

ECOCLIM2023

12-15 juin

L'impact des changements climatiques sur la biodiversité

franck.courchamp@cnrs.fr

13 juin 2023



Définitions de la biodiversité

*C'est une contraction de **diversité biologique***
C'est la diversité de toutes les formes vivantes



Trois Niveaux de Biodiversité

Biodiversité spécifique...



Biodiversité génétique



Trois Niveaux de Biodiversité



➤ Biodiversité génétique



➤ Biodiversité spécifique



➤ Biodiversité des écosystèmes

Ces niveaux sont **reliés entre eux**, mais suffisamment distincts pour que chacun puisse être étudié en soi.



La plupart des études s'intéressent au **niveau spécifique** (celui des espèces), car c'est le palier le plus abordable tant au niveau conceptuel que pratique.

Quantification de la biodiversité



Combien d'espèces?

2,3 millions d'espèces (eucaryotes) décrites

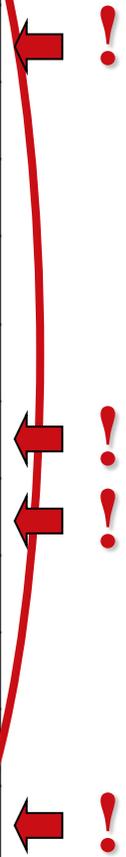
400 000 espèces végétales

1 900 000 espèces animales

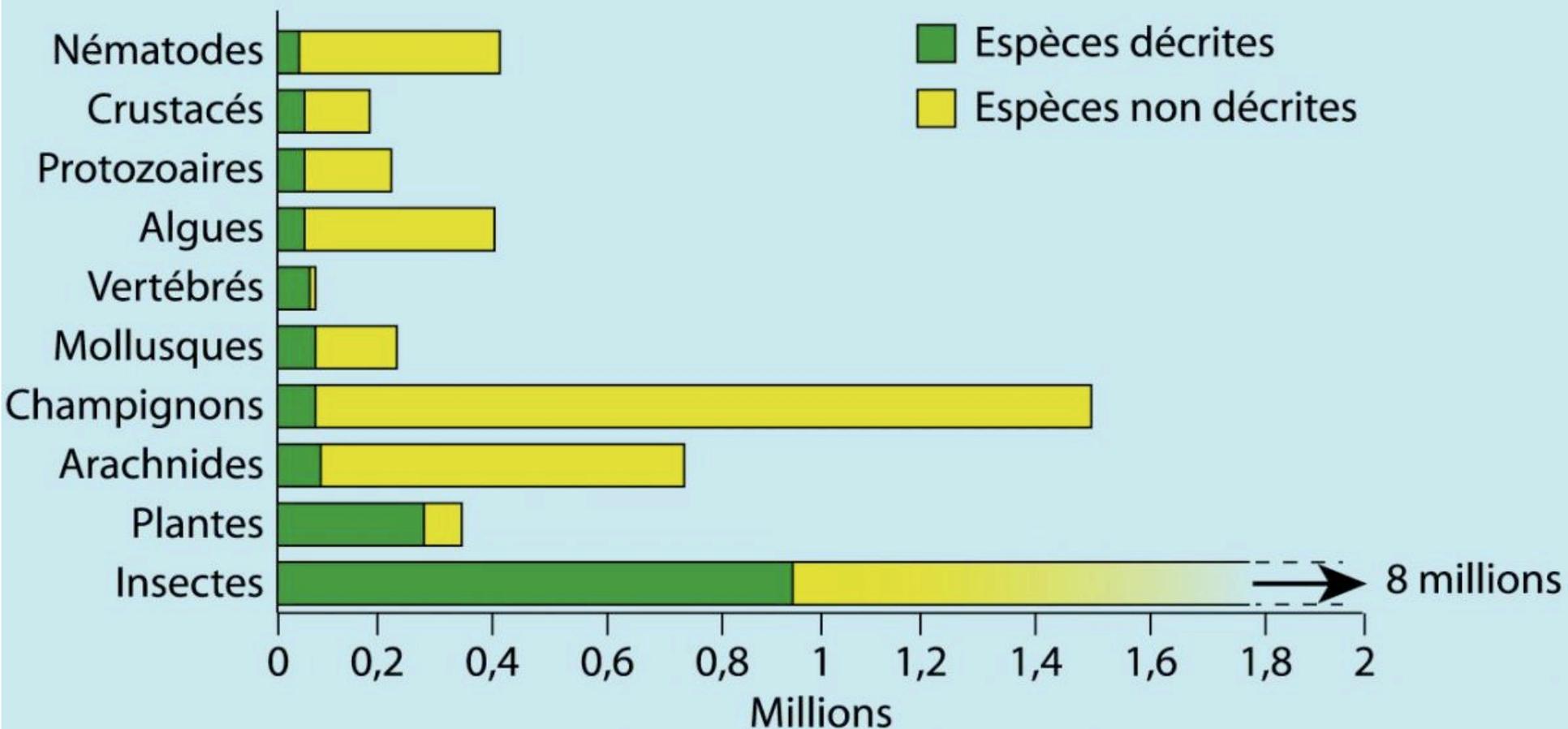


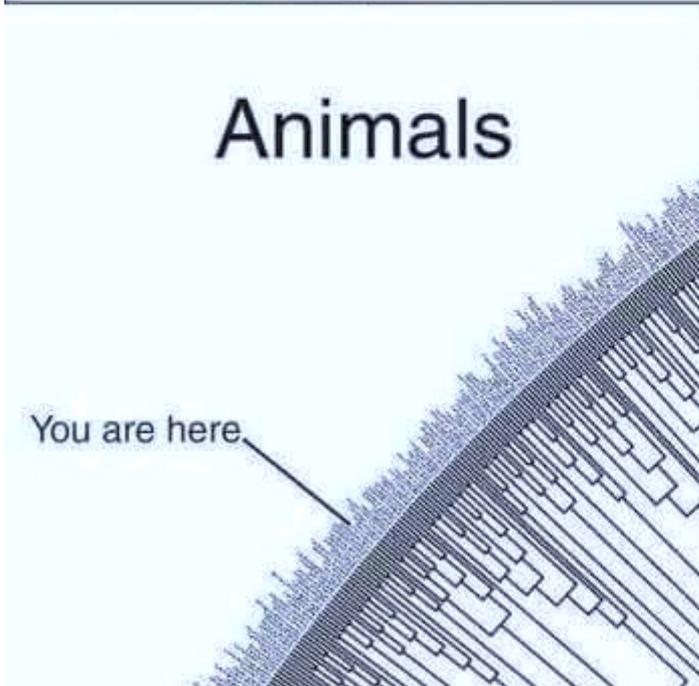
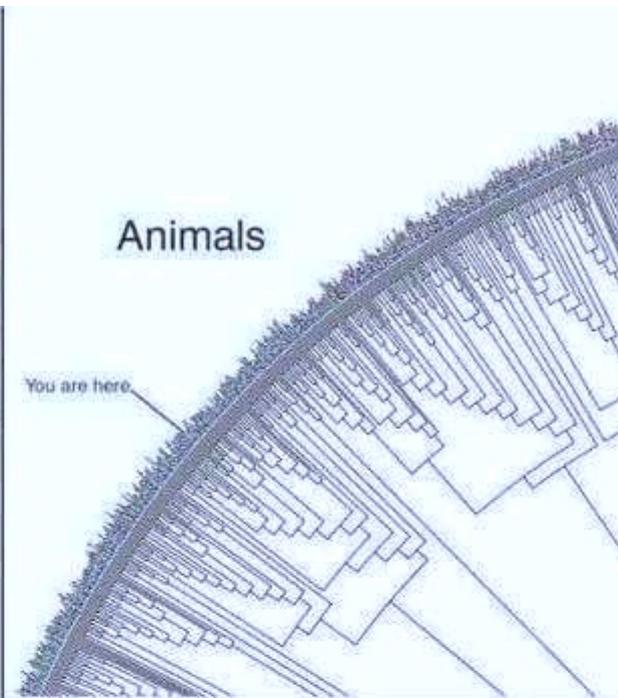
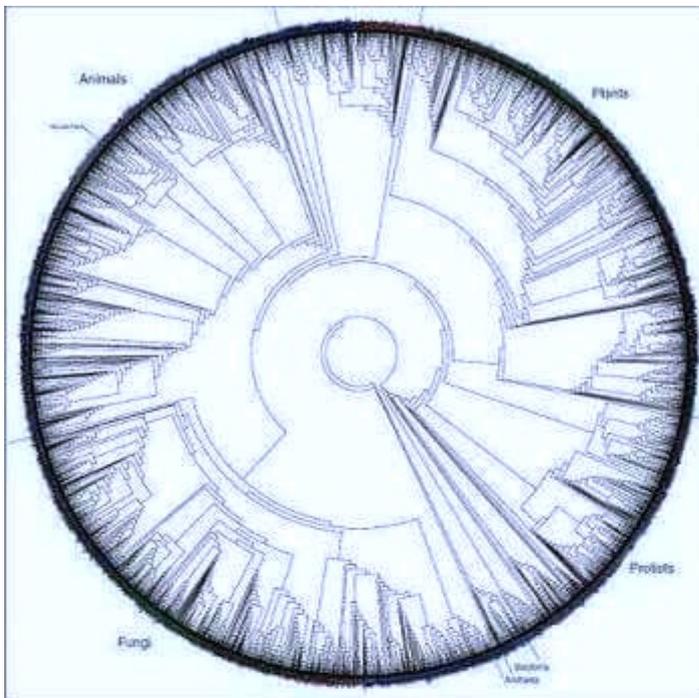
Combien d'espèces sur Terre?

<i>Groupes</i>	<i>Espèces connues</i>	<i>Estimation des espèces existantes</i>	<i>% d'espèces inconnues</i>
<i>Virus</i>	4 000	400 000	99 %
<i>bactéries</i>	4 000	1 000 000	99 %
<i>algues</i>	40 000	400 000	90 %
<i>plantes</i>	270 000	320 000	15 %
<i>protozoaires</i>	40 000	200 000	80 %
<i>Autres invertébrés</i>	90 000	750 000	88 %
<i>mollusques</i>	100 000	200 000	50 %
<i>insectes</i>	950 000	8 000 000	88 %
<i>poissons</i>	23 250	25 000	93 %
<i>amphibiens</i>	5 000	6 000	17 %
<i>reptiles</i>	7 400	8 000	8 %
<i>oiseaux</i>	9 900	10 000	1 %
<i>mammifères</i>	4 600	5 000	8 %



Nous vivons sans le savoir dans un monde de champignons et d'insectes...





On connaît 2,3 millions d'espèces...



Il y aurait 5 à 100 millions d'espèces sur Terre
(consensus: ~ **8 millions**)



Pour la biodiversité, on ne connaît encore que la pointe de l'iceberg!



Les valeurs de la biodiversité

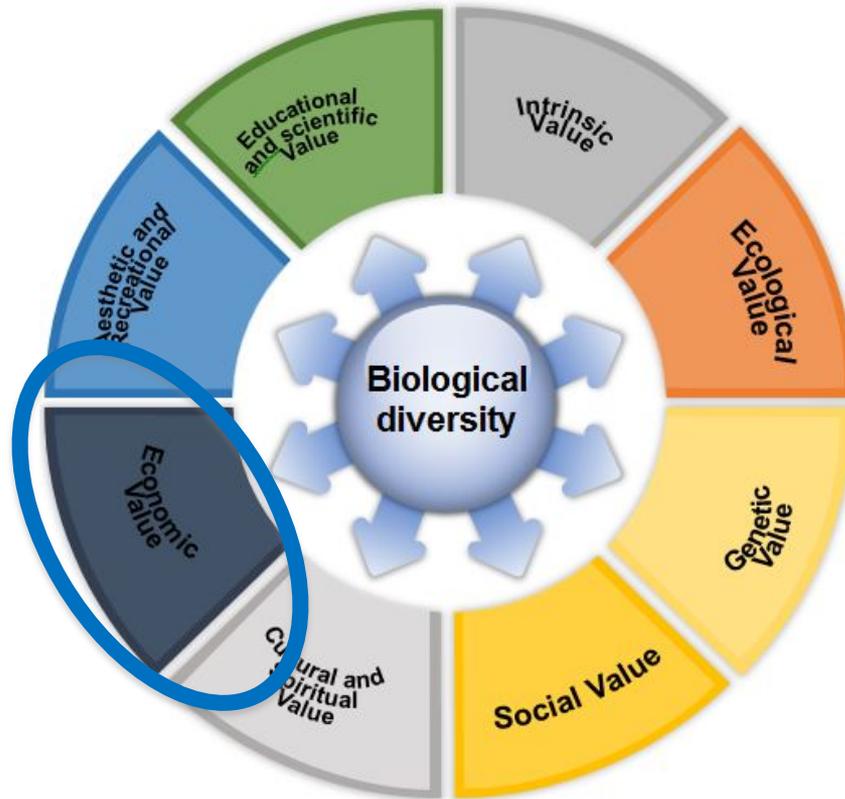


Les valeurs de la biodiversité

- **Valeur instrumentale** (utilitaire) : valeur comme moyen d'arriver à une fin
- **Valeur intrinsèque** : valeur pour la biodiversité elle-même



Valeurs économiques



Nourriture



Moins de 3% des plantes disponibles pour l'agriculture sont utilisées pour la nourriture
– 12 espèces fournissent les $\frac{3}{4}$ de la nourriture mondiale, (3 espèces pour $\frac{1}{2}$)



Materiaux



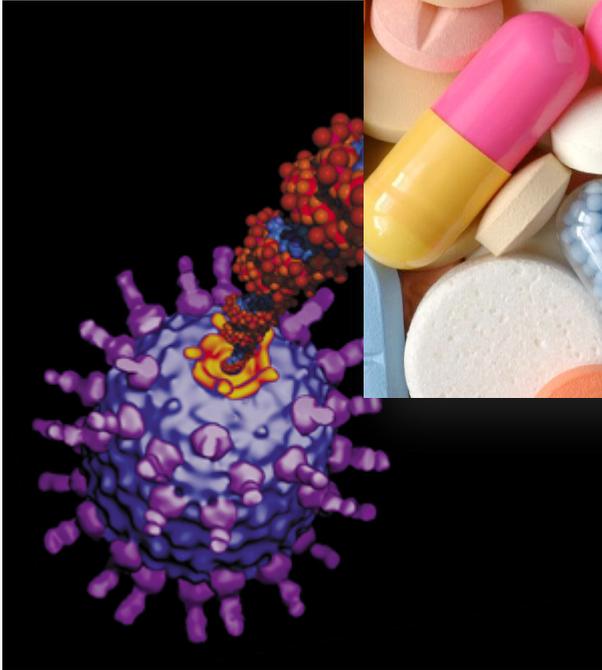
bois, laine, coton, lin, chanvre, soie, cuirs, caoutchouc, huiles, ...



> 2 milliards : nombre de personnes qui utilisent le bois comme combustible pour répondre à leurs besoins en énergie primaire

Médecine

Les **deux tiers** des molécules utilisées dans l'industrie pharmaceutique proviennent directement de l'exploitation de **plantes à l'état naturel** (70% des anticancéreux)



+/-4 milliards : personnes dépendant principalement des médecines naturelles

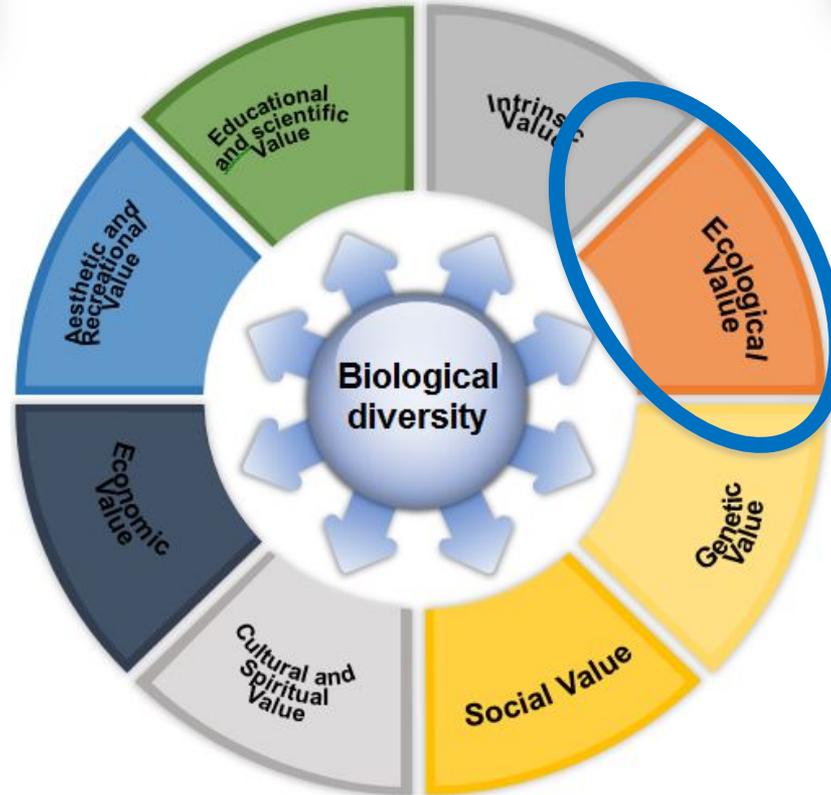


Climate mitigation

Services des écosystèmes



Air & water purification

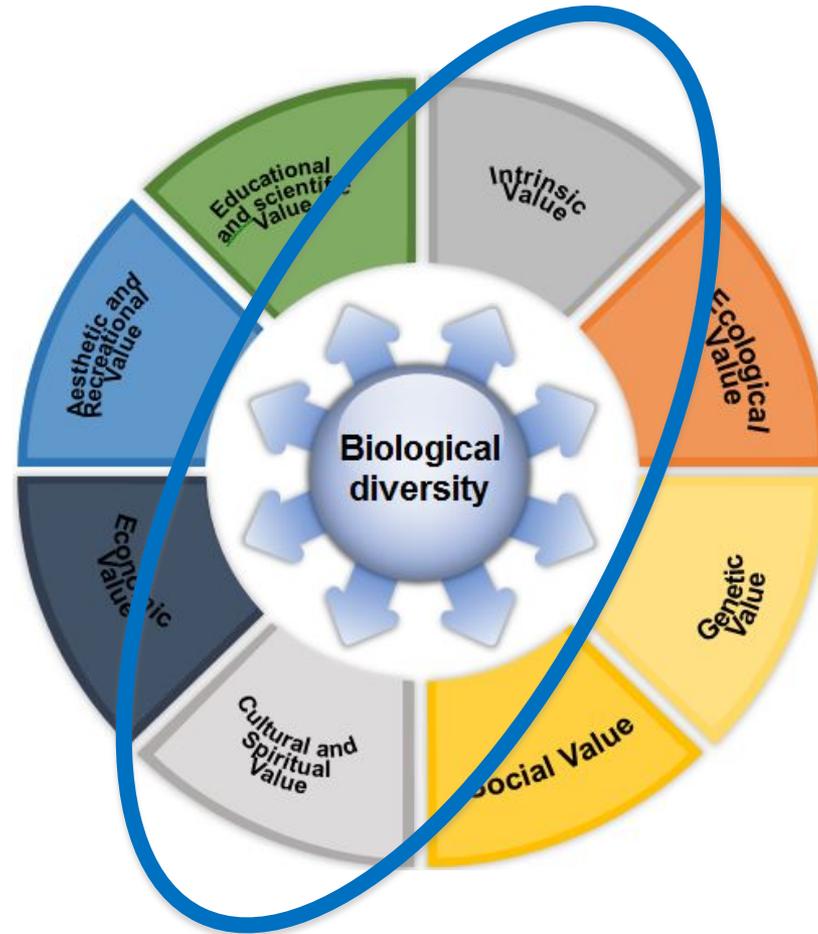


Soil fertilization

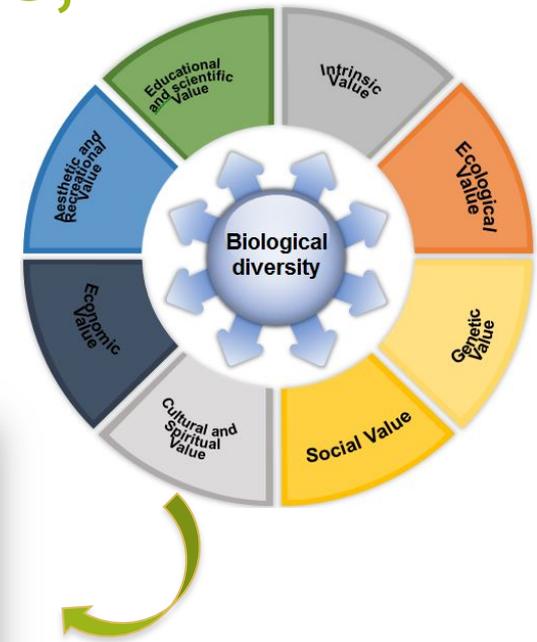


Pollination

Valeurs non-utilitaires



Valeurs culturelles, spirituelles, religieuses, éthiques, morales, philosophiques, ...



La biodiversité est
importante
pour notre bien-être, pour
notre survie, pour notre
futur et pour elle-même



L' érosion de la biodiversité



Taux d'extinction

Normal: ~ 12 par an



Smilodon, éteint il y a 10 000 ans

Taux d'extinction

Normal: ~ 12 par an

1600 \rightarrow 1950: ~ 100 par an



Thylacine, éteint il y a 70 ans

Taux d'extinction

Normal: ~ 12 par an

1600 \rightarrow 1950: ~ 100 par an

Aujourd'hui: $\sim 1\ 000$ par an



Tigre de Chine, éteint à l'état sauvage

Taux d'extinction

Normal: ~ 12 par an

1600 \rightarrow 1950: ~ 100 par an

Aujourd'hui: $\sim 1\ 000$ par an

Dans quelques décennies: $\sim 10\ 000$ par an



Lion, bientôt éteint?

Taux d'extinction

Normal: ~ 12 par an

1600 \rightarrow 1950: ~ 100 par an

Aujourd'hui: $\sim 1\ 000$ par an

Dans quelques décennies: $\sim 10\ 000$ par an

C' est entre **1000 et 10 000** fois plus que la normale

Comme le rythme de la création de nouvelles espèces
n' accélère pas, cela constitue une **perte nette**

Are We in the Midst Of a Sixth Mass Extinction?

A Tally of Life Under Threat

The International Union for Conservation of Nature has evaluated 52,205 species, depicted here, for their ability to survive. [Related Article »](#)

Each symbol represents 100 species assessed:

THREATENED

NOT THREATENED

BIRDS

99% of known species assessed
8,601 not threatened

1,253 threatened:

13%

of those assessed

MAMMALS

85% of known species assessed
3,448 not threatened

1,138 threatened:

25%

of those assessed

Stark Indicators Of Extinction Risks

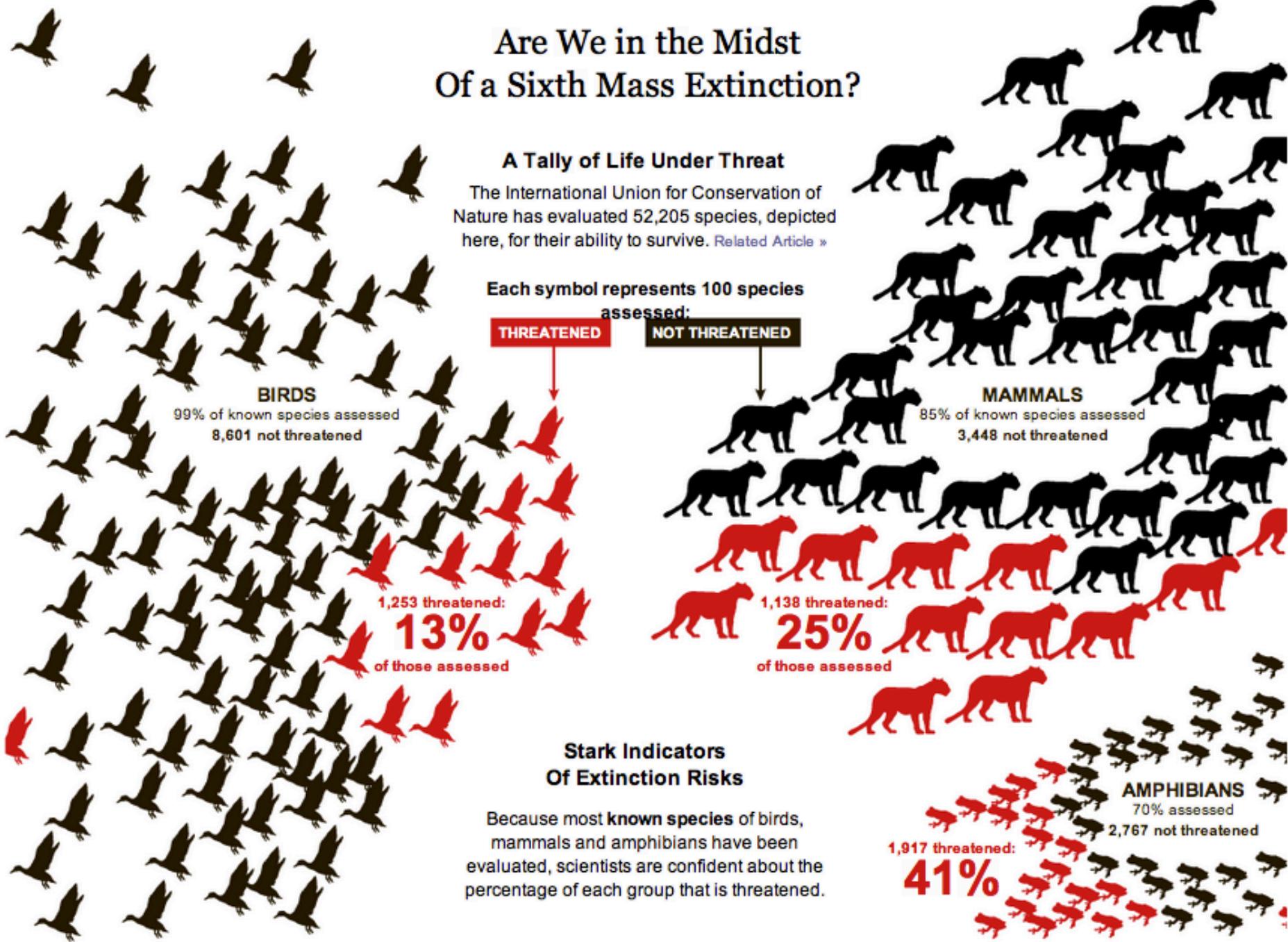
Because most **known species** of birds, mammals and amphibians have been evaluated, scientists are confident about the percentage of each group that is threatened.

AMPHIBIANS

70% assessed
2,767 not threatened

1,917 threatened:

41%



Pourcentage des espèces menacées d'extinction dans le monde

Par groupe d'espèces selon
le rapport mondial 2019 de l'IPBES

Pourcentage d'altération des écosystèmes

TERRESTRE

75%

EAU DOUCE

50%

MARITIME

40%

VÉGÉTAUX

entre

16%

et

63%



AMPHIBIENS
41,5%



CORAUX
33%



31%

REQUINS ET RAIES



27,5%
CRUSTACÉS



25%
MAMMIFÈRES



OISEAUX
13,5%



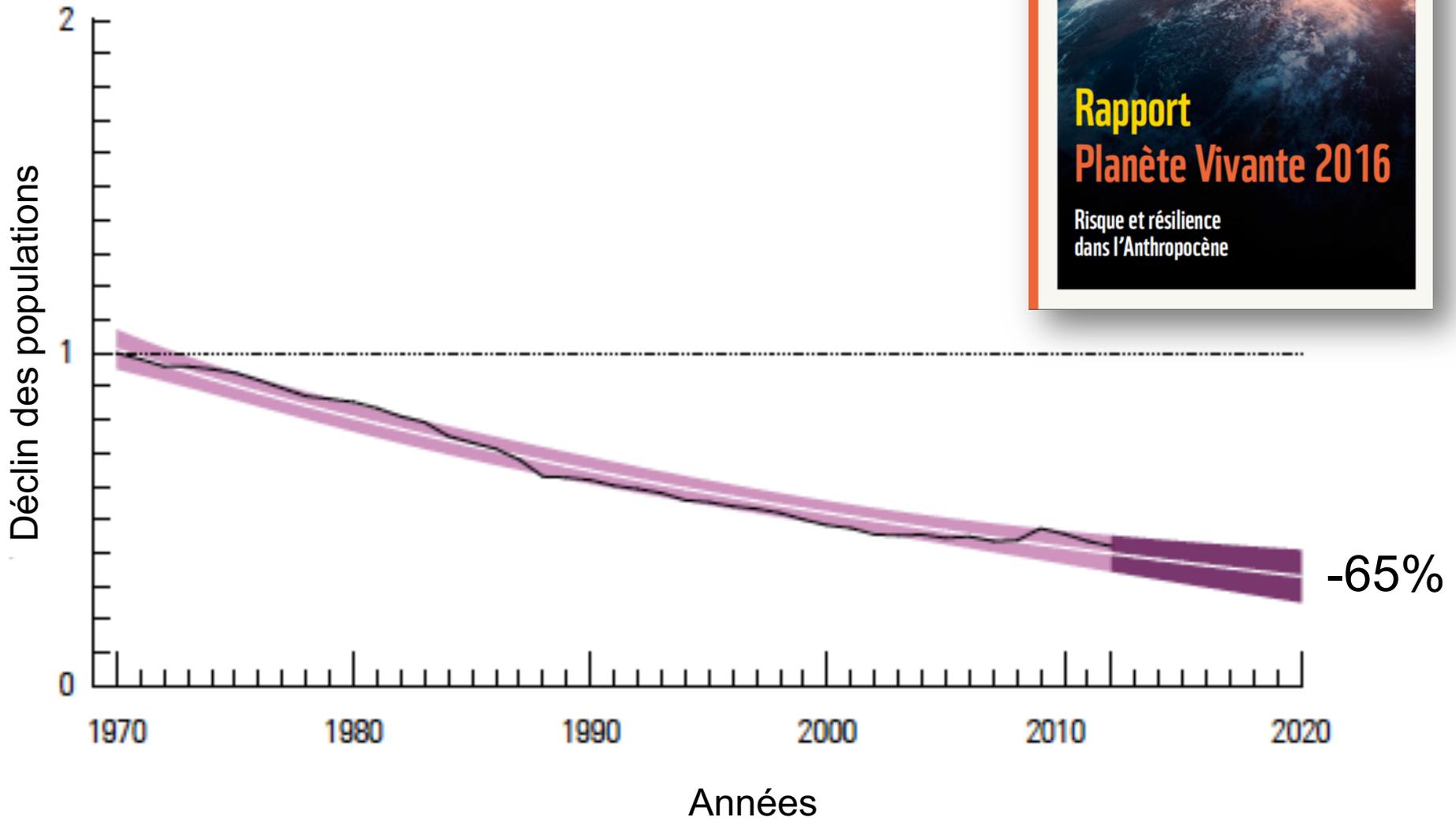
REPTILES
19%



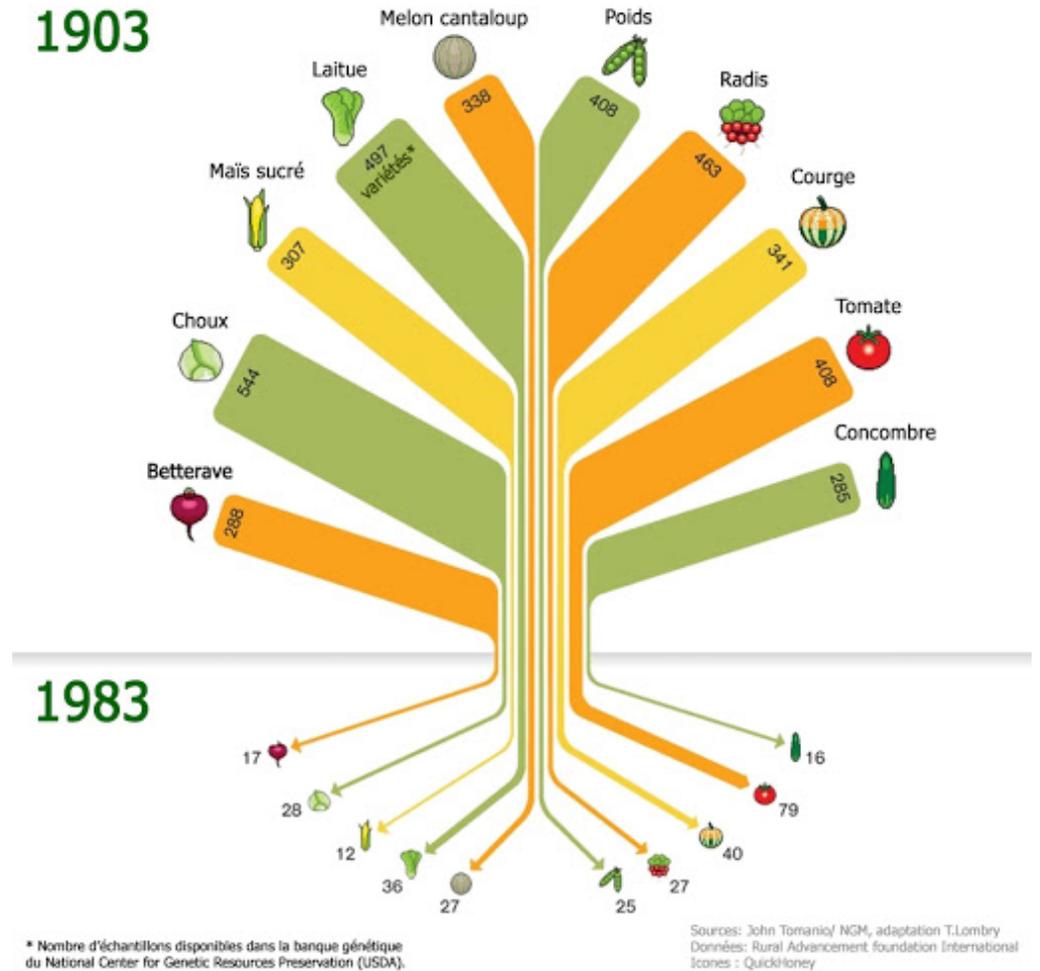
INSECTES
10%



Abondance de **populations** animales



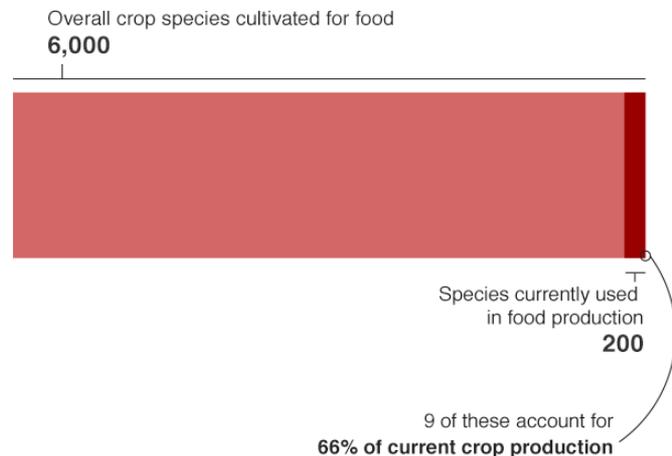
Biodiversité domestique



93% des variétés éteintes en 80 ans

Biodiversité domestique

Crop diversity has declined

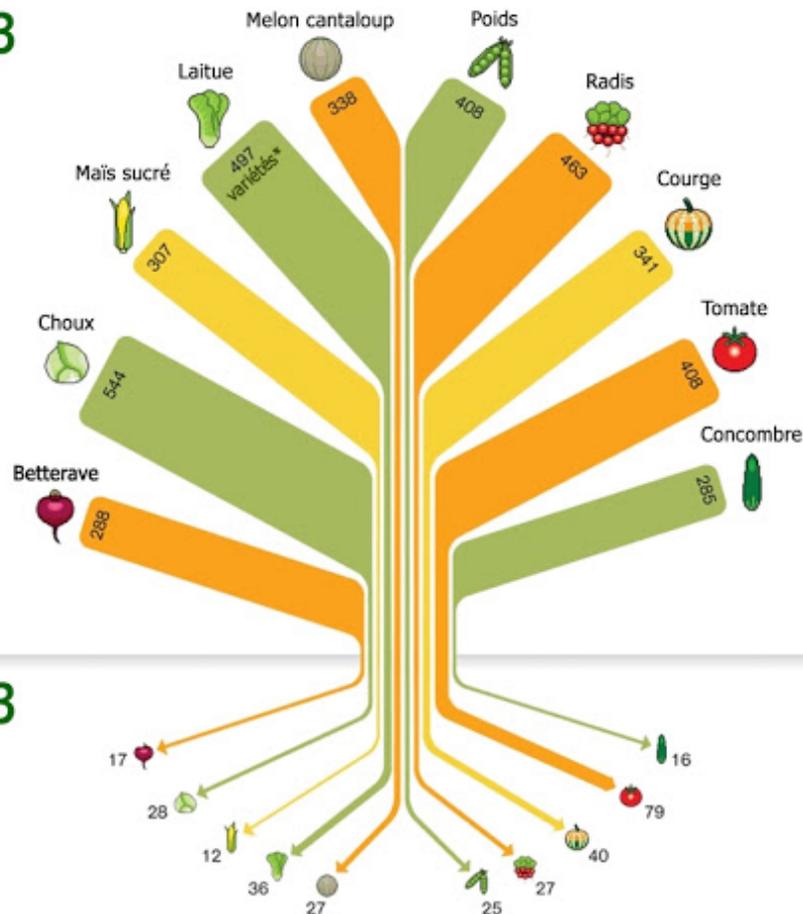


Source: UN Food and Agriculture Organization

BBC

1903

1983



* Nombre d'échantillons disponibles dans la banque génétique du National Center for Genetic Resources Preservation (USDA).

Sources: John Tomanic/ NGM, adaptation T.Lombry
Données: Rural Advancement foundation International
Icons : QuickHoney

93% des variétés éteintes en 80 ans

1e rapport global sur la biodiversité

(Intergovernmental Platform on Biodiversity and Ecosystem Services)

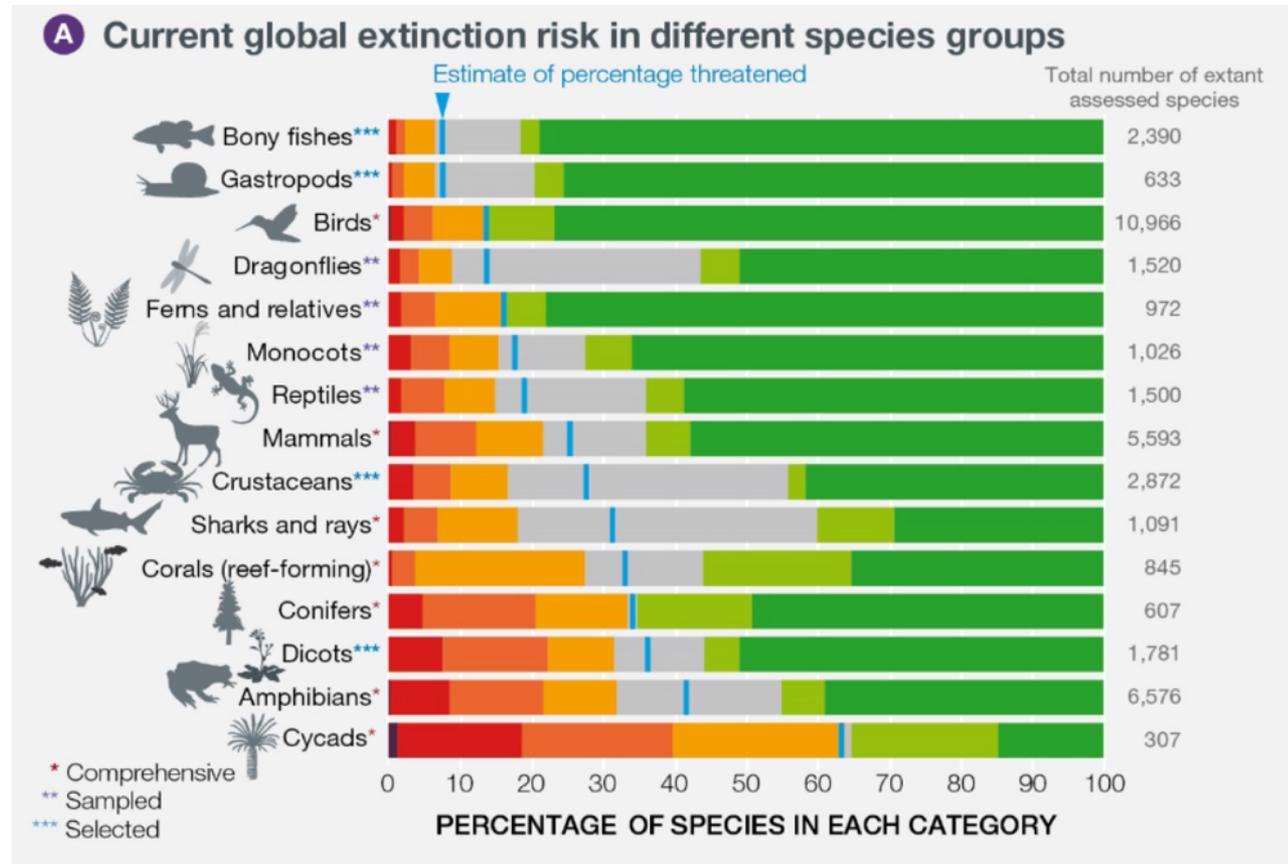
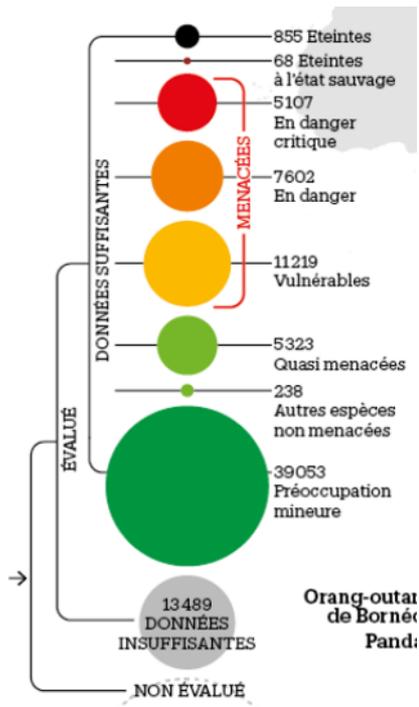


MAY 2019
PARIS #IPBES7

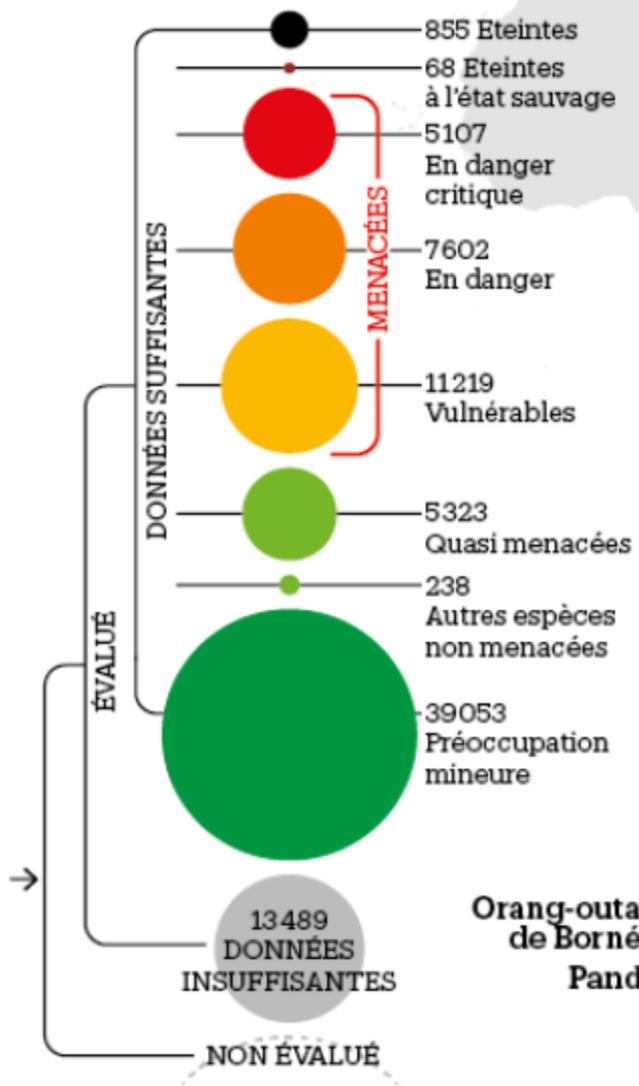


Un déclin de la biodiversité

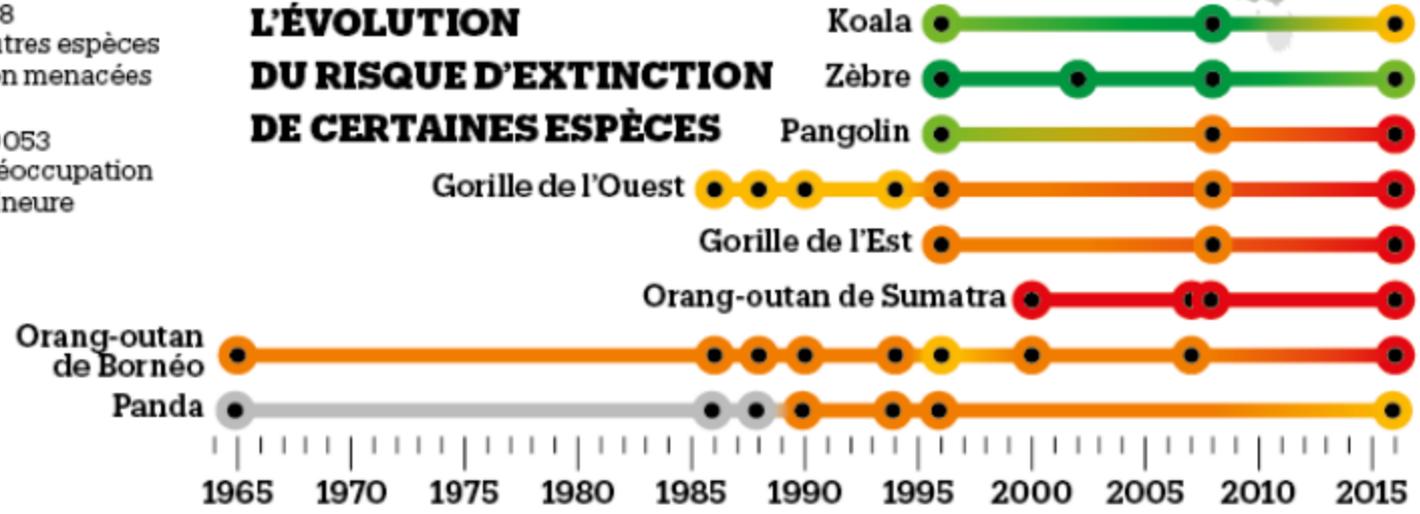
Environ **un million d'espèces d'animaux et de plantes sont menacées d'extinction** au cours des prochaines décennies, ce qui n'a jamais eu lieu dans l'histoire de l'humanité



LE CLASSEMENT DES ESPÈCES SELON L'UICN

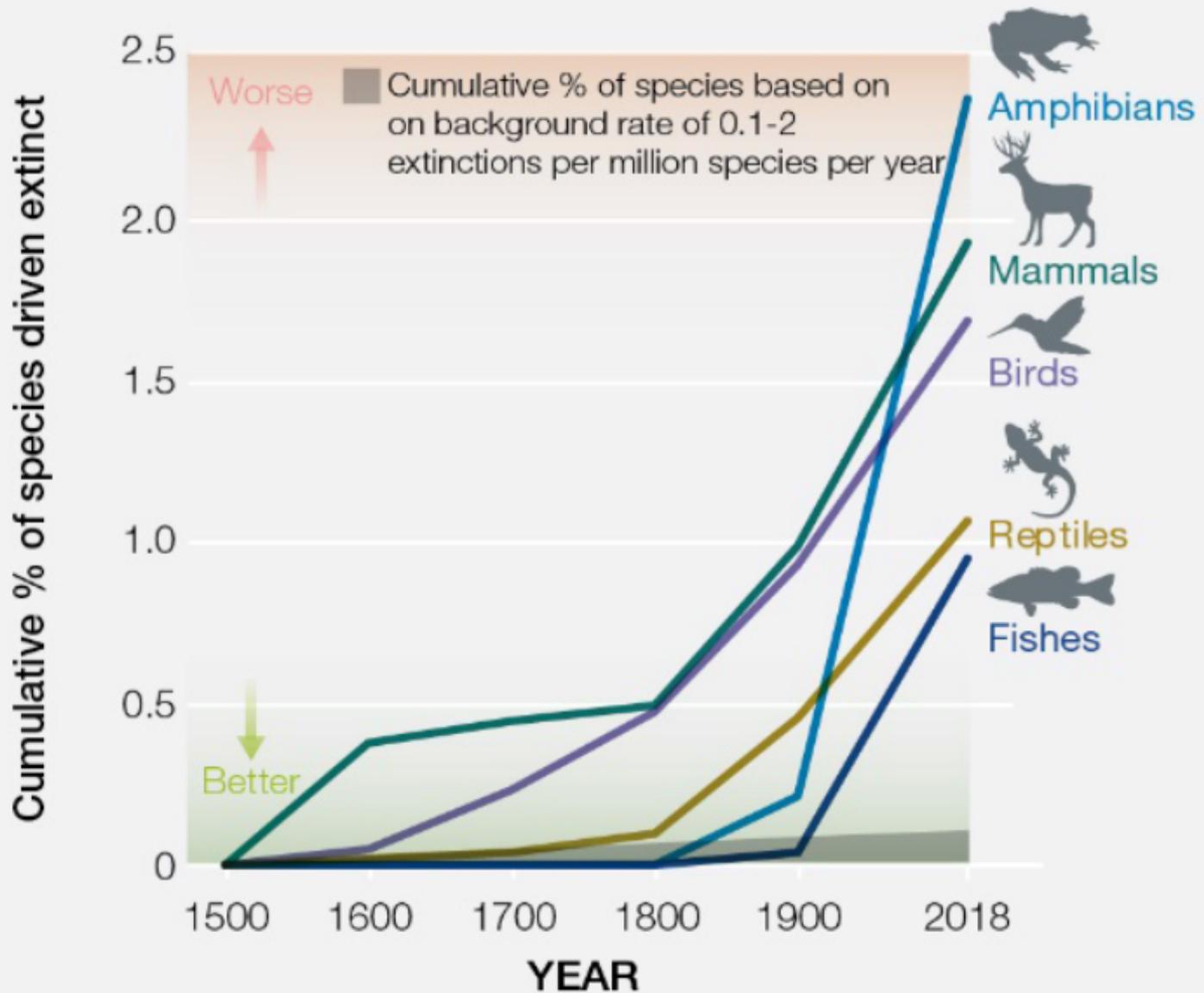


L'ÉVOLUTION DU RISQUE D'EXTINCTION DE CERTAINES ESPÈCES



B

Extinctions since 1500



Prévisions de perte de biodiversité (espèces)

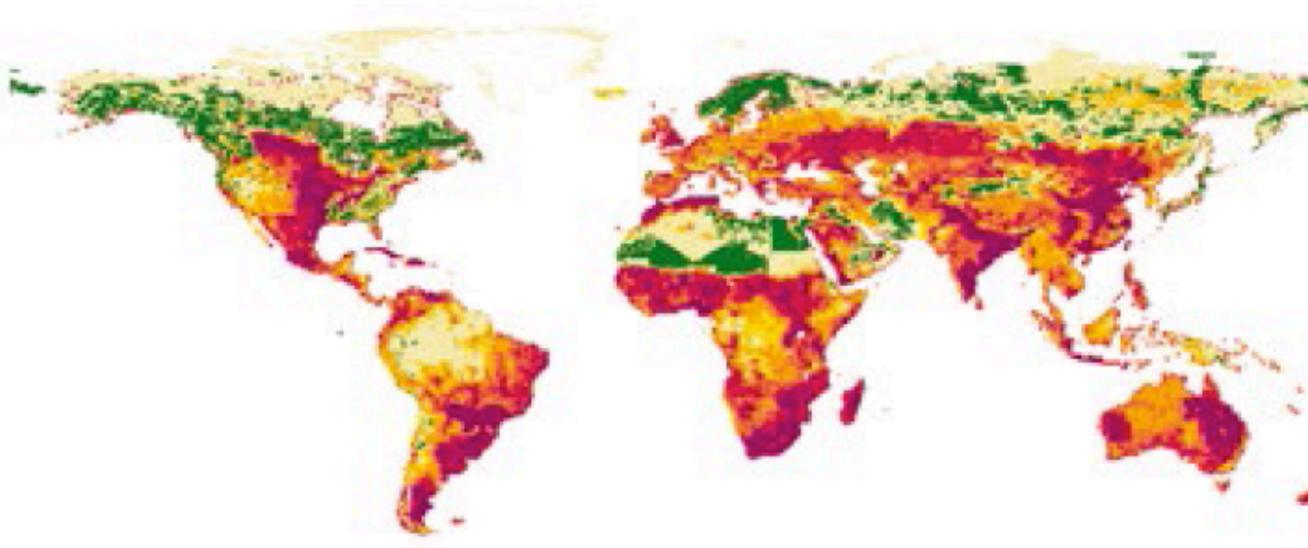
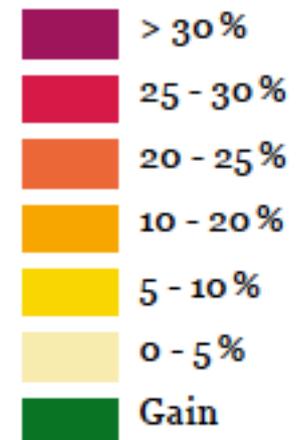


Figure 24 : prévision de la réduction nette de la richesse en espèces locales à l'horizon 2090 au moyen du cadre PREDICTS.

La perte nette est calculée dans un scénario du statu quo retenant une référence antérieure à l'apparition de l'homme. Données tirées de Newbol et coll., 2015.

Légende



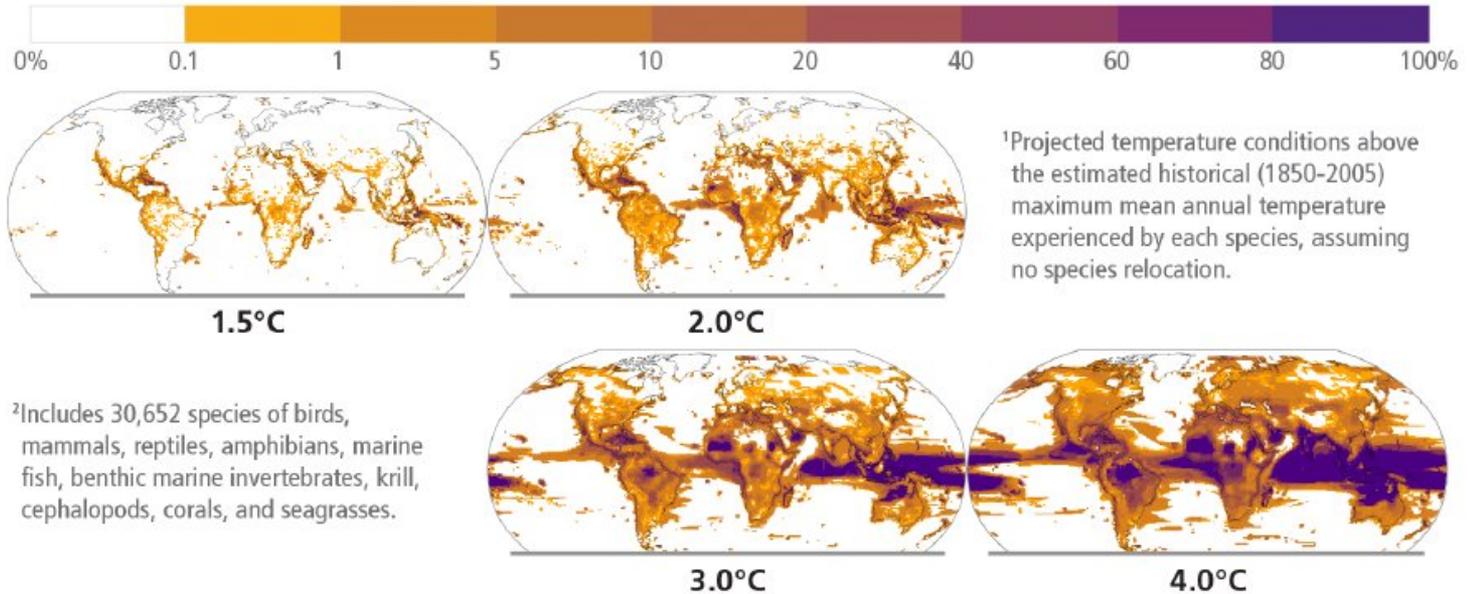
Future climate change is projected to increase the severity of impacts across natural and human systems and will increase regional differences

Examples of impacts without additional adaptation

a) Risk of species losses



Percentage of animal species and seagrasses exposed to potentially dangerous temperature conditions^{1,2}

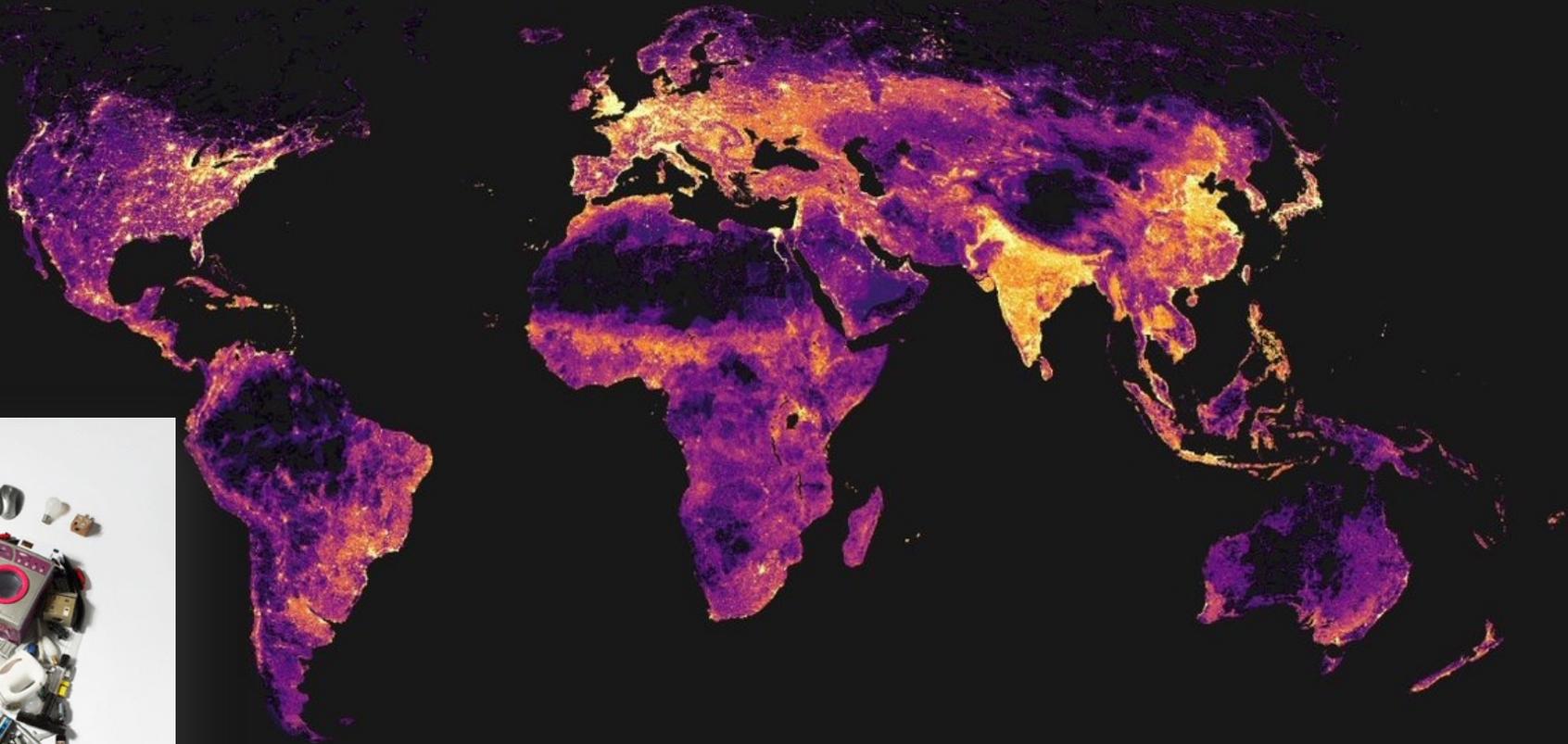


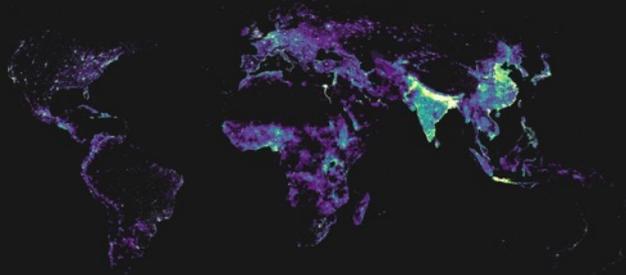
...

Visualizing the human footprint

Smaller human impact

Bigger human impact





Population density

Less dense More dense



Urban agglomerations
by population



Shipping lanes



Commercial flights



Undersea cables



World roads

60
million tonnes
Wild mammals

630
million tonnes
Domesticated



390
million tonnes
Humans

Only **6%** of the combined weight of mammals on Earth is wild

Causes des extinctions

Causes des extinctions



Pollution

Causes des extinctions

Surexploitation



Causes des extinctions



Destruction de
l'habitat

Causes des extinctions



Causes des extinctions



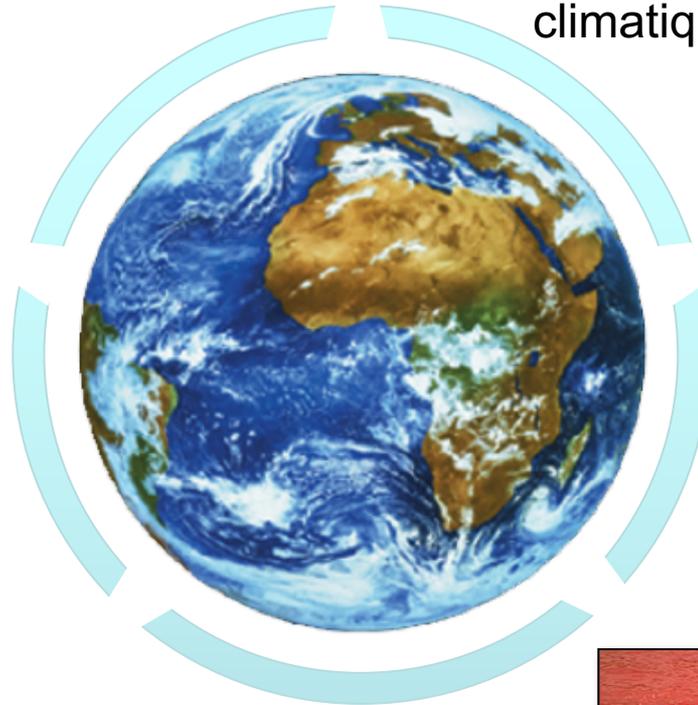
5 facteurs directs d'extinctions



Perte d'habitat



Changement climatique



Pollution

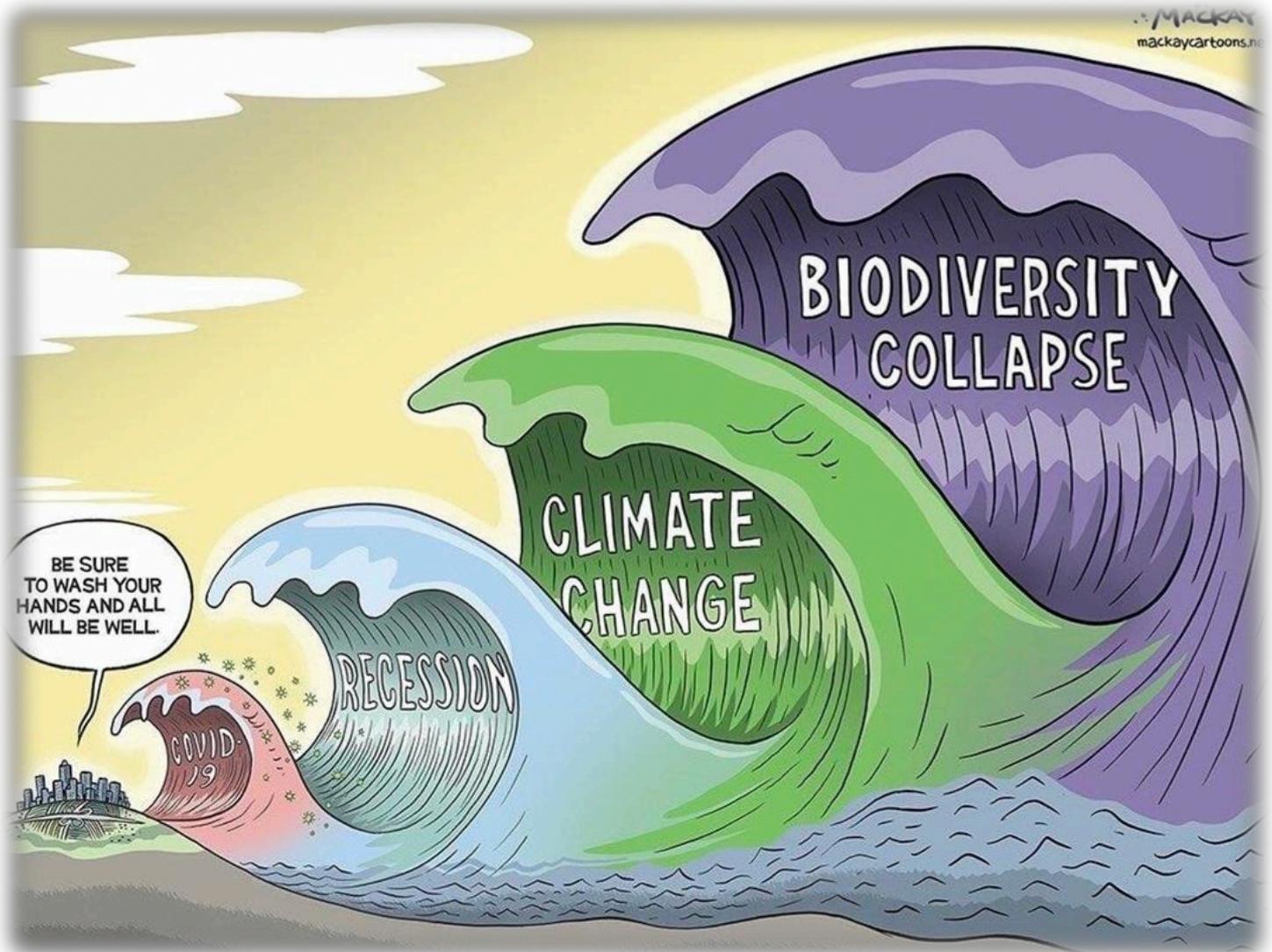


Invasions biologiques



Surexploitation

Changement climatique & Biodiversité



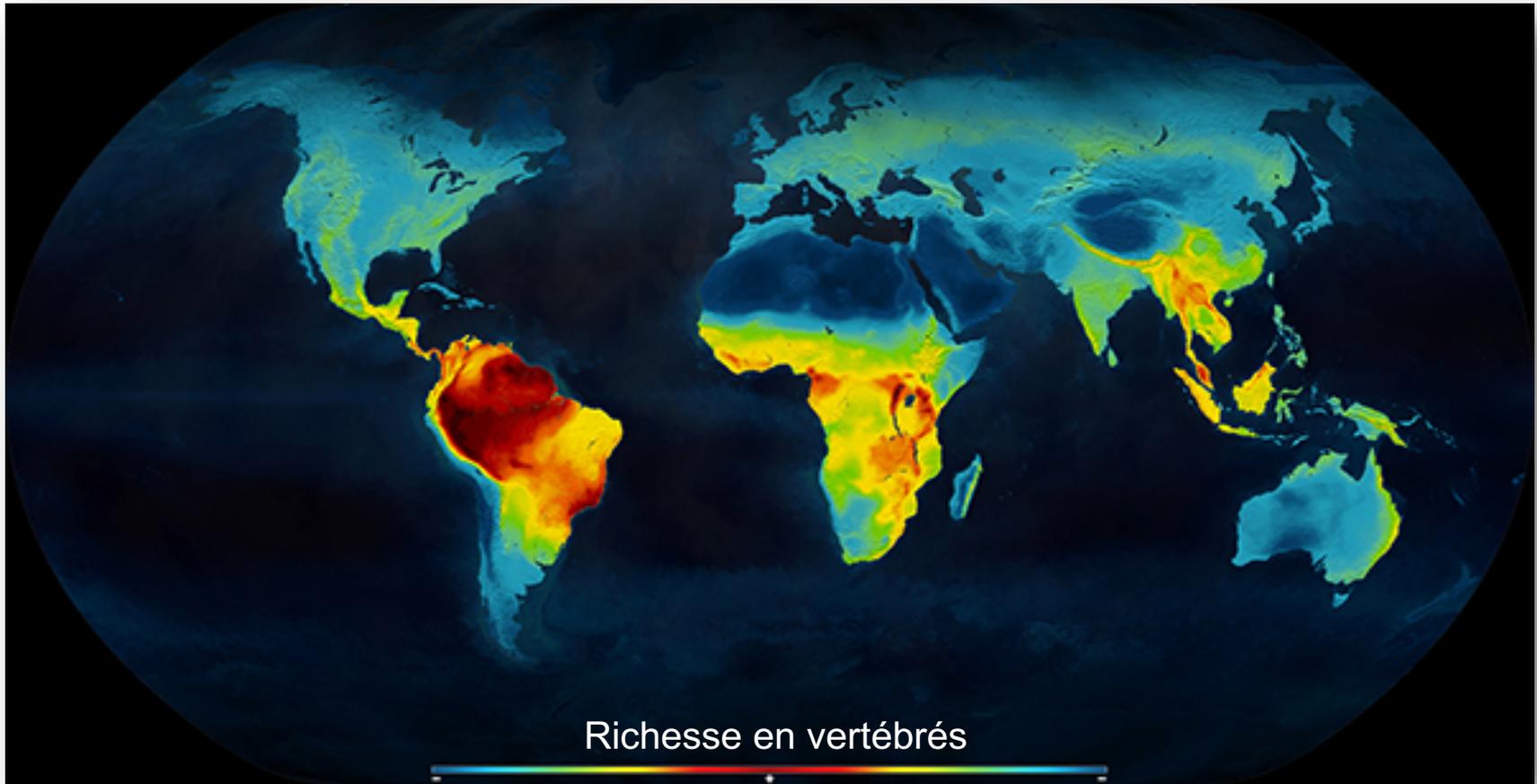
Pourquoi le climat est-il important pour la biodiversité?



Pour les espèces, c'est le premier facteur qui fait qu'un **environnement est favorable** ou non

Importance du climat

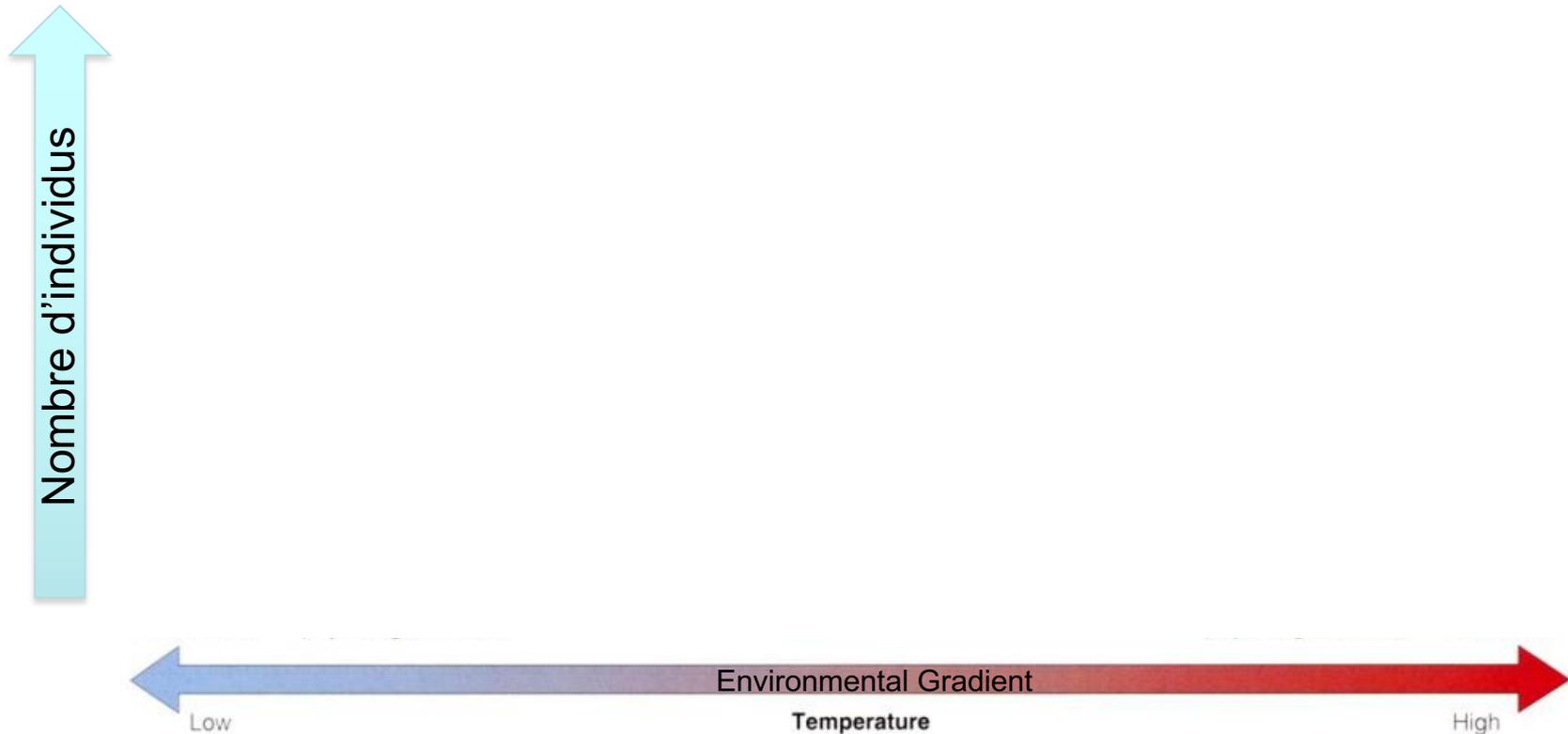
Qu'est ce qui "dicte" les patrons de distributions des espèces ?



Toutes les espèces ont des **limites de tolérance** pour des facteurs environnementaux au delà desquelles les individus ne peuvent plus survivre, se développer et se reproduire

Importance du climat

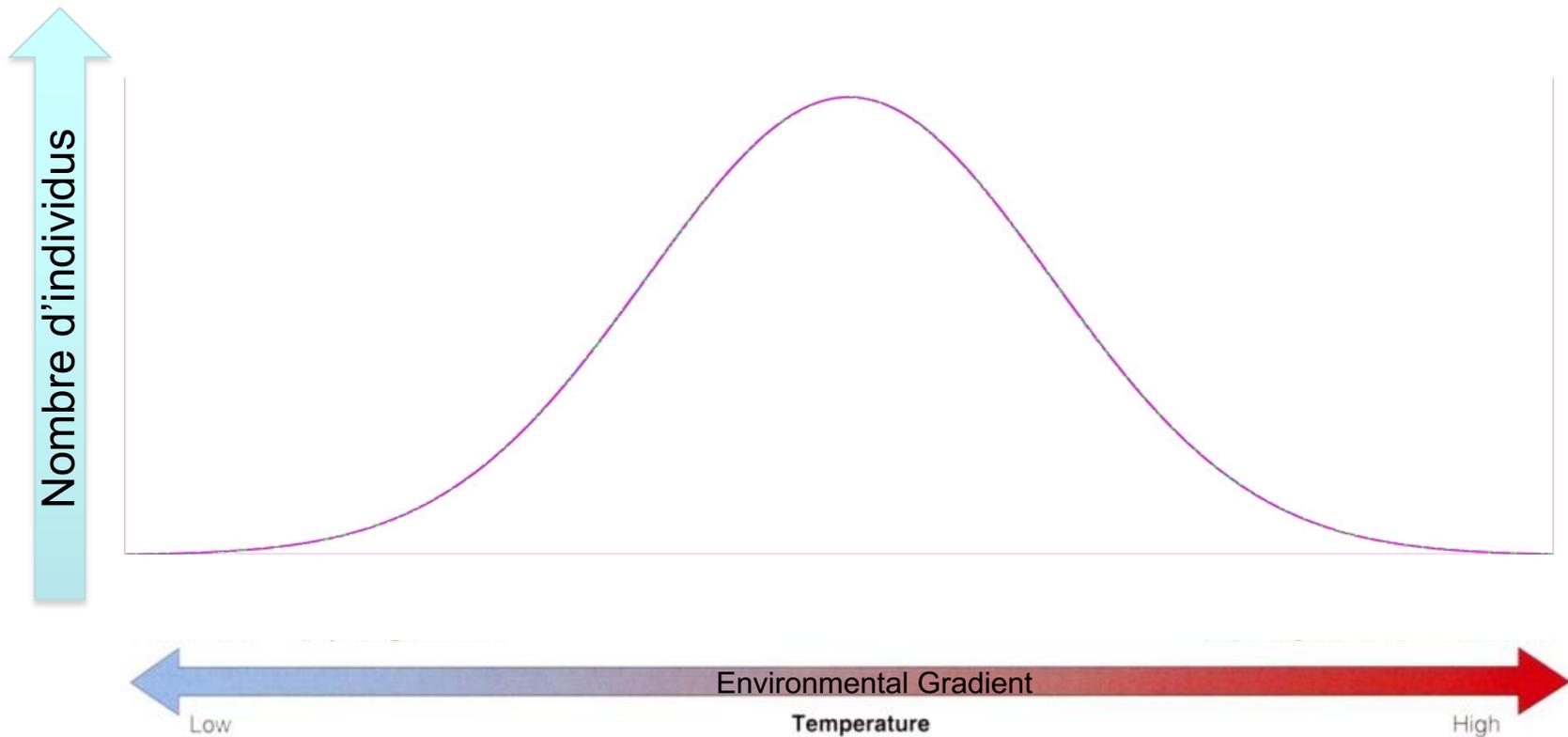
Limites de tolérance physiologiques



Des limites de tolérance existent pour tous les facteurs environnementaux importants ou déterminants.

Importance du climat

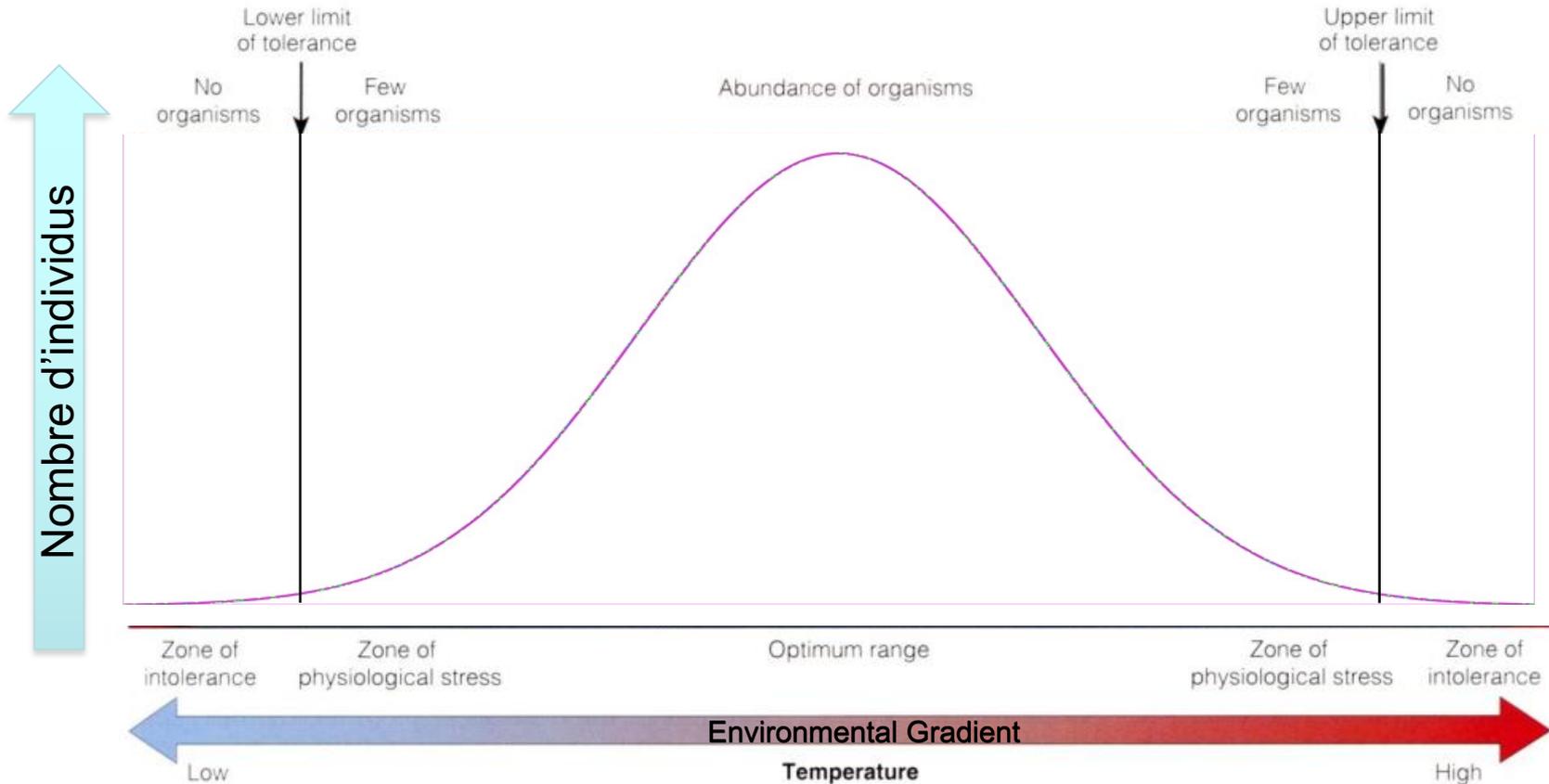
Limites de tolérance physiologiques



Des limites de tolérance existent pour tous les facteurs environnementaux importants ou déterminants.

Importance du climat

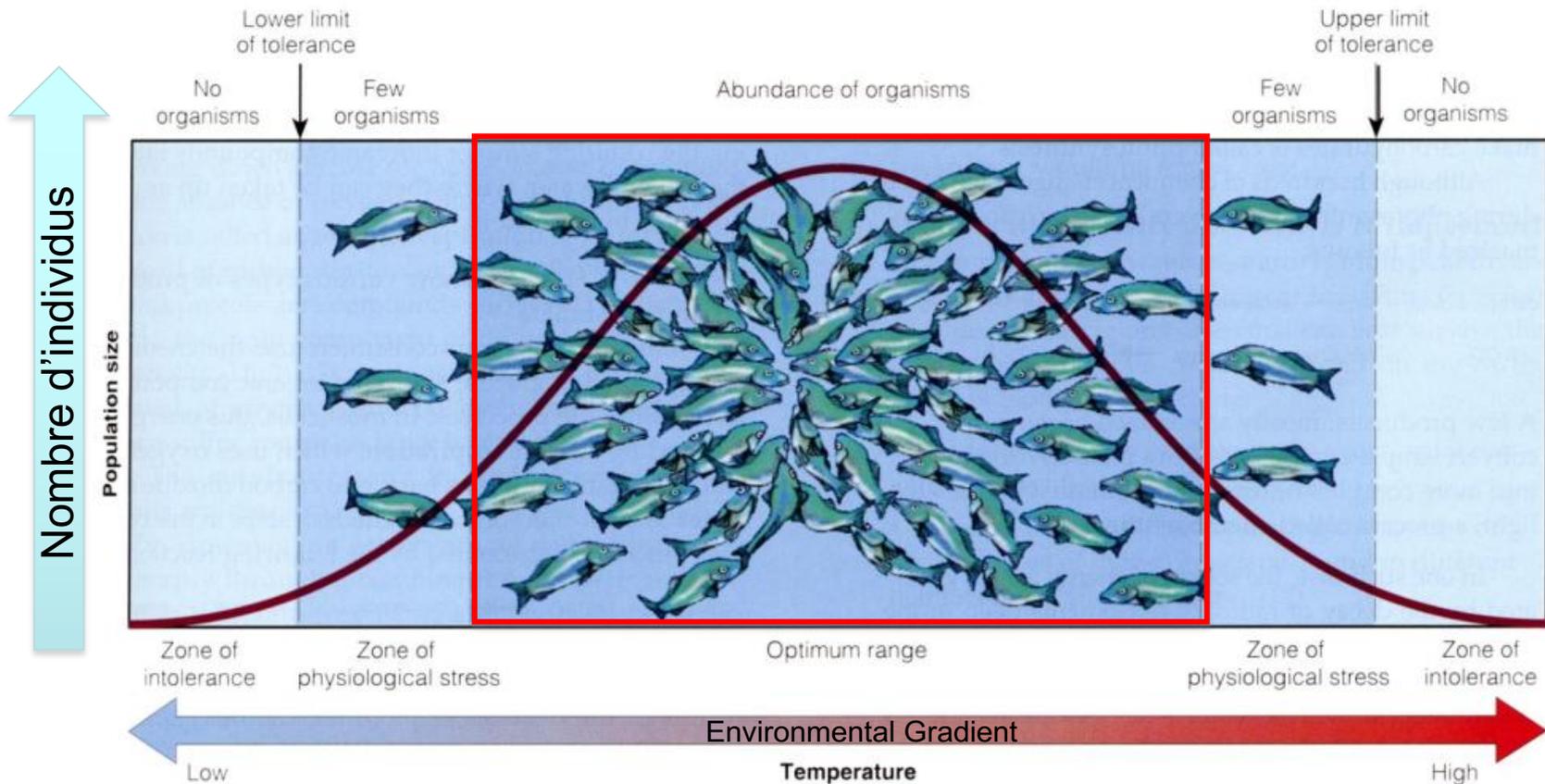
Limites de tolérance physiologiques



Des limites de tolérance existent pour tous les facteurs environnementaux importants ou déterminants.

Importance du climat

Limites de tolérance physiologiques



Des limites de tolérance existent pour tous les facteurs environnementaux importants ou déterminants.

Importance du climat

Les facteurs déterminants et les limites de tolérance

Ecosystèmes terrestres

- Lumière
- Température
- Précipitations
- Vents
- Altitude
- Fréquence des feux
- Teneur en eau du sol

Ecosystèmes aquatiques

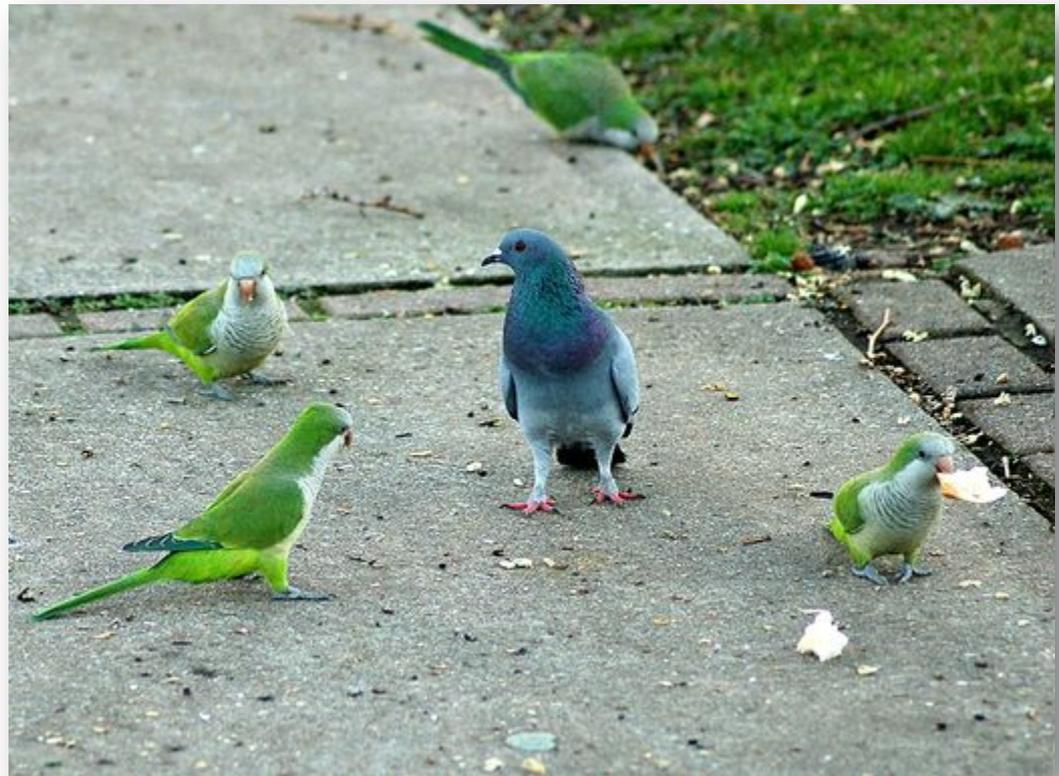
- Température
- Pénétration de la lumière
- Courants marins
- Salinité
- PH
- Matières en suspension

Des effets déjà visibles

Certains ne croient pas au changement climatique

Mais visiblement les plantes et les animaux y croient...

Car des changements sont **déjà observés** depuis de nombreuses années



Différents types d'effets

Les changements climatiques affectent au moins 420 processus physiques et biologiques

Phénotype et structure génétique

Phénologie

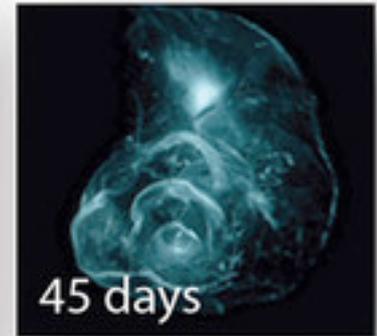
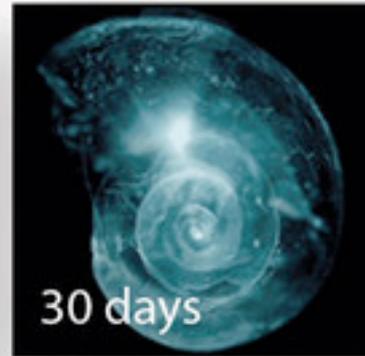
Changements de distribution

Perturbations d'interactions et d'assemblages d'espèces

Effets directs lents

Acidification de l'océan

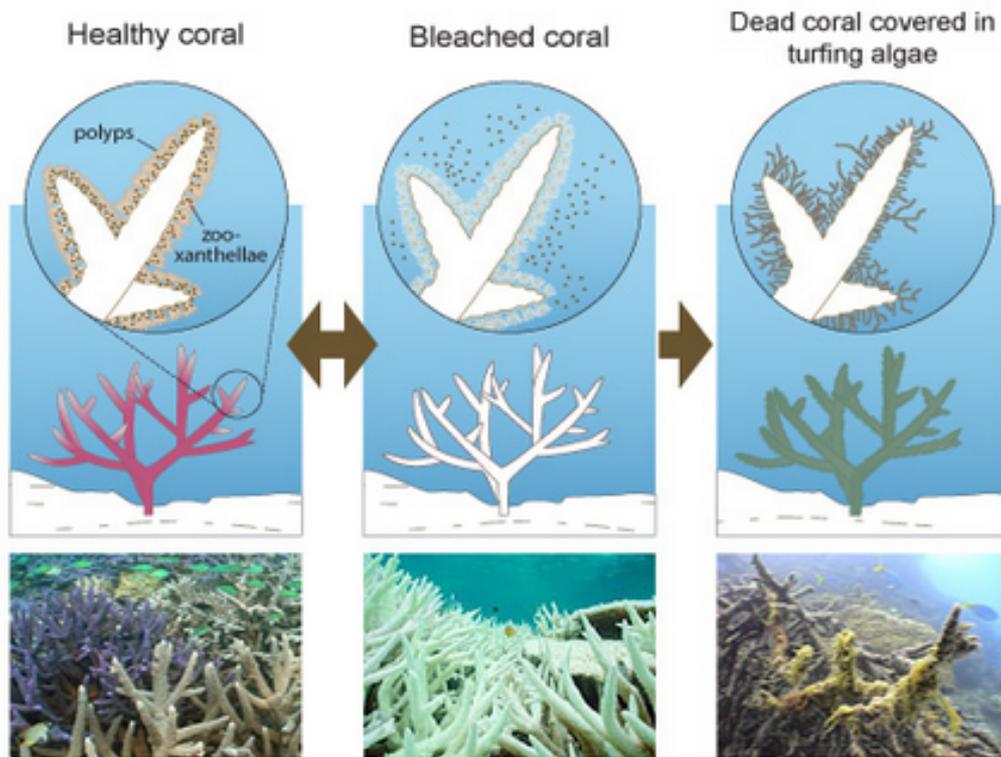
L'augmentation de concentration de CO_2 dans l'atmosphère augmente le CO_2 dans l'océan, et donc **l'acidité** de l'eau.



Cela affecte la possibilité des organismes marins à construire leur squelette calcique (mollusques, coraux, ...)

Effets directs lents

Blanchiment des coraux



Les zooxanthelles, algues symbiotiques qui vivent dans les coraux et leurs fournissent les nutriments essentiels, ne supportent pas la chaleur

L'augmentation de la température de l'eau crée le rejet de ces algues, ce qui stoppe la croissance des coraux et les laisse affaiblis et sensibles aux maladies

Effets directs rapides

Évènements extrêmes



Les évènements climatiques extrêmes (sécheresses, inondations, tornades, tempêtes, cyclones, vagues de froid ...) peuvent créer des **mortalités de masse**.

Effets indirects

Phénologie

L'apparition d'événements périodiques dans le monde vivant, déterminée par les variations saisonnières du climat



Floraison,
bourgeonnement,
migration,
hibernation,
naissances, ...

La floraison de certaines espèces est avancée de plus de **10 jours** par **décennie** chez certaines espèces

Effets indirects

Phénologie



Ces changements peuvent **décaler** certains événements dans les relations entre espèces: par exemple la naissance d'oisillons **ne correspond plus** au pic d'abondance des chenilles, et les oiseaux ne nourrissent plus efficacement leurs petits.

Conséquences des effets

Perte de diversité génétique

Perte de populations

Perte d'espèces

Dysfonctionnement d'écosystèmes

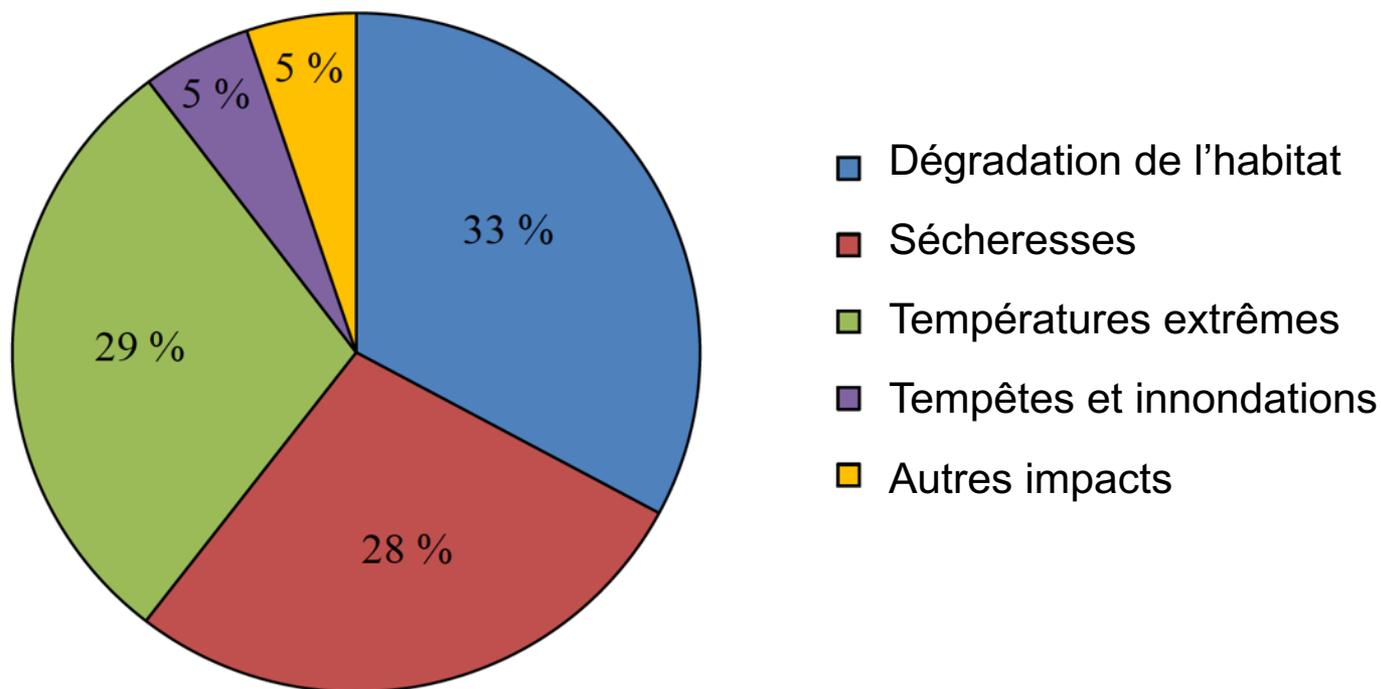
Changements de biomes

Pertes de services



Pertes de populations et d'espèces

Une espèce de mammifère sur 4 et une espèce d'oiseau sur 8 sont menacées d'extinction par les changements climatiques



Distribution des menaces liées au changement climatique évaluée par l'UICN sur 4161 espèces

Points de basculement

Les points de basculement, où des seuils d'écosystèmes peuvent mener à des basculement irréversibles vers d'autres écosystèmes



Points de basculement

Les points de basculement, où des seuils d'écosystèmes peuvent mener à des basculement irréversibles vers d'autres écosystèmes

Une analyse récente des distributions potentielles des écosystèmes en Amérique du Sud suggère que de larges parties de la forêt tropicale Amazonienne pourrait rapidement devenir des savanes



Les changements récents restent modestes

Tous les changements que l'on a évoqué correspondent à un réchauffement depuis la fin du 19^{ème} siècle, soit **moins de 1° C**

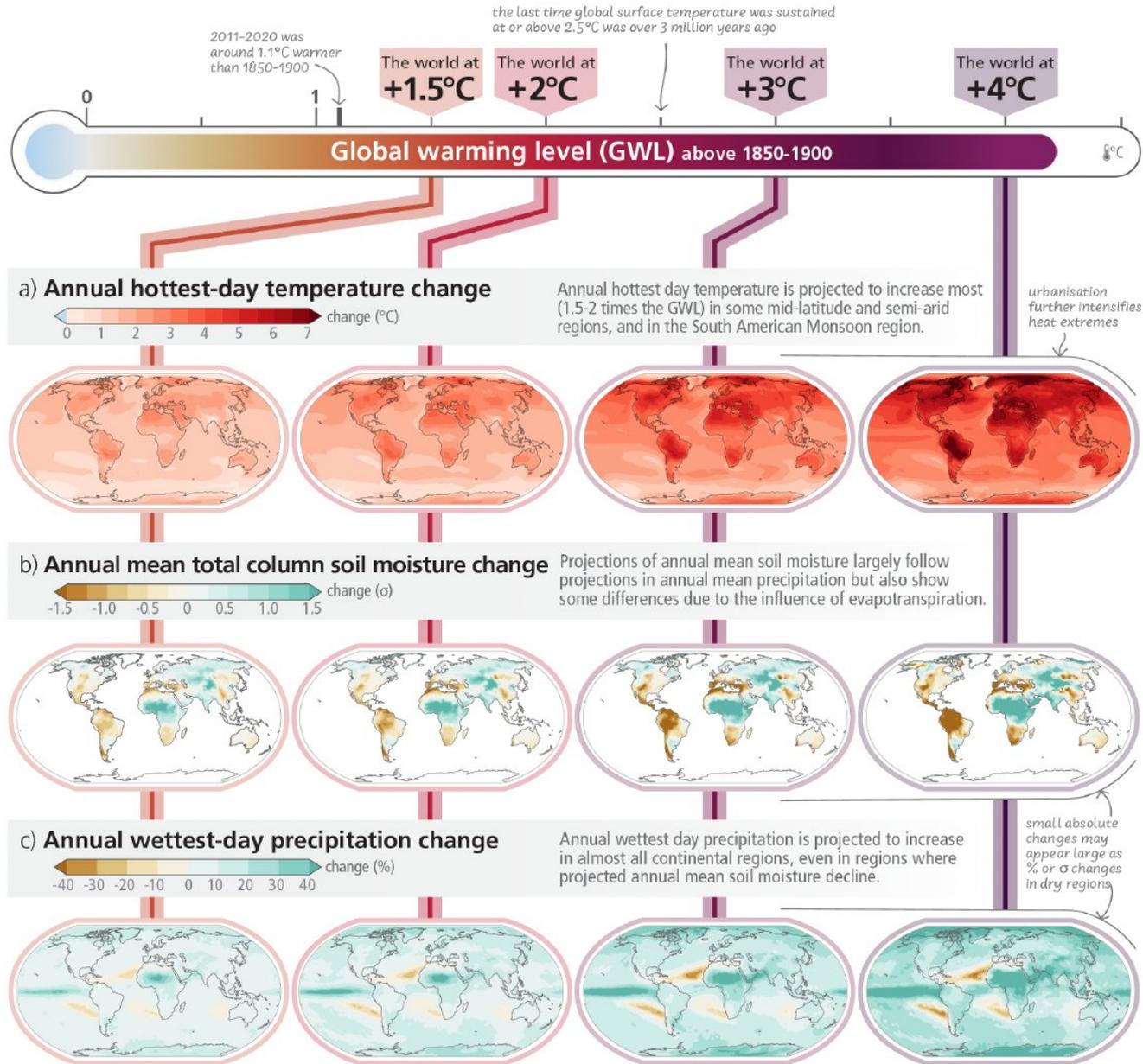
Quelle sera l'amplitude de ces effets avec des augmentations de **plus de 2 à 6° C**?

+2°C, c'est beaucoup?



Les températures moyennes de la Terre pendant **le dernier pic de glaciation**, il y a 20 000 ans, lorsque de larges surfaces de l'hémisphère Nord étaient sous des centaines de mètres de glace, n'étaient en fait que **6 degrés** plus froids que maintenant

With every increment of global warming, regional changes in mean climate and extremes become more widespread and pronounced



Biodiversité / Climat

Les deux crises sont similaires car sont:

- **globales**
- dues aux **activités** humaines
- **néfastes** pour les humains
- **réglables** par les humains



Biodiversité / Climat

Il y a aussi de nombreuses **interactions** et **synergies** entre les deux



Biodiversité / Climat

Essayer de régler l'un sans régler l'autre n'est pas seulement la moitié du travail, cela peut mener à des **contre-sens**



En conclusion

En conclusion

Les crises de la biodiversité et du climat sont sans conteste le **plus grand défi de l'histoire de l'humanité**

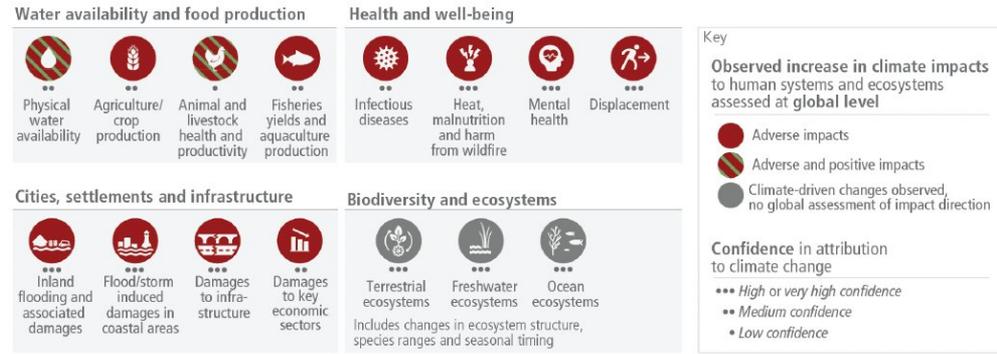
Il est crucial de **ne pas minimiser** les informations sur ces deux pans liés du changement global, et d'**agir en conséquence**

Merci!

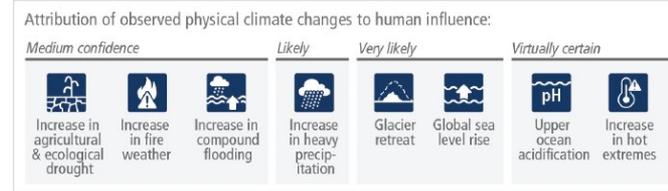


Adverse impacts from human-caused climate change will continue to intensify

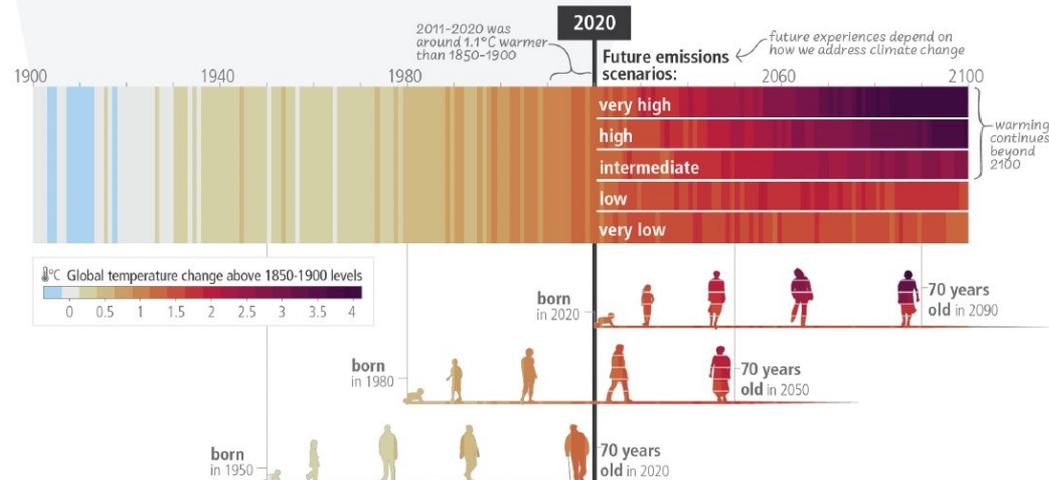
a) Observed widespread and substantial impacts and related losses and damages attributed to climate change



b) Impacts are driven by changes in multiple physical climate conditions, which are increasingly attributed to human influence

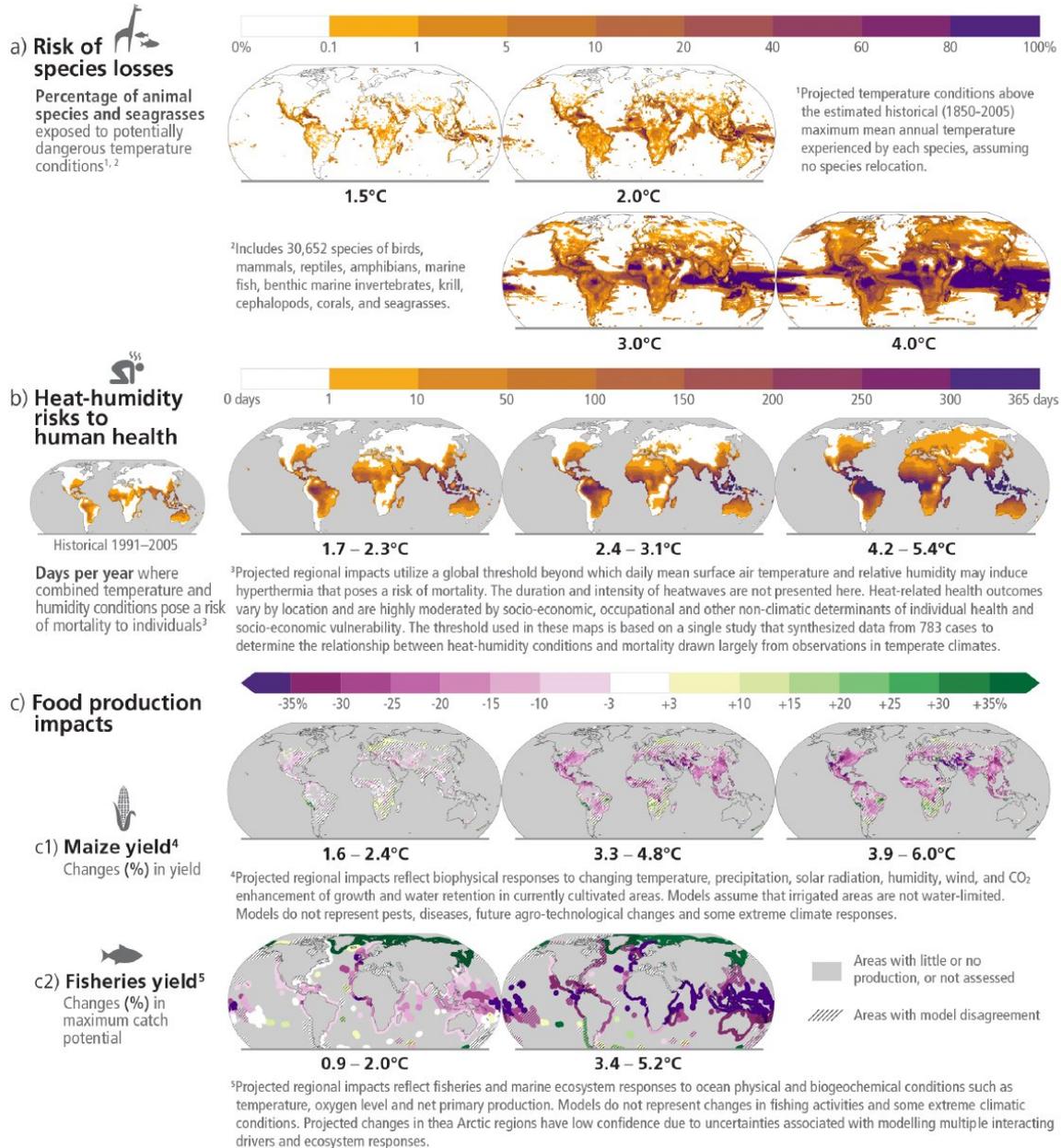


c) The extent to which current and future generations will experience a hotter and different world depends on choices now and in the near-term



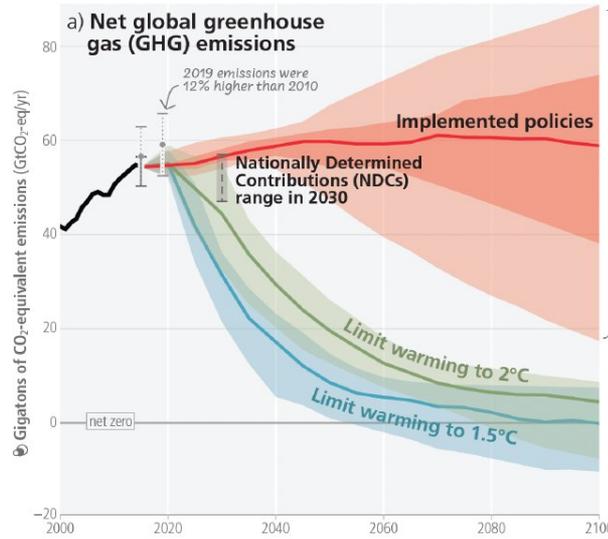
Future climate change is projected to increase the severity of impacts across natural and human systems and will increase regional differences

Examples of impacts without additional adaptation

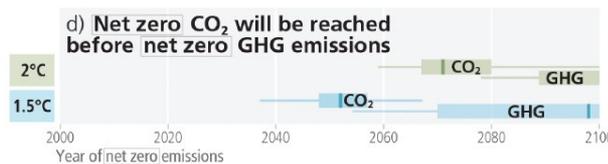
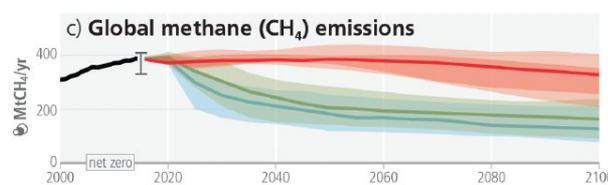
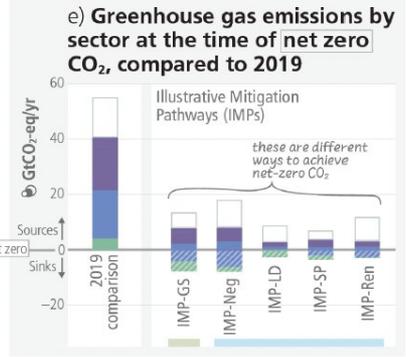
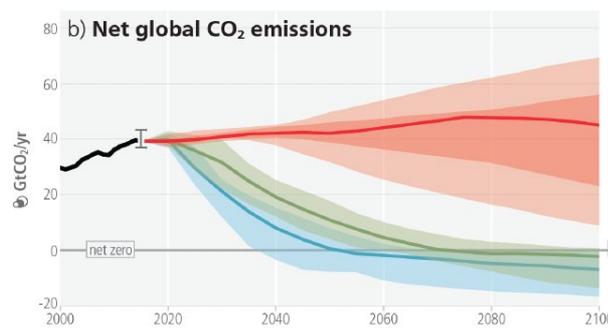
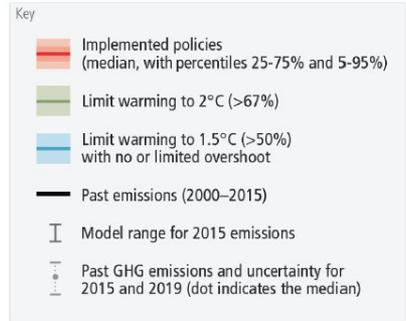


Limiting warming to 1.5°C and 2°C involves rapid, deep and in most cases immediate greenhouse gas emission reductions

Net zero CO₂ and net zero GHG emissions can be achieved through strong reductions across all sectors



Implemented policies result in projected emissions that lead to warming of 3.2°C, with a range of 2.2°C to 3.5°C (medium confidence)



Importance du climat

Les facteurs déterminants et les limites de tolérance

Ecosystèmes terrestres

- Lumière
- Température
- Précipitations
- Vents
- Altitude
- Fréquence des feux
- Teneur en eau du sol

Ecosystèmes aquatiques

- Température
- Pénétration de la lumière
- Courants marins
- Salinité
- PH
- Matières en suspension

Des effets déjà visibles

Certains ne croient pas au changement climatique

Mais visiblement les plantes et les animaux y croient...

Car des
changements
sont **déjà**
observés depuis
de nombreuses
années



Différents types d'effets



Différents types d'effets

Les changements climatiques affectent au moins 420 processus physiques et biologiques

Phénotype et structure génétique

Phénologie

Changements de distribution

Perturbations d'interactions et d'assemblages d'espèces

Phénologie

L'apparition d'événements périodiques dans le monde vivant, déterminée par les variations saisonnières du climat

Floraison,
bourgeonnement,
migration,
hibernation,
naissances, ...



Phénologie

Certaines espèces de marmottes émergent maintenant d'hibernation **un mois plus tôt** qu'il y a 30 ans



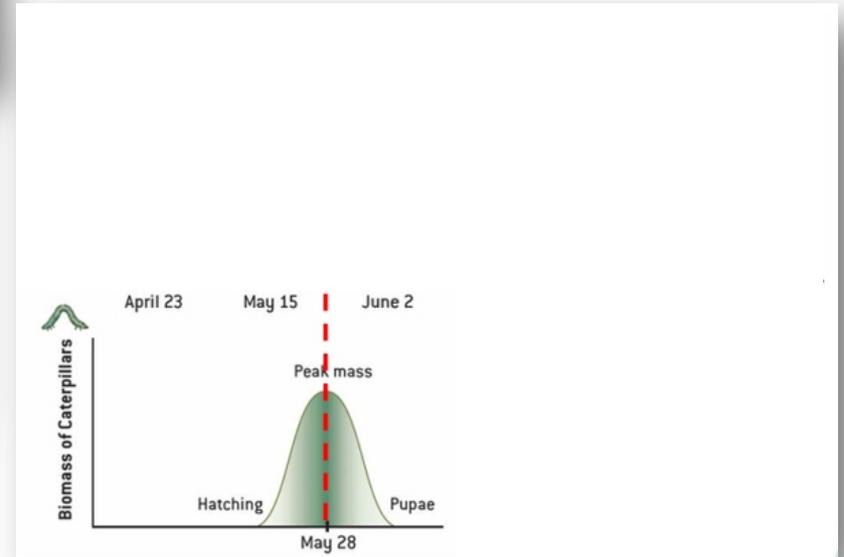
La floraison de certaines espèces est avancée de plus de **10 jours** **par décennie** chez certaines espèces

Phénologie



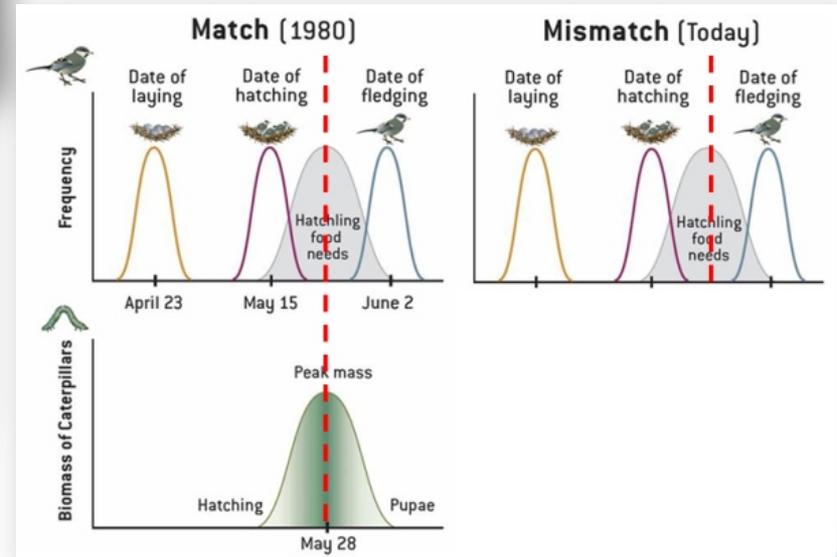
Ces changements peuvent **décaler** certains événements dans les relations entre espèces: par exemple la naissance d'oisillons **ne correspond plus** au pic d'abondance des chenilles, et les oiseaux ne nourrissent plus efficacement leurs petits.

Phénologie



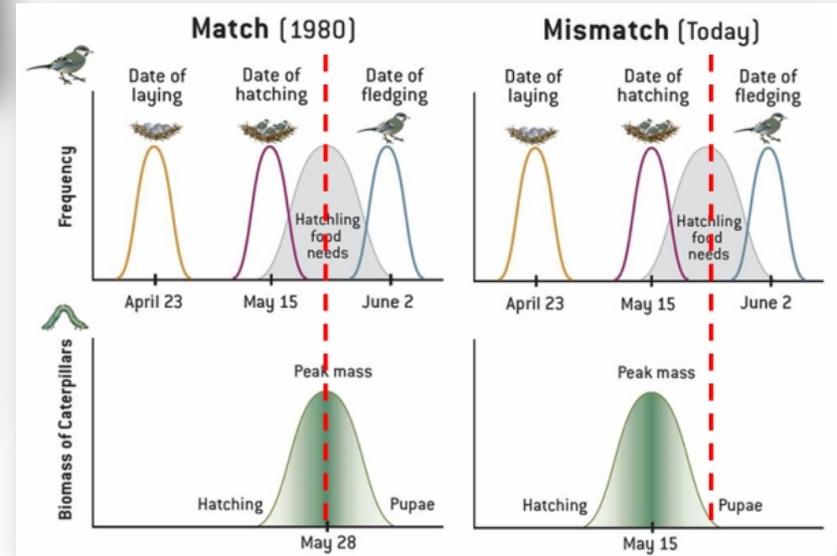
Ces changements peuvent **décaler** certains événements dans les relations entre espèces: par exemple la naissance d'oisillons **ne correspond plus** au pic d'abondance des chenilles, et les oiseaux ne nourrissent plus efficacement leurs petits.

Phénologie



Ces changements peuvent **décaler** certains événements dans les relations entre espèces: par exemple la naissance d'oisillons **ne correspond plus** au pic d'abondance des chenilles, et les oiseaux ne nourrissent plus efficacement leurs petits.

Phénologie



Ces changements peuvent **décaler** certains événements dans les relations entre espèces: par exemple la naissance d'oisillons **ne correspond plus** au pic d'abondance des chenilles, et les oiseaux ne nourrissent plus efficacement leurs petits.

Conséquences des effets

Perte de diversité génétique

Perte de populations

Perte d'espèces

Dysfonctionnement d'écosystèmes

Changements de biomes

Pertes de services



Pertes de diversité génétique



Sélection des individus les plus résistants aux températures hautes (**perte rapide des individus les moins résistants**)

Déplacements de populations

De nombreuses espèces changent leur aire de répartition pour suivre leur optimum climatique

Des déplacements de populations, en latitude comme en altitude, ont déjà été observés chez plus de 1000 espèces, en particulier celles qui ont de fortes capacités de dispersion, comme les oiseaux, les insectes et les invertébrés marins

Cela conduit à des réductions de distributions important en particulier pour les espèces polaires ou montagnardes

Déplacements de populations

De nombreuses espèces changent leur aire de répartition pour suivre leur optimum climatique

La “dette climatique”

Des études ont montré que même les espèces se déplaçant le plus rapidement (à l'échelle des populations) restent trop lentes par rapport au déplacement des zones climatiques

Déplacements de populations

Une étude sur des communautés d'oiseaux (9490) et de papillons (2130) sur ces vingt dernières années a montré un **déplacement rapide** vers le nord de ces communautés (37 km pour les oiseaux, 114 km pour les papillons).



La “dette climatique”

Déplacements de populations

Une étude sur des communautés d'oiseaux (9490) et de papillons (2130) sur ces vingt dernières années a montré un **déplacement rapide** vers le nord de ces communautés (37 km pour les oiseaux, 114 km pour les papillons).



Cependant, pendant la même période le **déplacement des zones de températures a été encore plus rapide**, ce qui fait que les oiseaux et les papillons sont maintenant 212 km et 135 km en retard sur le climat

Pertes de populations et d'espèces

Il y a encore peu d'exemples directs d'espèces éteintes suite aux changements climatiques, du fait 1/ des multiples menaces simultanées qui touchent la plupart des espèces et 2/ du temps qu'il faut pour déclarer une espèce éteinte (50 ans)

Cependant, une liste de **plusieurs espèces** a déjà été publiée



Atelopus ignescens

Atelopus longirostris

Pertes de populations et d'espèces

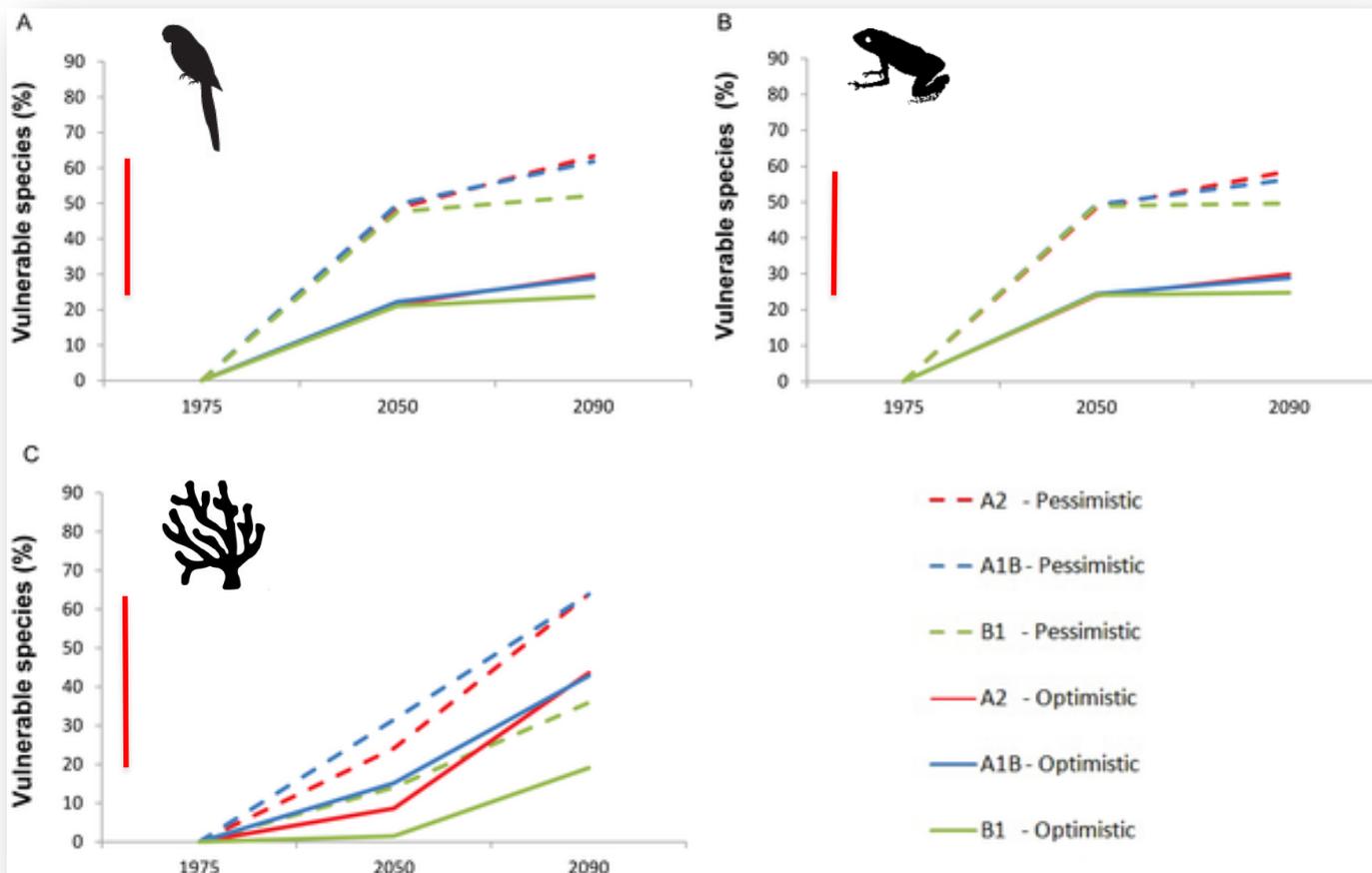
Il y a encore peu d'exemples directs d'espèces éteintes suite aux changements climatiques, du fait 1/ des multiples menaces simultanées qui touchent la plupart des espèces et 2/ du temps qu'il faut pour déclarer une espèce éteinte (50 ans)



Atelopus ignescens

Atelopus longirostris

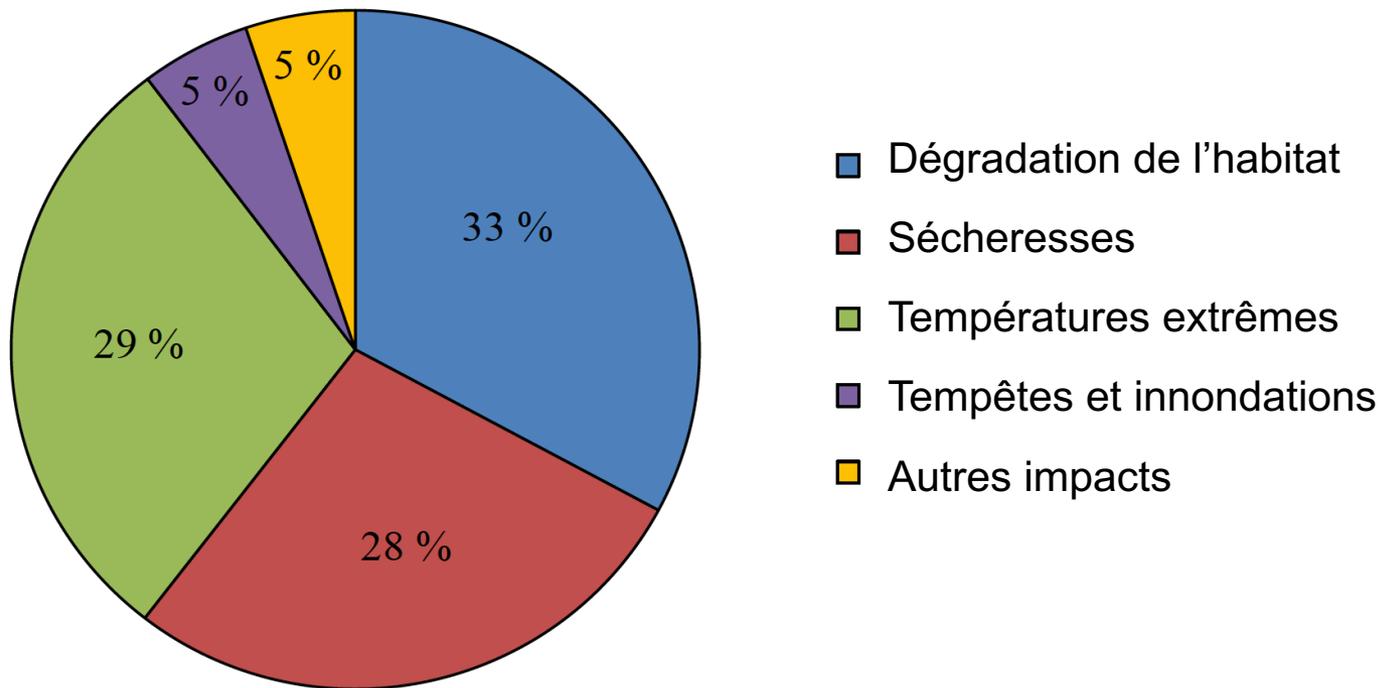
Pertes de populations et d'espèces



25 à 60% des oiseaux, amphibiens et coraux menacés d'extinction

Pertes de populations et d'espèces

De nombreuses espèces sont menacées d'extinction par les changements climatiques



Distribution des menaces liées au changement climatique évaluée par l'UICN sur 4161 espèces

Espèces associées



Des décalages entre plantes et pollinisateurs risquent de mener à des extinction des deux espèces car **chacune dépend de l'autre**

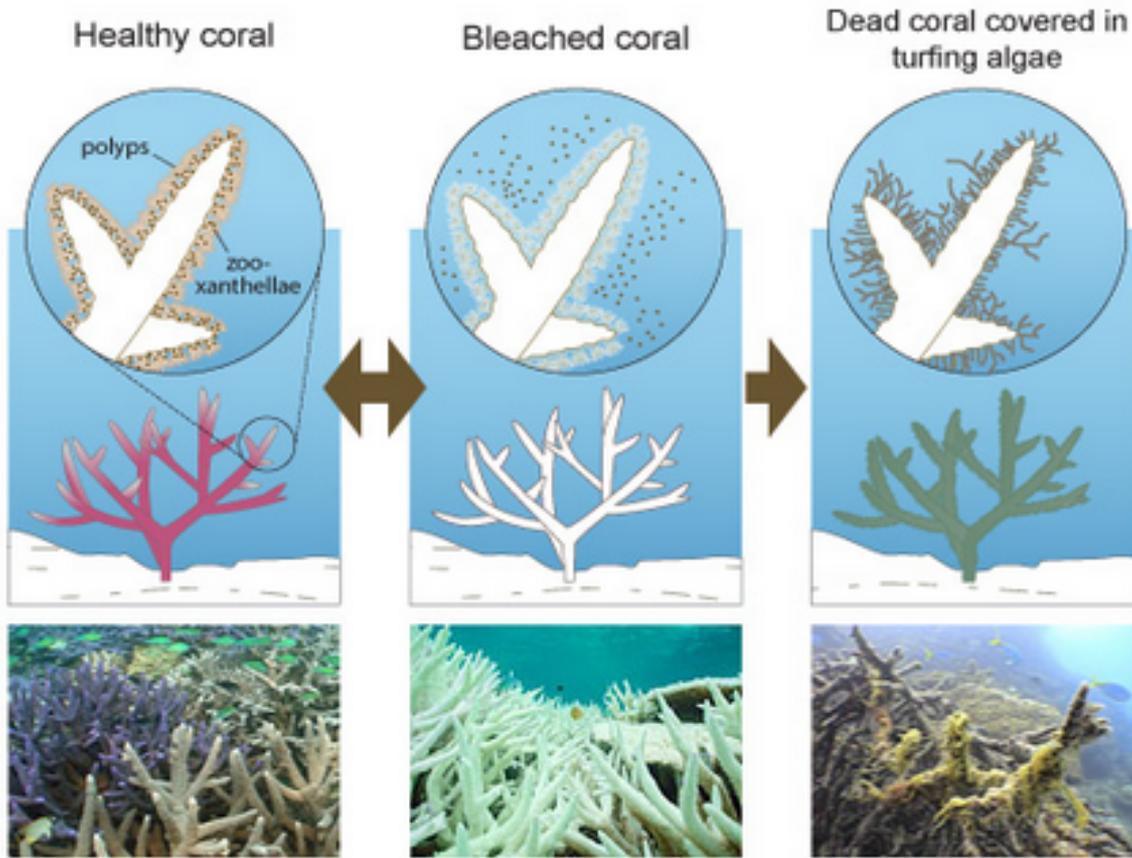
Une étude de 9650 systèmes d'espèces en relation suggère qu'environ 6300 d'entre elles pourrait **disparaître suite à la disparition** de l'espèce à laquelle elle sont associées

Déplacements d'écosystèmes

Des décalages sont prédits pour 5–20% des écosystèmes terrestres de la planète, en particulier les forêts de conifères, les toundras, les brousses, les savanes et les forêts boréales



Blanchiment des coraux

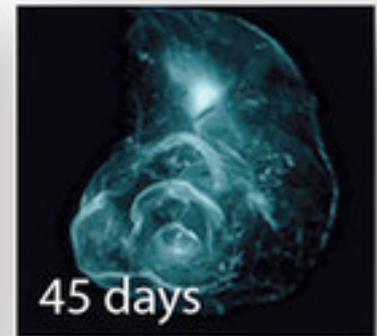
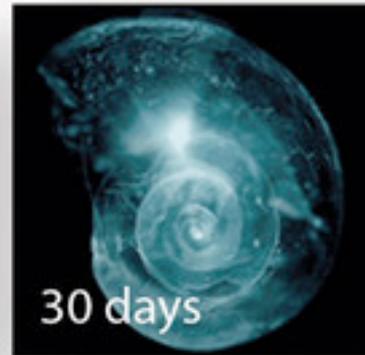


Les zooxanthelles, algues symbiotiques qui vivent dans les coraux et leurs fournissent les nutriments essentiels, ne supportent pas la chaleur

L'augmentation de la température de l'eau crée le rejet de ces algues, ce qui stoppe la croissance des coraux et les laisse affaiblis et sensibles aux maladies

Acidification de l'océan

L'augmentation de concentration de CO₂ dans l'atmosphère augmente le CO₂ dans l'océan, et donc **l'acidité** de l'eau.



Cela affecte la possibilité des organismes marins à construire leur squelette calcique (mollusques, coraux, ...)

Courants sous marins

Les changements de température des océans, risquent d'être suivis de changements **des courants**, ce qui pourrait avoir un fort impact sur la **distribution et l'abondance du zooplancton**



Évènements extrêmes



Les évènements climatiques extrêmes (sécheresses, inondations, tornades, tempêtes, cyclones, vagues de froid ...) peuvent créer des **mortalités de masse**.



Montée du niveau des mers

Plus de 10 000 îles pourraient être **totalemment submergées** d'ici 2100, et des dizaines de milliers d'autres pourraient perdre plus de la moitié de leur surface.

Pertes d'écosystèmes

Des températures plus fortes et des précipitations plus faibles impliquent que certains lacs, surtout en Afrique, vont s'assécher



Les cours d'eau (torrents, rivières, deltas ...) seront aussi affectés

Points de basculement

Les points de basculement, où des seuils d'écosystèmes peuvent mener à des basculement irréversibles vers d'autres écosystèmes



Points de basculement

Les points de basculement, où des seuils d'écosystèmes peuvent mener à des basculement irréversibles vers d'autres écosystèmes

Une analyse récente des distributions potentielles des écosystèmes en Amérique du Sud suggère que de larges parties de la forêt tropicale Amazonienne pourrait rapidement devenir des savanes



Services écosystèmes

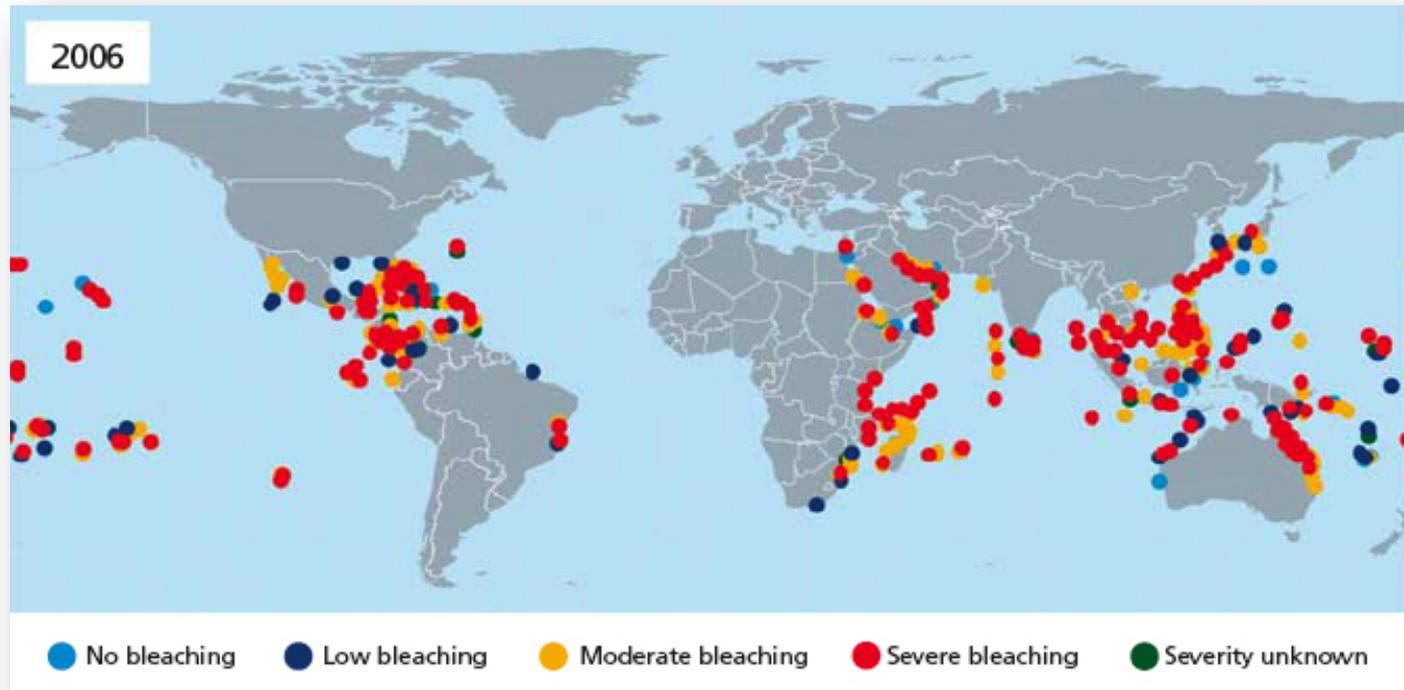


Si les changements climatiques affectent certaines espèces de plantes qui ont évolué spécifiquement pour résister à la propagation des **incendies de forêt**, ces feux plus fréquents risquent de devenir plus incontrôlables

Services écosystèmes

Les récifs coralliens jouent un **rôle important**: attracteur de biodiversité, nurserie de poissons, protection contre les tsunamis...

Mortalité massive des coraux jusqu'à 50% dans l'océan Indien



L'IPBES informe qu'avec une **augmentation de 2 degrés C**, **99% des récifs coralliens** pourraient disparaître

Les changements récents restent modestes

Tous les changements que l'on a évoqué
correspondent à un réchauffement depuis la fin
du 19^{ème} siècle, soit **moins de 1° C**

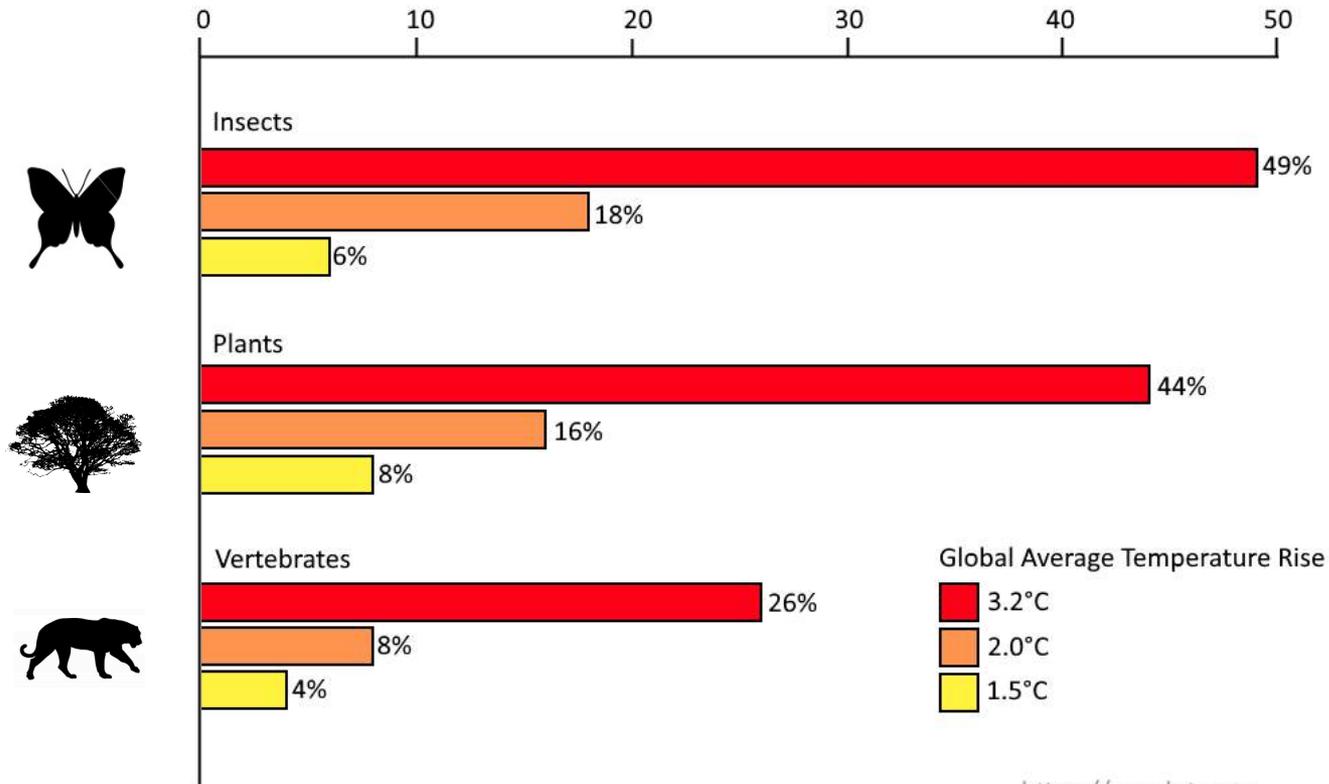
Quelle sera l'amplitude de ces effets avec des
augmentations de **plus de 2 à 6° C**?

+2°C, c'est beaucoup?



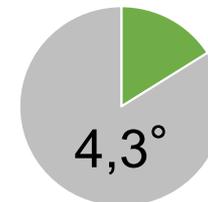
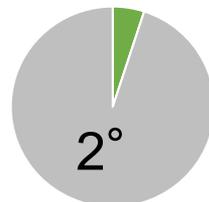
Les températures moyennes de la Terre pendant **le dernier pic de glaciation**, il y a 20 000 ans, lorsque de larges surfaces de l'hémisphère Nord étaient sous des centaines de mètres de glace, n'étaient que **6 degrés** plus froids que maintenant

Percentage of species projected to lose more than half their geographic range by 2100



<https://ourplnt.com>

Espèces en voie d'extinction si les températures augmentent de



2° C → 5%
4,3° C → 16%

En conclusion

Les crises de la biodiversité et du climat sont sans conteste le **plus grand défi de l'histoire de l'humanité**

Il est crucial que les générations à venir soient **informées** et **formées** en conséquence



Et l'évolution?

Plusieurs **différences majeures** avec les changements climatiques **passés**



- Ils n'étaient pas aussi **rapides**
- Les habitats n'étaient pas aussi **fragmentés**
- Les espèces n'étaient pas aussi **fragilisés**
- Plusieurs menaces supplémentaires peuvent agir en **synergie** avec les changements climatiques actuels