrit ce cours. La L2 comporte :

- Une UE « épiderme de la terre » et une UE de « biogéographie »
- Une UE de géographie humaine
- Une UE de géographie urbaine
- Une UE sur les espaces et mobilité à l'échelle du monde, et UE sur les aires culturelles
- Une UE de cartographie
- Une UE sur les dynamiques agricoles

Ce cours vise à équiper les étudiants d'un savoir de base sur la nature des changements globaux en les rendant intelligibles. Il est alarmant, de manière assumée. Mais les étudiants qui l'ont reçu l'ont apprécié pour la cohérence qu'il donne aux notions de changement climatique et de crise de la biodiversité. Il se termine par une théorie explicative de ces changements qui est l'Anthropocène : l'histoire de ce concept, son usage actuel, ses controverses actuelles composent la dernière séance du cours.

Ce cours ne comporte pas de propositions de solutions, qui font partie de la suite d'une UE plus longue, dans laquelle les étudiants ont appris les quatre grands dispositifs de protection de l'environnement : les dispositifs anciens, que sont les aires protégées (les parcs naturels etc.), les normes (avec une approche historique des normes environnementales), et deux dispositifs plus récents que sont l'économie verte (le marché carbone) et la technique (énergies renouvelables, mais aussi géo-ingénierie). Tous ces dispositifs sont abordés avec un regard critique.

L'ensemble est trop dense pour une UE de 20 heures, et les étudiants ont demandé qu'il soit accompagné d'un TD, ce qui sera discuté dans la maquette de l'année 2019-2020. La première version du cours abordait les trois thèmes suivants en 6h, mais cela n'est pas suffisant. Ce cours est une version corrigée, non encore donnée, mais avec le temps recommandé pour chaque séance.

## Programme du cours (12 heures, 4 séances de 2h)

Séance 1 : le changement climatique (3h)

Séance 2 : la crise de la biodiversité, la « sixième extinction » de la vie sur Terre (3h)

Séance 3 : une interprétation, l'Anthropocène (3h)

## BIBLIOGRAPHIE UTILISEE DANS LE COURS

Bonneuil, C., Fressoz, J.-B., 2016. *L'Événement anthropocène : la Terre, l'histoire et nous*, Le Seuil (Anthropocène).

Cook, J., Nuccitelli, D., Green, S. A., Richardson, M., Winkler, B., Painting, R., Way, R., Jacobs, P., Skuce, A., 2013. Quantifying the consensus on anthropogenic global warming in the scientific literature, *Environmental Research Letters*, 8, 2, 024024.

Cunsolo, A., Ellis, N. R., 2018. Ecological grief as a mental health response to climate change-related loss, *Nature Climate Change*, 8, 4, 275.

Devictor, V., 2015. *Nature en crise. Penser la biodiversité*, Le Seuil.

GIEC, 2013. *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Rapport, p. 1535.

GIEC, 2014. *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Rapport.

Griffin, P., 2017. *The Carbon Majors Database: CDP Carbon Majors Report 2017, 100 fossil fuel producers and nearly 1 trillion tonnes of greenhouse gas emissions*, Rapport. CDP, Driving sustainable economies.

IPBES, 2019. *IPBES Global Assessment Report in Biodiversity and Ecosystem Services*, Rapport.

Legault, F., 2016. Anthropocène ou Capitalocène? Quelques pistes de réflexion, *Revue L'Esprit libre*.

Marchant, R., Brewer, S., Iii, T. W., Turvey, S. T., 2009. *Holocene deforestation: a history of human–environmental interactions, climate change, and extinction*, Oxford University Press.

Servigne, P., Stevens, R., Chapelle, G., 2018. *Une autre fin du monde est possible - Pablo Servigne, Raphaël Stevens, Gauthier Chapelle - Livres*, Paris, Le Seuil (Anthropocène).

Smith, F. A., Smith, R. E. E., Lyons, S. K., Payne, J. L., 2018. Body size downgrading of mammals over the late Quaternary, *Science*, 360, 6386, 310–313.

Swyngedouw, E., 2014. Anthropocenic Promises: The End of Nature, Climate Change and the Process of Post-Politicization, *Séminaire au Centre d'études et de recherches internationales (CERI), Sciences Po*.

## LISTE DES DOCUMENTS UTILISÉS

Figure 1 : Global average temperature anomaly from 1880 to 2012, compared to the 1951-1980 long term average. NASA Earth Observatory. [Source](#) (2012).

Figure 2: Schéma du fonctionnement de l'effet de serre, site pédagogique alloprof [source](#).

Figure 3: Projections de l'augmentation de la température moyenne, Figure SPM.10 issue du 5<sup>e</sup> rapport du Working Group I du GIEC en 2013. Extrait du document *Summary for policymakers*. [Source](#).

Figure 4: Principaux changements prévus selon les phénomènes, Tableau RT.2. Extrait du 5<sup>e</sup> rapport du Working Group I du GIEC en 2013. Extrait du document *Summary for policymakers*. [Source](#).

Figure 5 : Impacts régionaux du changement climatique, Figure SPM.8. Extrait du 5<sup>e</sup> rapport de synthèse de l'ensemble des Working Groups du GIEC en 2014. [Source](#).

Figure 6 : Graphique de la sixième extinction, Vincent Devictor, 2015, *Nature en crise. Penser la biodiversité*, Editions du Seuil.

Figure 7 : Graphique élaboré par le Gardian à partir de données de l'IPBES et de la liste rouge de l'UICN en mai 2019. [Source](#).

Figure 8 : Graphique élaboré par le Gardian à partir de données de l'IPBES et de la liste rouge de l'UICN en mai 2019. [Source](#).

Figure 9 : Élaboration personnelle à partir de données du rapport de 2019 de l'IPBES.

Figure 10: La grande accélération : W. Steffen (dir.), *Global Change and the Earth System : A Planet Under Pressure*. New York, Springer. 2005. p. 132-133. Document produit par l'AFP. [Source](#).

## I. SEANCE 1 : LE CHANGEMENT CLIMATIQUE : 3H

---

Cette séance se donne pour objectif d'expliquer l'origine du changement climatique, son ampleur et ses conséquences. Il s'agit d'une synthèse rapide des rapports publiés par le GIEC dans la décennie 2010 qui s'appuie largement sur les graphiques produits par ce groupe d'experts. Les acquis de la séance sont pensés de la manière suivante :

- Le concept de température moyenne et l'ordre de grandeur de son évolution
- Le concept de scénario climatique et l'ordre de grandeur des émissions de CO<sub>2</sub>
- Une vision régionale des risques présentés par le changement climatique sur les activités humaines

### 1. La mesure du changement climatique : le GIEC

Le GIEC est le groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat : il est composé de 800 chercheurs internationaux (climatologues, océanographes, sociologues...) qui ont produit 5 grands rapports depuis 1988. Le prochain grand rapport devrait être publié en 2022, et le plus récent a été publié en 2014. Ils sont structurés en trois parties, qui résument ses missions essentielles.

Ce groupe d'experts n'est pas salarié par le GIEC, et la participation à cette communauté ne représente qu'une partie de leurs travaux. Ce sont des universitaires qui donnent du temps au GIEC, mais continuent d'être salariés par leurs universités respectives.

**Working group 1.** Sciences du climat et biosphère, qui mesure les changements de la composition de l'atmosphère. On peut mesurer les évolutions de la composition de l'atmosphère dans le passé à partir des bulles d'air emprisonnées dans les calottes glaciaires. Elles permettent de dessiner une courbe du CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère. Pour mesurer les températures actuelles, les scientifiques du GIEC se reposent sur des mesures faites sur les terres émergées, à la surface des océans, par des satellites...

**Working group 2.** Impacts du changement climatique sur la biosphère et les systèmes socio-économiques. Ce groupe s'occupe des questions d'adaptation et de vulnérabilités des écosystèmes, et les relie aux impacts de ces changements sur les activités humaines.

**Working group 3.** Réponses stratégiques au changement climatique, dit aussi « atténuation du changement climatique ». C'est le groupe dont la mission est de rendre intelligible le changement climatique pour les décideurs politiques. Il produit un rapport de synthèse avec de grands « scénarios ». Il s'agit d'une mission centrale, puisqu'elle permet de proposer des formes de réponses en même temps qu'un diagnostic.

Les documents et les informations qui composent ce cours sont extraits de la synthèse produite par le Working Group I en 2013 à destination des décideurs politiques (GIEC, 2013), et d'une synthèse publiée en 2014 par l'ensemble des groupes de travail (GIEC, 2014)

## 2. Le réchauffement global : une augmentation des anomalies des températures

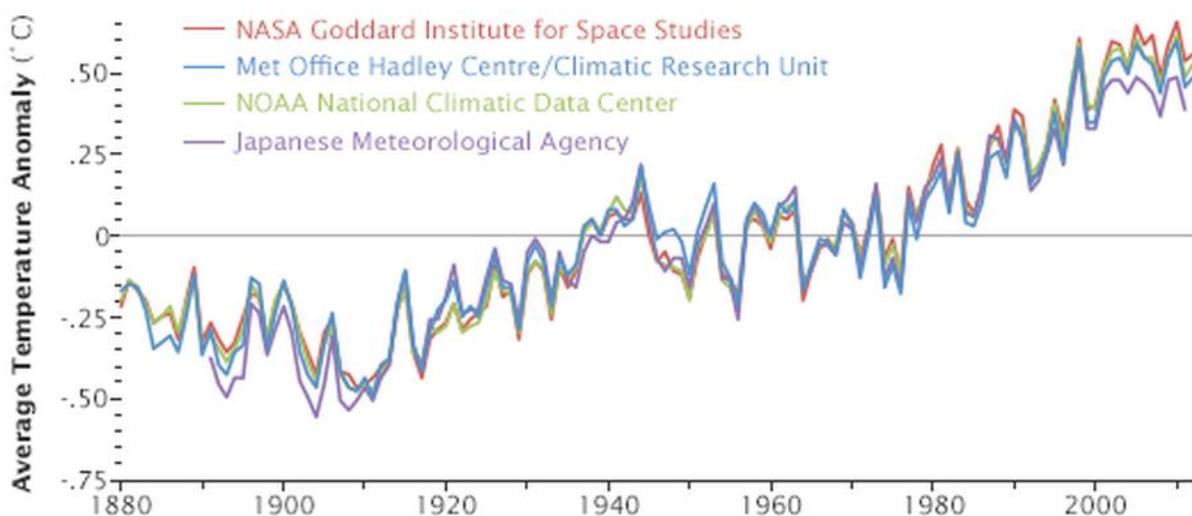
Une des composantes qui rend la vie possible sur terre est la température d'une moyenne de 15°C. Cette moyenne est un construit à partir de l'ensemble des mesures faites par quatre grandes bases données représentées dans le schéma suivant.

La température de chaque station climatique est comparée à ce qui est « normale » pour ce lieu et ce moment de l'année à partir d'une moyenne calculée sur plusieurs décennies. Les différences avec cette moyenne sont qualifiées d' « anomalies » et elles aident à comprendre comment la température change dans le temps. Une anomalie « positive » signifie que la température est plus élevée que la moyenne, une anomalie « négative », qu'elle est plus basse. Ces anomalies sont considérées comme étant plus importantes que les mesures de températures absolues, elles permettent d'effacer les différences d'altitude et de latitude en comparant une température à un moment donné avec la moyenne de décennies précédentes.

La mesure globale des anomalies de température fusionne l'ensemble de ces données sur une année. Le graphique suivant représente les anomalies de températures de 1880 à 2012, en les comparant à la moyenne de 1951 à 1980. Les quatre bases de données montrent une augmentation des températures moyennes, une même dynamique, avec des différences d'année en année. La même dynamique est celle d'une augmentation des anomalies de la température moyenne de l'ordre du dixième de degré.

- Par exemple, en 2000, la température moyenne présente une anomalie de 0,25°C supérieure à la moyenne des décennies précédentes.
- Par exemple, en 1900, les anomalies sont négatives parce que les courbes sont représentées par rapport à une moyenne calculée pour 1951-1980.

**Figure 1 – anomalies de la température moyenne globale de 1880 à 2012, comparée à la moyenne sur le long terme entre 1951 et 1980**



Source: NASA Earth Observatory, 2012

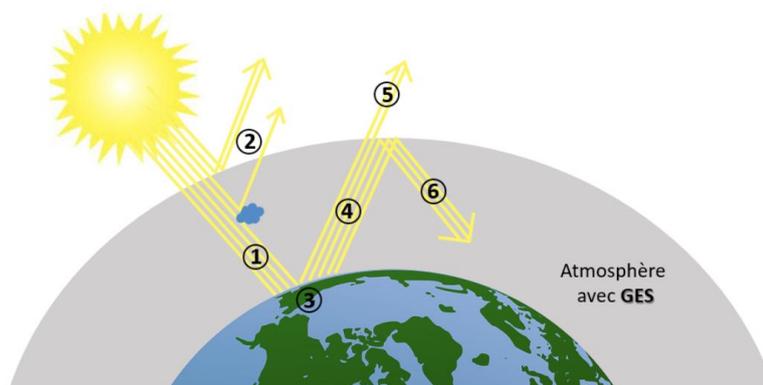
Les différences entre les bases de données sont dans la couverture géographique des appareils de mesure, certaines zones du monde éloignées n'ayant que peu de stations météorologiques. La base de données de la NASA a la couverture la plus étendue, et couvre 99% de la planète.

L'augmentation de la température moyenne est donc un construit qui reflète l'augmentation des anomalies sur l'ensemble de la planète. Elle est mesurée en degrés Celsius (ou Fahrenheit), qui – on le verra plus tard – servent à la fois de mesure du changement et d'établissement d'objectifs de politiques publiques (maintenir l'augmentation de la température moyenne en-dessous de 2°C).

### 3. Causes du réchauffement global

Cette température moyenne sur terre est permise par la composition de l'atmosphère : un ensemble de gaz ont un « effet de serre », parce qu'ils retiennent la chaleur émise par le soleil dans l'atmosphère terrestre. Plus précisément, ils empêchent la réflexion de cette chaleur vers l'atmosphère. Le schéma suivant représente le fonctionnement de cet effet de serre. Parmi les principaux gaz à effet de serre, on compte : le CO<sub>2</sub>, le méthane, le protoxyde d'azote, et la vapeur d'eau.

Figure 2 – schéma simplifié du fonctionnement de l'effet de serre



1. Une partie du rayonnement solaire traverse l'atmosphère et atteint la surface de la Terre.
2. Une partie des rayons solaires est réfléchiée vers l'espace par l'atmosphère, les nuages, etc.
3. La surface de la Terre absorbe l'énergie solaire et sa température augmente.
4. Une fois réchauffé, le sol émet des rayons infrarouges vers l'atmosphère.
5. Une partie des rayons infrarouges traverse l'atmosphère et se perd dans l'espace.
6. Une partie des rayons infrarouges est emprisonné dans l'atmosphère par les gaz à effets de serre, ce qui fait augmenter la température globale de la surface terrestre.

Une mesure de ces gaz est la « partie par million » ou PPM. Il désigne la fraction valant 10<sup>-6</sup>, c'est-à-dire un millionième. Par exemple, pour avoir une dilution à 1ppm de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère, il faut 1 kilogramme de CO<sub>2</sub> dissous dans 1 million de litres d'air.

La concentration de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère a augmenté depuis le début de l'ère industrielle, et a atteint un niveau inégalé depuis 800 000 ans. Elle est passée de 280 parties par million (ppm) en 1750 à 415 ppm en 2019.

Un quart de ces émissions sont absorbées par l’océan, et un autre quart par la biosphère (les arbres, les sols, les animaux...) mais la moitié subsistent dans l’atmosphère et s’accumule au fil des années. Ils renforcent l’effet de serre existant et font augmenter la température moyenne de la planète.

Le graphique suivant montre les relations entre ces émissions de CO<sub>2</sub> et l’augmentation de la température moyenne de la planète au cours du XXI<sup>e</sup> siècle, en fonction des scénarios d’efforts de réduction des émissions. Il est extrait du rapport du GIEC de 2013.

**Les émissions cumulées de CO<sub>2</sub>** sont représentées par la ligne noire, avec des points qui correspondent aux années de mesure des émissions passées jusqu’en 2010 (en noir) et aux scénarios des émissions futures (en couleur). La fin de chaque ligne de couleur représente le nombre de gigatonnes de CO<sub>2</sub> émises en 2100 à la fin du siècle.

- En 2010, la ligne noire montre que 1700 gigatonnes de CO<sub>2</sub> ont été émises depuis 1870
- Le scénario rouge représente les émissions dans un scénario dit « business as usual », qui correspond à la poursuite de la dynamique enclenchée en 1870. Autrement dit, si les émissions continuent d’augmenter au rythme auquel elles ont augmenté depuis 1870 pendant tout le XXI<sup>e</sup> siècle. Cela représente 7900 gigatonnes de CO<sub>2</sub> cumulées pour l’année 2100. Ce scénario est le plus pessimiste : il correspond à une absence complète d’efforts de régulation des émissions.
- Le scénario bleu représente le ralentissement très fort des émissions de CO<sub>2</sub> et leur arrêt à 700 gigatonnes de CO<sub>2</sub> pour la fin du siècle. Ce scénario est le plus optimiste, il correspond à un effort global et intense de réduction des émissions.
- Les scénarios orange et bleu sont des scénarios intermédiaires.

**L’augmentation de l’anomalie de température moyenne du globe par rapport à 1880** est représentée par le panache rouge, qui prend en compte l’incertitude des mesures.

- En 2010, l’augmentation de cette température moyenne est mesurée entre 0,2 et 1°C.
- Dans le scénario le plus optimiste, cette augmentation est contenue entre 1°C et 2°C en 2100 (il s’agit de l’objectif fixé par le GIEC dans un rapport publié en 2018 intitulé *réchauffement climatique de 1,5°C*)
- Dans le scénario le plus pessimiste, cette augmentation sera au minimum de 2,7°C. Les modèles climatiques existants ne permettent pas de projeter une augmentation maximum car les altérations du fonctionnement du climat terrestre sont trop importantes pour que les calculs actuels permettent de faire des prévisions.
- Dans les scénarios intermédiaires, l’augmentation de la température moyenne est projetée entre 1°C et 3°C.

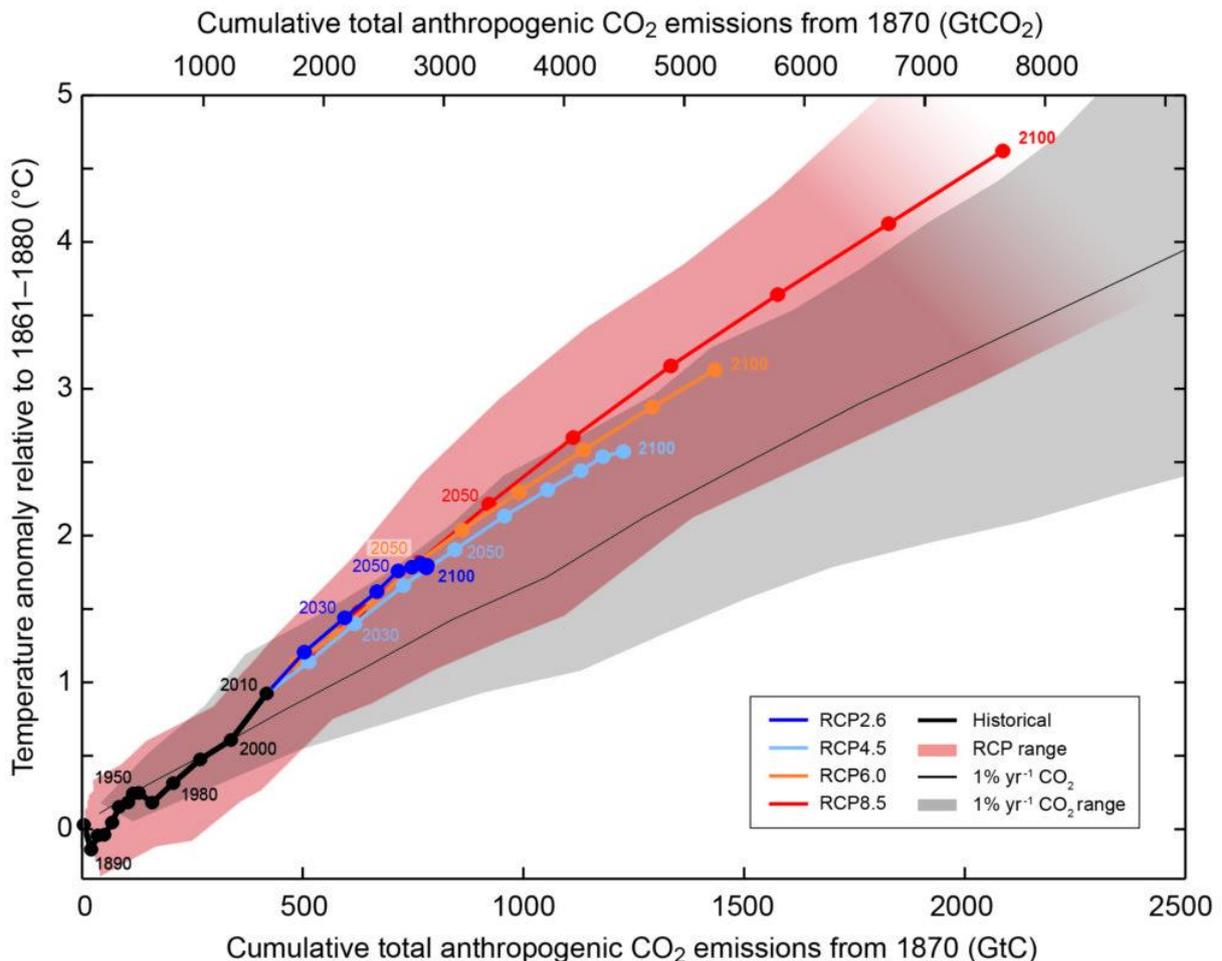
Deux informations essentielles sont à tirer de ce graphique :

INFORMATION 1 : les changements apportés à la composition de l'atmosphère sont **durables** et que **même en cas d'efforts concertés, globaux et immédiats**, le climat de la planète va subir des changements.

INFORMATION 2 : à la fin de la décennie 2010, nous sommes **au début des courbes** des anomalies de températures qui s'intensifient quelles que soient les mesures de réduction des émissions adoptées. Si l'humanité stoppe l'ensemble de ses émissions en 2018, pour que les océans absorbent du CO<sub>2</sub> anthropique stocké dans l'atmosphère actuellement, il faudra 25 000 ans.

= le climat mondial changera fortement au cours du XXI<sup>e</sup> siècle, il est impossible de revenir à l'état qui prévalait avant le XIX<sup>e</sup> siècle, ce qui pose des questions d'**adaptation** au changement climatique.

Figure 3 – scénarios d'émissions de CO<sub>2</sub> et prévisions d'augmentation de la température moyenne



#### 4. Conséquences de l'augmentation de la température moyenne de l'atmosphère

Les impacts de cette augmentation des températures peuvent être qualifiés de « changements globaux » qui affectent l'ensemble de la surface de la planète, mais avec des effets différents qui ne sont pas tous de l'ordre du réchauffement. C'est pour cela que le terme adopté par le GIEC est celui de *changement climatique* et non de *réchauffement climatique*

En effet, alors que les climatologues des années 1980 et 1990 concevaient la relation entre concentration des gaz à effet de serre et changement climatique comme étant linéaire (plus de CO<sub>2</sub>= climat proportionnellement plus chaud), les approches systémiques récentes montrent qu'une faible variation de la température moyenne du globe peut entraîner des changements brutaux et désordonnés.

Les rapports du GIEC distinguent des conséquences *globales* et des variations *régionales* des impacts de l'augmentation de la température moyenne. L'ensemble des chiffres est issu du rapport *réchauffement climatique de 1,5°C* publié par le GIEC en 2018.

##### a. Conséquences *globales* : de grands événements sur le long terme

#### Le recul des calottes glaciaires

Avec l'augmentation des températures, les calottes glaciaires de l'Arctique et de l'Antarctique se réchauffent, ce qui cause une fonte des glaces dans les deux régions, un rétrécissement de l'épaisseur des couches de glace, et une perte de leur masse. Ce phénomène affecte aussi bien la surface de ces calottes que leurs profondeurs. Ces grandes masses de glace se déplacent, et dans certains cas glissent dans les océans.

L'Arctique (pôle nord) en particulier fond plus rapidement que d'autres parties de la planète. Ce phénomène de fonte est normal, mais son ampleur ne l'est pas : les écoulements cette couche de glace sont 50% supérieurs aux niveaux préindustriels, et augmente de manière exponentielle : ils deviennent plus sensibles au fur et à mesure que la température moyenne augmente.

#### Le recul des glaciers terrestres

Les glaciers terrestres sont aussi impactés : les deux tiers des glaciers des Alpes et un tiers de ceux de l'Himalaya auront disparu à la fin du siècle, indépendamment des efforts de réduction des émissions.

#### Impacts sur les océans du globe

- Augmentation du niveau des océans

Les océans stockent l'énergie accumulée dans le système climatique. Ils subissent un processus global de réchauffement, en particulier à leur surface, mais aussi jusqu'à 2000 mètres de profondeur. Ce réchauffement entraîne un phénomène d'expansion de leur volume. L'augmentation du niveau des océans est aussi impactée par le phénomène de fonte des glaces de l'Arctique et de l'Antarctique. Entre 1900 et 2010, ce niveau a augmenté de 20 cm.

Avec ces deux facteurs cumulés, les projections d'augmentation moyenne du niveau des océans varient entre 50 cm en 2100 dans le meilleur des scénarios, à plus de 5 mètres dans le cas de la fonte totale des glaces de l'Arctique ou de l'Antarctique.

- Acidification des océans

Les océans ont absorbé un tiers du CO<sub>2</sub> émis depuis 1880, ce qui a impacté leur composition chimique et causé un phénomène d'acidification : le gaz dissous dans l'eau des océans crée un acide carbonique qui augmente le pH des océans. Ce changement dans la composition chimique impacte les espèces marines qui créent des carapaces (crustacées, mollusques, des espèces de plancton), l'acide dissolvant leurs coquilles. L'impact est aussi ressenti plus haut dans la chaîne alimentaire, jusqu'aux espèces de grands poissons.

### L'augmentation du CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère

L'on assiste à une augmentation de la masse des plantes existantes (qui absorbent le CO<sub>2</sub> excédentaire) et des conditions météorologiques qui profitent à certaines espèces. Une étude publiée en avril 2018 montre ainsi l'extension d'espèces sur les espaces laissés libres par le retrait des glaciers européens et par des hivers plus doux. <http://www.cnrs.fr/en/node/2181>

Ces observations sont avancées par le GIEC pour argumenter en faveur d'actions permettant de limiter l'augmentation de la température moyenne à 2°C pour la fin du siècle. Ils montrent que cette augmentation contrôlée permettrait de maintenir le fonctionnement des écosystèmes et celui des sociétés humaines, voire de permettre l'émergence de nouveaux écosystèmes. Au-delà de ce seuil, les changements seraient trop rapides pour permettre de telles adaptations.

#### b. Distribution des impacts régionaux sur les précipitations et les températures

Le GIEC propose des analyse plus fines sur les aspects régionaux des changements globaux. En effet, les conséquences des changements décrits plus haut ne sont pas uniformes. Le document suivant résume les grands changements régionaux, comprenant l'évolution des températures et celle des précipitations (pluies, tempêtes).

Pour résumer ce qui y est décrit, le contraste des précipitations entre les régions humides et les régions sèches, ainsi qu'entre les saisons humides et les saisons sèches va augmenter, selon un principe de « more is more », et « less is less ».

Par exemple, les zones où existent ces systèmes de mousson vont avoir des périodes de pluies plus itenses, avec des saisons plus longues dans l'est et le sud est de l'Asie. Au contraire, dans les régions des moyennes latitudes et les régions subtropicales arides, les précipitations vont diminuer.

Par exemple on observera davantage de températures extrêmement élevées et moins de températures extrêmement basses. Les hausses de la fréquence, de la durée et de l'intensité des chaleurs extrêmes sont prévues. Mais des froids extrêmes vont continuer à se produire en hiver. En particulier dans les latitudes élevées.

Figure 4 – impacts régionaux du changement climatique selon les phénomènes

Région	Principaux changements prévus selon les phénomènes
<b>Arctique</b> {14.8.2}	Évolution des températures et des précipitations hivernales résultant de la légère intensification prévue de l'oscillation nord-atlantique; accélération du réchauffement et de la fonte des glaces de mer; augmentation sensible des précipitations vers le milieu du XXI <sup>e</sup> siècle en raison principalement de leur accroissement lors des cyclones extratropicaux.
<b>Amérique du Nord</b> {14.8.3}	Apparition des précipitations de mousson plus tard dans le cycle annuel; augmentation des précipitations lors des cyclones extratropicaux entraînant un accroissement important des précipitations hivernales dans le tiers septentrional du continent; augmentation des précipitations extrêmes lors des cyclones tropicaux qui atteignent les côtes occidentales des États-Unis et du Mexique, le golfe du Mexique et les côtes orientales des États-Unis et du Canada.
<b>Amérique centrale et Caraïbes</b> {14.8.4}	Réduction prévue des précipitations moyennes et augmentation des précipitations extrêmes; multiplication des précipitations extrêmes lors de cyclones tropicaux atteignant les côtes orientales et occidentales.
<b>Amérique du Sud</b> {14.8.5}	Déplacement vers le sud de la zone de convergence de l'Atlantique Sud augmentant les précipitations dans le sud-est; tendance positive du mode annulaire austral entraînant le déplacement vers le sud de la trajectoire des tempêtes extratropicales, la diminution des précipitations dans le centre du Chili et l'augmentation des précipitations dans la pointe australe de l'Amérique du Sud.
<b>Europe et Méditerranée</b> {14.8.6}	Intensification des précipitations extrêmes lors des tempêtes et diminution de la fréquence des précipitations tombant dans l'est de la Méditerranée lors de tempêtes.
<b>Afrique</b> {14.8.7}	Augmentation des précipitations en Afrique de l'Ouest lors des moussons d'été; augmentation des pluies de courte durée en Afrique de l'Est due à la configuration du réchauffement de l'océan Indien; augmentation des précipitations extrêmes lors de cyclones atteignant la côte orientale du continent (y compris Madagascar).
<b>Asie centrale et Asie du Nord</b> {14.8.8}	Augmentation des précipitations estivales; intensification du réchauffement hivernal en Asie du Nord.
<b>Asie de l'Est</b> {14.8.9}	Accroissement des précipitations accompagnant les moussons d'été; augmentation des précipitations extrêmes associées aux typhons atteignant les côtes; augmentation du nombre de cyclones extratropicaux en milieu d'hiver, période à laquelle il y a normalement réduction de l'activité.
<b>Asie de l'Ouest</b> {14.8.10}	Augmentation des précipitations extrêmes lors de cyclones atteignant les côtes de la péninsule arabique; diminution des précipitations dans le nord-ouest de l'Asie en raison d'un déplacement vers le nord de la trajectoire des tempêtes extratropicales.
<b>Asie du Sud</b> {14.8.11}	Augmentation des précipitations lors des moussons d'été; augmentation des précipitations extrêmes lors de cyclones atteignant les côtes du golfe du Bengale et de la mer d'Oman.
<b>Asie du Sud-Est</b> {14.8.12}	Diminution des précipitations en Indonésie de juillet à octobre en raison de la configuration du réchauffement de l'océan Indien; augmentation des précipitations extrêmes lors de cyclones atteignant les côtes de la mer de Chine méridionale, du golfe de Thaïlande et de la mer d'Andaman.
<b>Australie et Nouvelle-Zélande</b> {14.8.13}	Augmentation des précipitations lors de la mousson d'été du nord de l'Australie; multiplication des épisodes dans la zone de convergence du Pacifique Sud susceptible de réduire les précipitations dans le nord-est de l'Australie; accélération du réchauffement et diminution des précipitations en Nouvelle-Zélande et dans le sud de l'Australie en raison de la tendance positive prévue du mode annulaire austral; augmentation des précipitations extrêmes associées à des tempêtes tropicales et extratropicales.
<b>Îles du Pacifique</b> {14.8.14}	Évolution de la zone de convergence tropicale affectant les précipitations et leurs extrêmes; multiplication des précipitations extrêmes associées à des cyclones tropicaux.
<b>Antarctique</b> {14.8.15}	Accélération du réchauffement de la péninsule Antarctique et de l'Antarctique occidentale liée à la tendance positive du mode annulaire austral; augmentation des précipitations dans les zones côtières en raison d'un déplacement vers le pôle de la trajectoire des tempêtes.

## 5. Impacts de ces changements sur l'activité humaine

Le GIEC montre comment le changement des précipitations, la fonte des glaces altèrent les systèmes hydriques et affectent les ressources en eau en qualité et en quantité, et comment la production agricole selon le modèle actuel est elle aussi impactée, avec une réduction du rendement des cultures. L'IPBES montre comment le déplacement des espèces marines, qui changent leur répartition géographique et leurs motifs de migration, affectent les pratiques de pêche.

La vulnérabilité des populations humaines à ces changements diffère largement suivant les niveaux de développement. Les personnes qui vivent dans la pauvreté sont plus susceptibles d'être affectées négativement.

Pour représenter l'ensemble de ces risques, le rapport de 2014 produit par le GIEC à destination des décideurs politiques synthétise les risques les plus importants par région du monde, en fonction des systèmes qu'ils affectent : systèmes physiques, systèmes biologiques, systèmes humains.

Les risques sont déclinés en fonction de leur intensité et de projections dans le futur, avec une nomenclature expliquée dans le document ci-dessous. Il permet de montrer les marges de manœuvre des décideurs politiques sous la forme de hachures, et la possible réduction du niveau du risque en cas d'amélioration des capacités d'adaptation des sociétés (rectangle plus étroit) ou au contraire de maintien des capacités actuelles (rectangle long). Ces calculs sont proposés pour le présent, pour le court terme (2030-2040), et pour le long terme à la fin du XXIe siècle avec deux scénarios, l'un optimiste à 2°C d'augmentation, l'autre à 4°C.

Les risques les plus importants sont ceux auxquels sont confrontées les régions polaires et celles de l'Océanie, et ils affectent principalement la santé humaine et les activités de pêche. Les risques les moins importants sont ceux auxquels sont exposés les pays européens, avec de larges marges de manœuvre sur l'adaptation des zones côtières et de forêts face aux risques d'incendies.

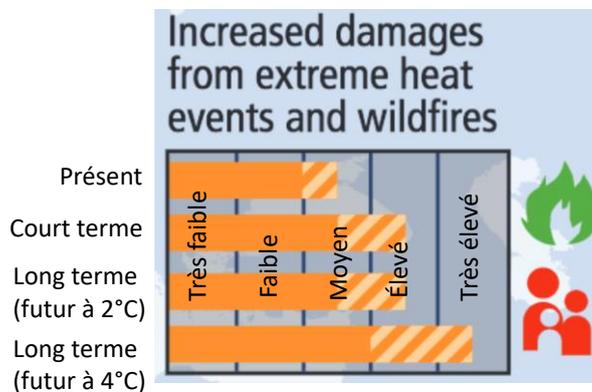
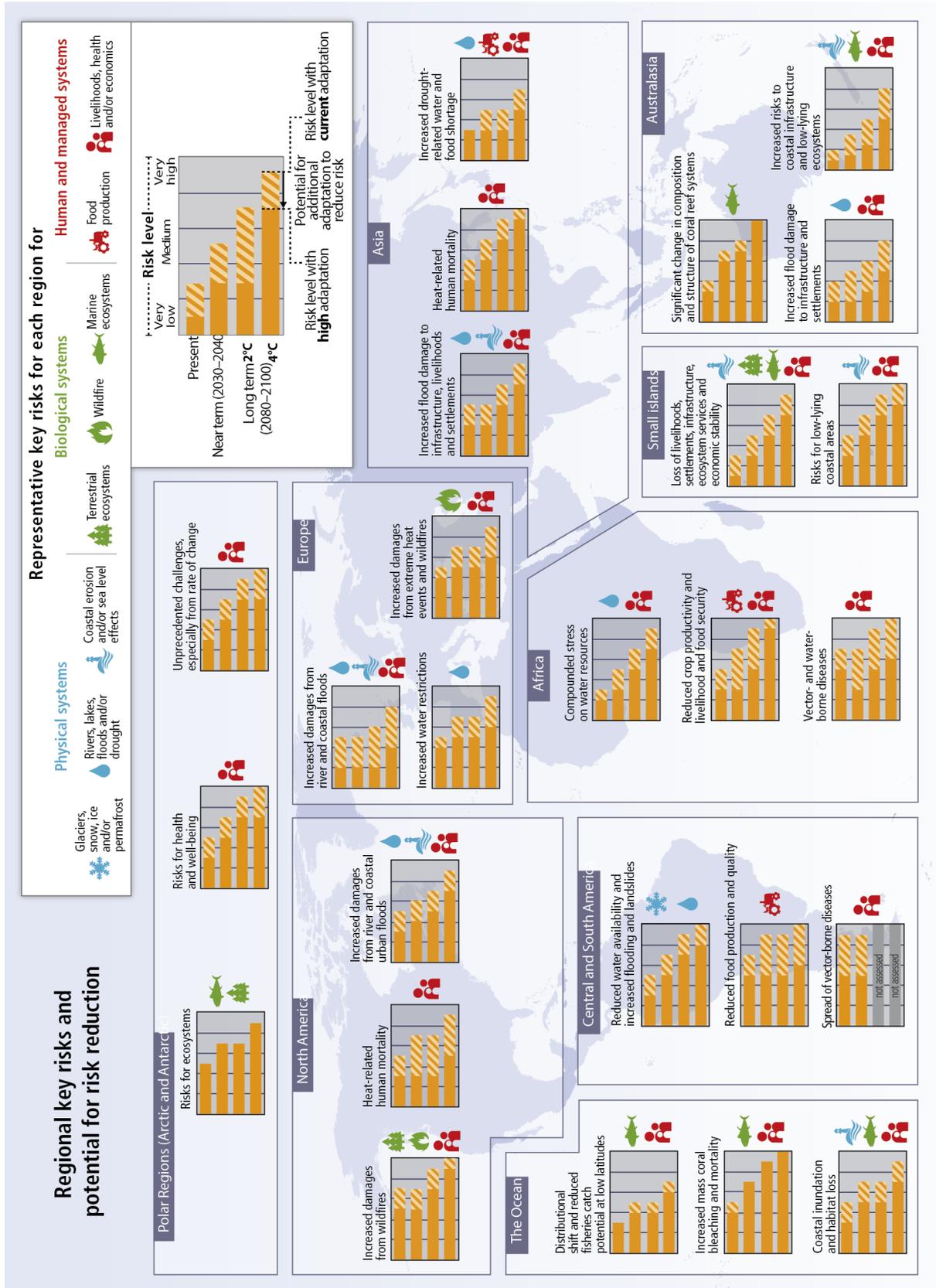


Figure 5 – impacts régionaux du changement climatique



## CONCLUSION

Au terme de cette première séance, les étudiants doivent avoir compris non seulement le principe de fonctionnement de l'effet de serre, mais aussi et surtout la mesure des relations entre les émissions de gaz à effet de serre et l'augmentation de la température moyenne, afin de pouvoir faire un lien entre les objectifs à atteindre (2°C) et la réalité des émissions.

Ils doivent aussi avoir une vision globale des effets globaux et régionaux du changement climatique. Et savoir distinguer les variations locales des températures des dynamiques globales (souvent un argument employé dans des discours climato sceptiques).

### III. LA « SIXIEME EXTINCTION » : 3H

---

L'objectif de cette séance est de donner les ordres de grandeur de la disparition des espèces causée par les activités humaines. Le titre employé est proposé par Vicent Devictor, écologue de l'Institut de Sciences de l'évolution de Montpellier et auteur d'un livre éponyme qui compare la crise de la biodiversité actuelle avec celles du passé telles qu'elles ont été identifiées dans l'analyse des couches géologiques (Devictor, 2015)

#### 1. La mesure de la biodiversité : l'IPBES

Les activités humaines sont la cause d'une dégradation généralisée du tissu de la vie sur Terre. Il s'agit du résultat des travaux de l'IPBES, la plate-forme intergouvernementale sur la biodiversité et les services écosystémiques.

L'IPBES est une création de l'ONU en 2012, pour reproduire sur la biodiversité ce que le GIEC a fait sur le climat : une communauté scientifique capable de produire des mesures et des scénarios à l'échelle globale. Mille scientifiques font partie de l'IPBES, qui sont nommés par les États-membres.

Le travail de l'IPBES est bien plus complexe que celui du GIEC. Ils ne sont pas confrontés à une relation température/CO<sub>2</sub>, mais à une mesure d'un taux de disparition par rapport à l'ensemble des espèces existantes, alors que ce total reste inconnu.

Les productions de l'IPBES sont organisées selon des objets d'étude : des évaluations globales sur des écosystèmes ou des espèces (les pollinisateurs, la dégradation des terres), sur des propositions de solutions (restauration des terres) et sur des régions. Ces connaissances sont synthétisées dans des évaluations globales, dont la première a été publiée en mai 2019 : il s'agit du premier *Rapport global sur la biodiversité et les services écosystémiques*. Il a été rédigé par plus de 450 scientifiques internationaux, et il constitue une synthèse de 15 000 études universitaires et de rapports constitués par des communautés indigènes qui sont aux premières lignes du changement.

La notion de « services écosystémiques » vise à saisir les services rendus par les écosystèmes : le stockage de CO<sub>2</sub> dans les plantes, la purification de l'eau, la protection contre l'érosion, la pollinisation... il s'agit ainsi de donner à voir des processus naturels tenus pour acquis mais qui sont menacés et dont la disparition entraînerait des conséquences néfastes pour les activités et la santé humaines.

## 2. Le Rapport global sur la biodiversité et les services écosystémiques : synthèse

Le rapport de l'IPBES en 2019 synthétise un ensemble de chiffres sur la dégradation du tissu de la vie sur Terre (IPBES, 2019). Trois principaux chiffres sont à expliquer et à retenir pour expliquer l'avènement d'une « sixième extinction » de la vie sur terre. Les activités humaines sont la cause des trois phénomènes suivants qui sont abordés plus en détail :

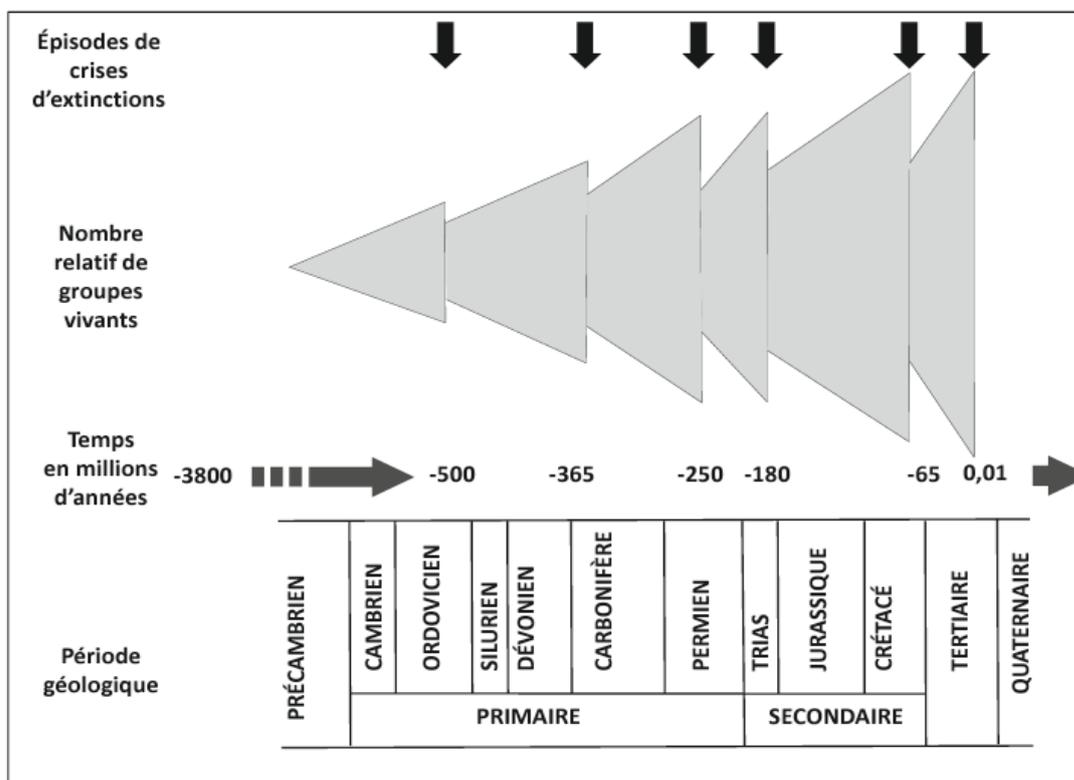
- Un million d'espèces font face à un risque d'extinction.
- La *biomasse* des animaux sauvages a reculé de 80%
- Les écosystèmes ont perdu la moitié de leur surface

Ce rapport a une tonalité inhabituellement sombre pour une production de l'ONU qui doit être validée par le consensus à travers l'ensemble des États-membres.

### a. L'extinction des espèces

Le graphique suivant montre que depuis son apparition, la diversité du vivant est rythmée par une succession de périodes de diversification et d'extinctions brutales. Ces crises sont au nombre de cinq, dont l'avant-dernière est celle qui a éliminé la majorité des espèces de dinosaures il y a 65 millions d'années. L'ordre de grandeur des disparitions d'espèces a oscillé entre 50% et 70% à travers ces cinq crises. Après chaque crise, marquée par une flèche et une réduction de la taille du triangle représentant l'augmentation de la diversité des espèces, la biodiversité se diversifie à nouveau.

Figure 6 – succession des extinctions de biodiversité

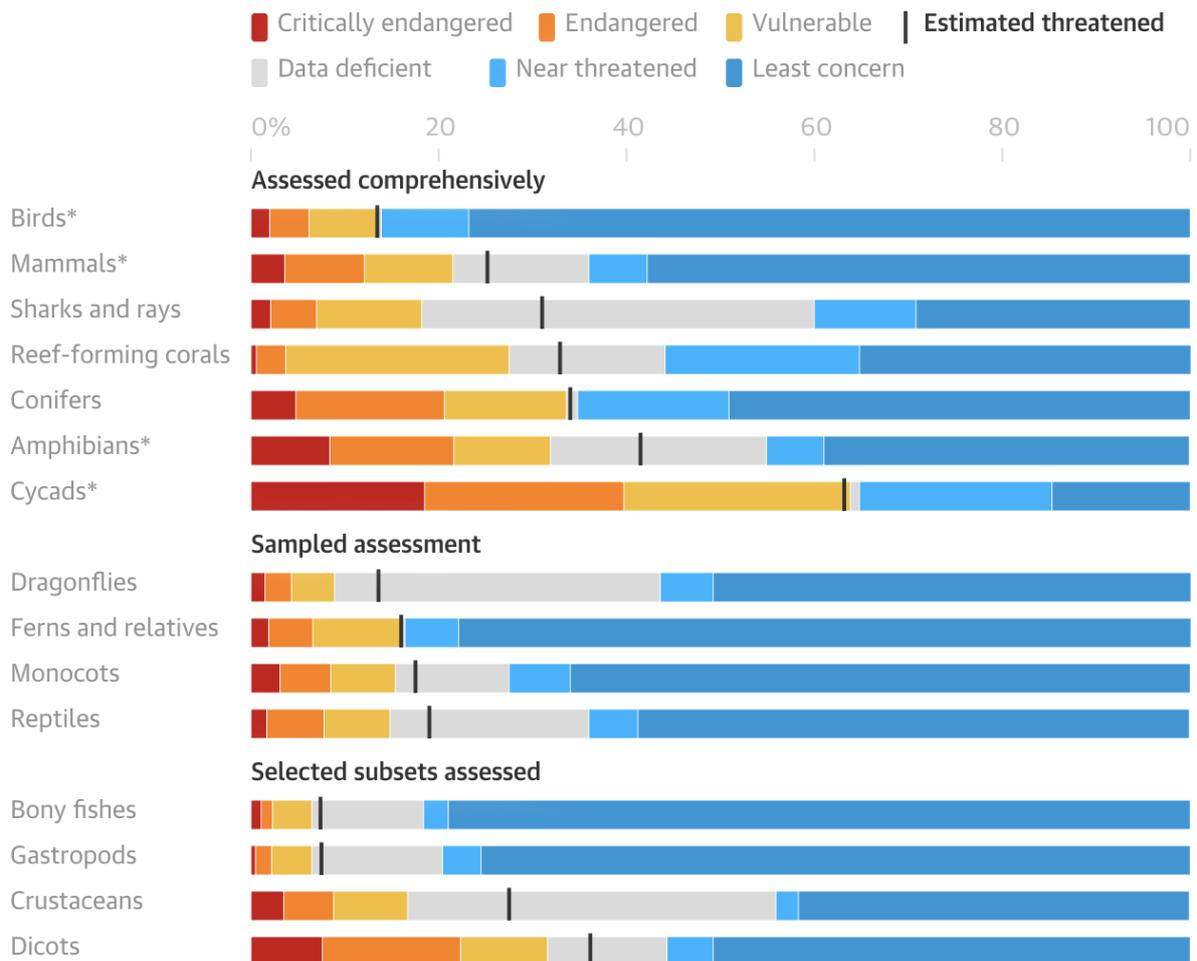


Aujourd’hui, le rapport de l’IPBES estime que 25% des espèces dans les groupes de plantes et d’animaux sont menacés, ce qui représente 1 millions d’espèces. Il s’agit d’un chiffre moins important que les 50% à 70% des grandes extinctions du passé, mais le rythme de cette disparition est très rapide.

Ce risque varie suivant les espèces, comme le montre le graphique suivant. Les amphibiens et trois types de plantes apparaissent comme étant les plus menacés d’extinction, avec au moins un tiers d’entre eux confrontés à cette menace.

Ce risque varie aussi suivant la taille des animaux. L’homme a éliminé la majorité des espèces terrestres plus grandes que lui (la mégafaune) lors de sa colonisation des terres émergées depuis 125 000 ans, mais cette dynamique ancienne est bien plus forte aujourd’hui. La taille moyenne des animaux sauvages pourrait être réduite d’un quart avec la disparition des aigles, des rhinocéros, des tigres, qui sont plus gros et ont besoin de plus d’espace pour vivre. Les conséquences de leur perte sont importantes (restructuration des chaînes alimentaires, des paysages qu’ils ont contribué à former...).

**Figure 7 – risques d’extinction dans les groupes d’espèces**



Guardian graphic. Source: IPBES, IUCN red list. \*Critically endangered includes extinct in the wild

## b. Le recul de la biomasse

Si selon les biologistes le taux et l'amplitude de la disparition des espèces est comparable à celle qui est observée lors des autres grandes crises du vivant, c'est parce que l'érosion de la biodiversité ne peut pas être réduite aux extinctions d'espèces. La disparition du dernier individu d'une espèce n'est que le résultat d'extinctions multiples de populations, d'individus, d'interactions... de tout un tissu vivant.

En effet, les espèces qui disparaissent (perte de diversité) ne sont qu'une petite partie du phénomène : il y a aussi un déclin du nombre des espèces les plus communes (perte en quantité). Il s'agit de raisonner en termes d'habitats, d'individus, de populations, plutôt qu'en nombre d'espèces menacées. Lorsque l'on raisonne ainsi, ce n'est pas le nombre d'espèces menacées d'extinction qui a du sens, mais le nombre de représentants d'espèces ordinaires ou communes : les insectes, les oiseaux...

C'est pour cela que le concept de biomasse est utile : il permet de mesurer le nombre de représentants d'une espèce qui n'est pas en danger de disparition, mais dont les effectifs diminuent tout de même.

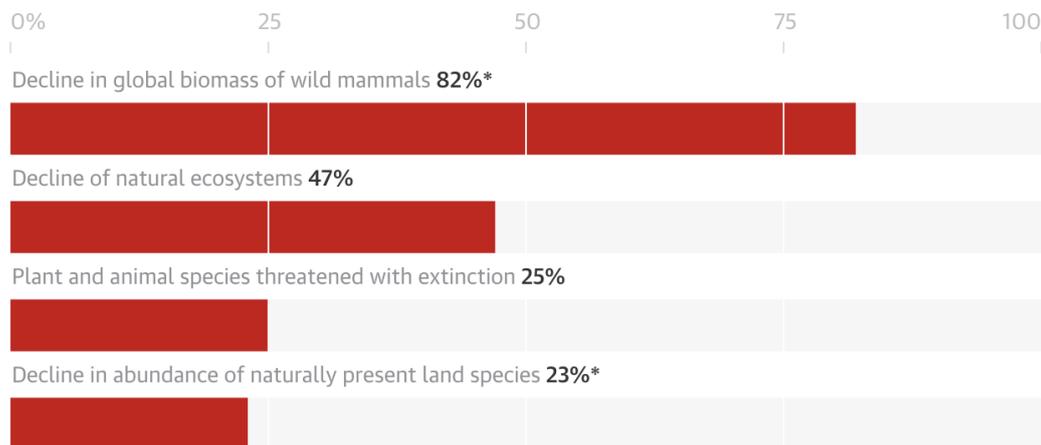
Ainsi, 2,5% de la masse totale des **insectes** disparaît chaque année depuis le début les années 2000 siècle (toujours selon l'IPBES). Il est donc possible que l'ensemble des insectes aient disparu à la fin du siècle sans de profondes modifications des modes d'occupation de la planète (l'agriculture industrielle en particulier joue un rôle majeur dans le déclin des insectes, parce qu'elle repose largement sur l'usage de pesticides). Les papillons et les abeilles sont les plus affectés par ce déclin.

Un petit nombre d'insectes très adaptables augmentent. Par exemple, l'abeille commune américaine résistance aux pesticides voit sa population augmenter dans les dix dernières années. Mais ces dynamiques ne sont pas suffisantes pour compenser les pertes.

Les insectes sont pourtant les animaux les plus variés et les plus nombreux sur la planète, et ils sont essentiels au fonctionnement de l'ensemble des écosystèmes. Ces observations sont similaires sur les populations les plus communes d'oiseaux, de poissons, d'amphibiens, de mammifères sauvages...

Les \* du graphique suivant représentent un décompte depuis la préhistoire.

**Figure 8 – l’activité humaine a impacté à la fois l’abondance et la diversité d’animaux et de plantes**



### c. Le recul des écosystèmes

L’empreinte humaine sur la planète est si grande qu’elle laisse peu de place pour d’autres écosystèmes. La destruction des habitats est la cause majeure de la perte de biodiversité. Le graphique ci-dessous représente la place des écosystèmes naturels sur les terres émergées et non couvertes de glace, et la place des terres consacrées aux activités humaines.

- L’agriculture : 37% des terres émergées.

La production alimentaire a énormément augmenté depuis les années 1970, ce qui a permis de nourrir une population croissante et de générer des emplois et de la croissance économique, mais cela a eu un coût élevé sur les écosystèmes. L’industrie de la viande en particulier a un impact très lourd : un quart des terres émergées et non couvertes par les glaces sont occupés par des prairies pour le bétail.

Ce que montre le rapport est l’extension sur la planète d’une uniformité causée par l’humain, avec un nombre réduit de cultures (maïs, blé, bovins...) qui remplace des écosystèmes divers et riches. En outre, ces monocultures favorisent l’érosion, sont vulnérables aux maladies, à la sécheresse, et aux autres impacts du changement climatique.

- La pêche

Les océans ne sont plus un sanctuaire de la biodiversité. Deux tiers de l’environnement marin a été modifié par des fermes piscicoles, de la pêche industrielle, des routes maritimes ou des mines sous-marines. Ces impacts s’ajoutent au phénomène d’acidification des océans expliqué plus haut.

- L’eau douce

Trois quarts des rivières et des lacs d’eau douce sont utilisés pour nourrir le bétail ou pour irriguer des cultures. En outre, les rejets d’eau usées sont supérieurs à la capacité qu’a la Terre pour les absorber. La majorité des eaux usées sont en effet rejetées sans traitement dans les lacs, les océans et les rivières.

- L’urbain : 3% des terres émergées

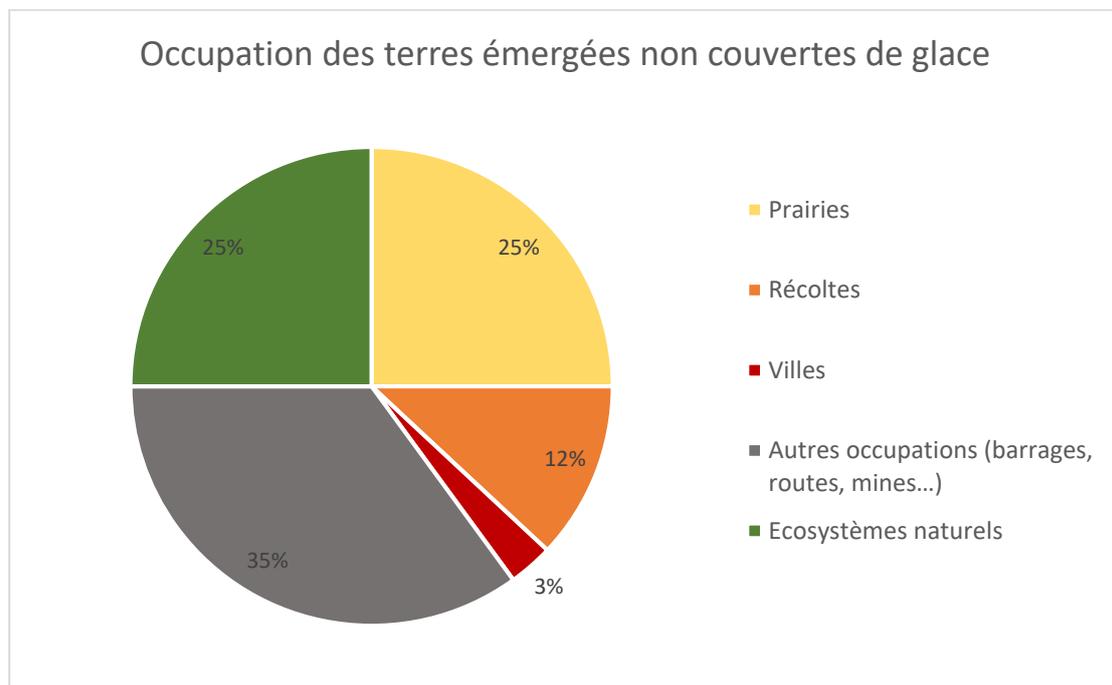
L'urbain ne représente que 3% de l'occupation des terres, mais il est soumis à une forte dynamique d'artificialisation des sols. Cela signifie la transformation profonde des espaces agricoles et naturels, par des routes, des parkings, des zones industrielles, commerciales ou résidentielles. Par exemple, en France, 10% du territoire métropolitain a été ainsi artificialisé entre 2006 et 2012.

- L'extraction de ressources

Les industries extractives sont responsables de la perte de biodiversité. Les ressources sont extraites du sous-sol à un rythme trois fois plus important que dans les années 1970, alors que la population a doublé dans cette période. Les sociétés consomment davantage de ressources fossiles, de métaux, de sable et de gravier, et l'effort de les extraire représente une pression importante sur les écosystèmes.

Pour donner un ordre de grandeur, un habitant d'un pays développé consomme 10 tonnes de ressources par an, soit l'équivalent de 2 éléphants, quand un habitant d'un pays en développement consomme 0,7 tonnes. Une grande partie de cette consommation est invisible parce qu'il est nécessaire de mobiliser de grandes quantités de matériel pour un produit de taille réduite comme un téléphone mobile.

**Figure 9 – espace pris par les écosystèmes naturels terrestres (source : IPBES)**



C'est dans l'interaction des diverses pressions que la perte de la biodiversité doit être envisagée. Par exemple, les espèces occupent une certaine surface qui correspond à une certaine température. Si la température change, la distribution de l'espèce devrait changer. Mais la surface des habitats disponibles est réduite par l'activité humaine.

La préservation de ces écosystèmes est fondamentale : le sauvetage d'une espèce indépendamment de son milieu relève davantage du fantasme que d'une politique durable de préservation de la

biodiversité. Il existe bien des cas isolés : les tigres, qui sont plus nombreux en captivité que les tigres sauvages, mais ces cas isolés ne peuvent être que des cas extrêmes.

Au contraire, les expériences réussies de réintroduction de grands vertébrés disparus à l'état sauvage à partir d'individus reproduits en captivité dépendent de la disponibilité des espaces naturels. Le bison sauvage a ainsi été réintroduit sur la côte hollandaise et dans le Montana (chaque expérience ne représentant que quelques centaines d'individus).

La conservation en captivité généralisée est absurde : conserver une espèce en oubliant les aspects écologiques et évolutifs n'a aucun sens. Une « arche de Noé » des espèces en voie de disparition tout en détruisant les milieux dans lesquels ils vivent n'est pas envisageable pour maintenir la biodiversité.

## CONCLUSION

Les grandes idées à retenir de cette session sont que :

- La sixième extinction est en cours, et les activités humaines en sont à l'origine. Les activités humaines permettent de créer de nouvelles espèces (diversité de produits agricoles par exemple), qui ne sont pas en mesure de compenser les disparitions. Un processus d'uniformisation de la vie sur Terre est en cours.
- L'indicateur des extinctions ne suffit pas pour comprendre ce phénomène, et il faut prendre en compte le déclin des espèces ordinaires à la base du tissu urbain.
- La logique spatiale est centrale dans la compréhension de cette extinction, avec pour cause principale le recul de la place laissée aux écosystèmes naturels et non transformés par les activités humaines.
- La sixième extinction menace les sociétés humaines qui ont besoin du fonctionnement naturel des écosystèmes (pollinisation, épuration des eaux usées, contrôle des maladies...).

## IV. L'ANTHROPOCÈNE

---

L'ampleur des changements globaux et leurs impacts sur le futur de l'humanité sont difficiles à envisager dans leur ensemble. La multiplication des nouvelles alarmantes (sur la biodiversité, sur le changement climatique) peut générer un phénomène d'*éco-anxiété*, ou angoisse vis-à-vis des changements globaux. Ou au contraire, un rejet de ces informations et ce de qu'elles impliquent pour les modes de vie des sociétés industrielles.

Une approche intellectuelle de ces changements est celle d'anthropocène. Il s'agit d'une proposition philosophique pour donner de la cohérence à l'ensemble des changements dans le temps, de discuter l'attribution des responsabilités. Cette notion est critiquée et débattue, et elle coexiste avec d'autres propositions philosophiques, sociales et économiques : la *décroissance*, la *modernisation écologique* par exemple, qui peuvent faire l'objet d'autres cours.

Cette session mobilise comme principale source le travail de Christophe Bonneuil, *L'Événement anthropocène : la Terre, l'histoire et nous* (Bonneuil and Fressoz, 2016). Nous reprenons ici l'affirmation de Christophe Bonneuil lorsqu'il introduit la notion ;

*L'Anthropocène : nous y sommes déjà, alors autant apprivoiser ce mot barbare et ce dont il est le nom. C'est notre époque. Notre condition. Cette époque géologique est le fruit de notre histoire depuis deux siècles et quelques. L'Anthropocène, c'est le signe de notre puissance, mais aussi de notre impuissance. Proposé dans les années 2000 par des spécialistes des sciences du système Terre, l'Anthropocène est **une prise de conscience essentielle pour comprendre ce qui nous arrive**. Car ce qui nous arrive n'est pas une crise environnementale, c'est une révolution géologique d'origine humaine.*

Nous mobilisons ici la notion d'anthropocène dans le même objectif que Christophe Bonneuil : pour comprendre – et permettre aux étudiants de comprendre – les changements globaux dans une première partie. Elle permet de poser deux grandes questions qui permettent de mieux comprendre les changements globaux :

- Quand commencent les changements globaux ? (volet diagnostic de la notion)
- Qui est responsable de ces changements ? (critiques de la notion formulées par la communauté scientifique).

### 1. Un quart de millénaire d'anthropocène (Quand ?)

La notion d'anthropocène a été popularisée à la fin des années 1990 par le chimiste de l'atmosphère Paul Joseph Crutzen pour désigner une « nouvelle ère » géologique. Selon lui, l'« empreinte humaine sur l'environnement planétaire est devenue si vaste et si intense qu'elle rivalise avec certaines des grandes forces de la nature en terme d'impacts sur le système terre ».

En effet, les traces des activités humaines sont et seront inscrites dans les couches géologiques de la planète, et elles marqueront une distinction claire avec de nouveaux matériaux (plastiques,

radionucléides, béton...), une réduction de la diversité des fossiles, et un changement de la composition chimique de l'atmosphère emprisonnée dans les glaces.

Les transformations des activités humaines ne sont pas une interrogation propre à la fin du XXe siècle. Au long du XIXe siècle, des penseurs comme le journaliste français Eugène Huzar se sont inquiétés des conséquences de la combustion du charbon. Un de ses textes écrit en 1957 est particulièrement pertinent pour l'époque actuelle.

*Dans cent ou deux cents ans le monde, étant sillonné de chemins de fer, de bateaux à vapeur, étant couvert d'usines, de fabriques, dégagera des billions de mètres cubes d'acide carbonique et d'oxyde de carbone, et comme les forêts auront été détruites, ces centaines de billions d'acide carbonique et d'oxyde de carbone pourront bien troubler un peu l'harmonie du monde.*

Pour expliquer le concept d'Anthropocène, il est essentiel de proposer un retour historique sur le changement que ce concept se donne l'ambition de saisir. Il repose en effet sur le principe de grandes ruptures, que nous détaillons ici :

- La colonisation des terres émergées par l'espèce humaine et l'invention de l'agriculture, des ruptures longues de plusieurs millénaires.
- L'invention de la machine à vapeur, une rupture beaucoup plus rapide et plus intense, à la fin du XVIIIe siècle
- La mobilisation du pétrole comme source d'énergie à partir de la deuxième moitié du XXe siècle

L'Anthropocène est une notion débattue, et l'un des objets de débat est le choix du début de cette ère, suivant l'une ou l'autre de ces ruptures. Chacun de ces choix possède une signification différente sur la responsabilité de l'avènement d'une nouvelle ère géologique définie par les activités humaines.

#### **a. Avant 1750 : une empreinte importante sur l'environnement**

C'est à partir de -125 000 ans, que la mégafaune disparaît en même temps que la colonisation des terres émergées par les hominidés (sapiens, néanderthal...). Cette période voit disparaître parmi d'autres les grands éléphants, les grands tatous et les paresseux géants au fur et à mesure de l'extension de la présence humaine. Les évolutions du climat jouent aussi un rôle, mais la théorie la plus récente (publié dans la revue Science en 2018) est que la chasse a eu un impact déterminant sur ces extinctions (Smith *et al.*, 2018).

Depuis – 10 000 ans, il a inventé l'agriculture et défriché une grande partie de l'Europe et de l'Asie. Il s'agit de l'holocène, une période de réchauffement et de stabilité climatique, qui voit éclore les premières civilisations (Marchant *et al.*, 2009). La déforestation a formé les écosystèmes terrestres de manière extensive sur pendant toute la période de l'holocène dans les régions tempérées et les régions tropicales.

Ainsi, par la chasse et la transformation des milieux, l'humain a été un facteur d'extinction des espèces bien avant l'invention de la machine à vapeur.

= si l'on fait commencer l'anthropocène à cette période, c'est l'ensemble de l'humanité qui est responsable des changements globaux. Il est possible de défendre cette définition en soulignant que les couches sédimentaires renseignent à la fois la déforestation et la disparition des animaux avec l'expansion de l'homme.

#### **b. Depuis 1750 : une transformation sans précédent de la majorité des biomes de la planète**

Paul Joseph Crutzen, en popularisant la notion d'anthropocène, propose de prendre la date de 1784 et d'en faire une rupture par rapport à l'holocène. 1784 est la date du brevet de James Watt sur la machine à vapeur, symbole du commencement de l'âge industriel, et du processus de « carbonification » de notre atmosphère par la combustion du charbon prélevé dans le sous-sol (terme employé par Christophe Bonneuil).

L'anthropocène se caractérise par une mobilisation inouïe de l'énergie par les humains grâce aux ressources fossiles. Ce saut énergétique a servi à transformer la planète, à défricher, urbaniser, aménager les écosystèmes. Le charbon formé il y a des centaines de millions d'années est extrait massivement à partir de 1750 pour alimenter les machines à vapeur. Cette énergie fossile supplante les énergies renouvelables. Elle est utilisée dans les transports, l'agriculture, et l'industrie des produits manufacturés. Il s'agit d'une énergie « facile » qui permet une croissance économique, un accroissement démographique et une artificialisation anthropique des terres.

Un siècle plus tard, en 1809, la concentration de CO<sub>2</sub> atteint un « optimum holocénique » de 284ppm, soit la concentration extrême de CO<sub>2</sub> mesurée dans les 10 000 dernières années. Cela signifie que les moyennes inscrites dans le temps long commencent à être dépassées (pour rappel : nous sommes aujourd'hui à 415 ppm). La rupture est d'ampleur géologique et non plus seulement historique. L'atmosphère terrestre sort de l'holocène.

= si l'on fait commencer l'anthropocène en 1750, cela permet de montrer quels sont les processus profonds de cette ère géologique : l'avènement d'une société « thermo-industrielle » fondée sur les énergies fossiles, qui permet de s'arracher aux limites de la planète pour un temps court de quelques centaines d'années.

#### **c. 1950, une autre proposition pour le début de l'anthropocène**

Une autre proposition pour le début de l'anthropocène est la date de 1950. Elle correspond à trois événements majeurs :

- Les nouveaux radionucléides largués dans l'atmosphère

Le 16 Juillet 1945, lorsqu'explose la première bombe atomique dans le désert du Nevada, est un moment marquant dans la mesure où ces radionucléides apparaîtront dans la couche géologique correspondant au XXe et au XXIe siècle.

- La nouveauté des produits de la pétrochimie

Elle est permise par le pétrole abondant et bon marché : sa densité énergétique et sa maniabilité sont sans égales et ne seront probablement égalées par aucune autre source d'énergie dans le futur de l'humanité.

- L'expansion des engrais azotés de synthèse

En 1914, invention de la synthèse de l'ammoniaque à partir de l'azote présent dans l'air d'une part, et de l'hydrogène présent dans le gaz naturel d'autre part : un processus qui demande beaucoup d'énergie et de gaz fossile. Ils permettent une augmentation du rendement par rapport à l'amendement des sols avec des engrais traditionnels (fumier, algues dans les régions côtières, chaux...). Ils permettent aussi de ne pas avoir recours à l'extraction de nitrates du sol (guano d'Amérique latine et mines de nitrates au Chili). Cette invention est couplée avec la mécanisation permise par le pétrole pour le semis, la récolte, et le traitement de productions agricoles.

Résultat : Là où il fallait 100 heures pour labourer, semer, et récolter un hectare de céréales il y a 100 ans, il faut aujourd'hui 20 minutes. Il s'agit d'un changement majeur dans l'activité humaine qui permet de produire des quantités inégalées de nourriture sans recours à une augmentation de main-d'œuvre.

À partir de cette date, le chimiste américain Will Stephen propose la notion *Grande accélération* en 2005, c'est-à-dire une augmentation d'une kyrielle d'indicateurs de l'activité humaine. Le « tableau de bord » de cette étape historique est résumé ci-dessous en 24 graphiques, avec la date de 1950 colorée en rouge et marquée d'un trait vertical.

La mobilisation des ressources fossiles permet l'augmentation de la population humaine, et celle de la production qui soutient cette population (les indicateurs sont ici ceux des transports, de l'engrais, du papier). Elle s'accompagne d'une augmentation de la consommation d'eau et de terres.

La partie droite du graphique montre la pression engendrée par cette grande accélération sur les ressources et les écosystèmes, et ses impacts sur la température et les gaz à effet de serre contenus dans l'atmosphère.

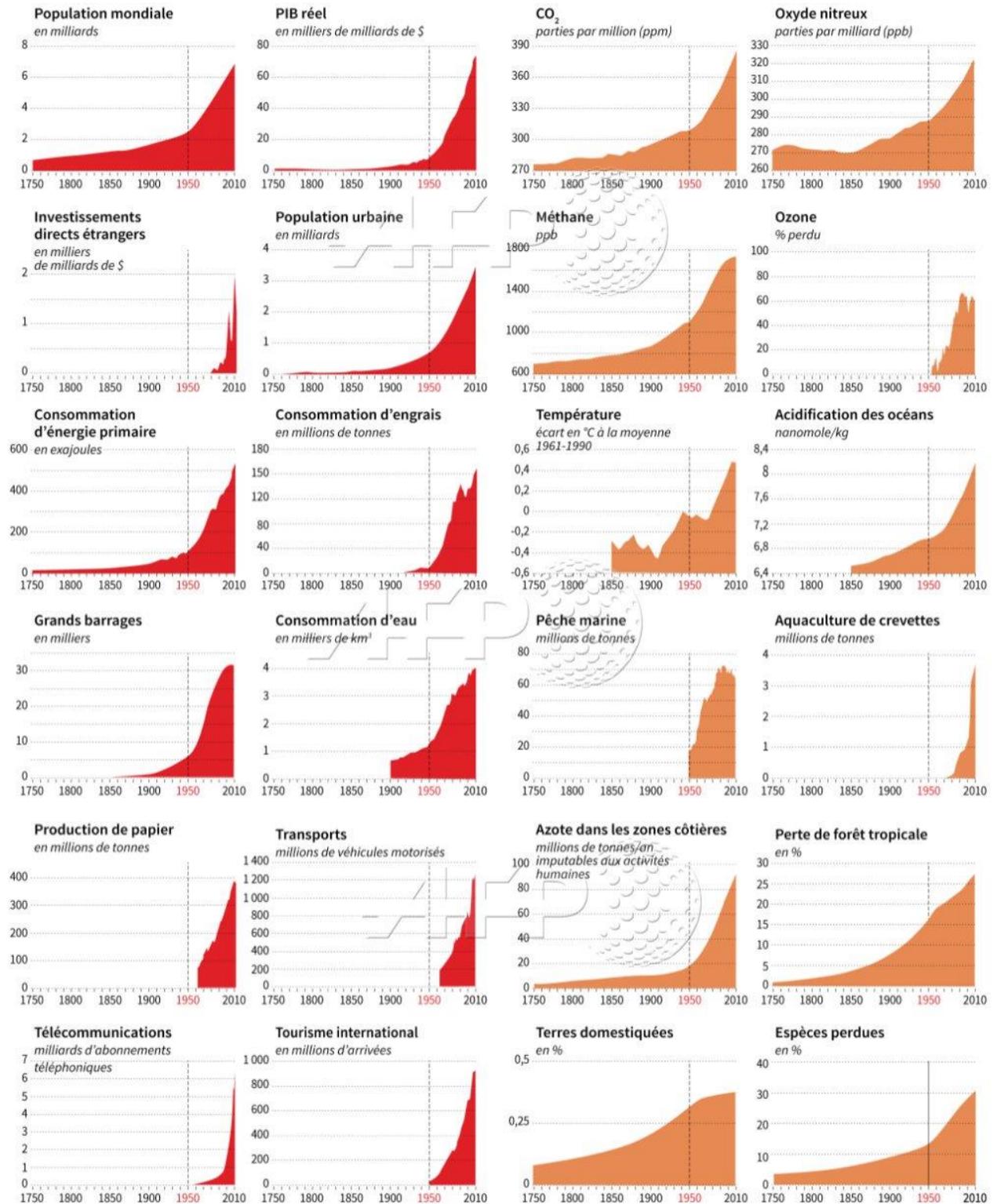
Cette *Grande Accélération* n'est pas un phénomène uniforme d'accélération de la croissance, mais un changement qualitatif de mode de vie, qui arrime une croissance mondiale forte à une croissance encore plus forte d'énergie fossile.

= si l'on fait commencer l'anthropocène en 1950, cela permet de montrer le saut quantitatif représenté par les activités humaines au cours du XXe siècle, et de saisir l'ampleur des changements opérés par le recours au pétrole.

Figure 10 - graphiques de la grande accélération

## La «grande accélération»

Depuis 1950, augmentation de plus en plus rapide de différents paramètres de l'activité humaine et du changement climatique



Source : WWF

© AFP

## 2. Critiques de la notion d'anthropocène

*100 entreprises sont responsables de 70% des émissions cumulées de CO<sub>2</sub> et de méthane depuis 1988 (parmi lesquelles Exxon Mobil, Shell, BP et Chevron)<sup>1</sup>*

*Un indien Yanomani qui chasse, pêche, jardine dans la forêt amazonienne sans aucune énergie fossile consomme bien moins qu'un américain moyen.*

Tous les humains ne sont pas également responsables de l'avènement de l'anthropocène. Les indiens Yanomani, les Kenyans, les Français, les Américains, les actionnaires ou directeurs d'entreprises responsables d'émissions doivent-ils se sentir également responsables du changement climatique et de l'anthropocène ? Alors qui est cet *anthropos*, cet être humain générique qui est responsable de cette nouvelle ère géologique ? Est-ce que l'humanité prise comme un tout existe ?

Des critiques ont été formulées à l'encontre de la notion d'anthropocène, l'identifiant comme entreprise de dépolitisation des sujets qu'elle concerne, comme si tous les humains étaient également responsables.

En effet, si les hommes sont en effet devenus les principaux acteurs des transformations de la Terre, la majorité des humains sont aussi devenus les victimes de ces transformations, plutôt que leurs agents.

Christophe Bonneuil et Jean-Baptiste Fressoz eux-mêmes défendent la nécessité d'une vision différenciée de l'humanité pour construire des politiques futures plus efficaces et plus justes. Ils évoquent des définitions alternatives proposées par des penseurs qui identifient d'autres responsables qu'un *anthropos* générique.

Ces critiques ne portent pas sur le diagnostic qui est fait des multiples crises environnementales – le consensus scientifique est largement établi en 2019<sup>2</sup> – mais sur l'attribution de la responsabilité à travers la terminologie employée.

### a. La faute des pays développés anglophones

Une série d'arguments permet de soutenir la proposition d'ANGLOCÈNE par Christophe Bonneuil et Jean-Baptiste Fressoz.

En effet, l'empire britannique a été permis par le charbon, pour exporter des hommes, des capitaux, des marchandises, transformer et importer des matières premières. L'hégémonie américaine, elle, a été aussi permise par le charbon quand la main d'œuvre était rare au XIXe siècle.

Ensuite, le développement de l'utilisation du pétrole et l'ordre économique de l'après-guerre à la fin des années 1940 ont profité aux États-Unis. Ils ont établi un ordre mondial dans lequel le dollar est la monnaie mondiale (accords de Bretton Woods) et qui est fondé sur le libre-échange et la croissance.

---

<sup>1</sup> La source de ce chiffre provient du rapport *The carbon majors database publié en 2017 (Griffin, 2017)*. Le rapport peut être lu [avec ce lien](#).

<sup>2</sup> 97% des experts climatiques concordent sur le diagnostic d'une origine anthropique du changement climatique : l'ensemble des scientifiques du GIEC, et les enquêtes successives réalisées par le journal *The Guardian* sur 12 000 revues à comité de lecture sur la science climatique (Cook *et al.*, 2013). La synthèse peut être lue [avec ce lien](#).

Cet ordre a pour objectif de trouver des débouchés à la gigantesque production industrielle et agroalimentaire des États-Unis.

Ce choix de terminologie permet de situer le début des changements globaux dans le temps : c'est au début du XIXe siècle, avec l'entrée dans l'ère industrielle, que l'ensemble du système Terre est altéré et que l'humanité devient une force géologique. La notion permet ainsi de distinguer une civilisation et des sociétés responsables.

### **b. La faute du système capitaliste**

D'autres arguments permettent de soutenir la notion de CAPITALOCENE, proposée par Andreas Malm. L'idée est que l'anthropocène est causé par l'avènement de la consommation comme un but en soi, soit l'avènement du capitalisme de marché. Dans son ouvrage *Fossil Capital : The Rise of Steam Power and the Roots of Global Warming*, Malm suggère entre autres que ce ne serait pas l'activité humaine *en soi* qui menace de détruire notre planète, mais bien l'activité humaine *telle que mise en forme par le mode de production capitaliste*. Nous ne serions donc pas à « l'âge de l'homme » comme le sous-tend le concept d'Anthropocène, mais bien à « l'âge du capital », selon la lecture de Malm (Legault, 2016).

### **a. La faute de « quelques-uns »**

La notion d'OLIGANTHROPOCENE, soit l'ère d'une domination de quelques hommes (*oli* en grec : peu). Le géographe Erik Swyngedouw qui propose cette notion (2014) veut ainsi souligner le fait que cette époque géologique est causée par une petite fraction de l'humanité.

Il s'inscrit en cela un champ de recherche, la *political ecology* qui se donne pour objectif – entre autres – de déconstruire les récits sur les limites des ressources naturelles.

## **2. Qui est affecté par l'anthropocène ?**

Les communautés aux premières lignes de la phase initiale du changement climatique sont les communautés insulaires et côtières exposées à la montée des eaux, les communautés indigènes et les paysans partout dans le monde qui ne reconnaissent plus leurs paysages et leurs saisons. Une forme diagnostiquée de trouble dans ces cas est le *deuil écologique*, une réponse à la perte liée au changement climatique (Cunsolo and Ellis, 2018).

Les habitants des villes des pays développés sont moins exposés physiquement à cette première phase. Cependant, un trouble observé chez les scientifiques est celui d'*anxiété climatique*, ou celui de *stress climatique pré-traumatique* : ils désignent le fait de s'inquiéter avant la survenue de catastrophes écologiques (Servigne *et al.*, 2018), alors que les conséquences physiques ne sont pas manifestes.

## CONCLUSION/DISCUSSION

---

C'est le devenir de la Terre et de l'ensemble de ses êtres qui est en jeu. Le concept nous met face à une triple réalité :

### **Les facteurs des changements globaux fonctionnent à pleine puissance en 2019**

En 2019, la grande accélération se maintient, les émissions de CO<sub>2</sub> ne montrent pas de déclin, et les activités extractives n'ont jamais été aussi intenses. Le modèle de développement occidental s'est globalisé et les couches sociales supérieures des pays du Sud aspirent aux mêmes modes de vie que les occidentaux, contribuant fortement à l'action climatique humaine.

### **Les impacts des changements globaux sont à leur phase initiale**

Dans le même temps, deux communautés scientifiques mesurent les changements dans la composition de l'atmosphère (le GIEC) et l'évolution de la biodiversité (l'IPBES). Leurs diagnostics concordent sur une ampleur globale des changements et des risques importants auxquels sont confrontées les sociétés humaines.

Pourtant, les changements globaux ne sont qu'à leur phase initiale. Il s'agit donc d'un moment de bascule où la résilience des écosystèmes aux pressions exercées par les activités humaines est en train d'atteindre ses limites.

### **La vie sur Terre n'est pas menacée, mais les sociétés humaines telles qu'elles existent le sont**

La Terre a vu d'autres extinctions, et de nouvelles formes de vie sont apparues par la suite. Mais ces processus de reconstruction sont longs et s'étendent sur des centaines de milliers d'années. Même en réduisant drastiquement l'empreinte écologique, en inventant une civilisation sobre, la Terre mettra des siècles, voire des centaines de milliers d'années à retrouver un régime climatique et géo biologique analogue mais non comparable à l'holocène. Les traces de notre âge urbain, industriel, consumériste, chimique et nucléaire resteront pour des milliers d'années dans les archives géologiques de la planète.

Or, les sociétés humaines dans leur forme actuelle ont besoin en abondance d'eau, de terres arables, d'océans poissonneux, de minerai et dans des zones accessibles. Sans des efforts globaux et concertés, le fonctionnement actuel des sociétés humaines est menacé.

DISCUSSION AVEC LES ÉTUDIANTS : une nouvelle conception de la liberté qui soit différent de celui des Modernes. Pour l'économiste Benjamin Constant en 1819, la liberté était synonyme de « sécurité dans les jouissances privées » permises par un gouvernement se limitant à garantir le droit de propriété. Il n'était pas question de limiter la propension des individus à produire, échanger, consommer. Cette vision de la liberté comme un idéal individualiste s'est imposée culturellement sur la planète entière. Il s'agit de repenser la liberté autrement que comme un arrachement aux déterminations naturelles.