

Intervention 6

L'eau et les limites

planétaires, l'influence des

changements globaux

Changements globaux, une notion forgée au temps de l'« Anthropocène »

Changements globaux =

- changement climatique
- érosion de la biodiversité
- changement d'usage des sols

1. Changement climatique

Actions anthropiques (mode de production + mode de vie) =>
tendance au réchauffement avec effet de serre additionnel =>
conséquence en chaîne (pluie, niveau marin, ...)

1. Changement climatique

Actions anthropiques

(mode de production + mode de vie) =>

tendance au réchauffement avec effet de serre

additionnel =>

conséquence en chaîne (pluie, niveau marin, ...)

Réchauffement climatique de 1880 à 2016

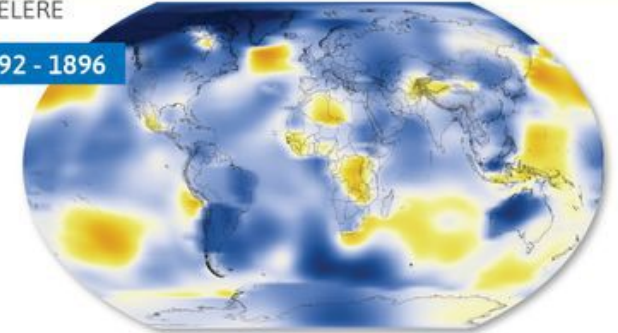
CLIMAT

LE RÉCHAUFFEMENT CLIMATIQUE S'ACCÉLÈRE

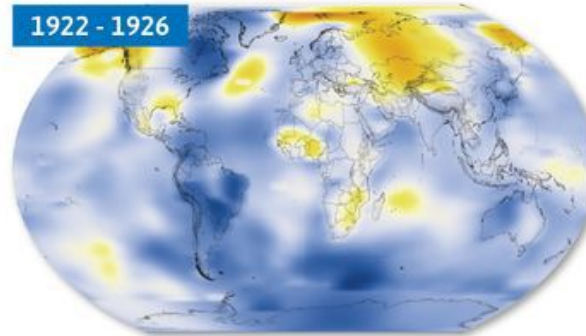
Anomalies de la température globale à la surface du globe (en moyenne pour les années indiquées), par rapport à la moyenne des températures du milieu du XX^e siècle.



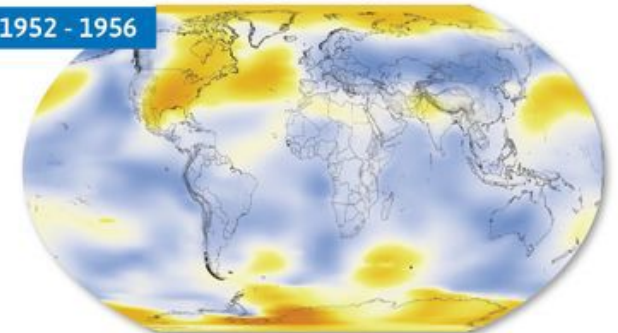
1892 - 1896



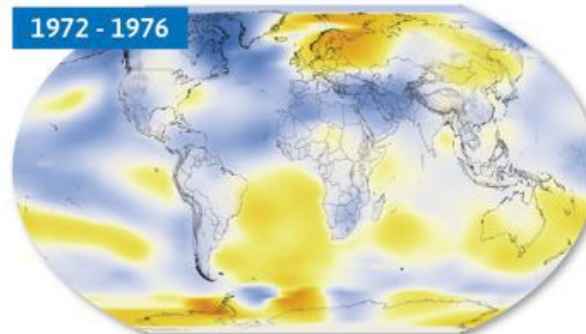
1922 - 1926



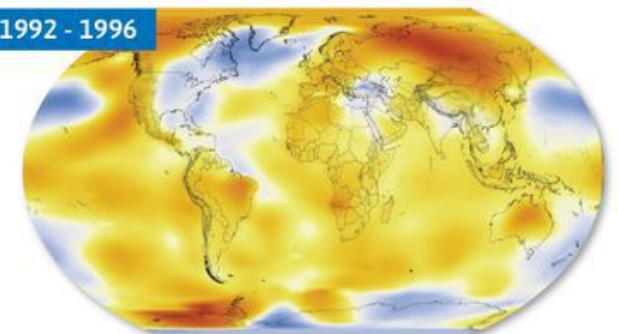
1952 - 1956



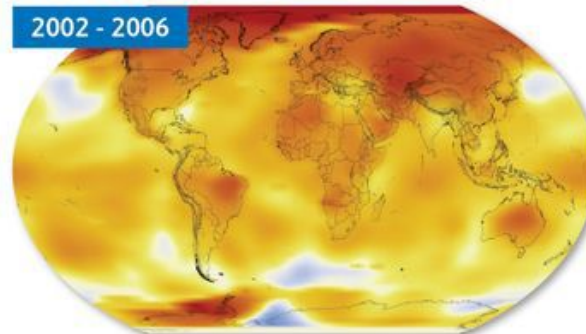
1972 - 1976



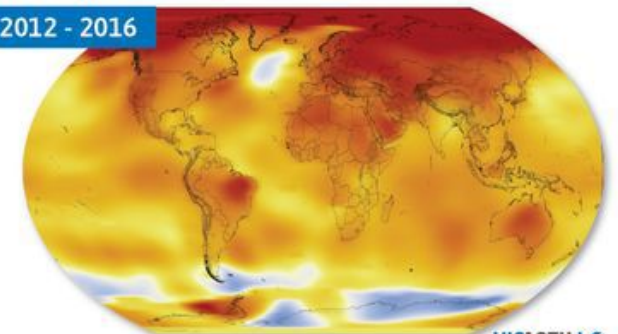
1992 - 1996



2002 - 2006

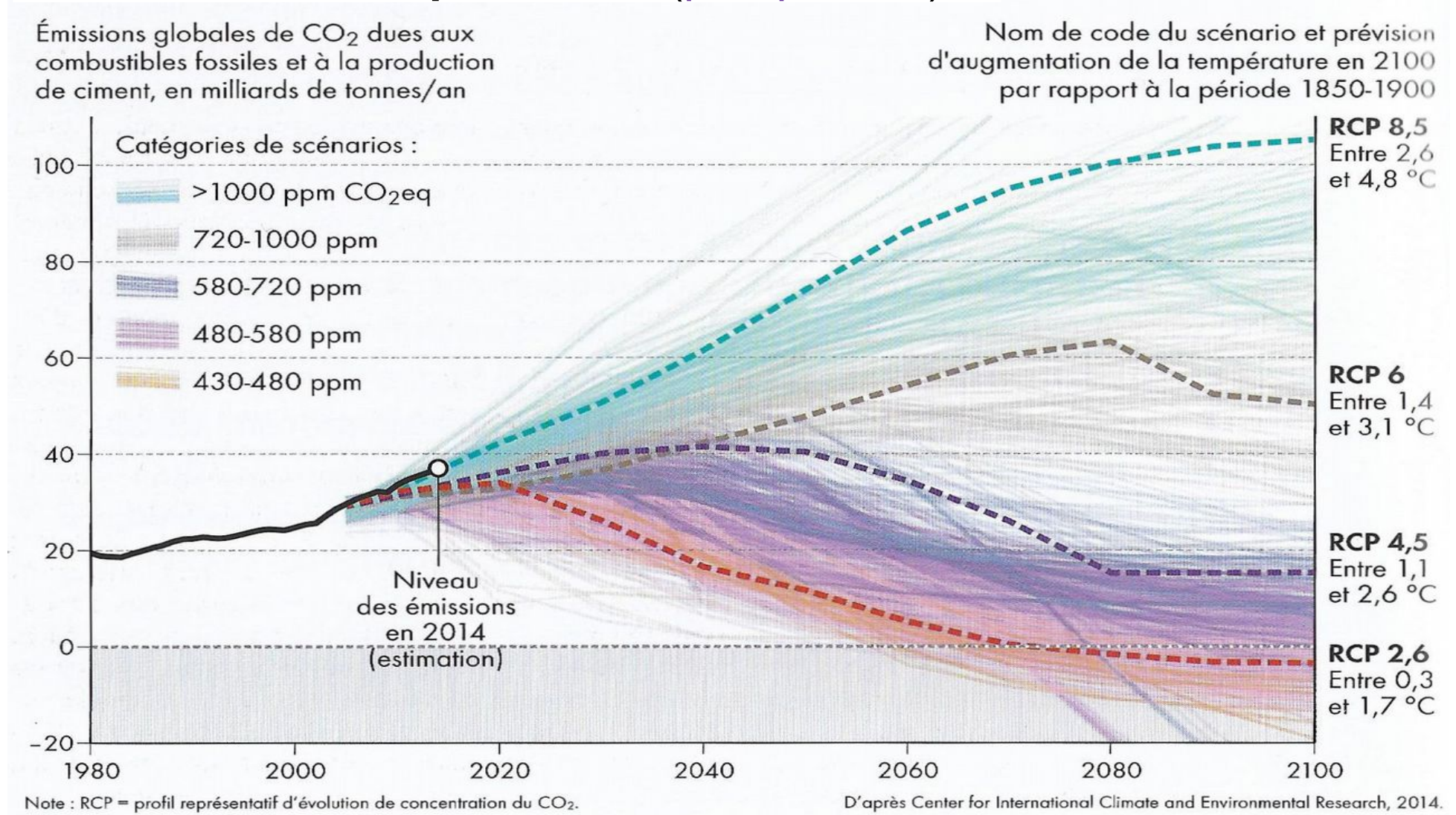


2012 - 2016



Actions anthropiques (mode de production + mode de vie) => tendance au **réchauffement** avec **effet de serre** additionnel => **conséquence en chaîne** (pluie, niveau marin, ...)

Plusieurs scénarios pour 2100 (prospective)



Changements globaux, notion forgée à l'« Anthropocène »

Changements globaux =

1. Changement climatique

Actions anthropiques (mode de production + mode de vie) => tendance au réchauffement avec **effet de serre** additionnel => conséquence en chaîne (pluie, niveau marin, ...)

2. Érosion de la biodiversité

Chute de **biodiversité** en lien avec

a. **révolution agricole** = ↑ rendements *via* **intensification** (sélection variétale = simplification), **chimisation** (lutte contre le non-agricole) et **mécanisation** => effets sur **relation au territoire**

b. **conquête agricole** :

- assèchement des **marais et zones humides** (**drainage**)
- **poldérisation** des **marais maritimes**
- **irrigation** (plaines méd et semi-aride)
- **fronts pionniers** (forêts tropicales)

Agriculture principale acteur de la « 6^{ème} extinction »

a. révolution agricole

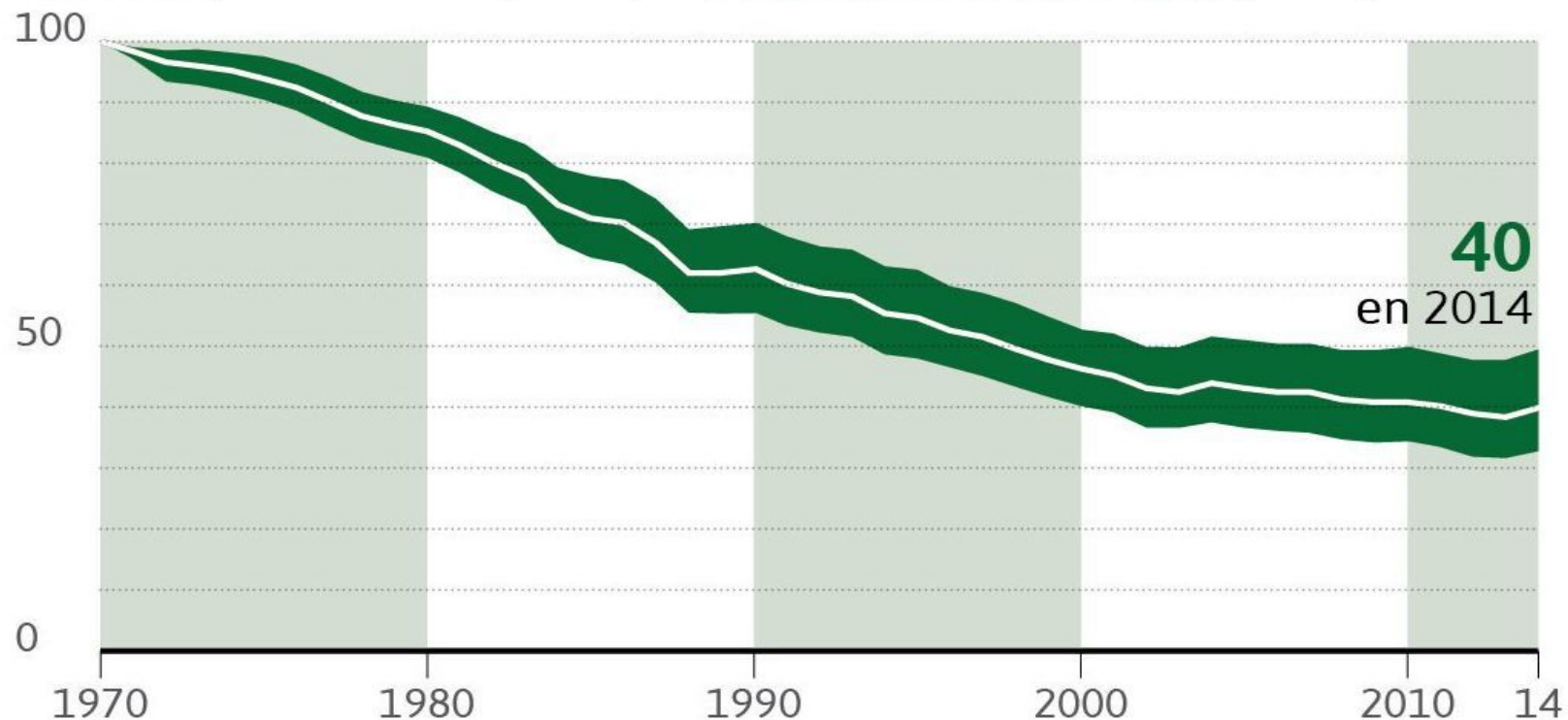
b. conquête agricole :

- assèchement des marais et zones humides (drainage)
- poldérisation des marais maritimes
- irrigation (plaines méd et semi-aride)
- fronts pionniers (forêts tropicales)

Agriculture principale acteur de la « 6^{ème} extinction »

Indice planète vivante (IPV)*

Sur une population de **100 animaux vertébrés dans le monde en 1970**, il ne restait plus que **40 individus en 2014** (-60%).



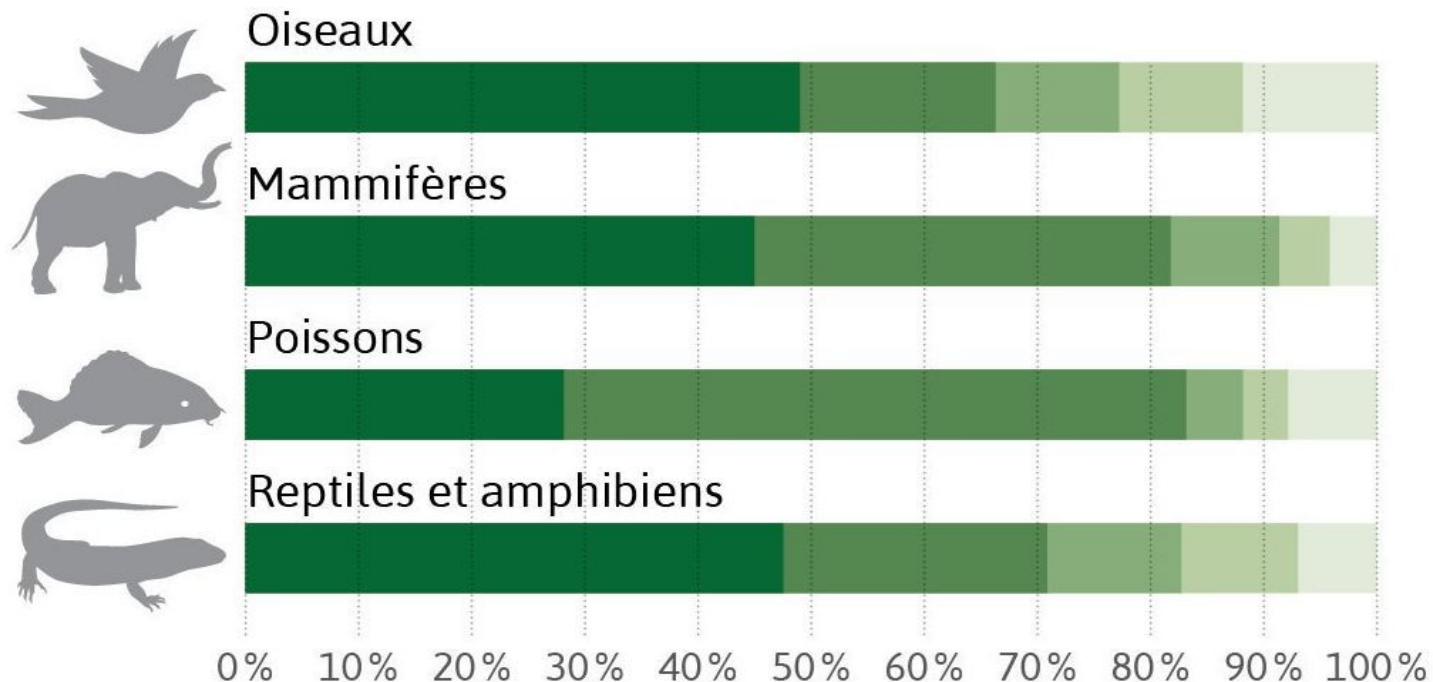
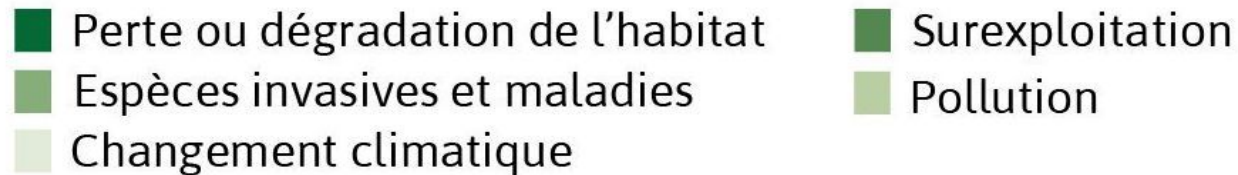
a. révolution agricole

b. conquête agricole :

- assèchement des marais et zones humides (drainage)
- poldérisation des marais maritimes
- irrigation (plaines méd et semi-aride)
- fronts pionniers (forêts tropicales)

Agriculture principale acteur de la « 6^{ème} extinction »

Les menaces selon les populations



a. révolution agricole

b. conquête agricole :

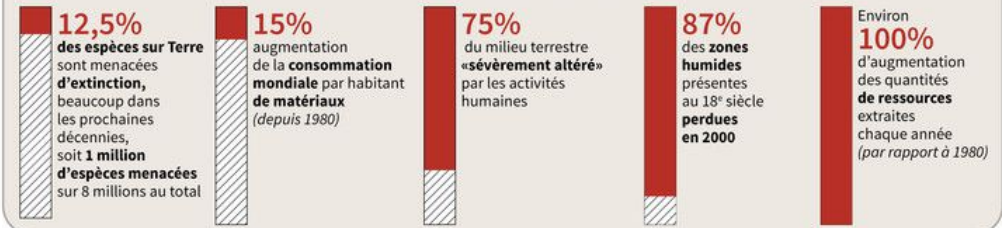
- assèchement des **marais et zones humides** (**drainage**)
- **poldérisation** des **marais maritimes**
- **irrigation** (plaines méd et semi-aride)
- **fronts pionniers** (forêts tropicales)

Agriculture principale acteur de la « 6^{ème} extinction »

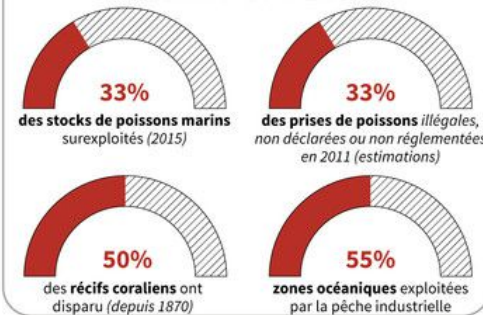
La Terre vers une 6^e extinction de masse

Le groupe d'experts de l'ONU sur la biodiversité (IPBES) alerte sur le déclin de la nature

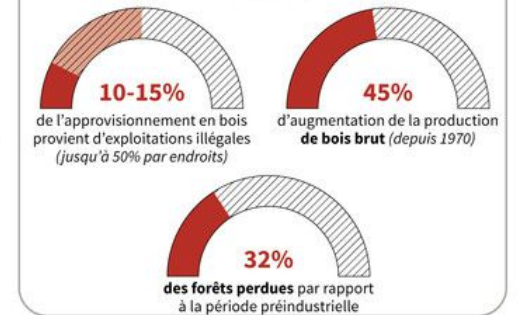
CHIFFRES-CLÉS



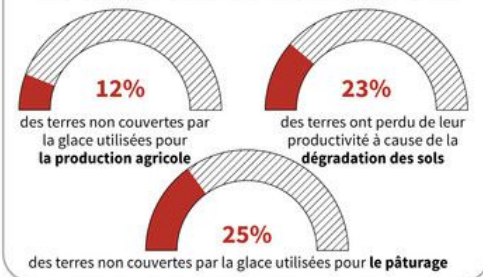
OCÉANS ET PÊCHE



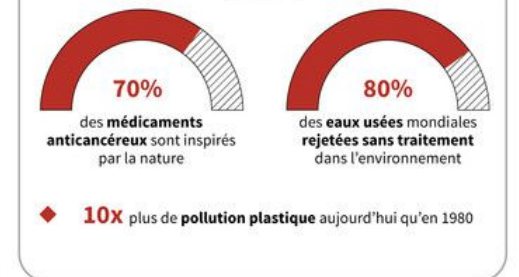
FORÊTS



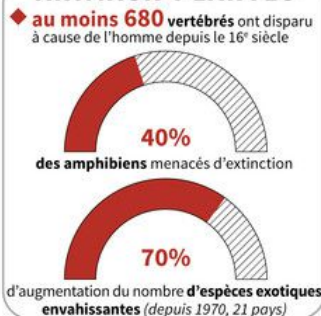
NOURRITURE ET AGRICULTURE



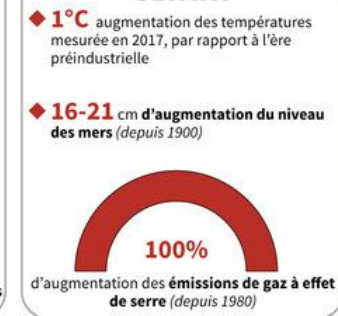
SANTÉ



ANIMAUX-PLANTES



CLIMAT



URBANISATION



Changements globaux, notion forgée à l'« Anthropocène »

Changements globaux =

1. Changement climatique

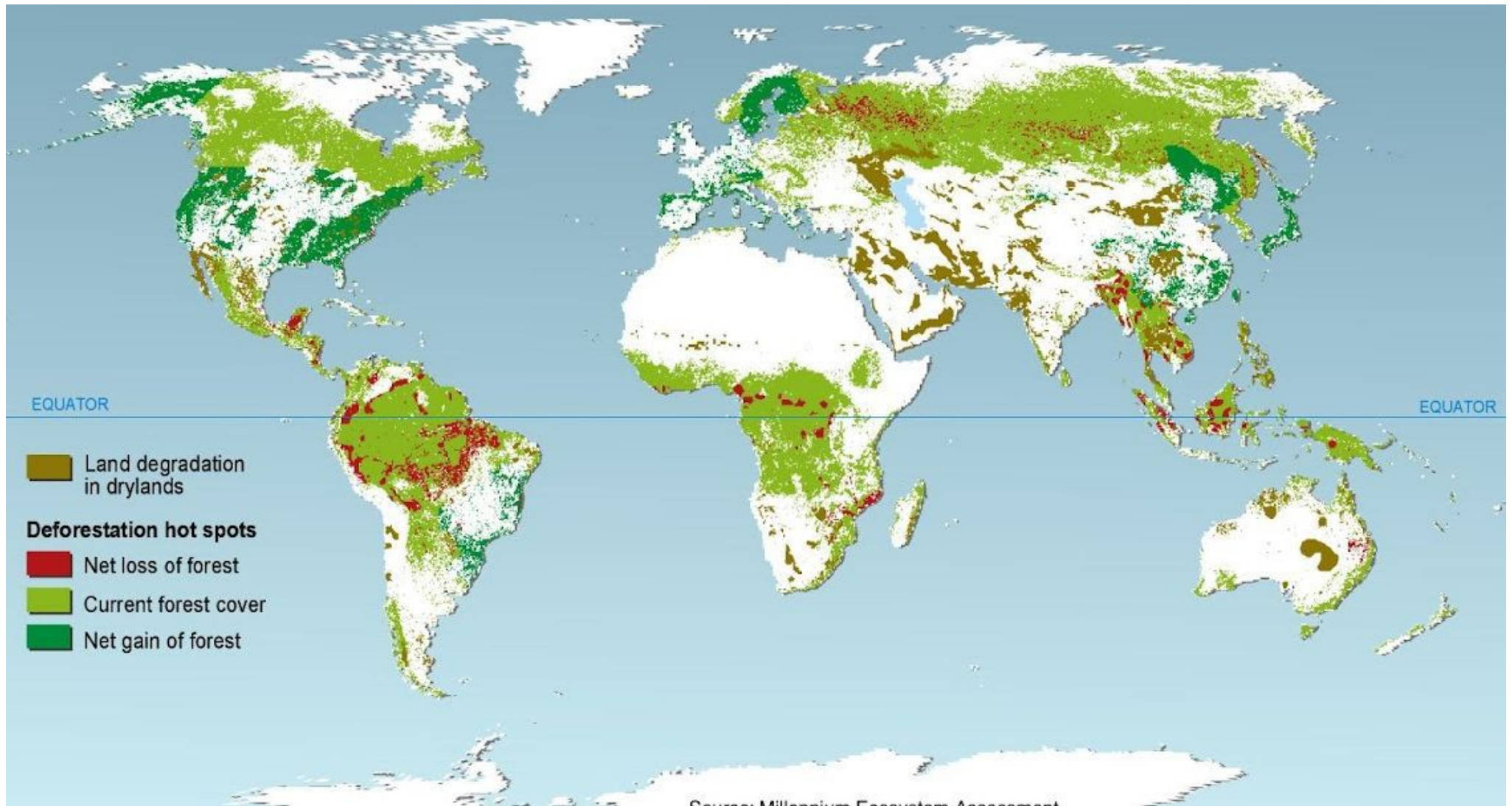
2. Érosion de la biodiversité

3. Changement d'usage des sols

Déforestation (et mise en culture) + **urbanisation** perturbe les **écosystèmes** (disparition, **fragmentation**) et les **cycles de l'eau** (**eau bleue**, **eau verte**)

3. Changement d'usage des sols

Déforestation (et mise en culture) + urbanisation perturbe les écosystèmes (disparition, fragmentation) et les cycles de l'eau (eau bleue, eau verte)



I. Épistémologie : vers les « limites planétaires »

A. L'héritage de la réflexion sur l'épuisement des ressources

Préoccupations anciennes sur **limites** physiques posés par la nature au dvt éco et démo (T. Malthus, W. S. Jevons)

→ **ressources** et disponibilité

Limites non physique car repoussée par le progrès

I. Épistémologie : vers les « limites planétaires »

B. Les limites atteignent l'échelle planétaire

XX^e s, limites trop repoussées : ↑ **exponentielle** des **flux** de **matières physiques et énergétiques** => ↑ **rejets** dans **l'environnement (pollution)** => **dysfonctionnement d'échelle planétaire**

1972 = année charnière : prise de conscience d'existence de **facteurs limitant la capacité de l'homme à croître** (*Rapport Meadows* (Club de Rome + MIT) : « Limit to growth ») = **modélisation du « Système Terre »** à l'origine du cadre des **« limites planétaires »**

Apports du Rapport Meadows =

- dépassement de la question des limites des **ressources** avec les **limites des capacités de l'environnement à faire face aux pressions que les sociétés exercent sur les écosystèmes**

I. Épistémologie : vers les « limites planétaires »

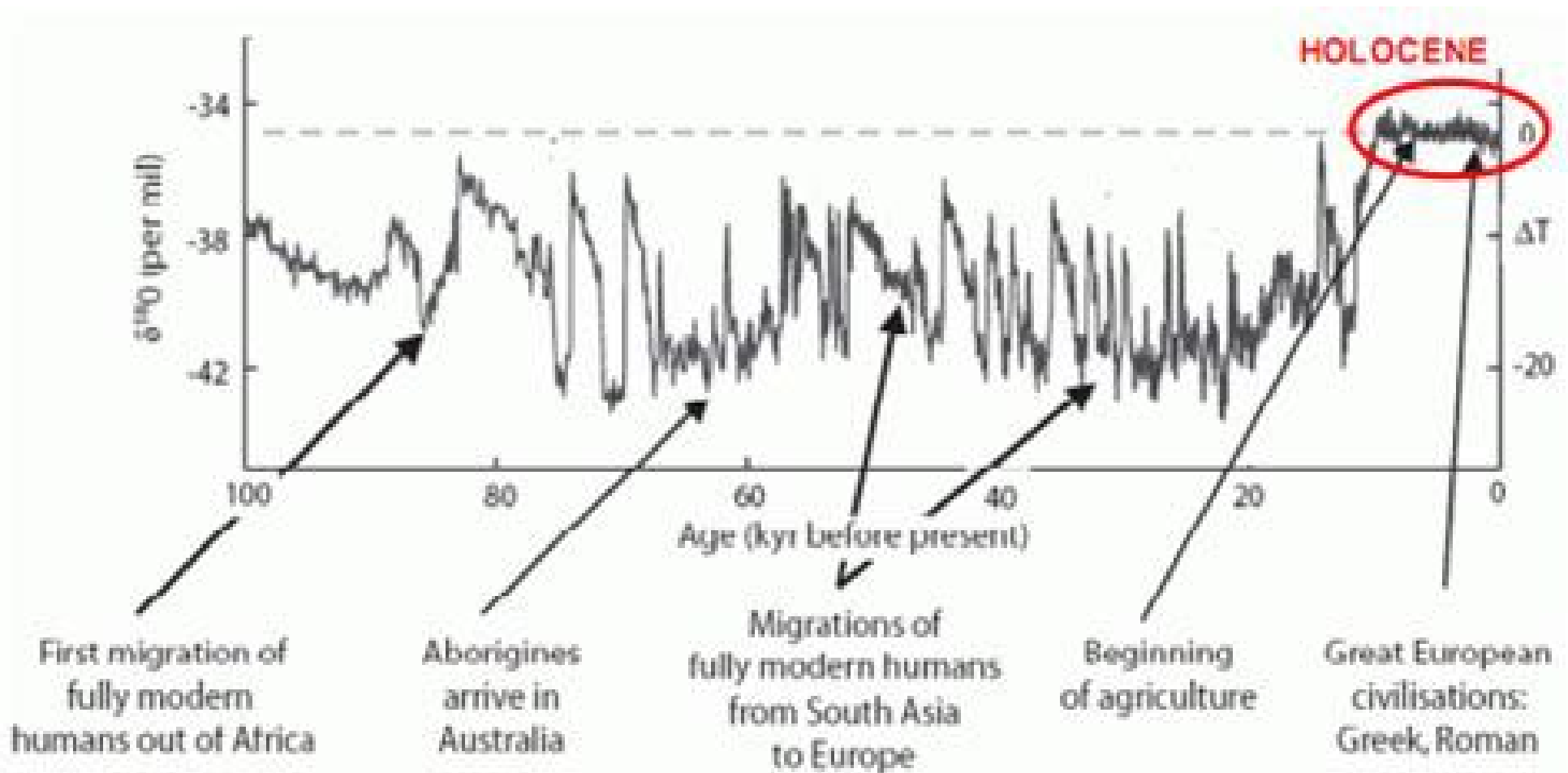
C. La stabilité de l'Holocène comme référence

12 000 BP → Holocène : changements environnementaux maintenus par la capacité régulatrice de la Terre => températures régulières, disponibilité en eau douce et flux biogéochimiques **restent dans une plage étroite** = période douce et stable :

- échelle du siècle : variation = **0,5°C**

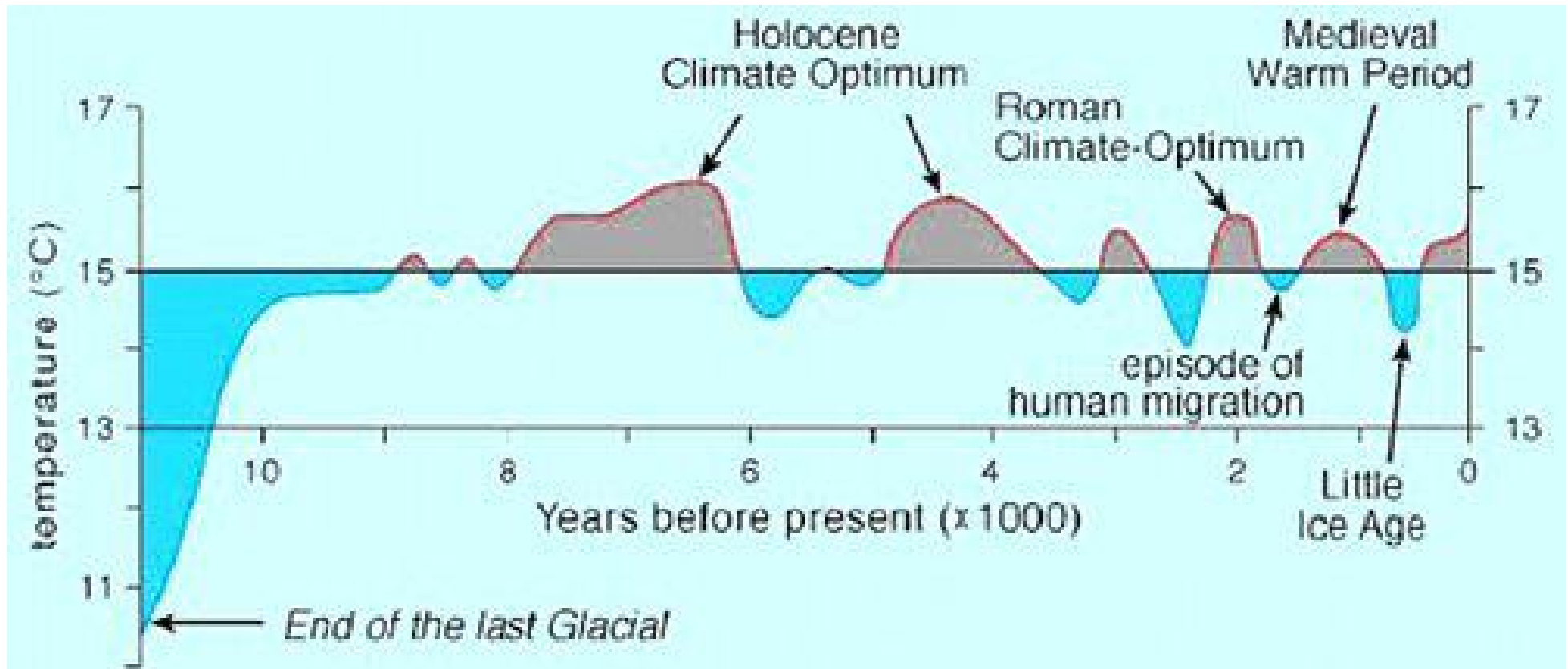
12 000 BP → Holocène : changements environnementaux maintenus par la capacité régulatrice de la Terre => températures régulières, disponibilité en eau douce et flux biogéochimiques **restent dans une plage étroite** = période douce et stable :

- échelle du siècle : variation = **0,5°C**



12 000 BP → Holocène : changements environnementaux maintenus par la capacité régulatrice de la Terre => températures régulières, disponibilité en eau douce et flux biogéochimiques **restent dans une plage étroite** = période douce et stable :

- échelle du siècle : variation = **0,5°C**



Average near-surface temperatures of the northern hemisphere during the past 11.000 years (after Dansgaard et al., 1969, and Schönwiese, 1995)

I. Épistémologie : vers les « limites planétaires »

C. La stabilité de l'Holocène comme référence

12 000 BP → Holocène : changements environnementaux maintenus par la capacité régulatrice de la Terre => températures régulières, disponibilité en eau douce et flux biogéochimiques **restent dans une plage étroite** = période douce et stable :

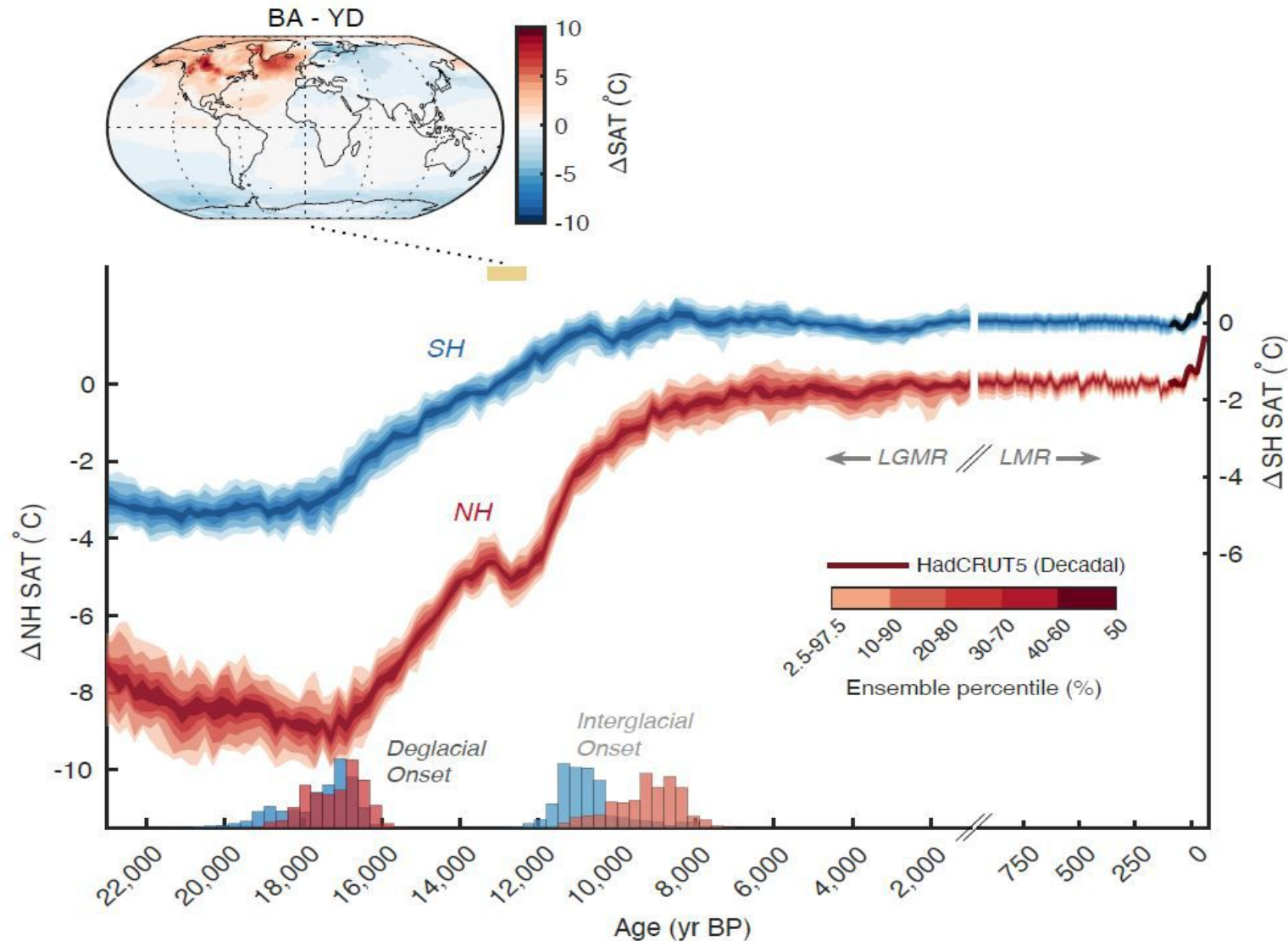
- échelle du siècle : variation = **0,5°C**

=> **maintien des conditions favorables au développement humain** (colonisation, adaptation, sélection des plantes et des animaux, sédentarisation, villes et infrastructures)

+1°C = sortie des conditions favorables

Période douce et stable => maintien des conditions favorables au développement humain

+1°C = sortie des conditions favorables



II. La notion de « limites planétaires »

A. La sortie de la stabilité Holocène

Révolution industrielle (combustibles fossiles + agriculture industrialisée) **menace stabilité Holocène**

« Anthropocène » : **actions** humaines **devenues principal moteur des changements environnementaux globaux**

II. La notion de « limites planétaires »

B. Les « limites planétaires »

J. Rockström (*Stockholm Resilience Centre*) : création d'un **cadre commun** pour identifier les interactions et les **envisager à l'échelle globale**

II. La notion de « limites planétaires »

B. Les « limites planétaires »

J. Rockström (*Stockholm Resilience Centre*) : création d'un **cadre commun** pour identifier les interactions et les **envisager à l'échelle globale**

Hypothèse du cadre : dépassement des **seuils d'irréversibilité** => **changement l'état d'équilibre du système**

Limites planétaires : seuils scientifiques au-delà desquels le fonctionnement du système terre pourrait être profondément **modifié** = **déstabilisation des sociétés modernes**

9 mécanismes en **interdépendance** : climat, biosphère, **usages des sols**, cycles (N et P), eau douce (bleue + verte), couche d'ozone, aérosols, acidification des océans, pollution chimique

Limites planétaires : seuils scientifiques au-delà desquels le fonctionnement du système terre pourrait être profondément modifié = **déstabilisation des sociétés modernes**

9 mécanismes en **interdépendance** : climat, biosphère, usages des sols, cycles (N et P), eau douce (bleue + verte), couche d'ozone, aérosols, acidification des océans, pollution chimique



II. La notion de « limites planétaires »

B. Les « limites planétaires »

J. Rockström (*Stockholm Resilience Centre*) : création d'un **cadre commun** pour identifier les interactions et les **envisager à l'échelle globale**

Hypothèse du cadre : dépassement des **seuils d'irréversibilité** => **changement l'état d'équilibre du système**

Limites planétaires : seuils scientifiques au-delà desquels le fonctionnement du système terre pourrait être profondément **modifié** = **déstabilisation des sociétés modernes**

9 mécanismes en **interdépendance** : climat, biosphère, **usages des sols**, cycles (N et P), eau douce (bleue + verte), couche d'ozone, aérosols, acidification des océans, pollution chimique

Classement en 3 catégories de déstabilisation :

- confort (« Safe Operating Space » (SOS))
- « niveau de risque croissant »
- « sorti de l'état de sécurité Holocène »

II. La notion de « limites planétaires »

C. Le dépassement croissant des « limites planétaires »

2009 revue *Nature* (« A safe operating space for humanity ») = **3 limites déjà atteintes** :

- **changement climatique** (concentration de CO₂ dans l'atmosphère < 350 ppm)
- **disparition trop rapide des espèces**
- **rejets d'azote** (≠ les **écosystèmes marins**)

2009 revue *Nature*

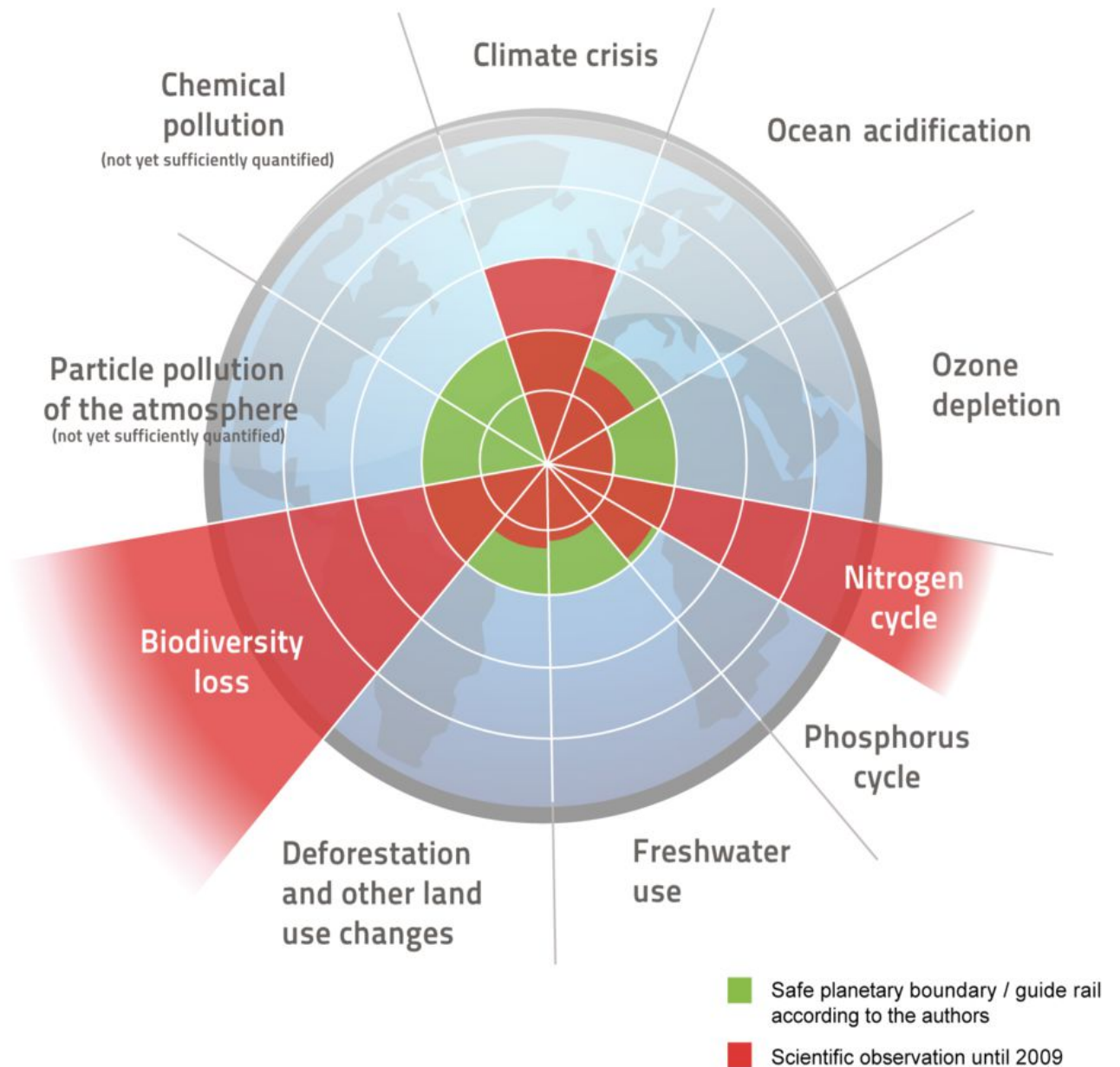
(« A safe operating space for humanity ») = **3 limites déjà atteintes** :

déjà atteintes :

- **changement climatique**
(concentration de CO₂ dans l'atmosphère < 350 ppm)
- **disparition trop rapide des espèces**
- **rejets d'azote** (≠ les **écosystèmes marins**)

Planetary Boundaries

after Johan Rockström, Stockholm Resilience Centre et al. 2009



II. La notion de « limites planétaires »

C. Le dépassement croissant des « limites planétaires »

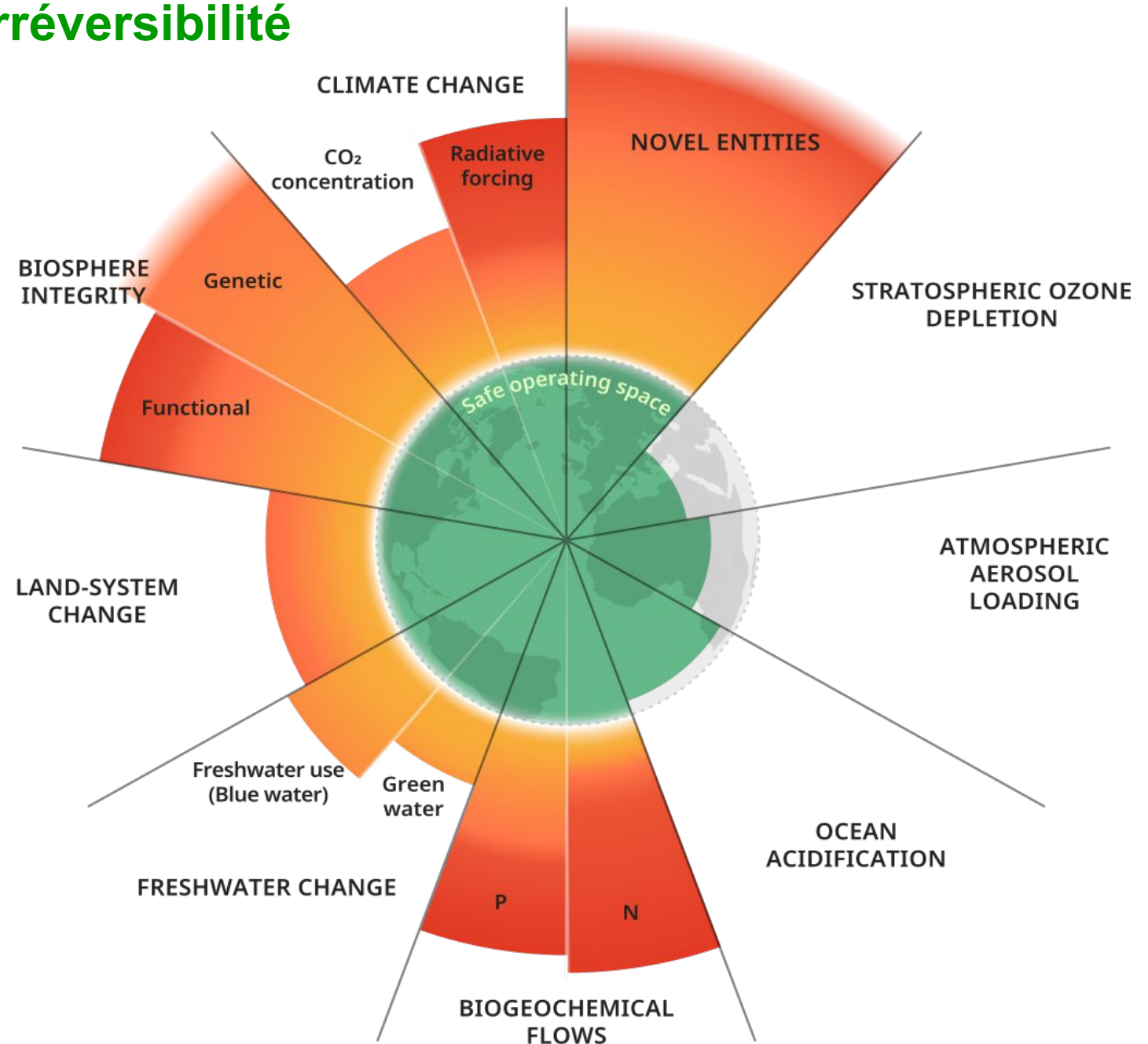
2009 revue *Nature* (« A safe operating space for humanity ») = **3 limites déjà atteintes** :

- **changement climatique** (concentration de CO₂ dans l'atmosphère < 350 ppm)
- **disparition trop rapide des espèces**
- **rejets d'azote** (≠ les **écosystèmes marins**)

2015 revue *Science* : **risques** réévalués : **nouvelle limite** franchie :
- **rejets de phosphates**

Inquiétude = accélération des changements et donc dépassement rapide des seuils d'irréversibilité

Inquiétude = accélération des changements et donc dépassement rapide des seuils d'irréversibilité



II. La notion de « limites planétaires »

C. Le dépassement croissant des « limites planétaires »

2009 revue *Nature* (« A safe operating space for humanity ») = **3 limites déjà atteintes** :

- changement climatique
- disparition trop rapide des espèces
- rejets d'azote (≠ les écosystèmes marins)

2015 revue *Science* : **risques** réévalués : **nouvelle limite** franchie :
- rejets de phosphates

Inquiétude = accélération des changements et donc dépassement rapide des seuils d'irréversibilité

Changement climatique et érosion de la biodiversité déjà l'objet de conventions internationales

Limites planétaires pour agir sur les autres variables car absence de réaction = **risque** difficile à anticiper

III. Usages de l'eau et « limites planétaires »

A. Des changements dans les cycles

Conso mondiale annuelle = **2600 km³** < **seuil** de conso de **4000 km³**
(eau bleue)

- **débit de l'eau bleue** (écoulement très faible ou très élevé) :
9% de la surface à l'Holocène
18% de la surface en 2023
- **augmentation de la fréquence des extrêmes de l'écoulement**

Eau verte => 6 sous-limites dont

- **conditions extrêmes** de sécheresse ou d'humidité des sol :
11% de la planète au cours de l'Holocène
16% de la planète en 2005 (↑ à partir de 1920)

Cycles (eau bleue, eau verte) **s'écartent de la stabilité** Holocène

Eau également liées aux autres **limites planétaires** car
interrelations fortes

Limites planétaires en interaction avec l'eau

1. Limites planétaires des cycles azote (N) et phosphore (P)

Cycles N et Phosphore // cycle du carbone

190 mi t N extraites (atmosphère → agriculture et chimie)

54 mi t finissent → **océan** => **eutrophisation + émission GES**
(NO₃)

22 mi t P extraites (roches)

9,5 mi t finissent → **océan** (x8 / Holocène) => **anoxie**

Risque de déstabilisation élevé

Limites planétaires en interaction avec l'eau

2. Limites planétaires de biodiversité et de déforestation

Rythme d'extinction Holocène = 1 pour 1 000 000/an

Limite planétaire proposée = 10 pour 1 000 000/an

Rythme d'extinction actuel > 100 pour 1 000 000/an

Dégradation d'écosystèmes et déforestation perturbent l'eau verte

(↑ ruissellement => ↑ volume d'eau bleue => recyclage continental – efficace)

Seuil de la déforestation =

54% de la forêt initiale (Holocène)

60% de la forêt initiale en 2023

3. Cycle du carbone dépend du bon fonctionnement des écosystèmes

Eau verte et eau bleue rôle dans la circulation, le stockage, la redistribution des substances et de l'énergie

III. Usages de l'eau et « limites planétaires »

A. Des changements dans les cycles

B. Flux environnementaux des cours d'eau

Pollution accumulée vers l'aval mais **sources souvent amont**

Bon fonctionnement d'écosystèmes repose sur :

- **biodiversité**
- **apports d'eau garantis** (notamment débits d'étiage)

Débits environnementaux = **part du débit moyen nécessaire à la préservation des écosystèmes** :

estimés à **20-50%** du débit moyen

mais **variations saisonnières** :

40-70% en étiage

17-45% en crues

Cela **impose** une **gestion des prélèvements et des retenues**

Conclusion

2020 : 6 des 9 limites planétaires dépassées d'où le **risque** de sortie de la stabilité Holocène

Événement climatiques extrêmes = signaux d'alerte précoces

Fonctionnement des **écosystèmes multifactoriel et systémique** => solutions **forcément holistiques et radicales + que locales** (à ne pas négliger car eau = **ressource locale**)

Solutions

- **changer les objectifs donc les modes de développement**
- **se tourner vers la demande** (satisfaire les besoins) **plutôt que vers l'offre**
- **avoir une réflexion systémique pour plus d'efficacité**