



Climat, biodiversité: Panorama des crises écologiques

Elodie Vercken, Directrice de Recherches
Institut Sophia Agrobiotech, INRAE-CNRS-UniCA

Notions générales sur la crise climatique



INRAE

Panorama des crises écologiques

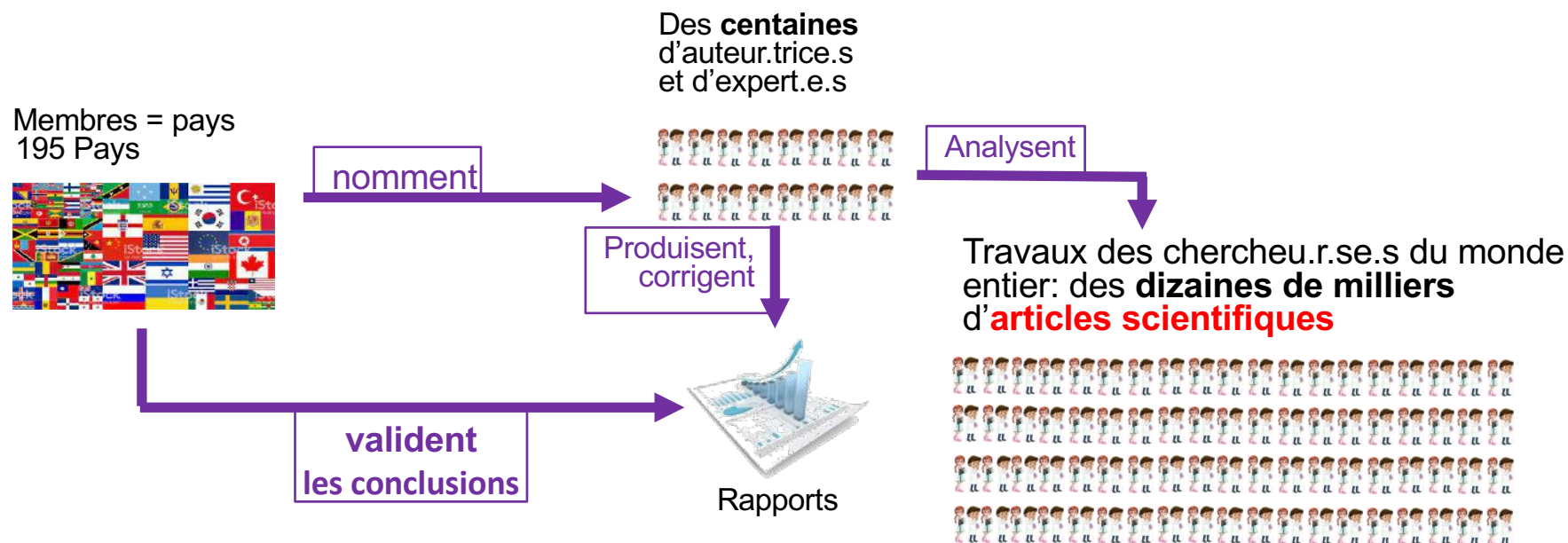
Journée de formation des enseignants du secondaire – octobre 2023

➤ Le consensus scientifique sur le climat



GROUPE D'EXPERTS **I**NTERGOVERNEMENTAL SUR L'**E**VOOLUTION DU **C**LIMAT

(IPCC in English)



INRAE

Panorama des crises écologiques

Journée de formation des enseignants du secondaire – octobre 2023

➤ L'effet de serre, à l'origine de la vie sur Terre

Rayonnements
UV



Rayonnements
infra-rouge

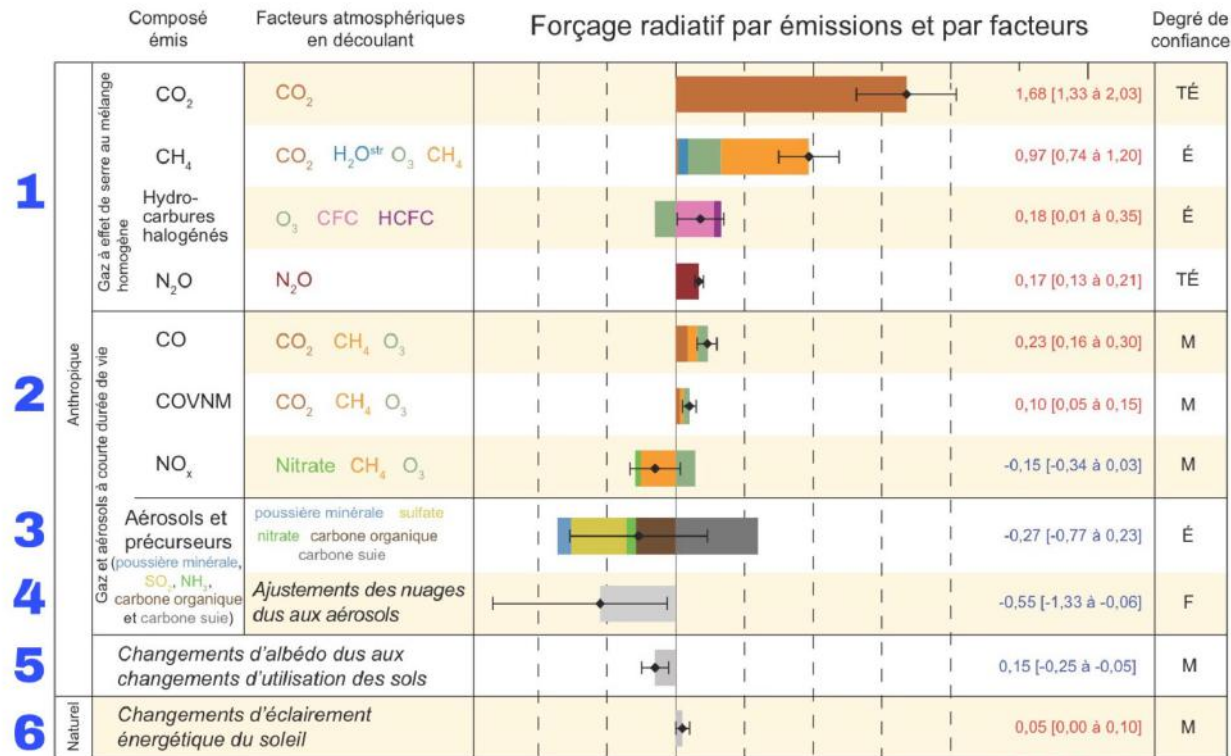
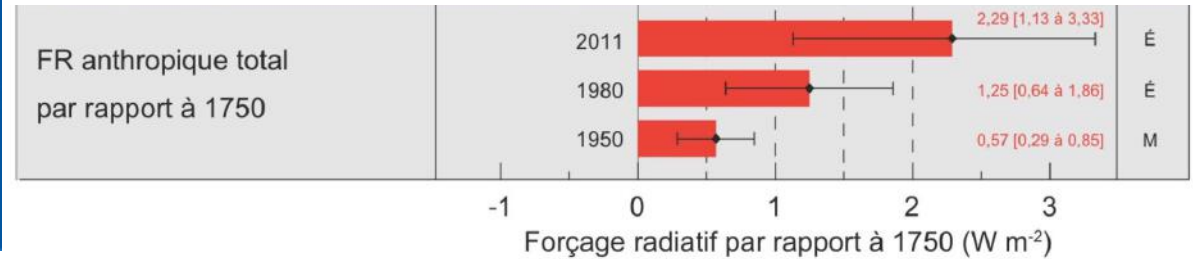


Source: Ademe

➤ Le forçage radiatif: un déséquilibre dans le bilan thermique planétaire



2019: +2.7 W/m²



INRAE

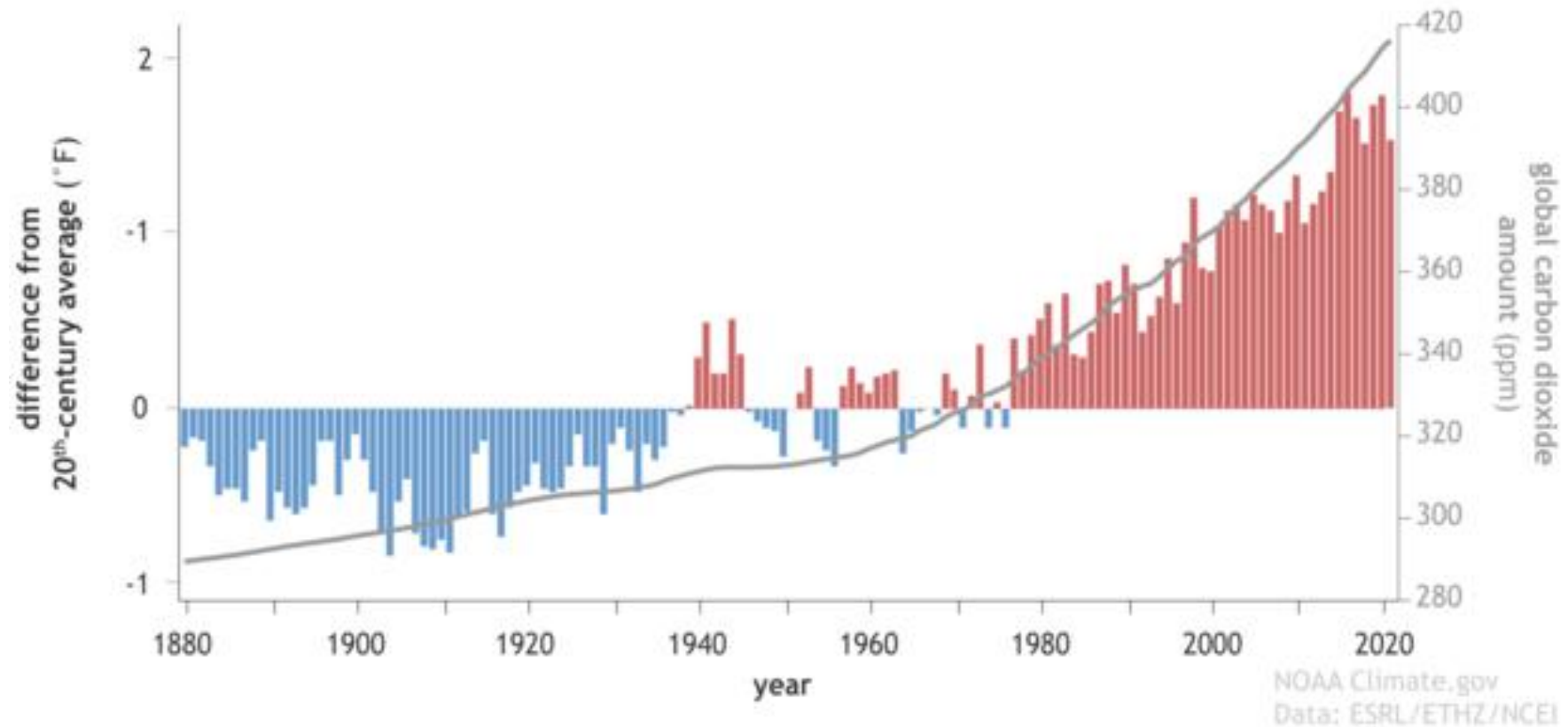
Panorama des crises écologiques

Journée de formation des enseignants du secondaire – octobre 2023

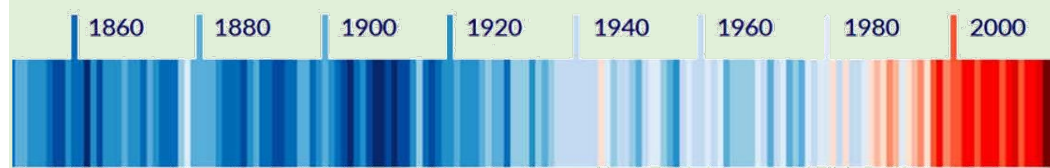
Source: 5^e synthèse du GIEC (2014)

➤ Impact sur la température globale moyenne

Changes in global temperature and average atmospheric carbon dioxide (1880-2021)



Températures annuelles globales 1850 - 2020

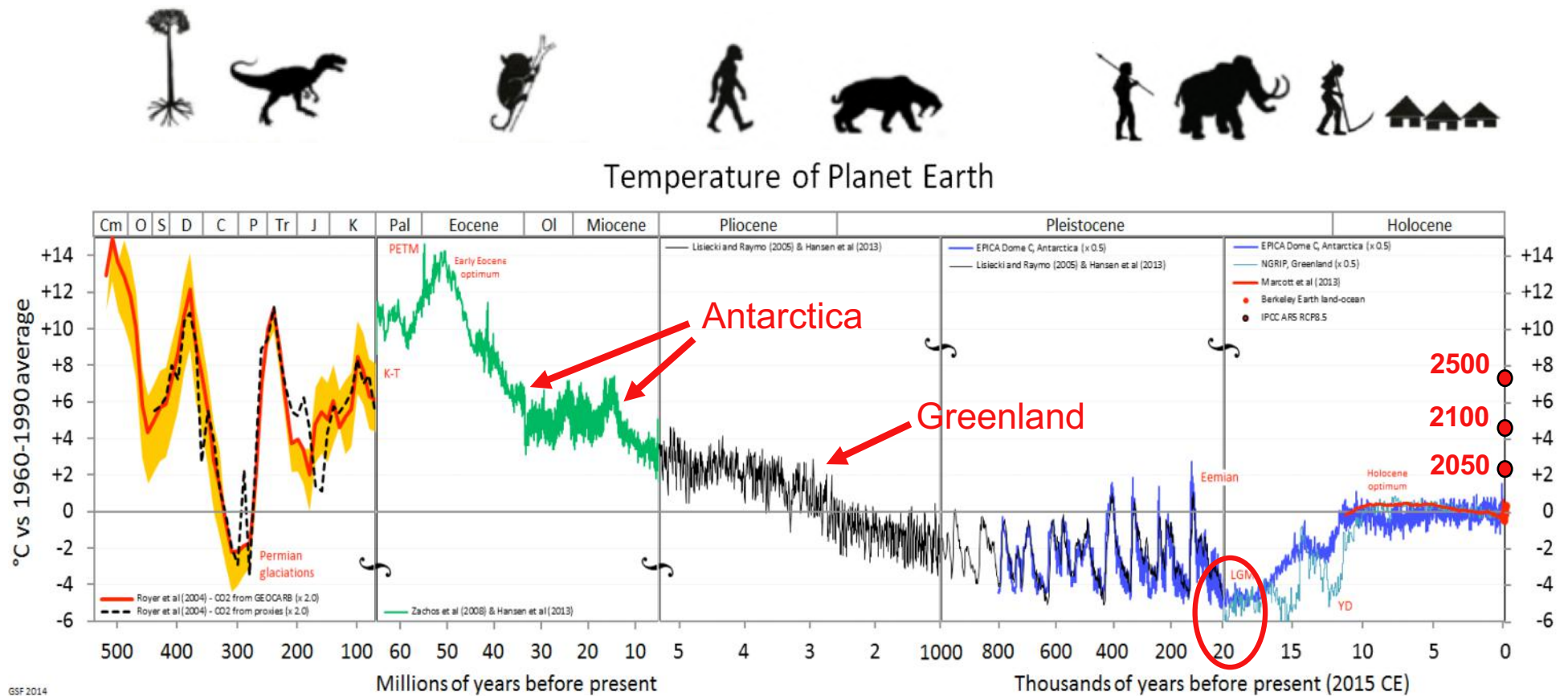


INRAE

Panorama des crises écologiques

Journée de formation des enseignants du secondaire – octobre 2023

➤ Des températures actuelles et à venir inédites pour l'espèce humaine



GSF 2014

Dernier maximum glaciaire

Adapté de Haywood et al. 2019

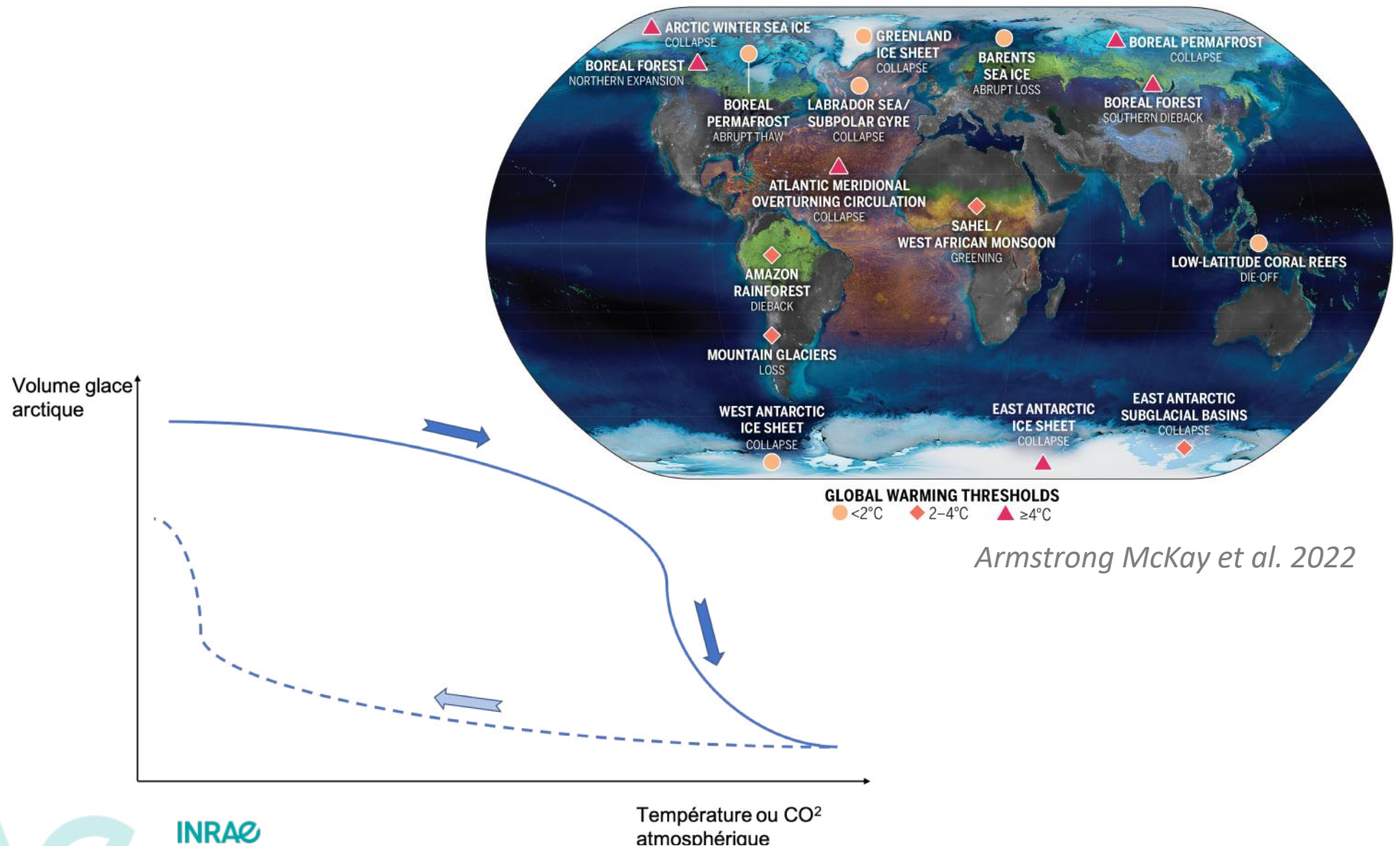


INRAE

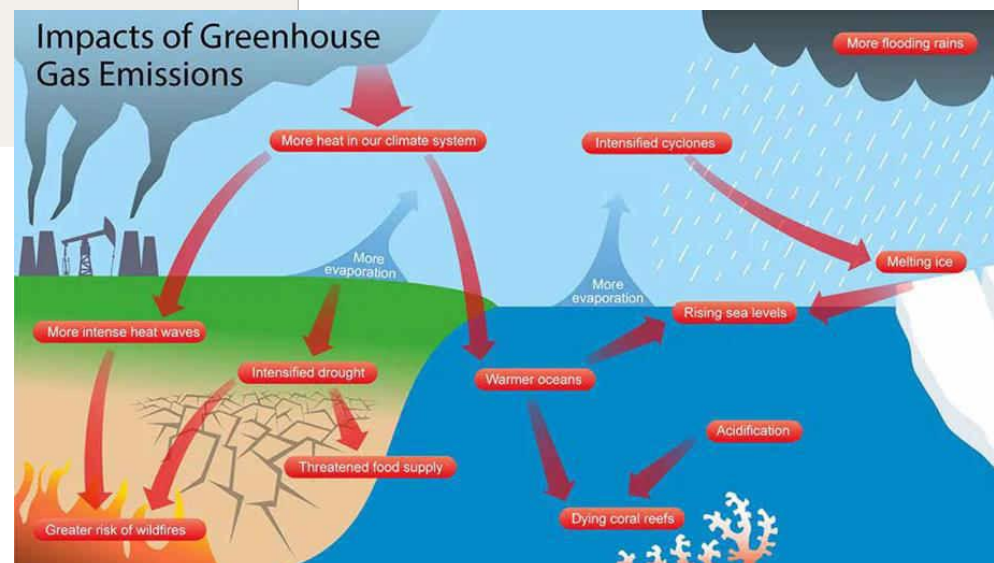
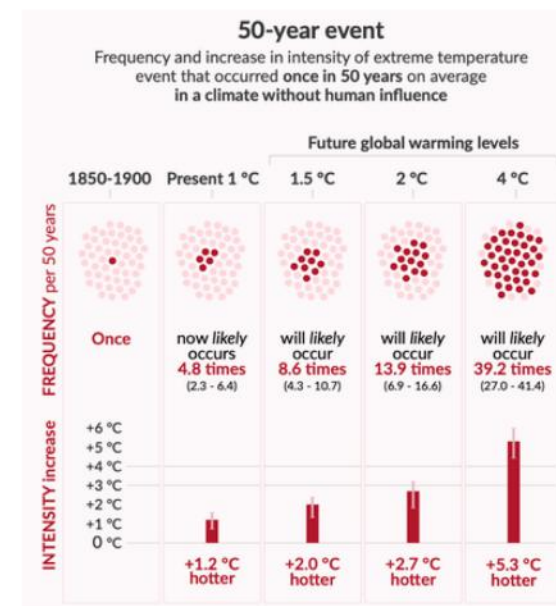
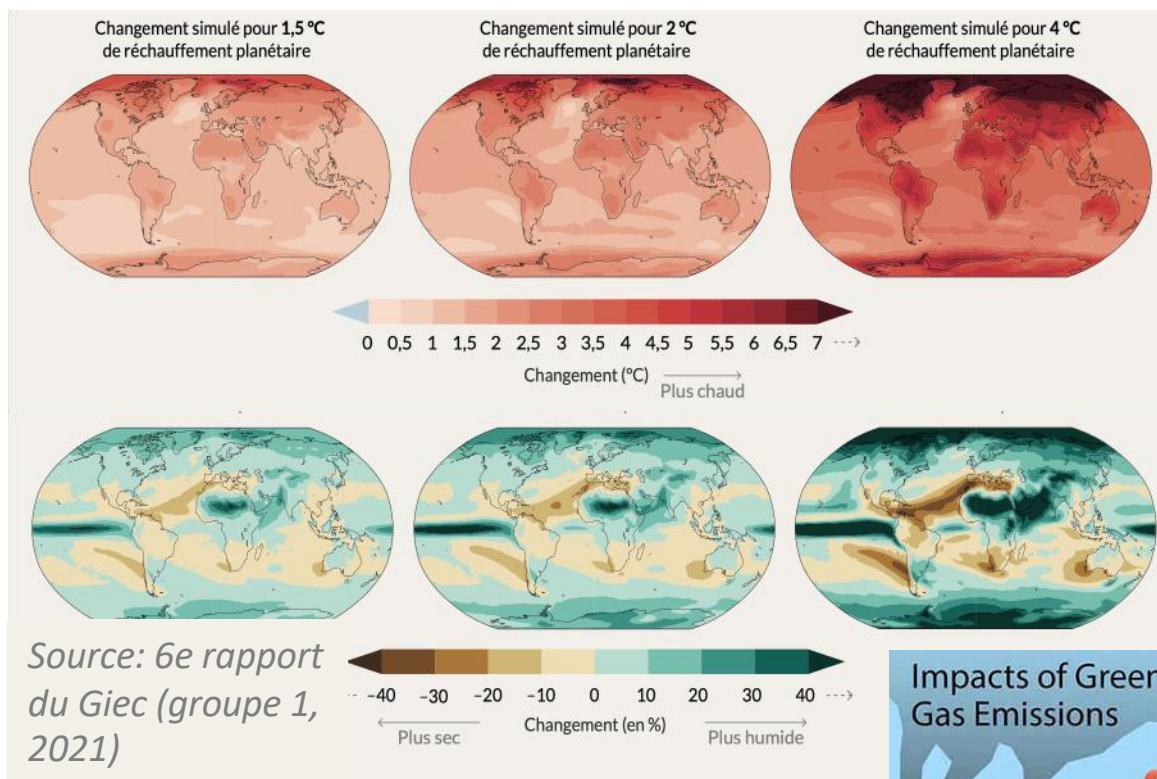
Panorama des crises écologiques

Journée de formation des enseignants du secondaire – octobre 2023

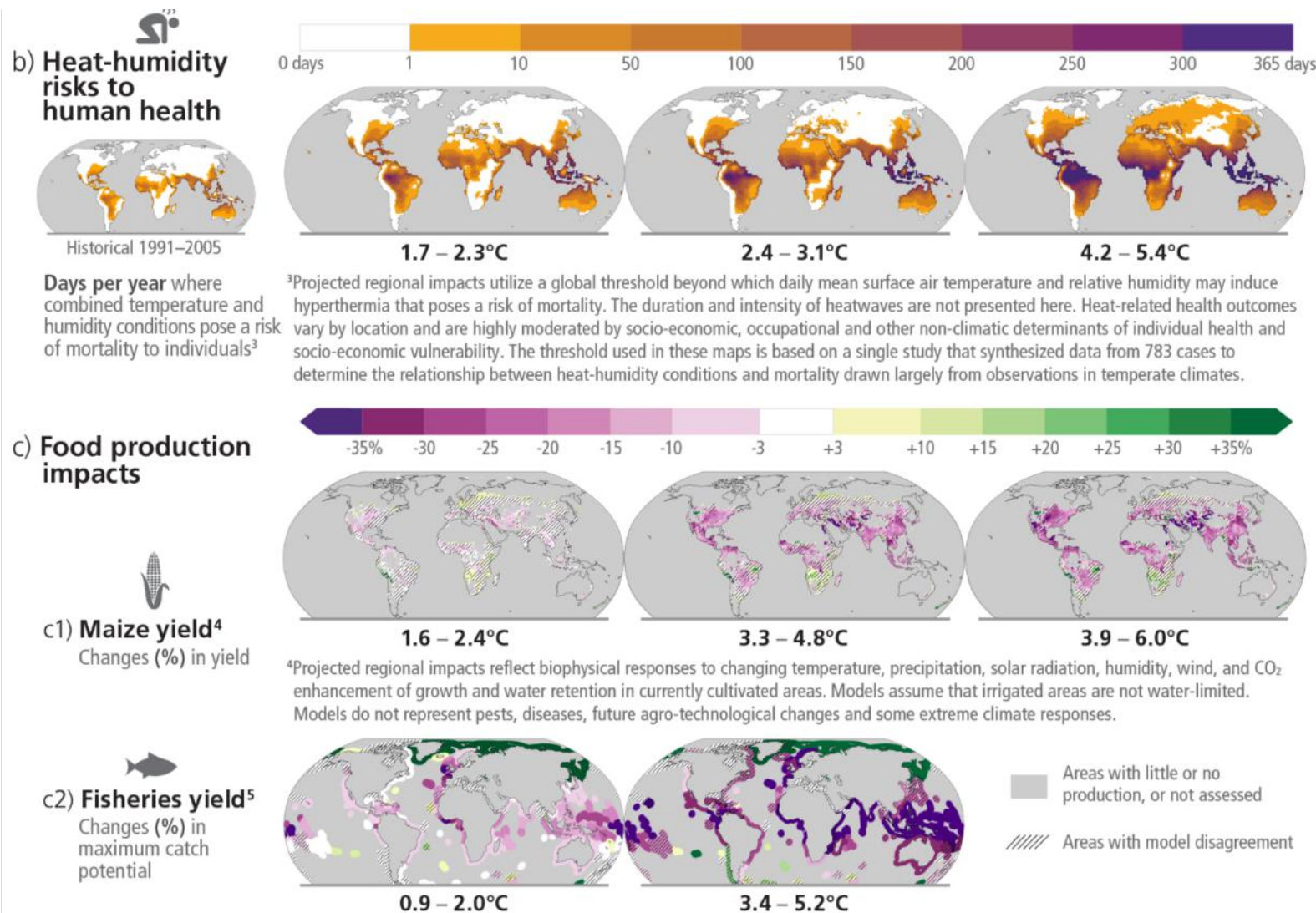
➤ Les « points de bascule »: des risques de rupture climatique



➤ Un réchauffement mais pas seulement...



➤ Des conséquences dramatiques sur les sociétés humaines



**Zones
inhabitables
0.8% => 19%**

Source: 6^e synthèse du GIEC (2023)

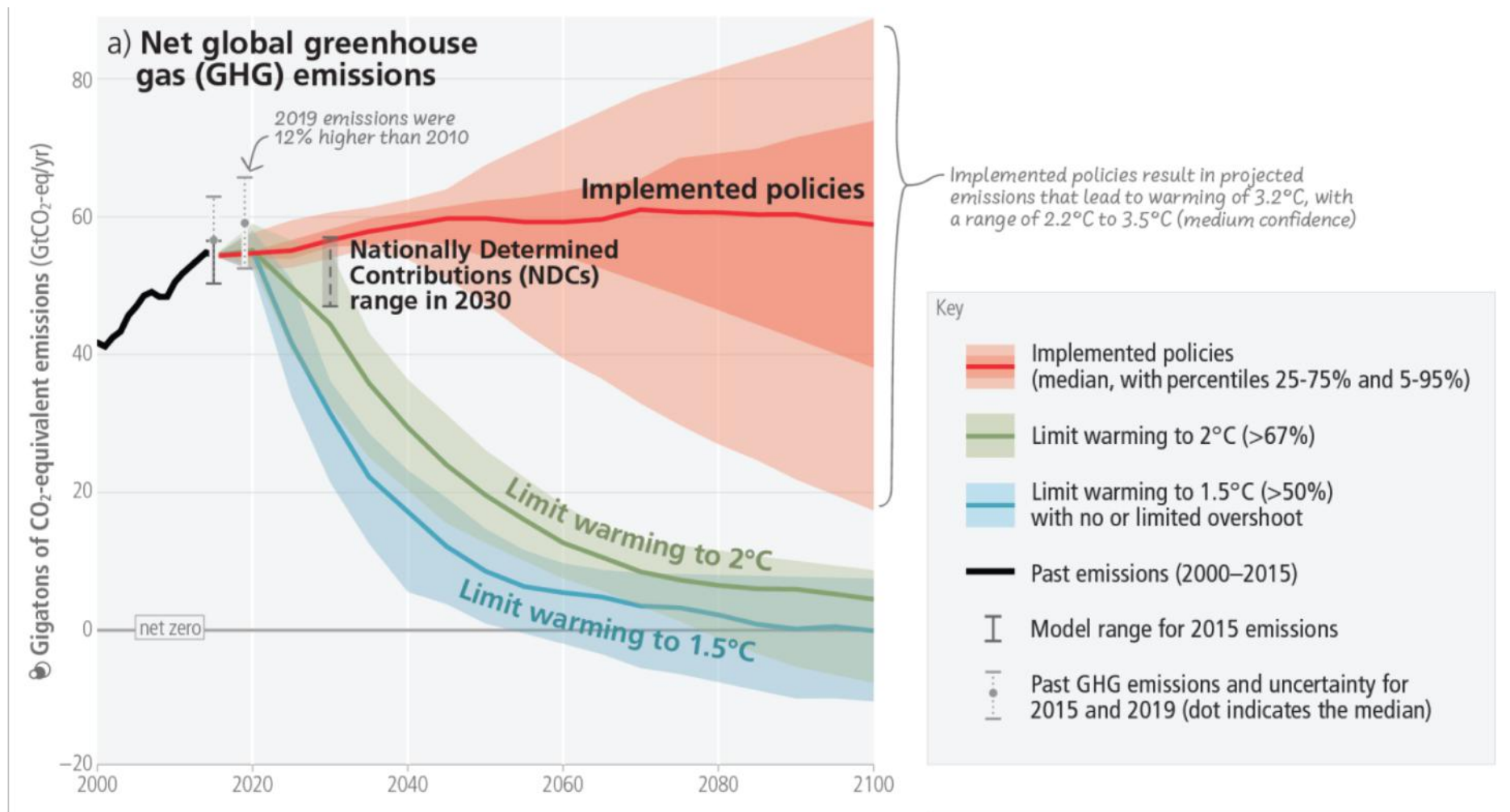


INRAE

Panorama des crises écologiques

Journée de formation des enseignants du secondaire – octobre 2023

➤ Quelle est la trajectoire actuelle?



Source: 6^e synthèse du GIEC (2023)



INRAE

Panorama des crises écologiques

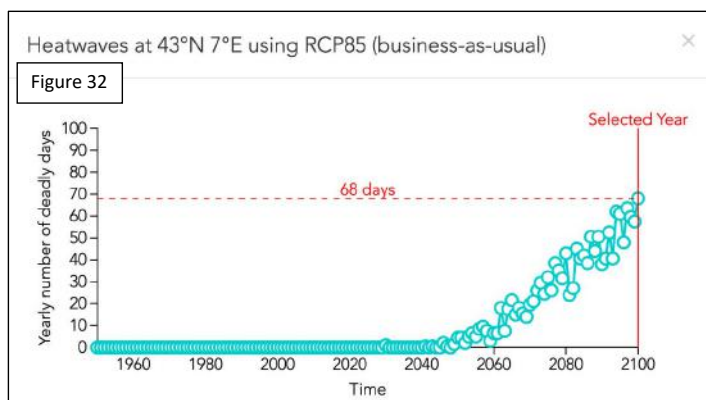
Journée de formation des enseignants du secondaire – octobre 2023

➤ Quelle vie à Nice à +3°C?

- Température **moyenne mondiale** (environ +50% en région méditerranéenne)
- Températures moyennes estivales jusqu'à +7°C
- Augmentation de la fréquence et de l'intensité des événements extrêmes: feux surfaces x3-x5, inondations +40% sécheresses +50%, canicules x3
- Impact sur la santé: 68 jours par an de conditions « léthales », sensibilité ++ aux polluants atmosphériques, augmentation des maladies vectorielles (dengue, chikungunya, fièvre hémorragique de Crimée-Congo...)



Photo: SIPA/AP/Alberto Lo Biancp



Source: N. Martin, 2020

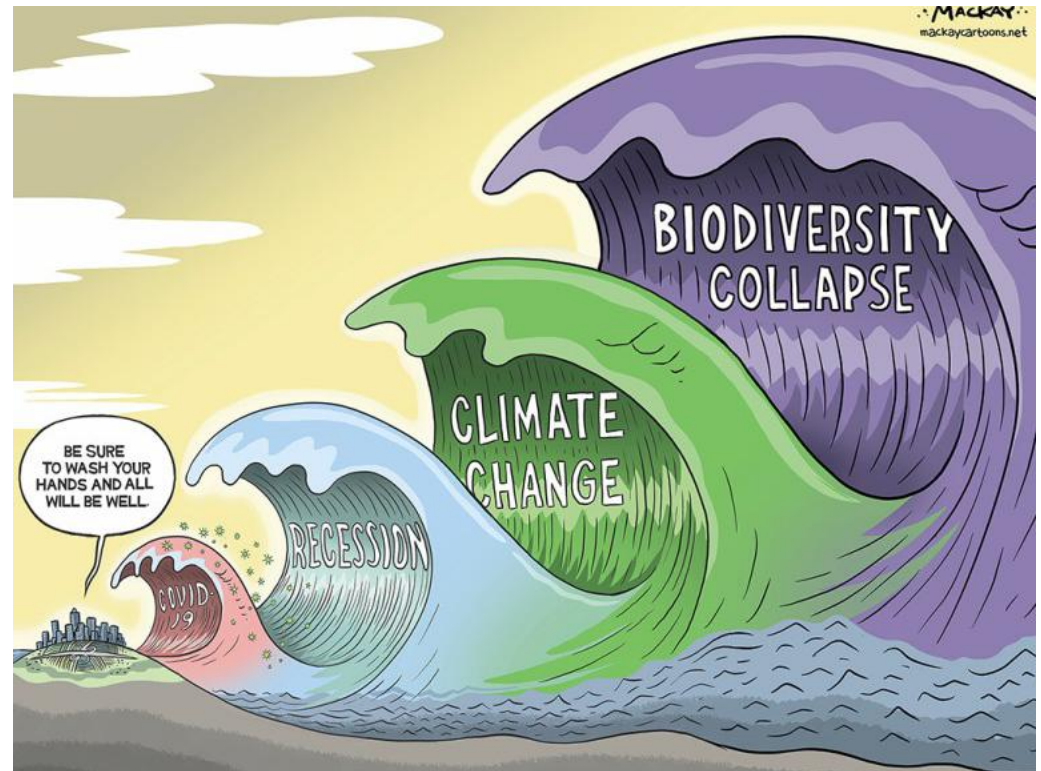


INRAE

Panorama des crises écologiques

Journée de formation des enseignants du secondaire – octobre 2023

➤ Effondrement de la biodiversité : à l'aube de la 6^e extinction de masse

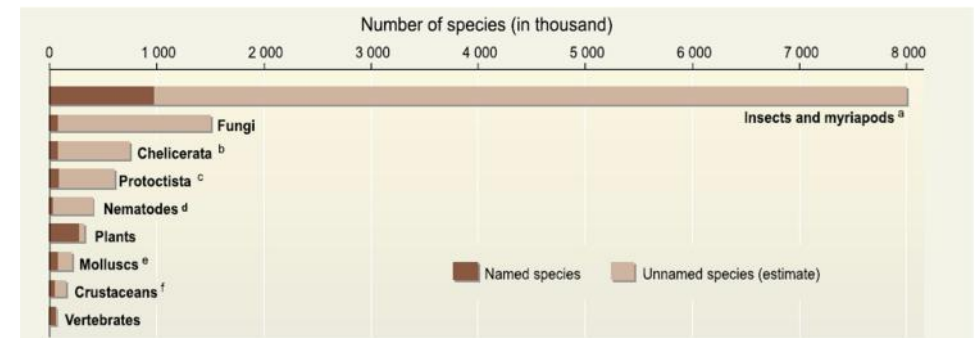
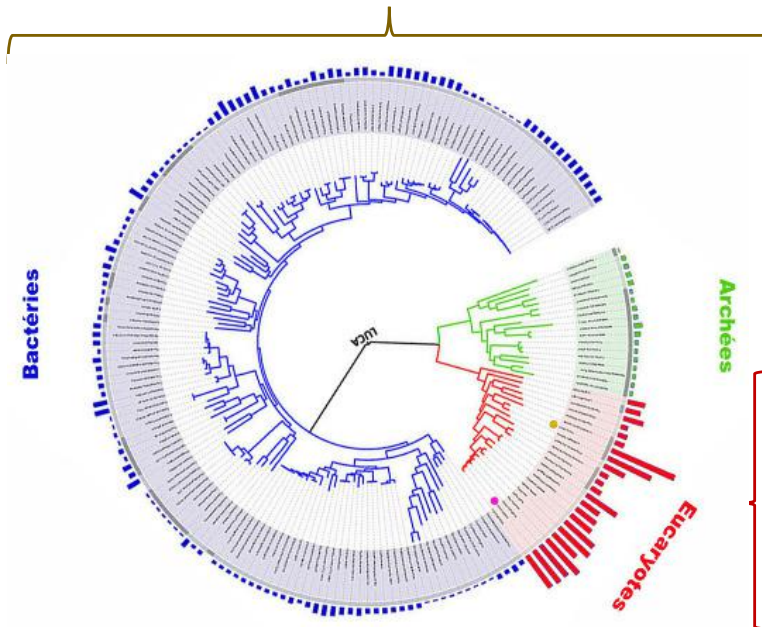


➤ Qu'est-ce que la biodiversité?

Définition: ensemble des organismes vivants et des écosystèmes dans lesquels ils vivent

Bactéries (sens large)

100-1000 milliards d'espèces, 10 millions connues (0.01-0.001% !!)



10 millions d'espèces, 2 millions connues (20%)

Champ de recherches dynamique:

- 18.000 nouvelles espèces décrites chaque année + reclassifications
- grands projets de description systématiques (Tara Océans, Earth Microbiom project, La Planète Revisitée...)

Ciccarelli et al. 2006

Hinchliff et al. 2015

Kenneth et al. 2016



INRAE

Panorama des crises écologiques

Journée de formation des enseignants du secondaire – octobre 2023

Comment mesurer la biodiversité?

Richesse : nombre d'espèces

=> Stabilité (résistance + résilience)

Biomasse : masse totale de matière vivante

=> Productivité

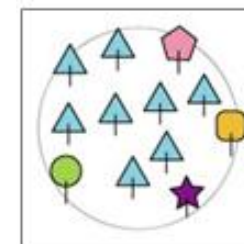


Richesse

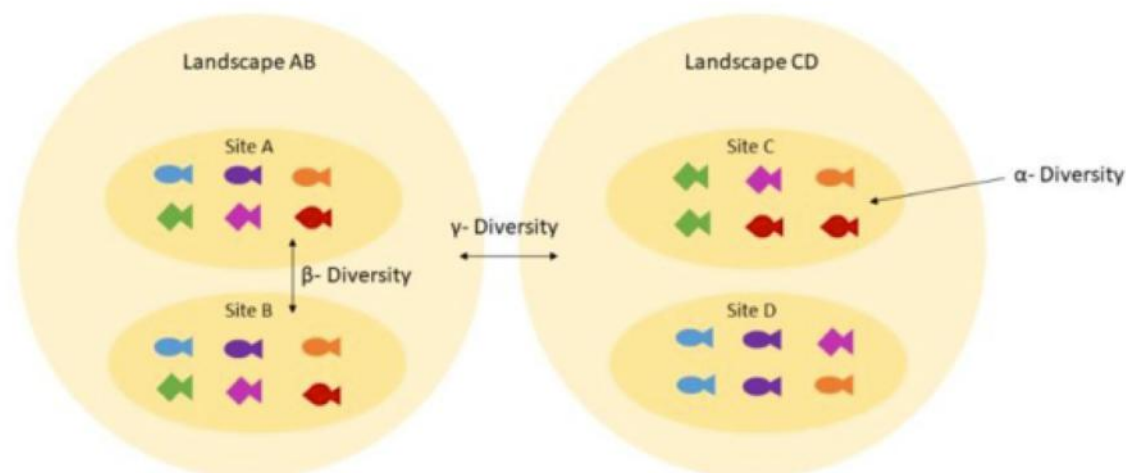
=

Biomasse

<



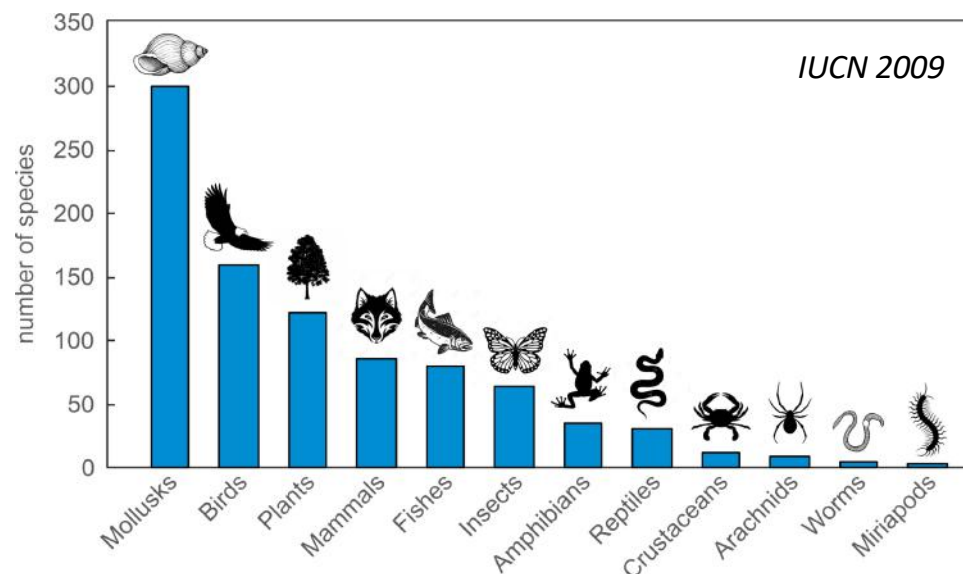
Echelles spatiales:
 $\alpha < \beta < \gamma$



➤ Observe-t-on une baisse du nombre d'espèces?

IPBES global report 2019:

« seulement » ~1000 espèces déclarées éteintes depuis 500 ans



=> mais 25% des espèces évaluées par l'IUCN sont actuellement menacées, soit près d'1 million d'espèces au niveau mondial

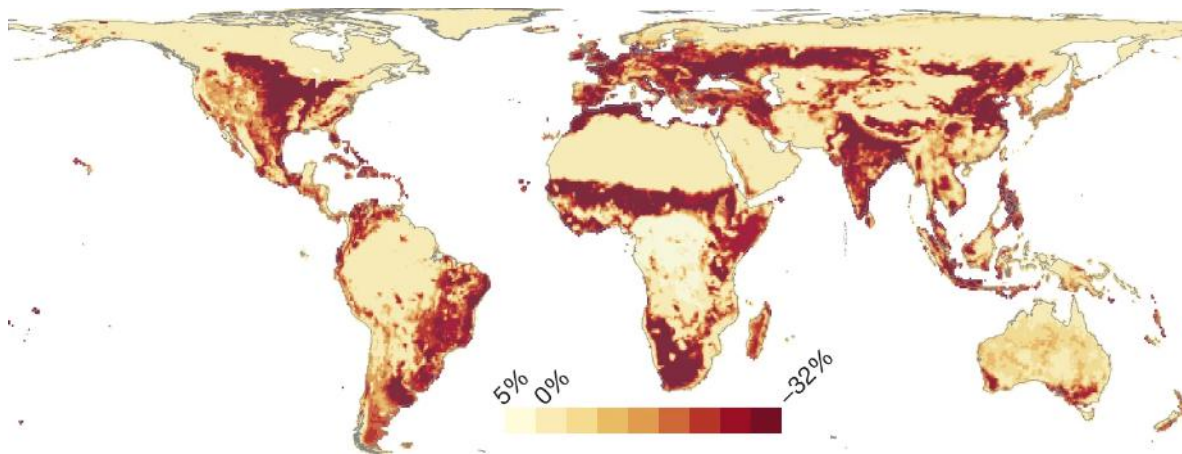
=> Notion de dette d'extinction: près de 500,000 espèces terrestres et marines sont des « mort-vivants »

Observe-t-on une baisse du nombre d'espèces?

Extinctions locales >> extinction globale

A l'échelle locale (analyse de la richesse d'un écosystème donné):

- tendance à la baisse dans la majorité des habitats
- Homogénéisation biotique au niveau global/long terme = perte des espèces endémiques/spécialistes + introduction espèces exogènes



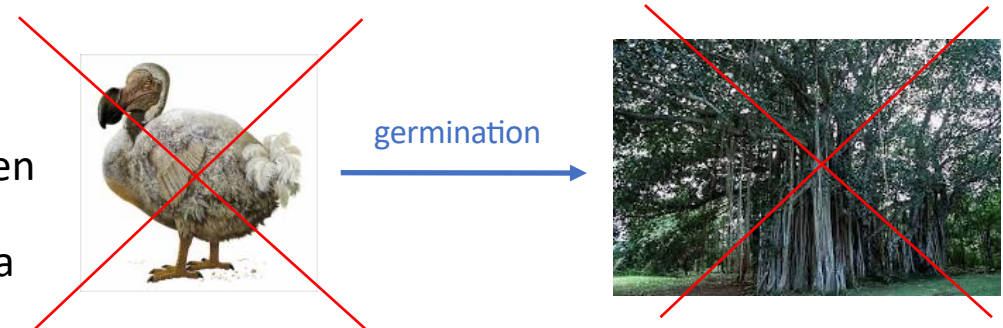
Newbold et al. Nature 2015



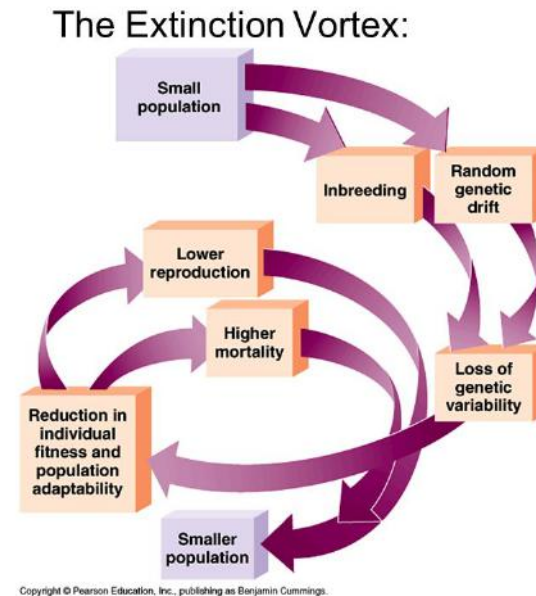
MNHN, 2019

Mécanismes de déclin des populations

- Destruction des individus/des habitats
- **Extinctions secondaires** (effet domino): lien étroit avec autres espèces (+200% potentiellement pour les vertébrés, Strona and Bradshaw 2022)



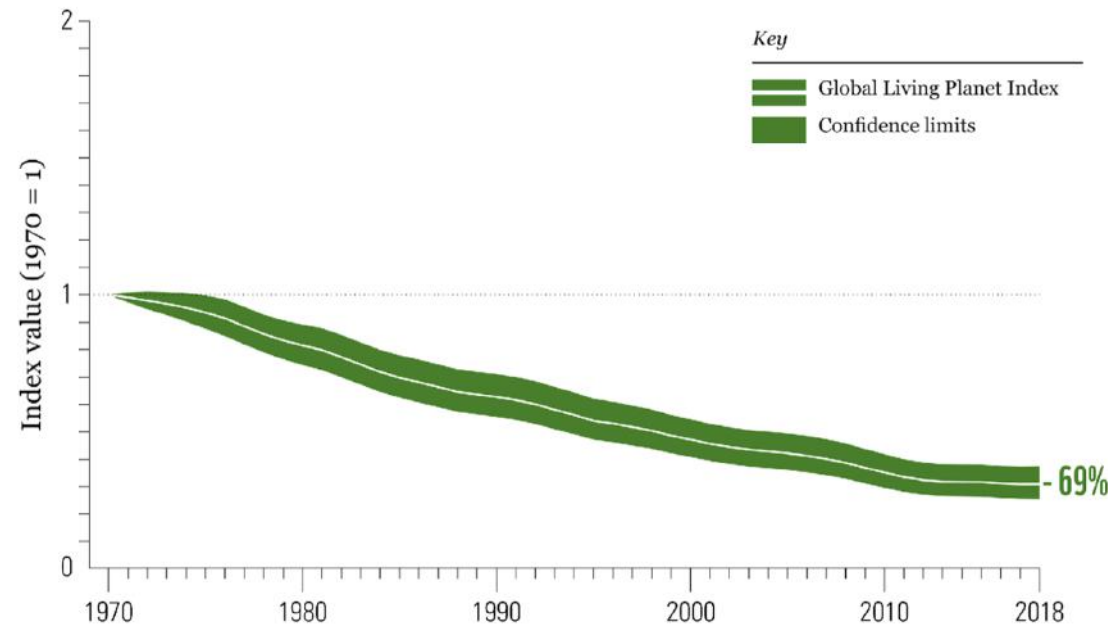
- Réduction du taux d'accroissement (déséquilibre démographique): baisse survie juvénile/adulte, succès reproducteur
- Réduction des tailles de population, entrée dans un vortex d'extinction



➤ Les populations sont-elles moins abondantes?

Indice Planète Vivante 2022: analyse des variations d'effectif de + de 38000 populations (>5000 espèces de vertébrés terrestres et aquatiques)

=> **déclin moyen de 69% des populations analysées** = en moyenne, une population donnée a perdu 69% de ses effectifs entre 1970 et 2022



~~• 69% des populations d'animaux vertébrés ont disparu entre 1970 et 2018~~

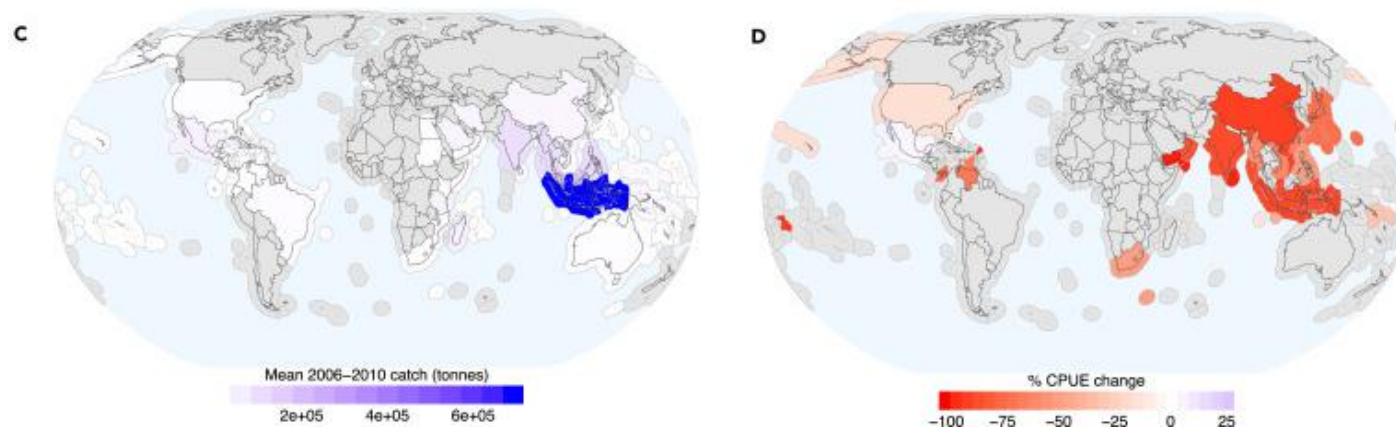
Un déclin marqué des abondances, tous groupes confondus

Analyse globale des populations d'espèces marines pêchées (1300 populations, 480 espèces, Palomares et al. 2020) => **déclin généralisé de la biomasse**

Base des réseaux trophiques marins:

Récifs coralliens: baisse de 50% de la surface mondiale en 70 ans

Krill: -50% biomasse en 60 ans dans l'Atlantique Nord



Eddy et al., 2021



INRAE

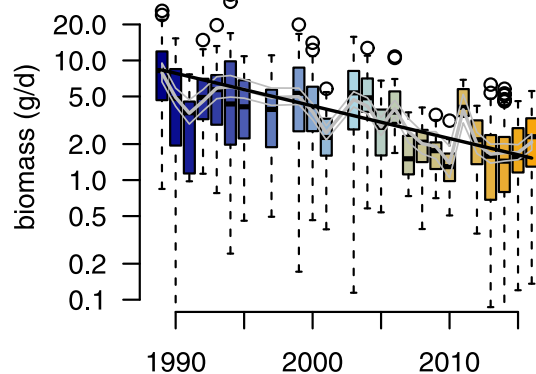
Panorama des crises écologiques

Journée de formation des enseignants du secondaire – octobre 2023

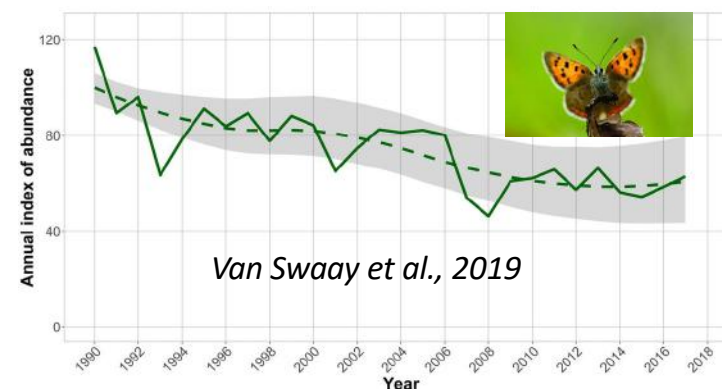
➤ Un déclin marqué des abondances, tous groupes confondus



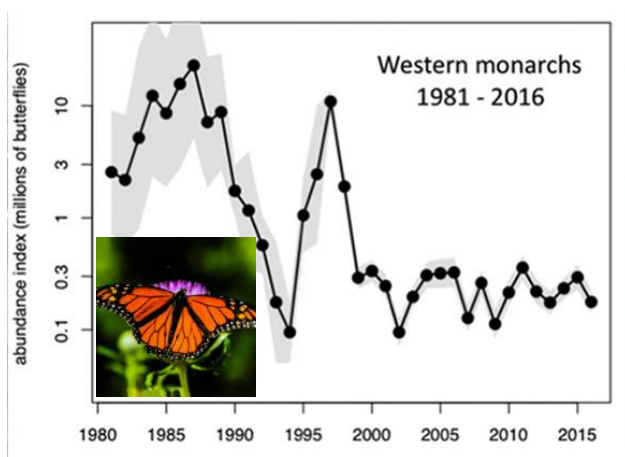
Hallmann et al., PLoS One 2017



Grassland Butterfly index (16 EU countries)



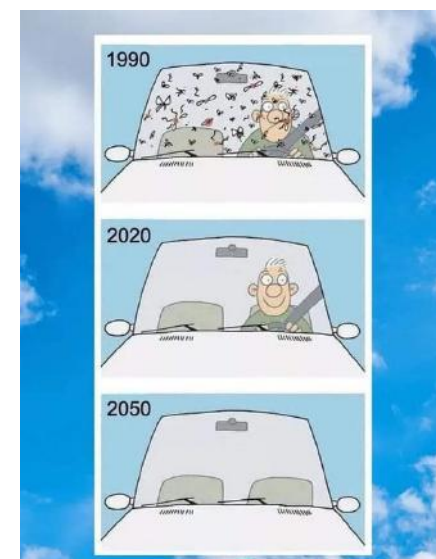
Van Swaay et al., 2019



Schulz et al., Biol Cons 2017

« effet pare-brise », analyse des impacts sur véhicules:

- 'Bugs matter', projet de science participative, -64% entre 2004 et 2022 en GB
- Etude danoise, -80% entre 1997 et 2017



INRAE

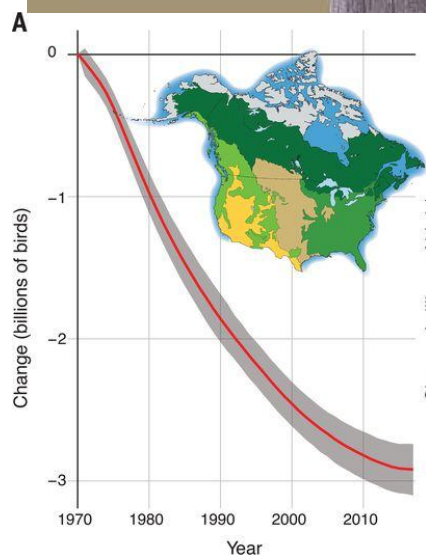
Panorama des crises écologiques

Journée de formation des enseignants du secondaire – octobre 2023

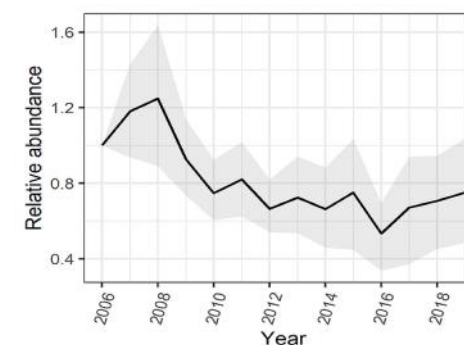
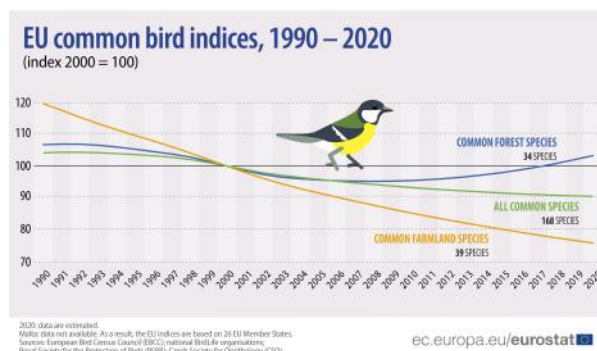
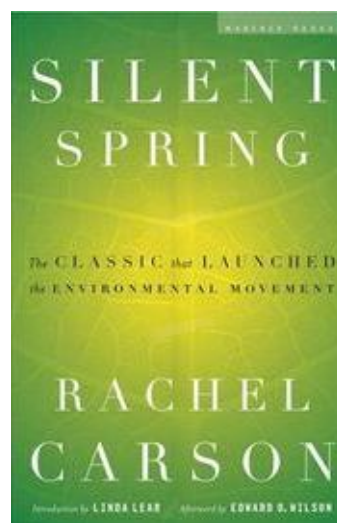
➤ Un déclin marqué des abondances, tous groupes confondus



-49% oiseaux au niveau mondial



Rosenberg et al., Science 2019



ONB, 2019



INRAE

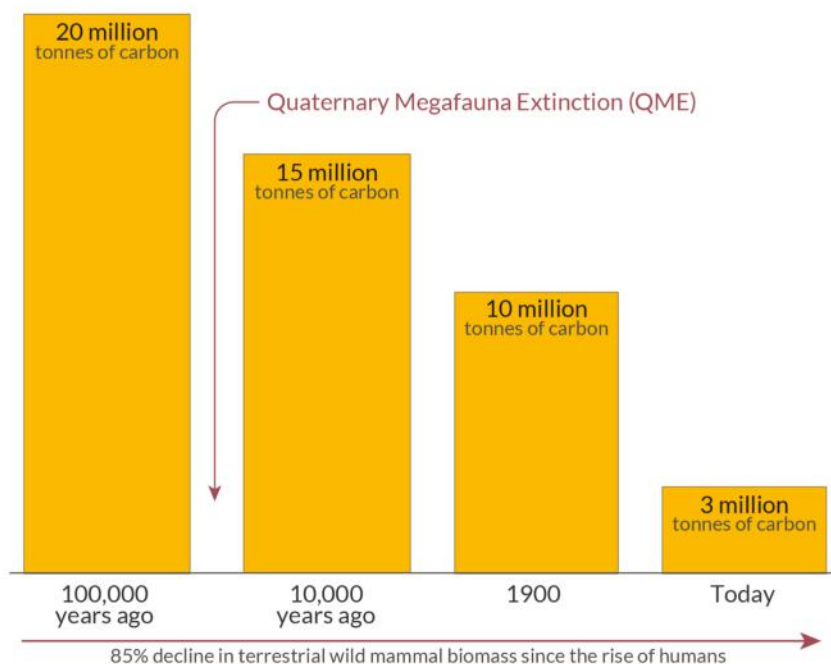
Panorama des crises écologiques

Journée de formation des enseignants du secondaire – octobre 2023

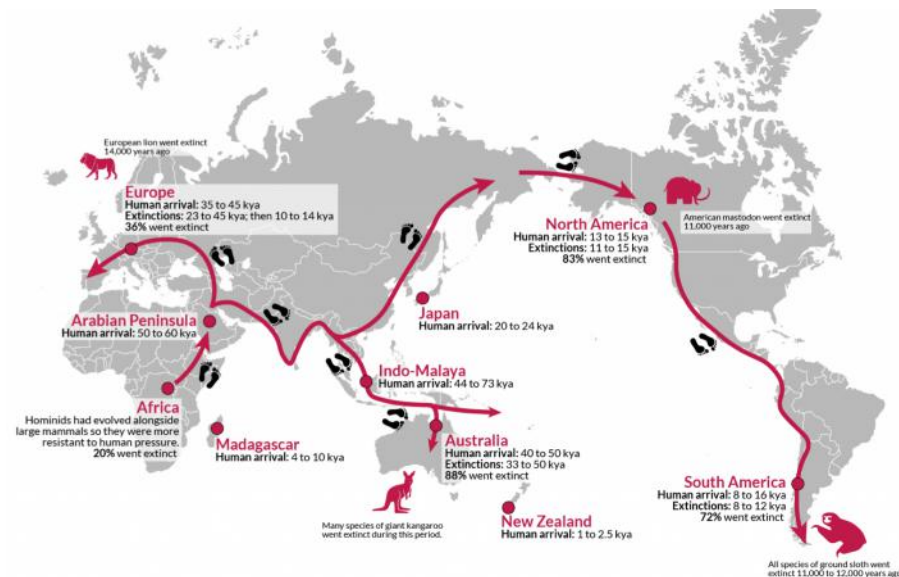
➤ Un déclin marqué des abondances, tous groupes confondus

The long-run decline of the world's wild mammals
Estimates of the total biomass the world's wild land mammals.
Biomass provides a proxy for the richness of the mammal kingdom.

Our World
in Data



OurWorldinData.org – Research and data to make progress against the world's largest problems.
Data sources: Barnosky (2008); Smil (2011) & Bar-On et al. (2018). Licensed under CC-BY by the author Hannah Ritchie.



Au cours des 50,000 dernières années, extinction de 2/3 des espèces animales de grande taille (« mégafaune »)

96% de la biomasse des mammifères est composée des humains + animaux d'élevage



INRAE

Panorama des crises écologiques

Journée de formation des enseignants du secondaire – octobre 2023

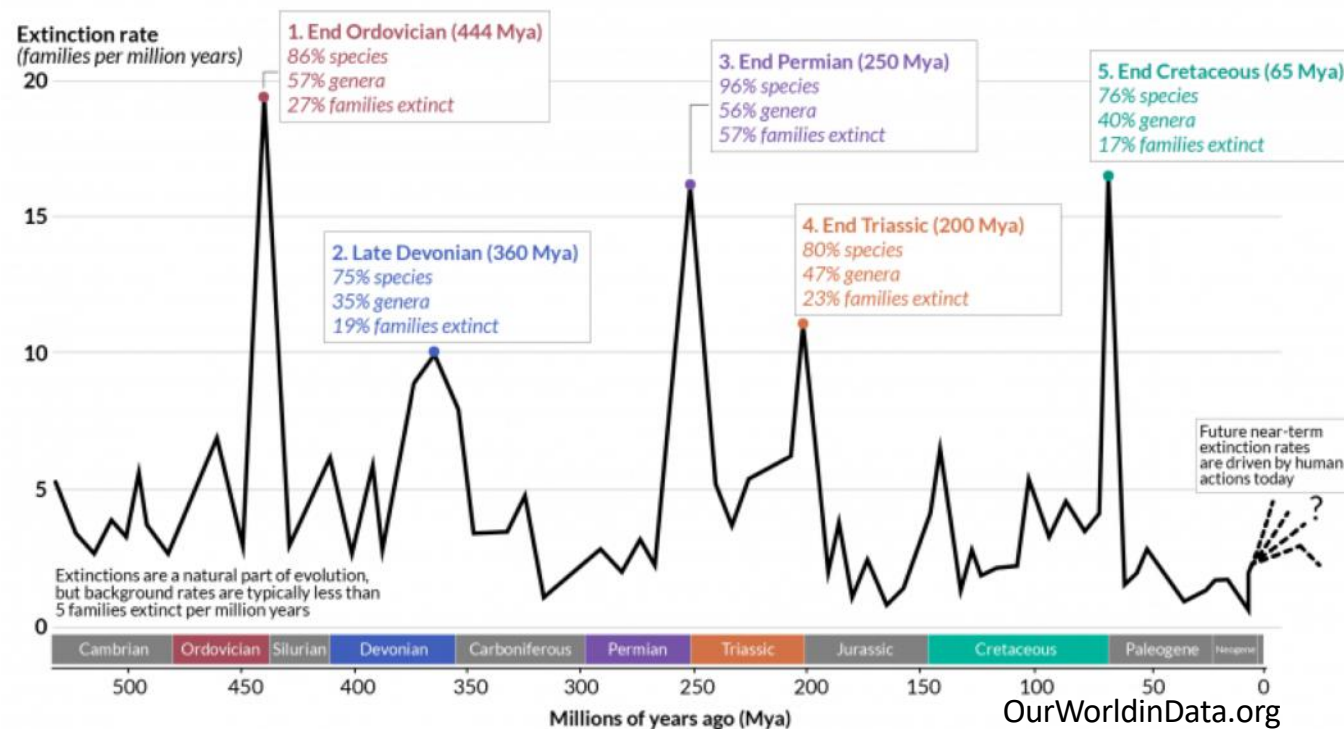
Les extinctions d'espèces, un processus naturel

Diversité du vivant / Nombre d'espèces = Spéciation - Extinction

⇒ Processus dynamique

Taux d'extinction « de base »: 10% /million d'années

Extinctions de masse >75% en 2 millions d'années => changements bioclimatiques majeurs



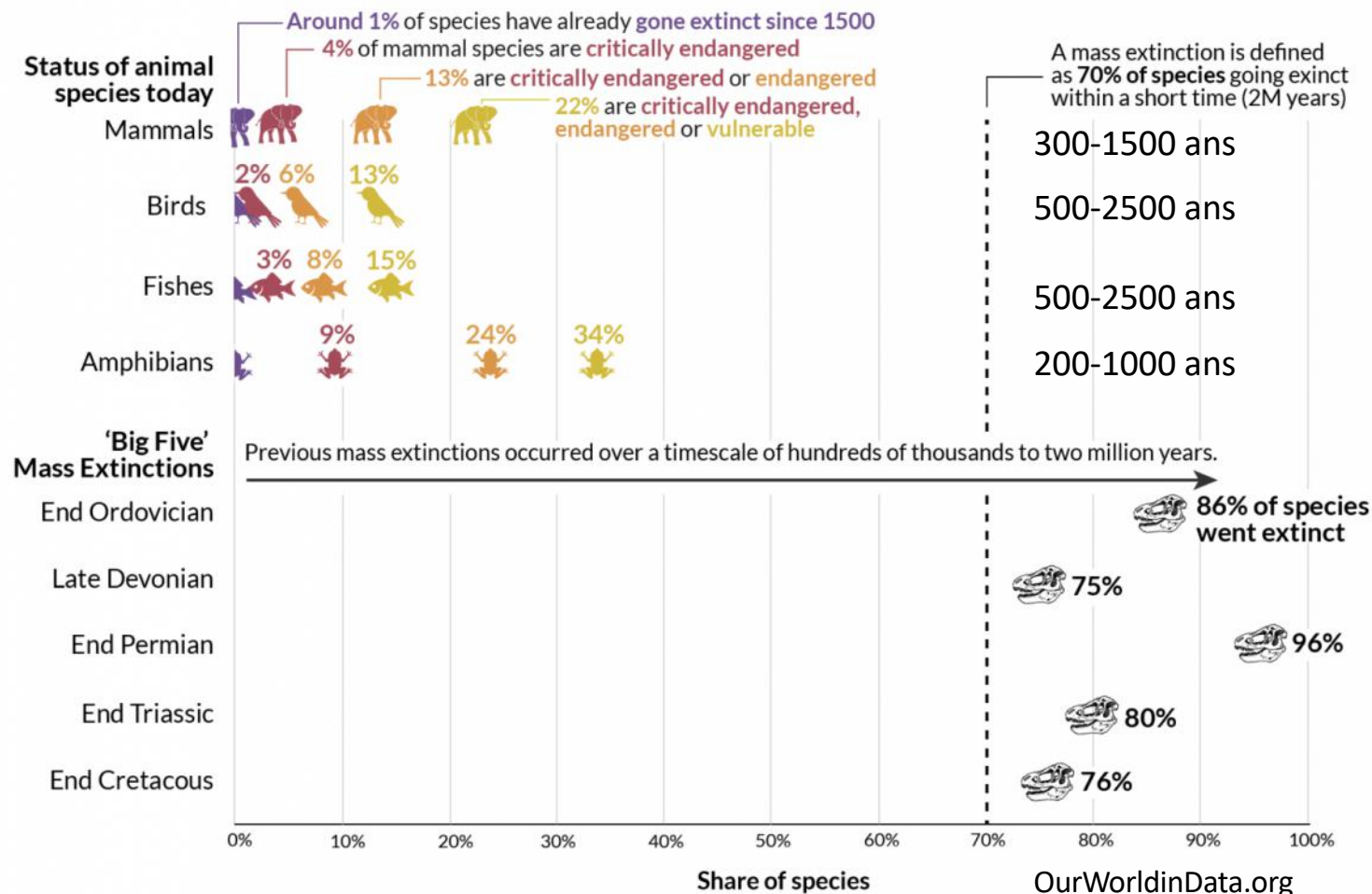
INRAE

Panorama des crises écologiques

Journée de formation des enseignants du secondaire – octobre 2023

➤ Vers une 6^e extinction de masse

Le risque d'extinction des espèces (liste rouge UICN) s'accélère: près d'1 million d'espèces sont considérées comme menacées actuellement



OurWorldinData.org

Barnosky et al. Nature 2011



INRAE

Panorama des crises écologiques

Journée de formation des enseignants du secondaire – octobre 2023

Les causes principales du déclin

Surexploitation



Changement climatique



Altération des habitats

Pollution chimique, sonore, lumineuse



Usage des terres

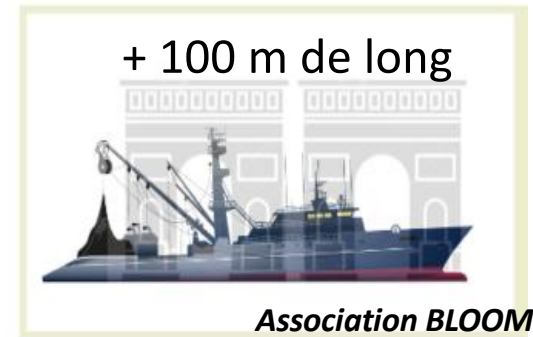


Pratiques agricoles

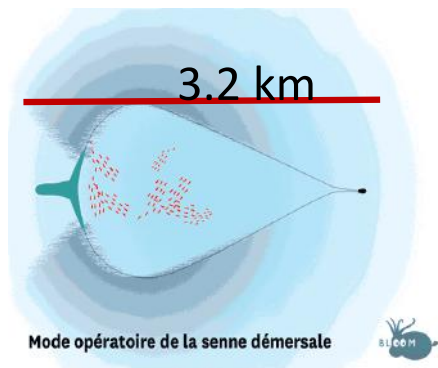


➤ Surexploitation: Exemple de la pêche

- **Taille des bateaux et équipages**



- **Techniques de pêche:** senne démersale, pêche électrique, pêche à la lumière



- Technique non sélective avec 79% de taux de rejet en 2014
- Autorisations délivrées par le gouvernement français malgré désaccord de l'UE en 2022

- **Zones de pêche:** pillages des eaux africaines et de l'océan indien par l'UE
- **Subventions :** 35.4 milliards \$ en 2018, dont 22 milliards en soutien à l'augmentation des capacités de pêche (carburants + bateaux)
=> effet connu sur la surexploitation (Sumaila et al., Marine Policy 2019)

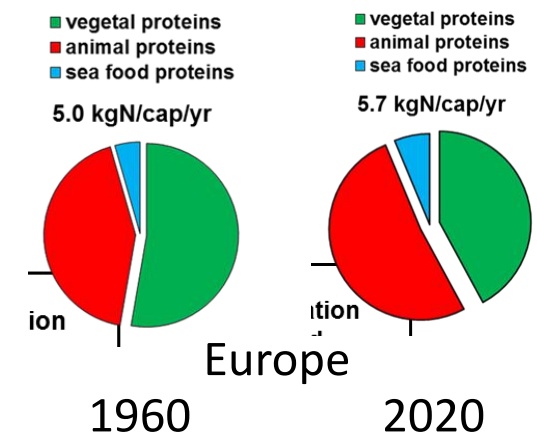
➤ Altération des habitats: déforestation

Expansion agricole: responsable de 90% de la déforestation mondiale (FAO, 2021)

- Amérique Centrale/du Sud: élevage
- Asie du SE: plantations de palmiers à huile

Production agricole a augmenté beaucoup + vite que la population mondiale

- Evolution récente d'une alimentation hyper-carnée, **élevage occupe actuellement 75% des terres agricoles**
- Concurrence des usages alimentaire/agrocarburant



INRAE

Panorama des crises écologiques

Journée de formation des enseignants du secondaire – octobre 2023

➤ Altération des habitats : intensification des pratiques agricoles

Structures agricoles: moins d'exploitations mais de plus grande taille et concentrées sur des cultures à haut rendement (impacts ++)

Fertilisants/engrais chimiques x10 en 50 ans, pesticides x2 en 30 ans

Produits phytopharmaceutiques: se retrouvent dans tous les environnements

Effets directs: toxicité

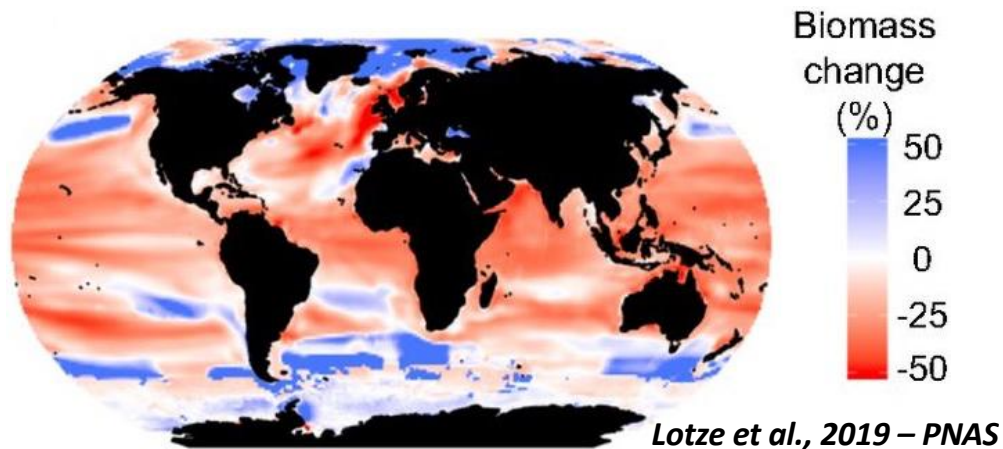
Effets indirects: Suppression de ressources, perte d'habitat, effets sub-léthaux

Lien établi avec déclin oiseaux, invertébrés terrestres et aquatiques, chauve-souris, amphibiens, marées d'algues rouges et vertes



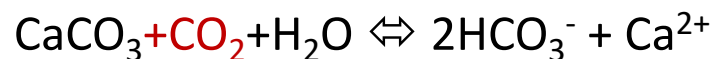
Boucle de rétroaction négative: intensification des pratiques -> perte de diversité -> baisse des services écosystémiques -> perte de productivité -> intensification des pratiques

➤ Changement climatique en milieu marin

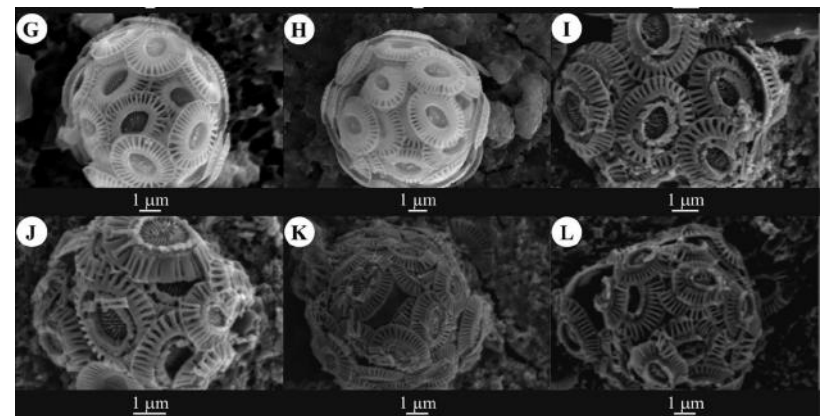


- Effets sur la biodiversité marine: 5% de déclin pour 1 degré
- Augmentation de la biomasse aux pôles (perte de couvert glaces)
- Déclin en zones tropicales (seuils thermiques dépassés)

Acidification de l'eau



- Jusqu'à 25% de diminution de la calcification
- Malformation / Diminution abondance espèces

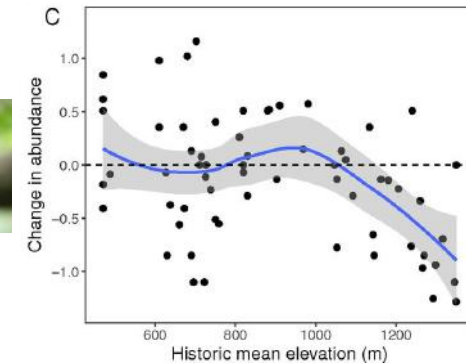
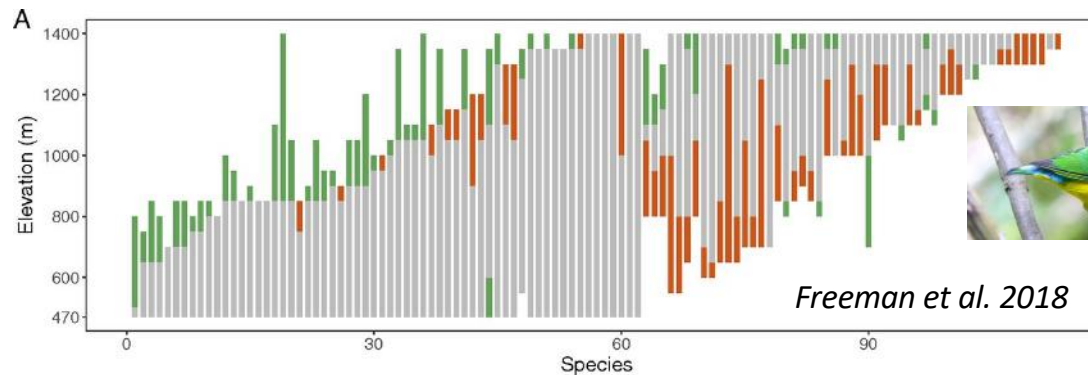


Ziveri et al., 2014 – Biol. Bull

Changement climatique en milieu terrestre

Déplacement des aires de répartition:

- capacités de dispersion (-60% déjà dû à la défaune, Fricke et al., Science 2022)
- espèces en limite altitudinale/latitudinale



- augmentation des espèces invasives et de leurs impacts (synergie)

Événements extrêmes: Tempêtes, inondations, sécheresses, feux: en régime « normal », influence positive sur la biodiversité (ouverture de niches, sélection naturelle, fertilisation des sols...)

Mais: succession d'événements ou intensité exceptionnelle => impact très fort sur les populations

'Heat dome' probably killed 1bn marine animals on Canada coast, experts say

British Columbia scientist says heat essentially cooked mussels: 'The shore doesn't usually crunch when you walk'



Scientists sound the alarm over drought in East Africa: what must happen next



Australia's fires 'killed or harmed three billion animals'



➤ Pourquoi c'est grave ?

1. Usage direct de la biodiversité (=exploitation)

Nourriture

Remèdes

Energie

Construction/Industrie



FAO 2012

IPBES 2019

World Bioenergy Association 2019

Paul & Anne Ehrlich (1981) : métaphore
des rivets sur l'aile d'un avion

=> Si la perte d'un petit nombre ne se fait
pas sentir immédiatement, cela fragilise
l'ensemble de la structure et la rapproche
du point de rupture

2. Usage indirect (=services)

Pollinisation (75% des espèces cultivées)

Régulation biologique, protection contre
les ravageurs

Cycle de l'eau, de l'azote, du carbone
(décomposition)

Lutte contre l'érosion

Décontamination



=> Ensemble des services
écosystémiques: valeur économique
estimée 30-50 10^{12} \$/an (plus de 2x
supérieur au PIB mondial)

Costanza et al. 1997

USDA 2016



INRAE

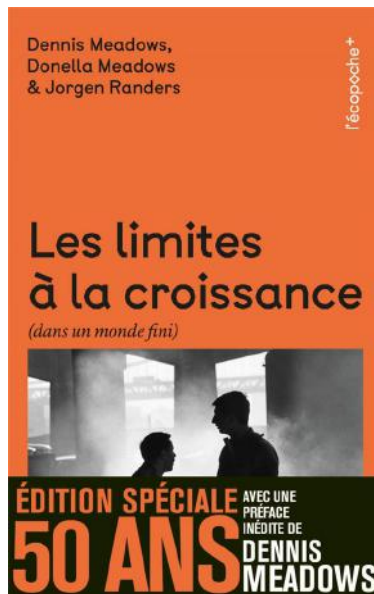
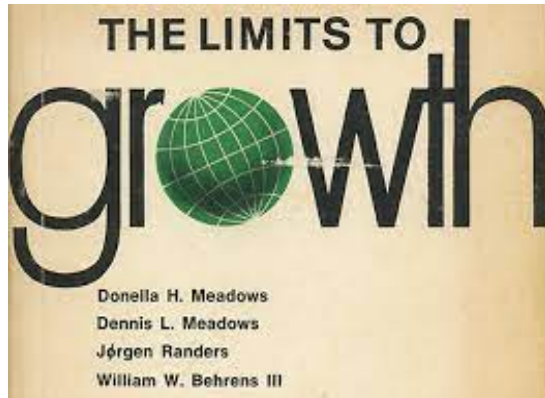
Panorama des crises écologiques

Journée de formation des enseignants du secondaire – octobre 2023

➤ Des causes communes, une convergence de solutions

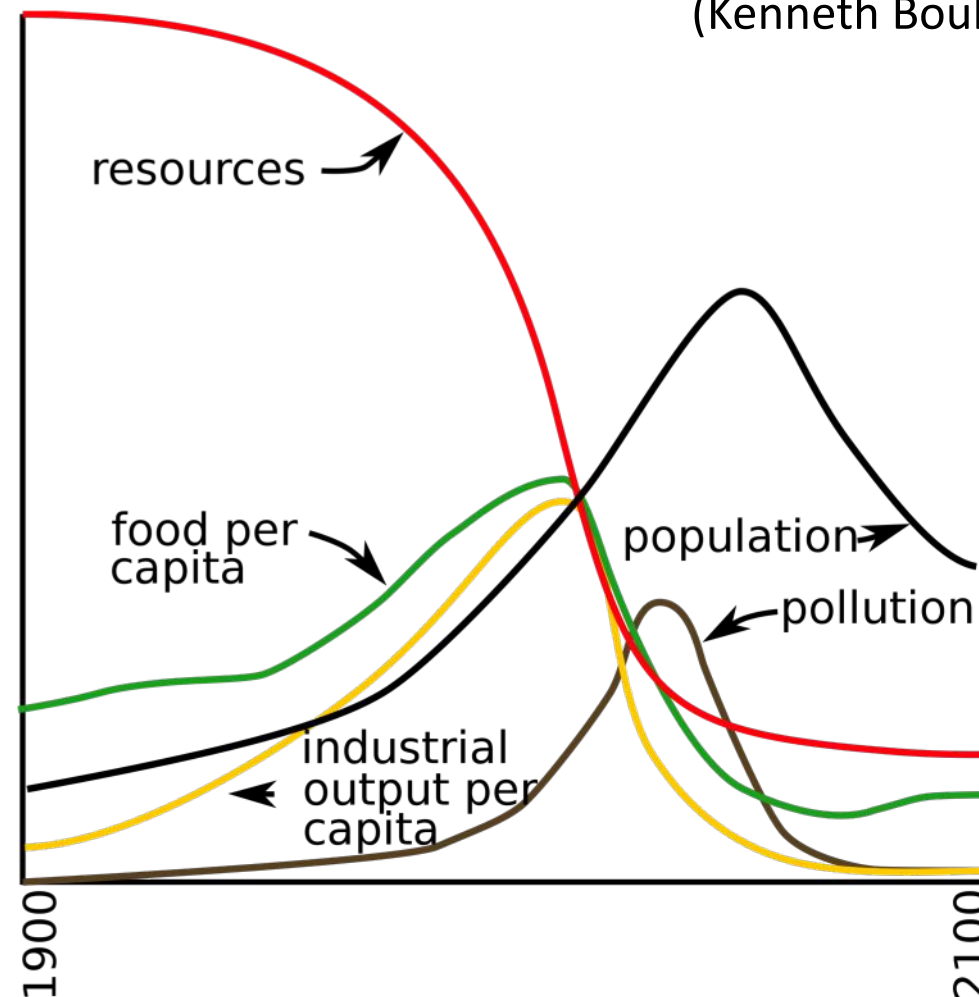


➤ Les limites à la croissance



« Celui qui croit qu'une croissance infinie peut continuer indéfiniment dans un monde fini est soit un fou, soit un économiste »

(Kenneth Boulding)

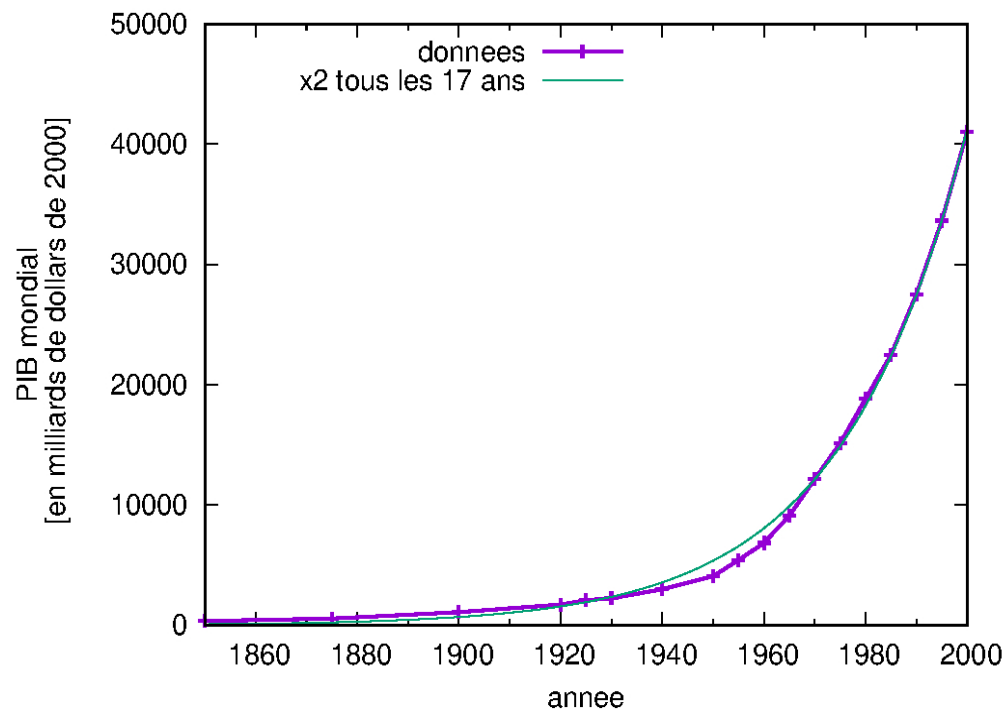


➤ Les limites à la croissance

Définition : Augmentation de la quantité de richesse produite par an, le fameux P.I.B.
À l'échelle d'un pays, d'un continent, du monde...

Règle des 70: $+p\%$ par an $\rightarrow$ x2 tous les $(70/p)$ ans

Exemple: croissance économique mondiale à 4% : x2 tous les 17 ans...

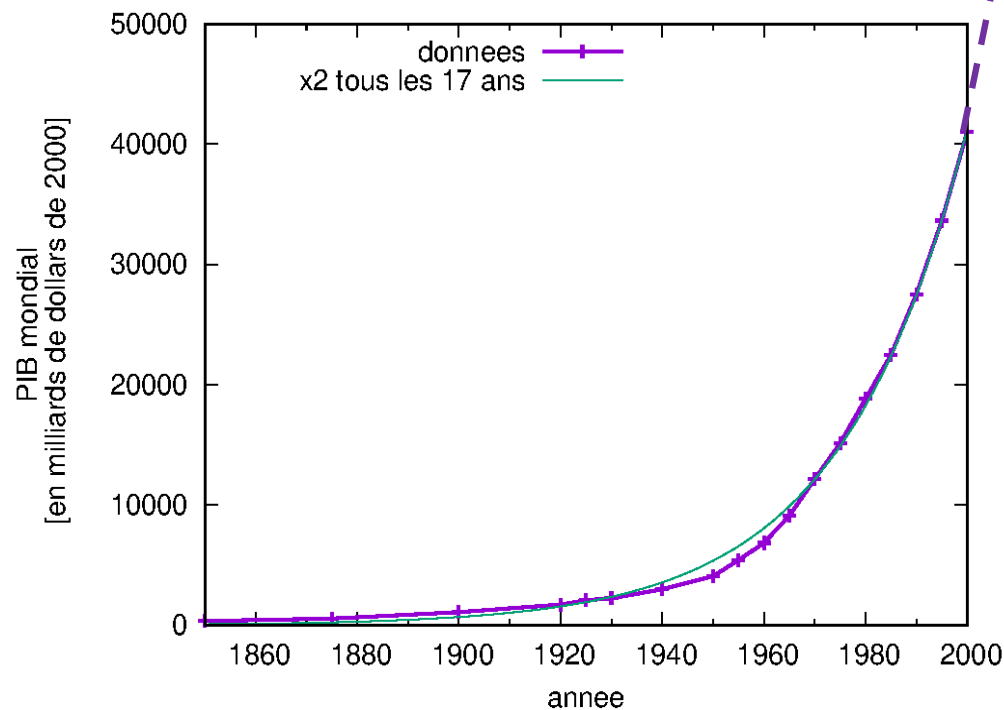


➤ Les limites à la croissance

Définition : Augmentation de la quantité de richesse produite par an, le fameux P.I.B.
À l'échelle d'un pays, d'un continent, du monde...

Règle des 70: $+p\%$ par an $\rightarrow$ x2 tous les $(70/p)$ ans

Exemple: croissance économique mondiale à 4% : x2 tous les 17 ans...



41 T\$ en 2000
95 T\$ en 2022

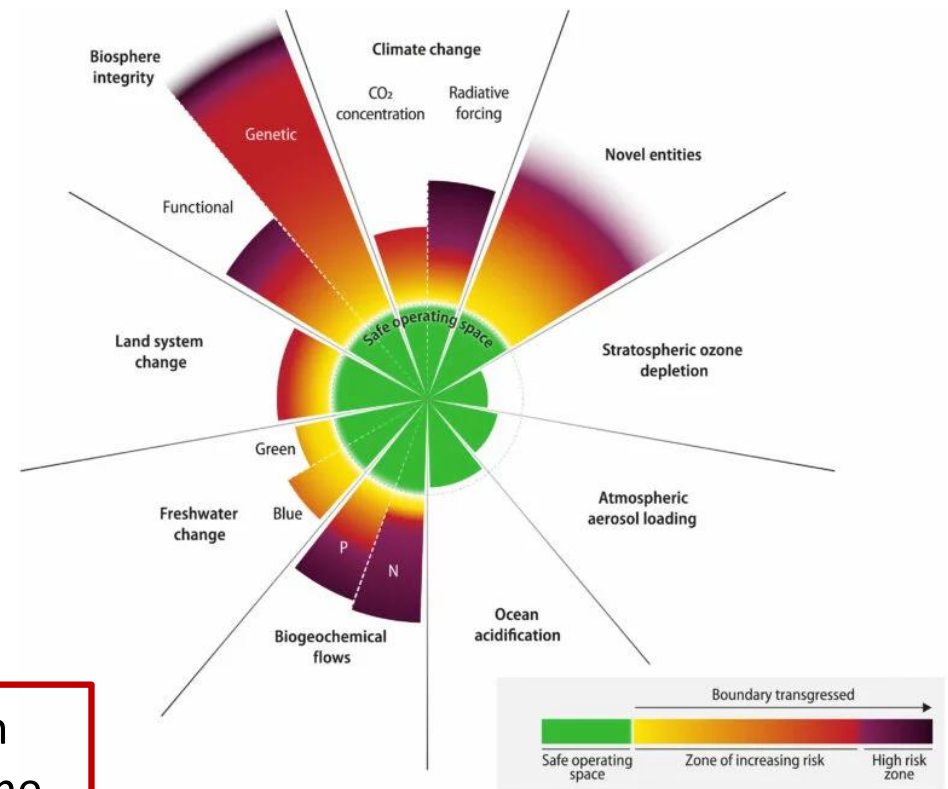
→ On a créé + de richesses
au XXI^e que dans toute
l'histoire avant 2000 !

➤ Renouvelable ou non, la croissance de la demande d'énergie n'est pas soutenable

Même dans l'hypothèse où on arriverait à convertir 100% de notre consommation d'énergie actuelle en énergie solaire, avec +2 %/an de consommation d'énergie, il nous faudrait toute l'énergie:

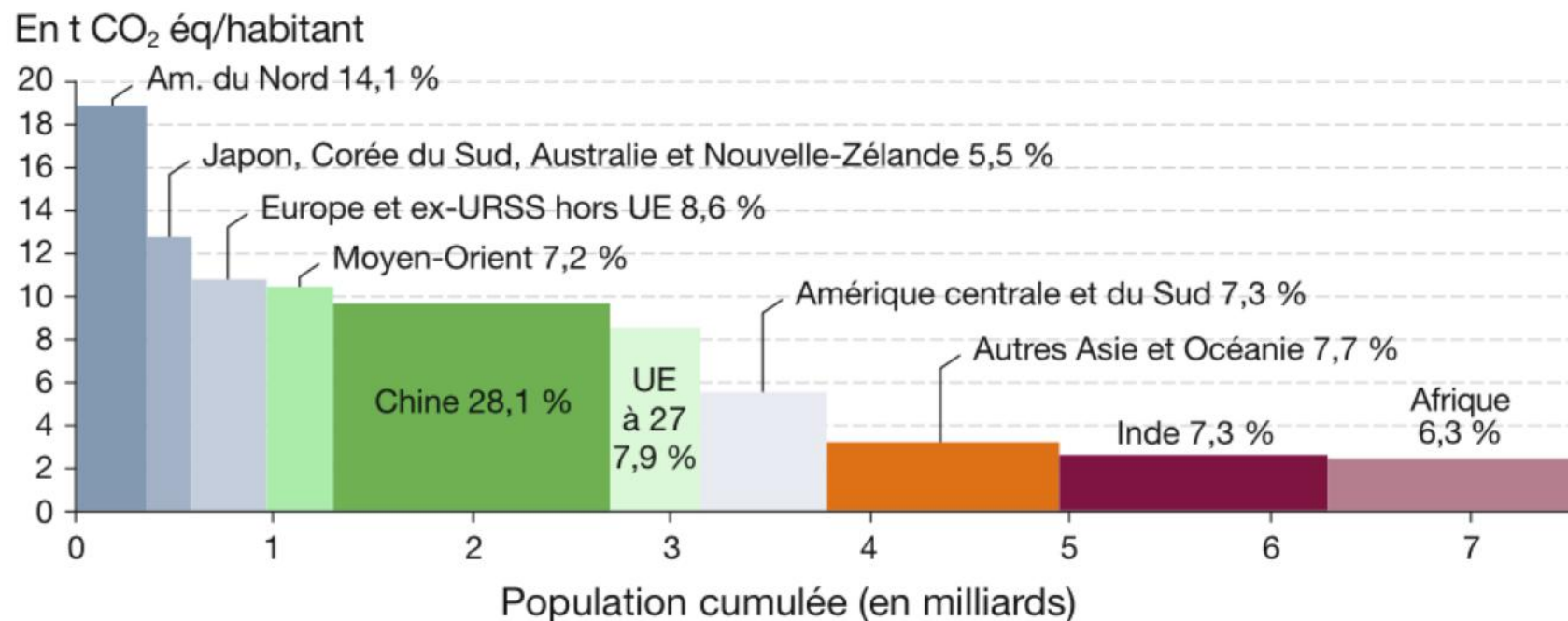
- reçue par la Terre d'ici 460 ans
- émise par le Soleil dans 1500 ans
- émise par toutes les étoiles de la Voie Lactée dans moins de 3000 ans...

=> le CO2 n'est qu'un seul symptôme d'un dérèglement global qui découle du système économique basé sur l'augmentation de la consommation de biens



Richardson et al. 2023

➤ Ce n'est pas un problème de taille de population



- **10% les + riches : 40% des émissions mondiales de gaz à effet de serre**
- **50% les + pauvres : < 15% des émissions**
(rapport du Giec Groupe 3, 2022)

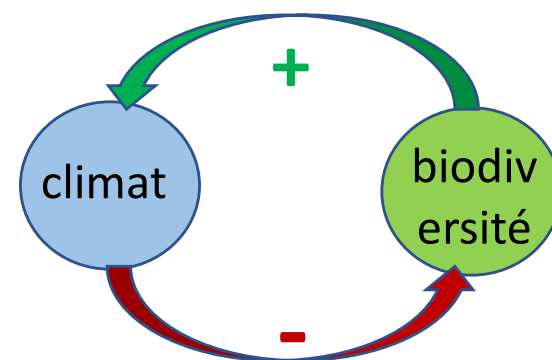
Les solutions fondées sur la nature : une voie gagnant/gagnant

Exemple de **l'agroécologie**: pratiques durables basées sur la diversification des cultures et l'optimisation des services écosystémiques

- Autosuffisance possible en Europe en 2050 sans engrais de synthèse ni pesticides
- Co-bénéfices multiples



ESCo, INRAE 2022



INRAE

Panorama des crises écologiques

Journée de formation des enseignants du secondaire – octobre 2023

➤ Sobriété et décroissance feront partie de la solution

Les innovations technologiques peuvent jouer un rôle MAIS:

- Effets rebonds > gains
- Epuisement des ressources

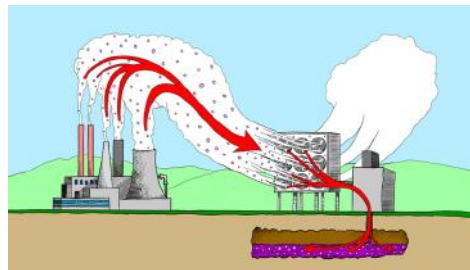
⇒ Ceux qui promettent de tout régler sans rien changer à nos modes de vie ont quelque chose à vendre

⇒ Consommer MOINS (de biens, de Go, de km, de sushis...)

⇒ Consommer MIEUX (économie circulaire, matériaux biosourcés)

⇒ Définancieriser les besoins essentiels

! Aux fausses solutions !



 5 à 50 ans – **Zn** (zinc), **Ag** (argent), **Sn** (étain), **Au** (or)
 50 à 100 ans – **Ni** (nickel), **Cu** (cuivre), **U** (uranium)
 100 à 1000 ans – **Al** (aluminium), **P** (phosphore), **La-Lu** (terres rares)

Sources : USGS, Vidal et al., Halloy et al.



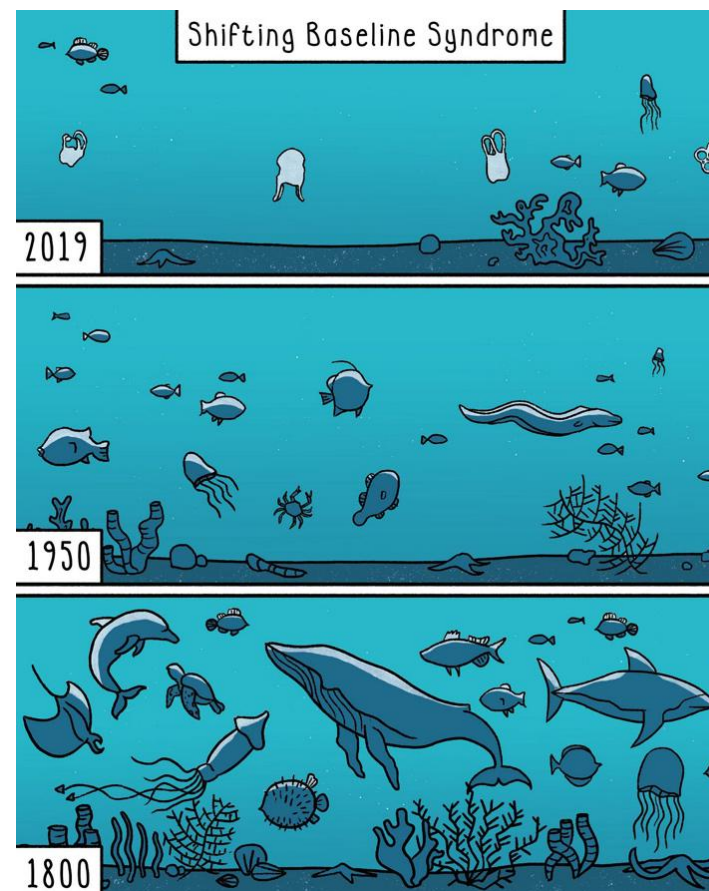
➤ Quels sont les freins à l'action pour régler les crises écologiques?

D. Bourg : **l'incapacité à ressentir les dégradations environnementales** (décalées dans le temps, l'espace et potentiellement imperceptibles directement, ex. exposition aux polluants) est un frein majeur à la perception de l'urgence à agir et au déclenchement de réactions émotionnelles fortes porteuses de changement

B. Morizot : **la crise écologique est une 'crise de la sensibilité'**, un appauvrissement de ce que nous pouvons sentir, percevoir, comprendre, et tisser comme relations à l'égard du vivant

Syndrome de la référence changeante ('shifting baseline syndrome') : phénomène « d'amnésie générationnelle »

- ⇒ Reconstituer des chemins de sensibilité, mesurer et percevoir les changements de notre environnement pour s'en émouvoir
- ⇒ Education à l'interaction avec le vivant : Ecole du Dehors, suivis/sorties naturalistes, formations (Biodiversita, LPO...)



➤ Conclusions

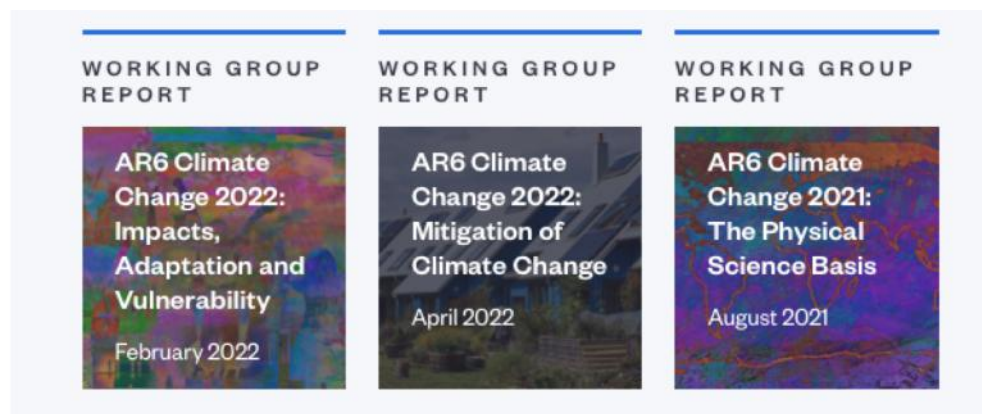
Lien entre séparation Homme/Nature, mythologie de domination et d'exploitation, modèle de développement extractiviste et crises écologiques

Nécessité de repenser les systèmes humains dans **une approche écosystémique, respectueuse des diversités, et diplomatique**



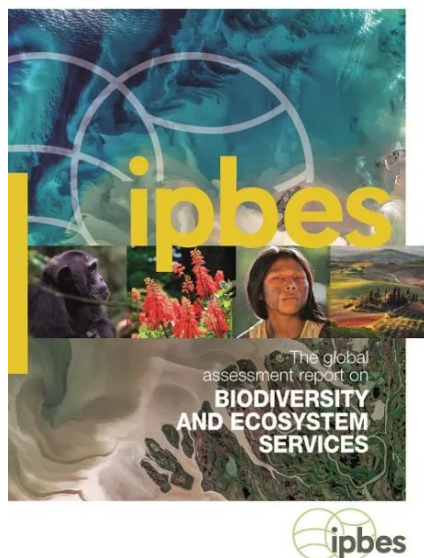
> Références

Climat:



+ Bon Pote
+ RAC

Biodiversité:



INRAE

Panorama des crises écologiques

Journée de formation des enseignants du secondaire – octobre 2023