



© Fabrice Bonne

# Changement climatique et biosphère



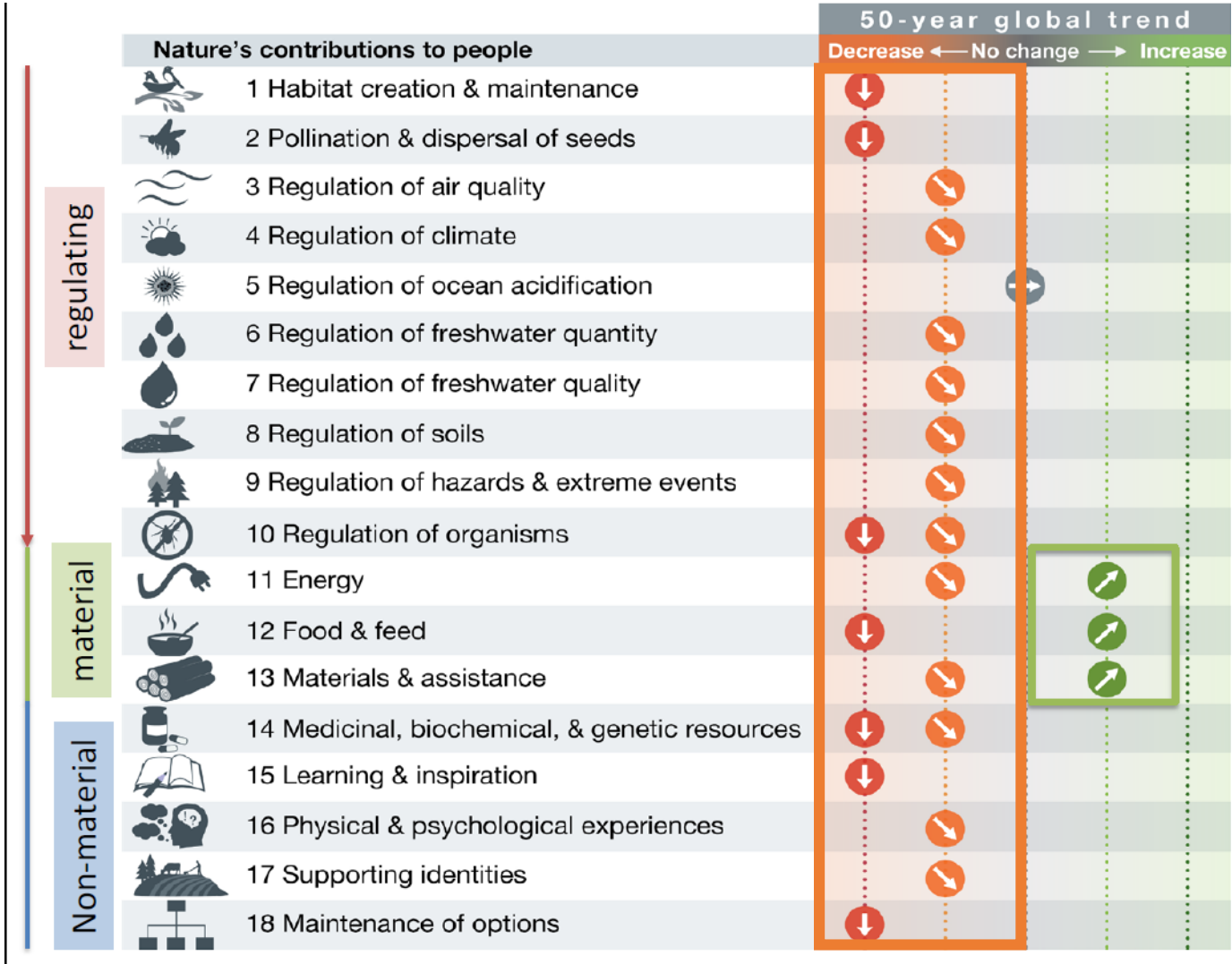
CENTRE D'ÉCOLOGIE  
FONCTIONNELLE  
& ÉVOLUTIVE

Isabelle Chuine  
isabelle.chuine@cefe.cnrs.fr  
CEFE, CNRS



Colloque de l'Académie des Sciences « Face au changement climatique, le champ des possibles », 28-29 janvier 2020, Paris

# Les services rendus à l'homme par la biosphère se détériorent



IPBES Report 2019

...car sa biodiversité décline à un rythme sans précédent

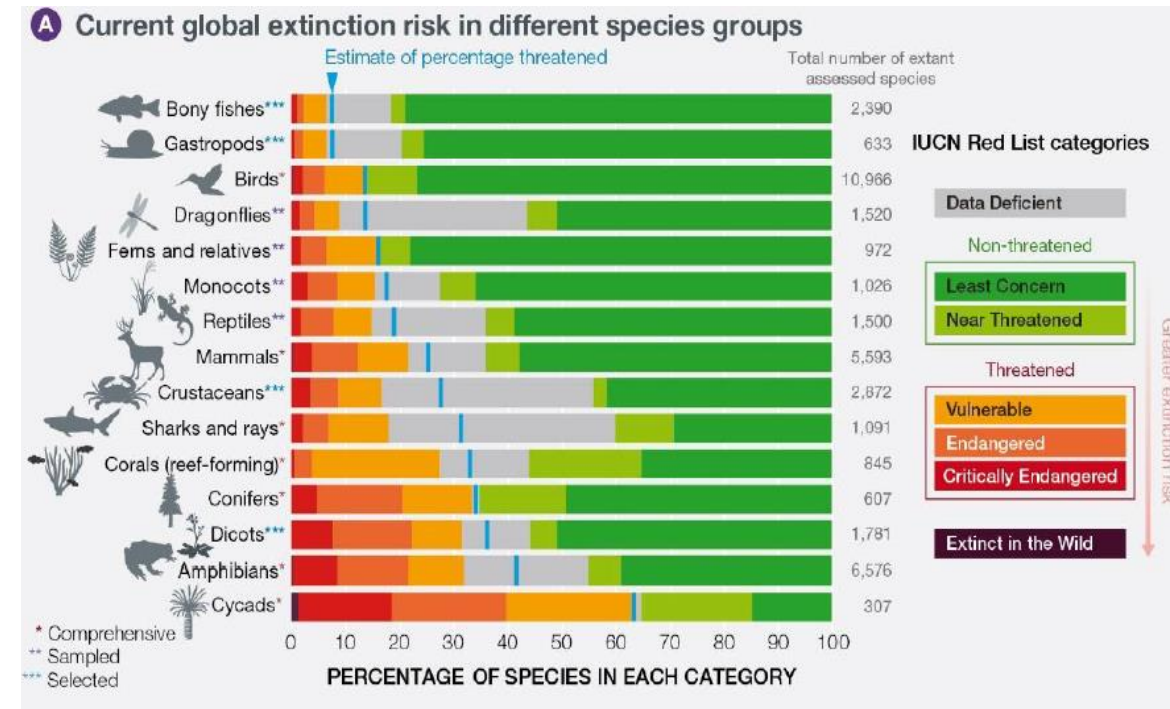
25% des espèces sont menacées d'extinction

## Biodiversité marine

>50% des récifs coralliens ont disparu au cours du 20<sup>e</sup> siècle  
30% des coraux, requins & mammifères menacés d'extinction  
3% des océans préservés des pressions humaines  
Zones mortes anoxiques de la taille du Royaume-Uni

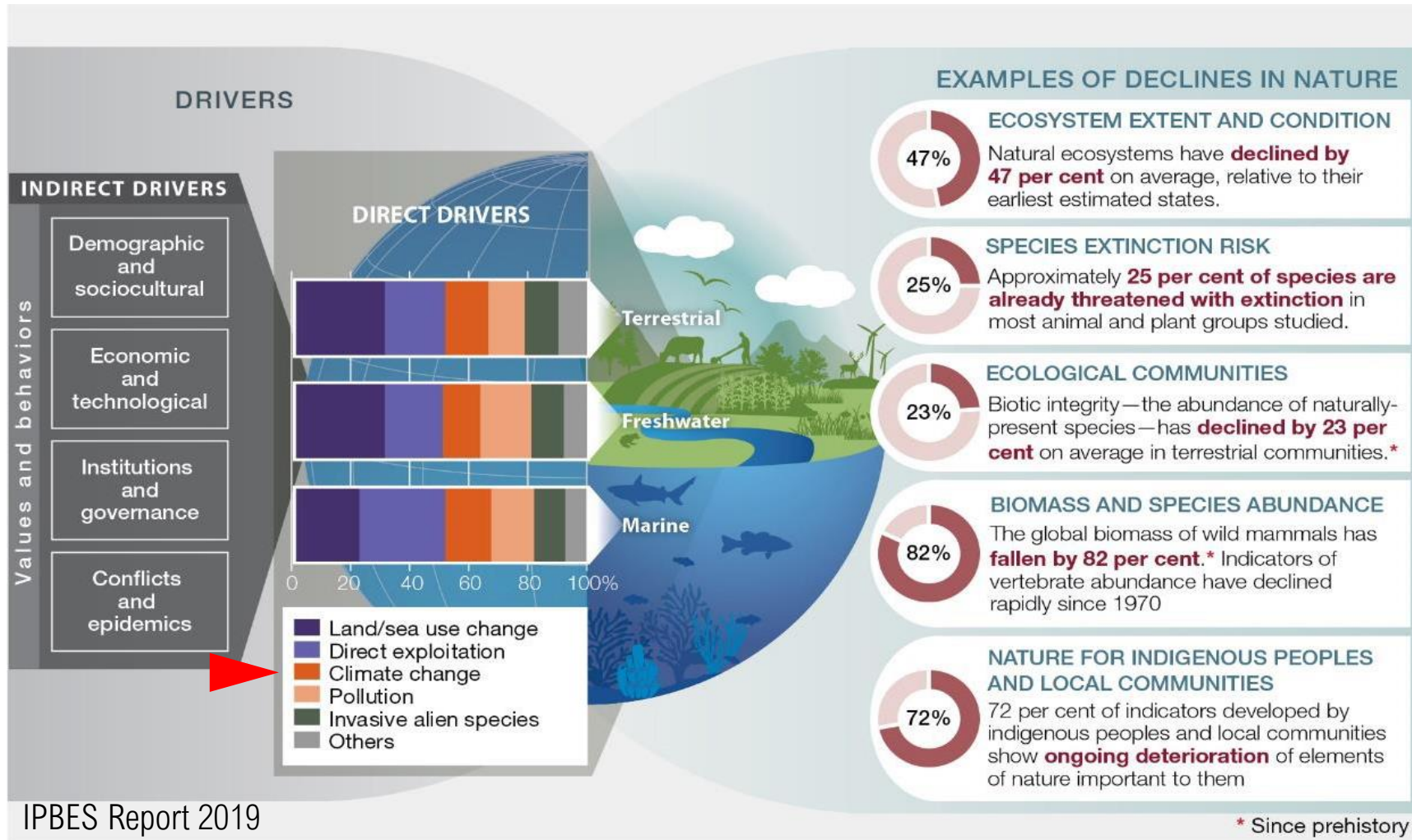
## Biodiversité terrestre

-20% abondance espèces indigènes depuis 1900  
Surface boisée = 68% surface préindustrielle  
41% des amphibiens, 34% conifères, 25% eucalyptus,  
14% des oiseaux menacés d'extinction

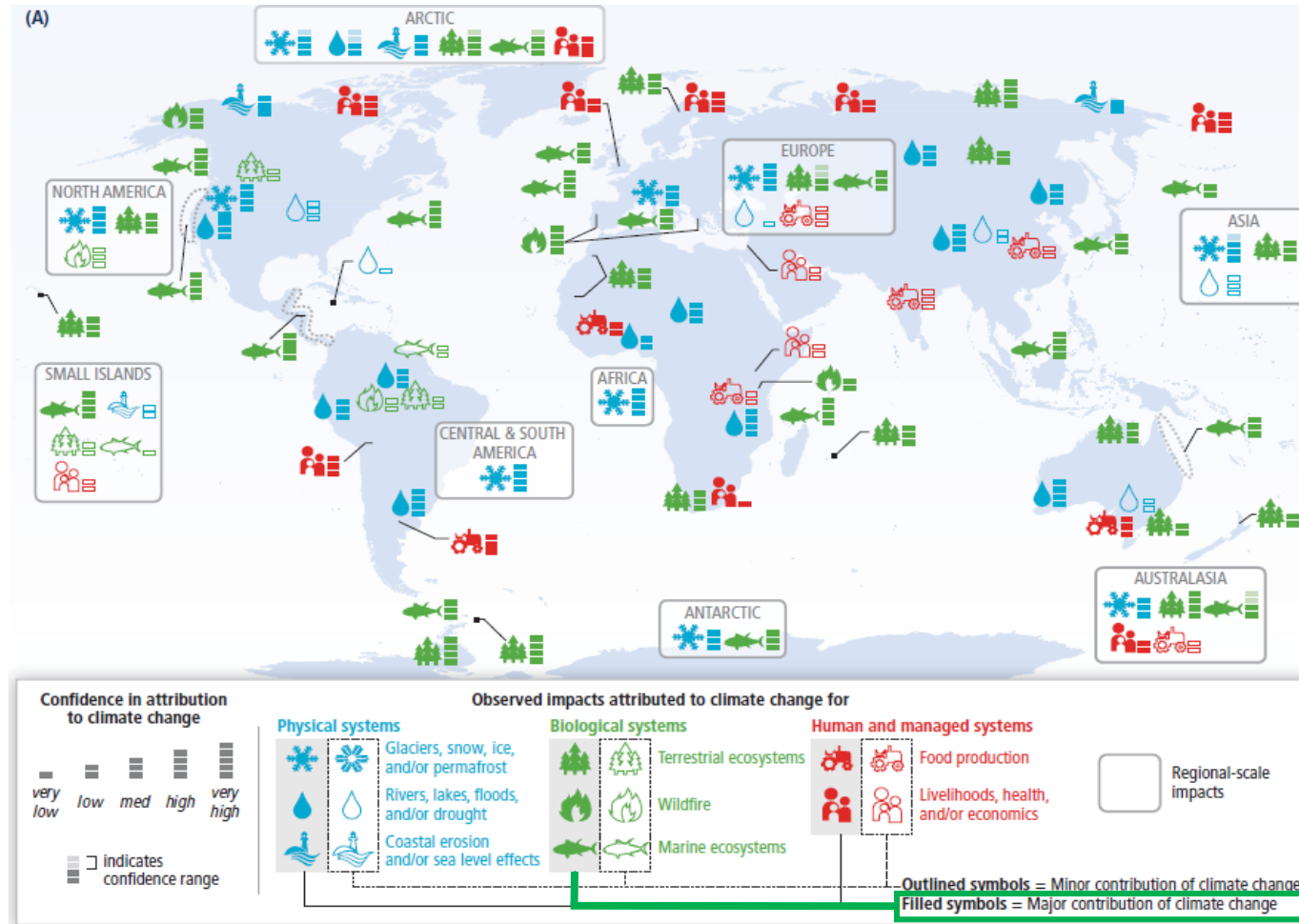


IPBES Report 2019, IUCN report 2019

# Les causes de perte de biodiversité



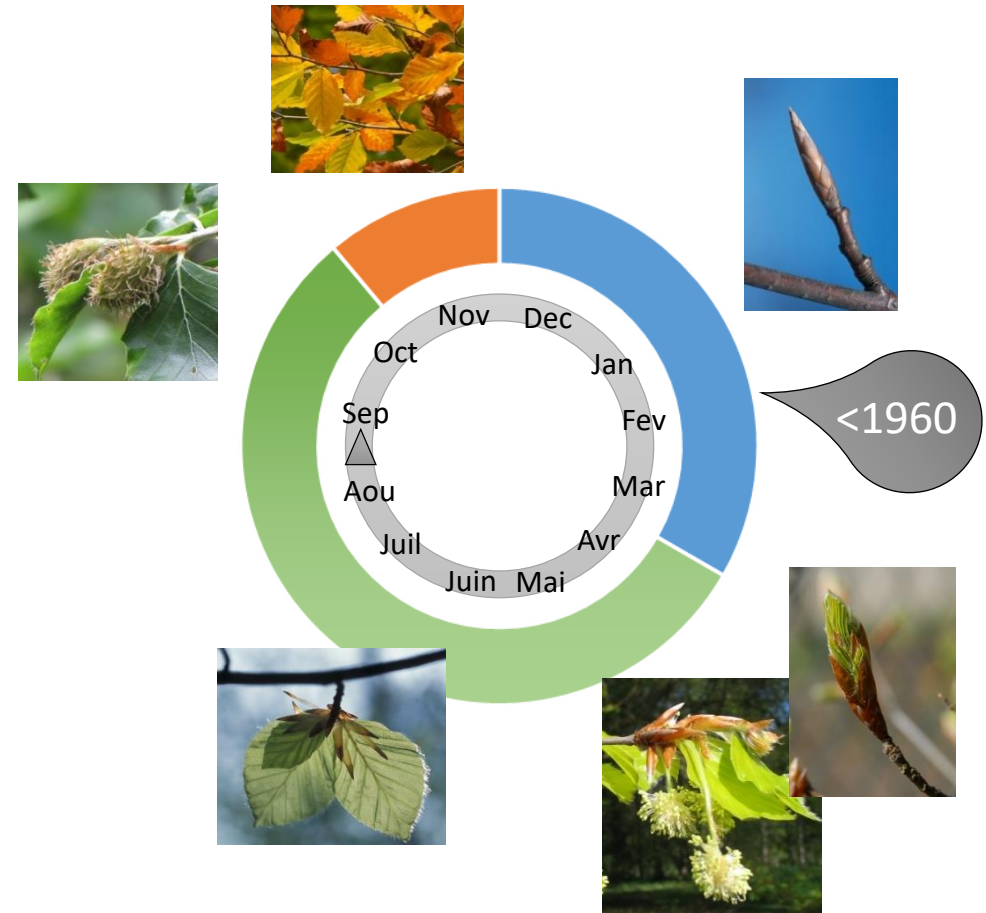
# Le changement climatique est devenu la cause majeure des changements observés sur la biosphère



IPCC, WG2, 2014

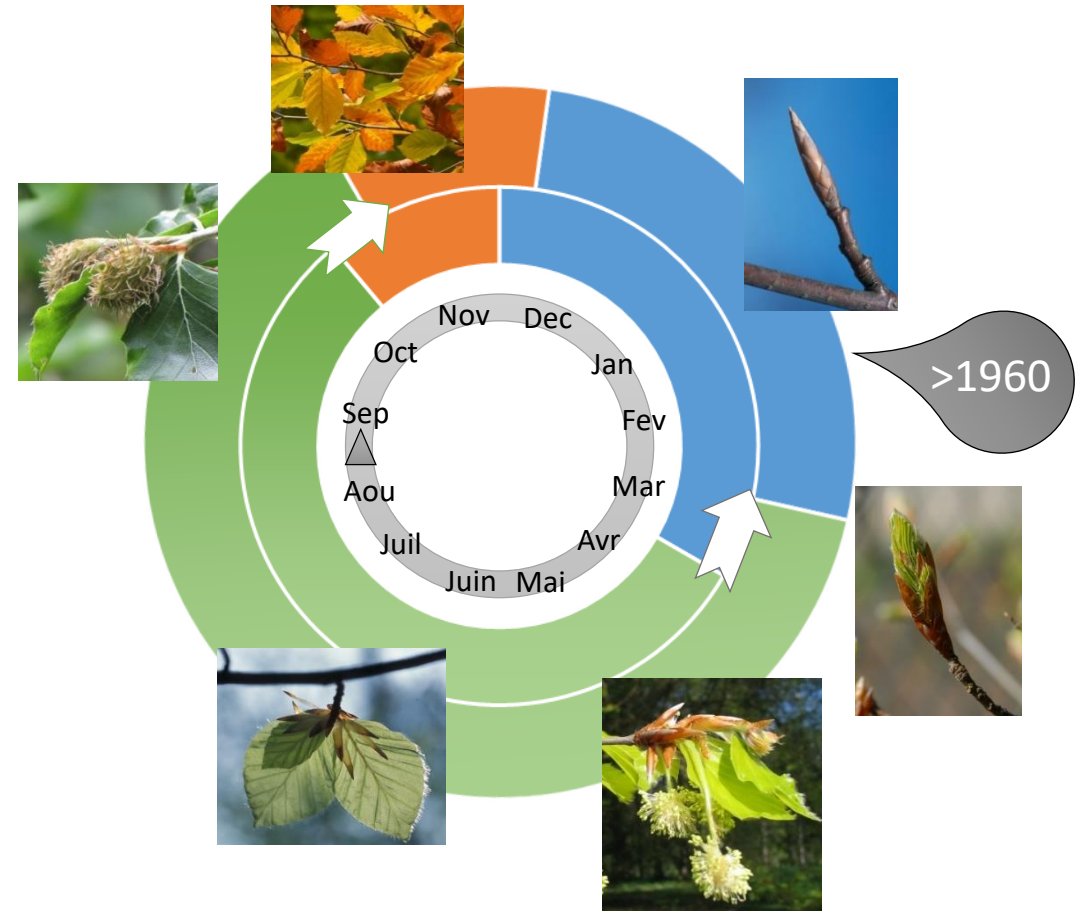
# Principaux effets du changement climatique sur la biosphère

## 1. Changements des rythmes biologiques



# Principaux effets du changement climatique sur la biosphère

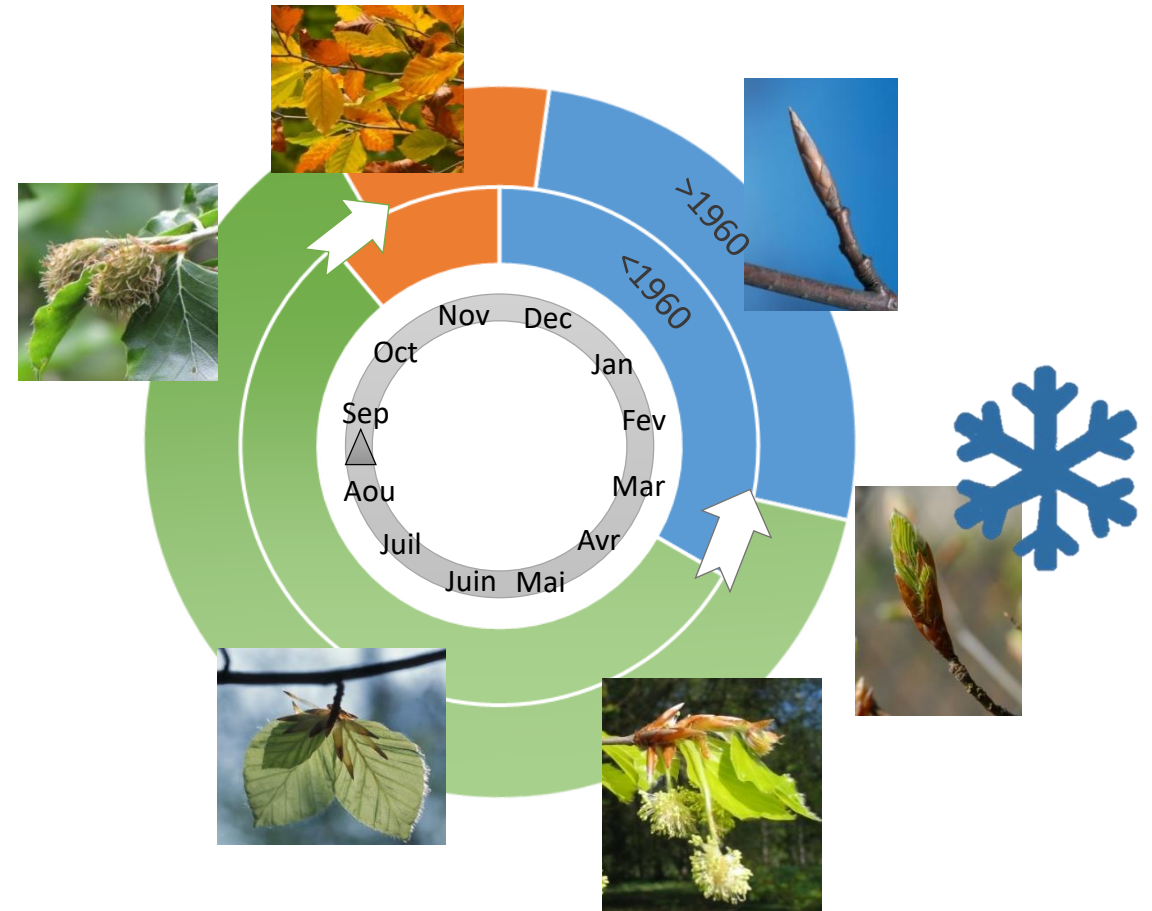
## 1. Changements des rythmes biologiques



# Principaux effets du changement climatique sur la biosphère

## 1. Changements des rythmes biologiques

- Saison de croissance avancée : Augmentation des dommages de gels tardifs

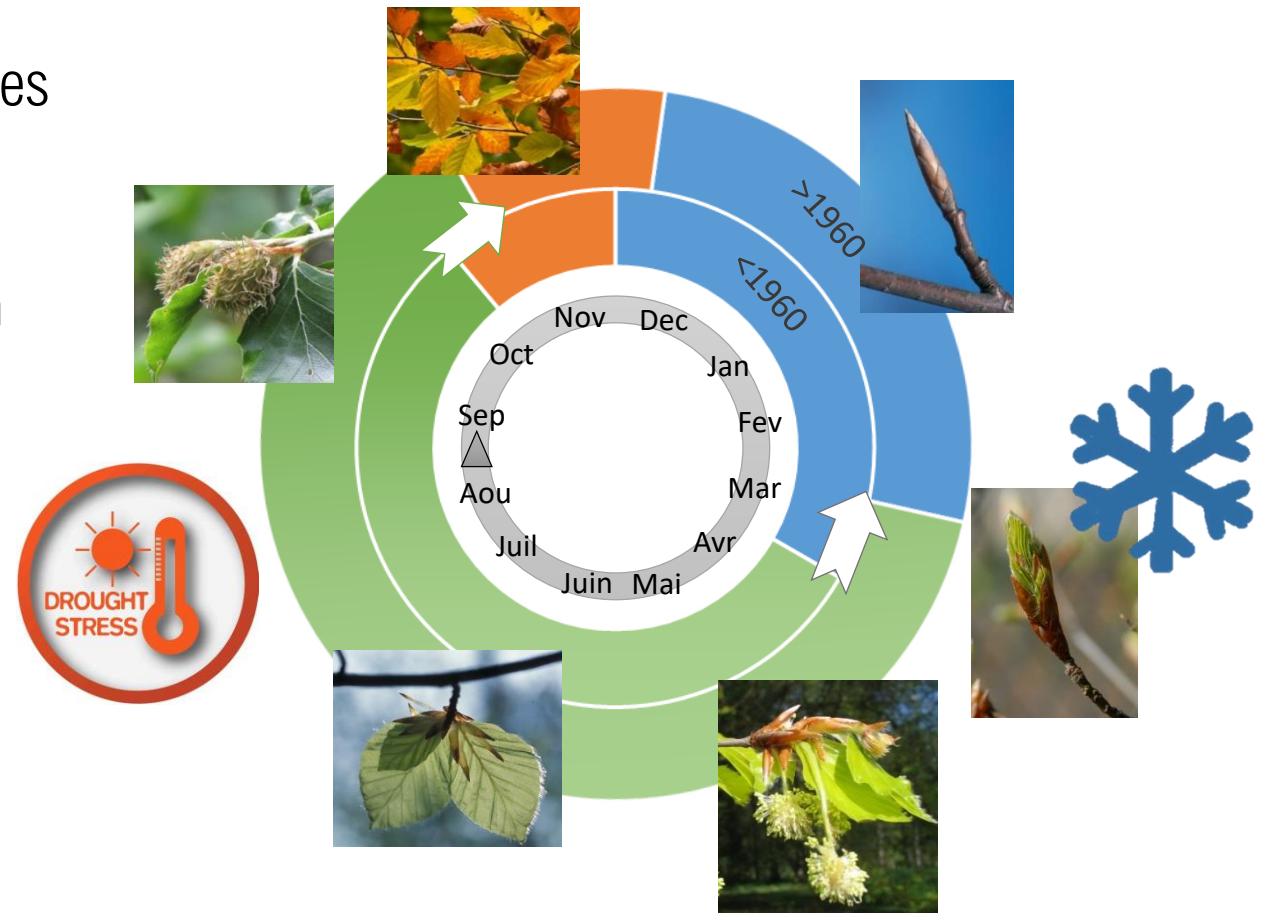




# Principaux effets du changement climatique sur la biosphère

## 1. Changements des rythmes biologiques

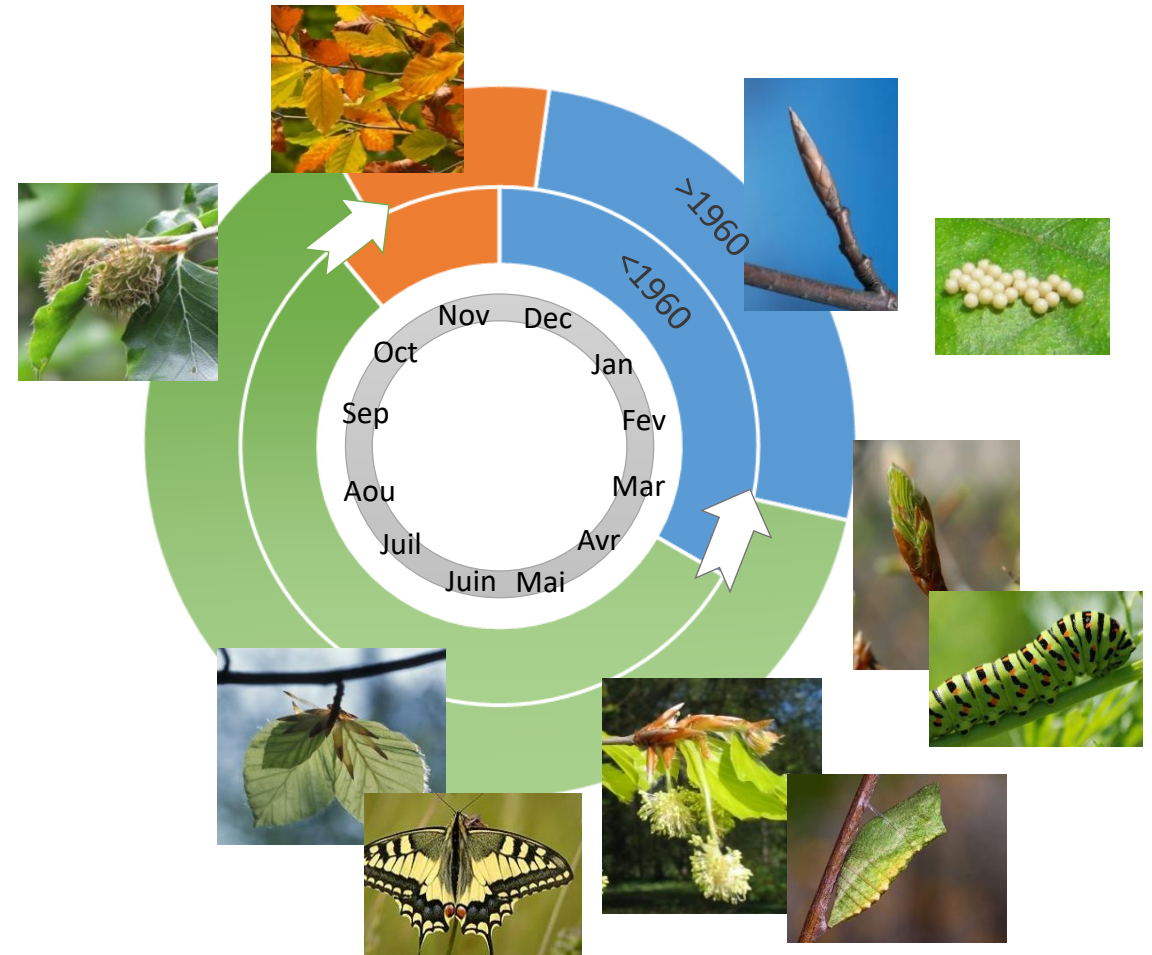
- Saison de croissance avancée : Augmentation des dommages de gels tardifs
- Saison de croissance plus longue : stress hydrique accru



# Principaux effets du changement climatique sur la biosphère

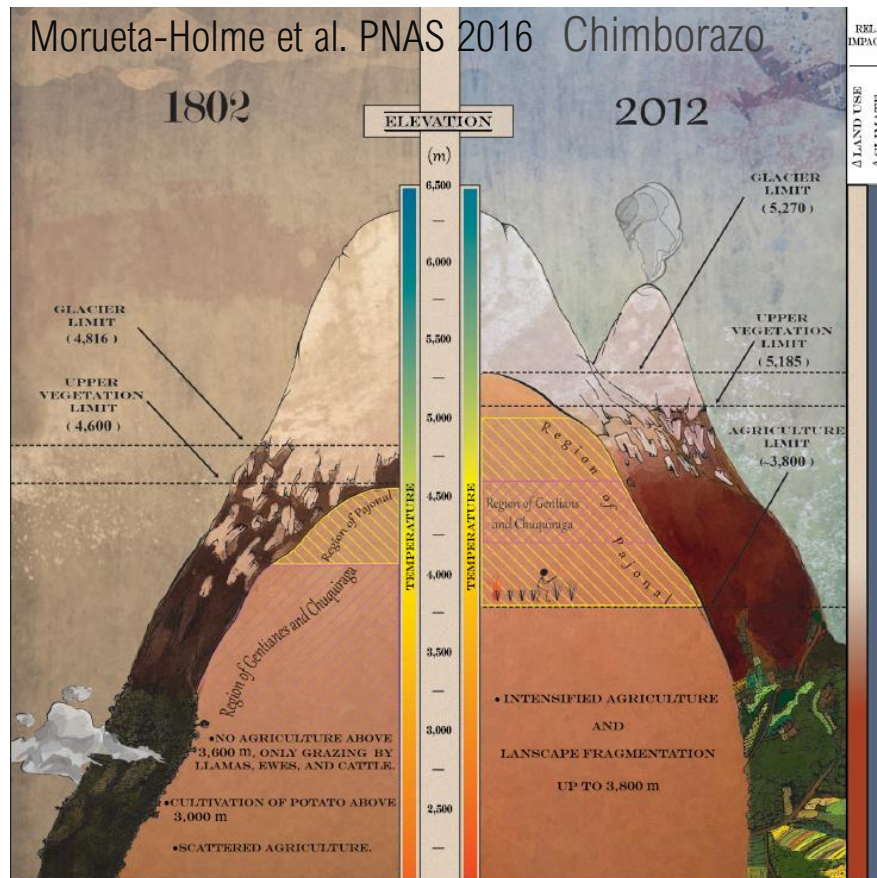
## 1. Changements des rythmes biologiques

- Saison de croissance avancée : Augmentation des dommages de gels tardifs
- Saison de croissance plus longue : stress hydrique accru
- Désynchronisation des cycles entre espèces : perturbation des chaînes alimentaires



# Principaux effets du changement climatique sur la biosphère

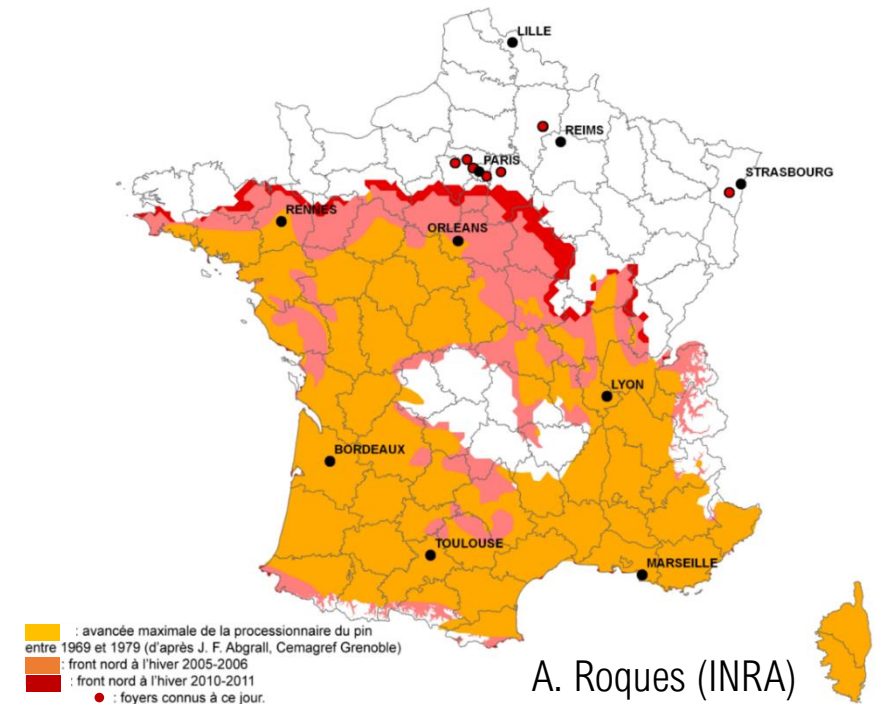
## 2. Changements de répartition des espèces



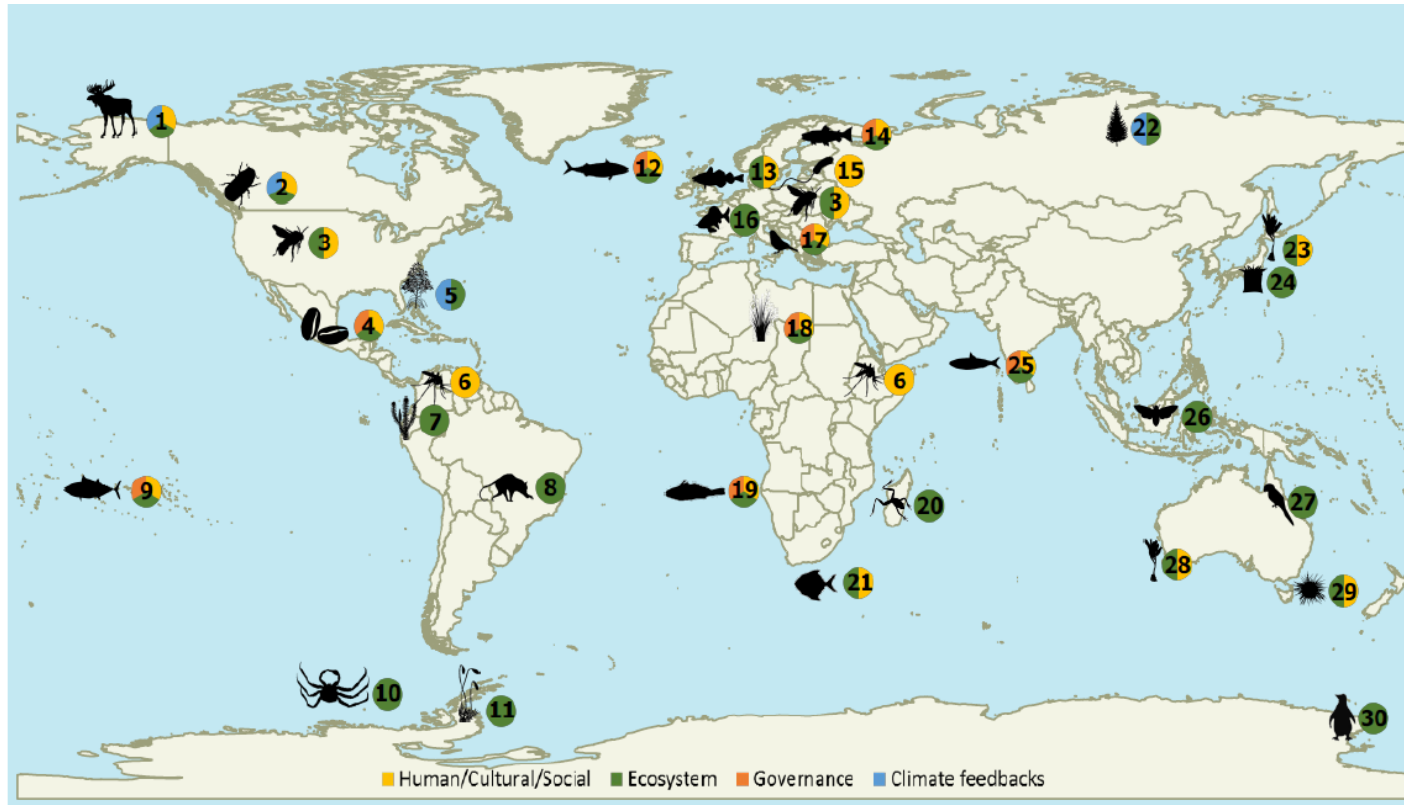
### Chenille processionnaire



Expansion vers le nord + 5.5km/an  
les sommets +5m/an

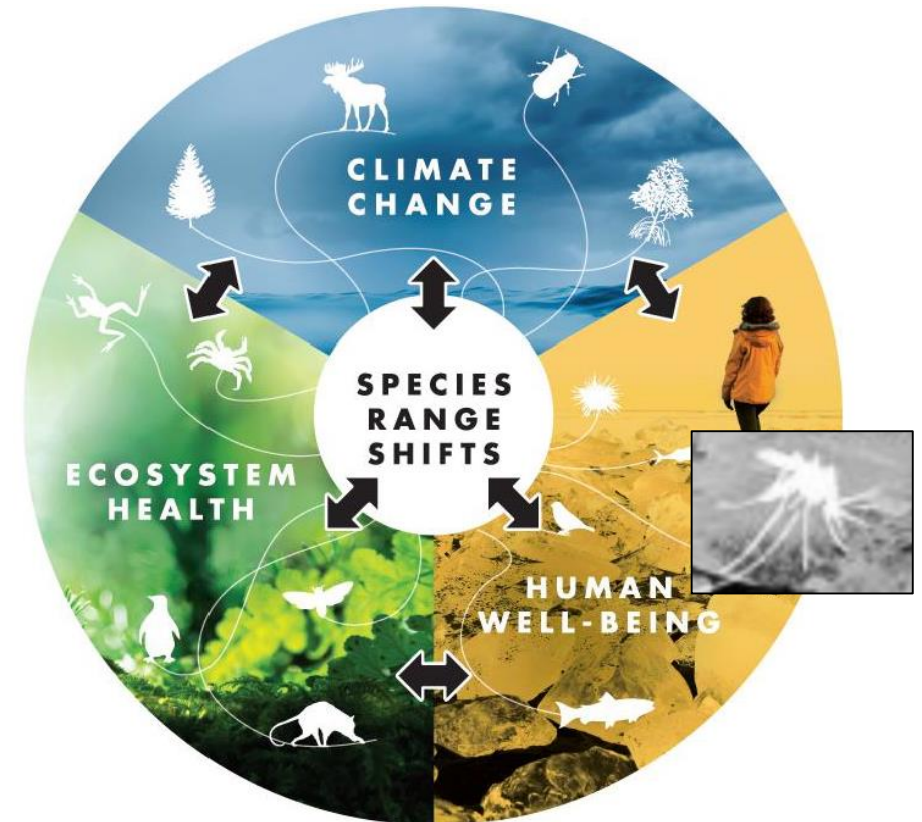
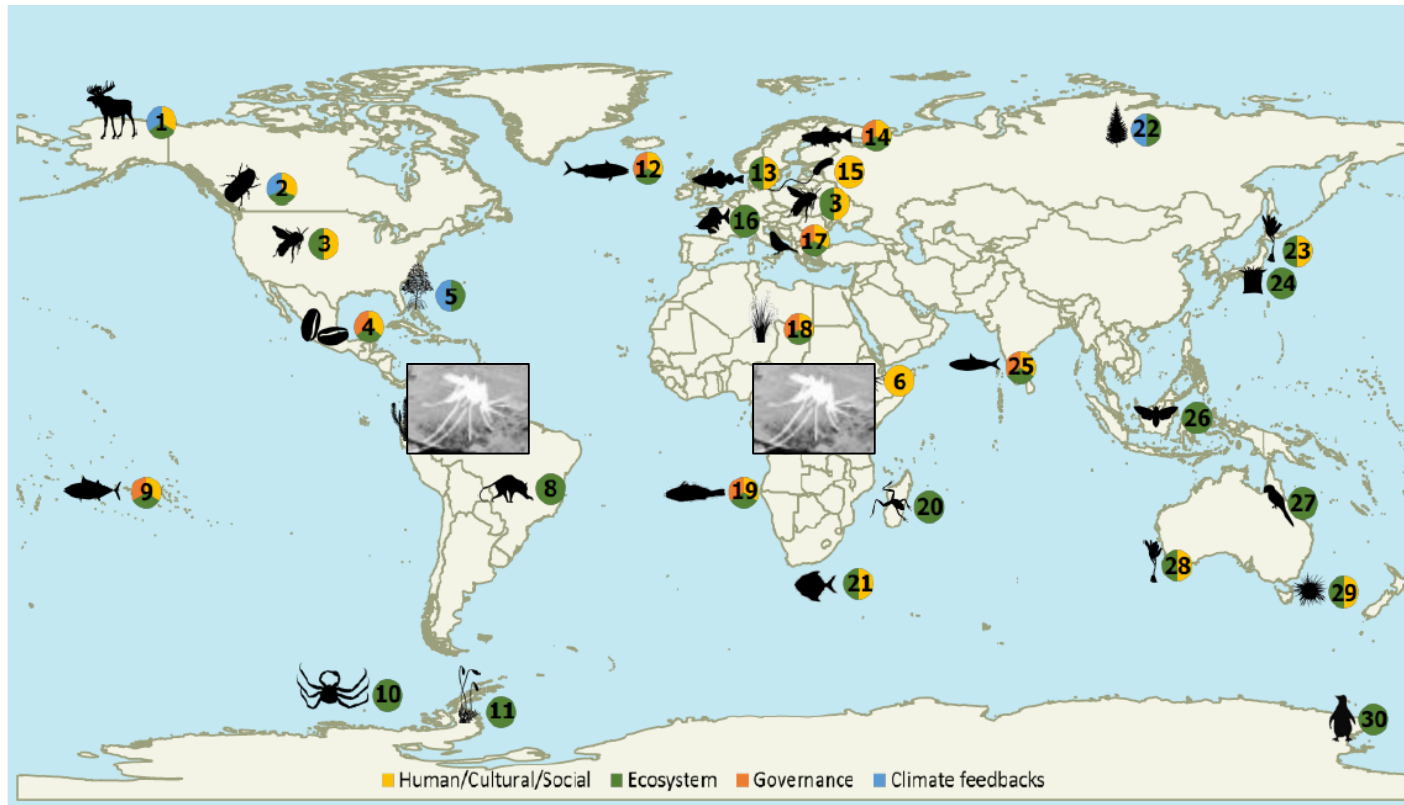


# Conséquences des changements de répartition d'espèces



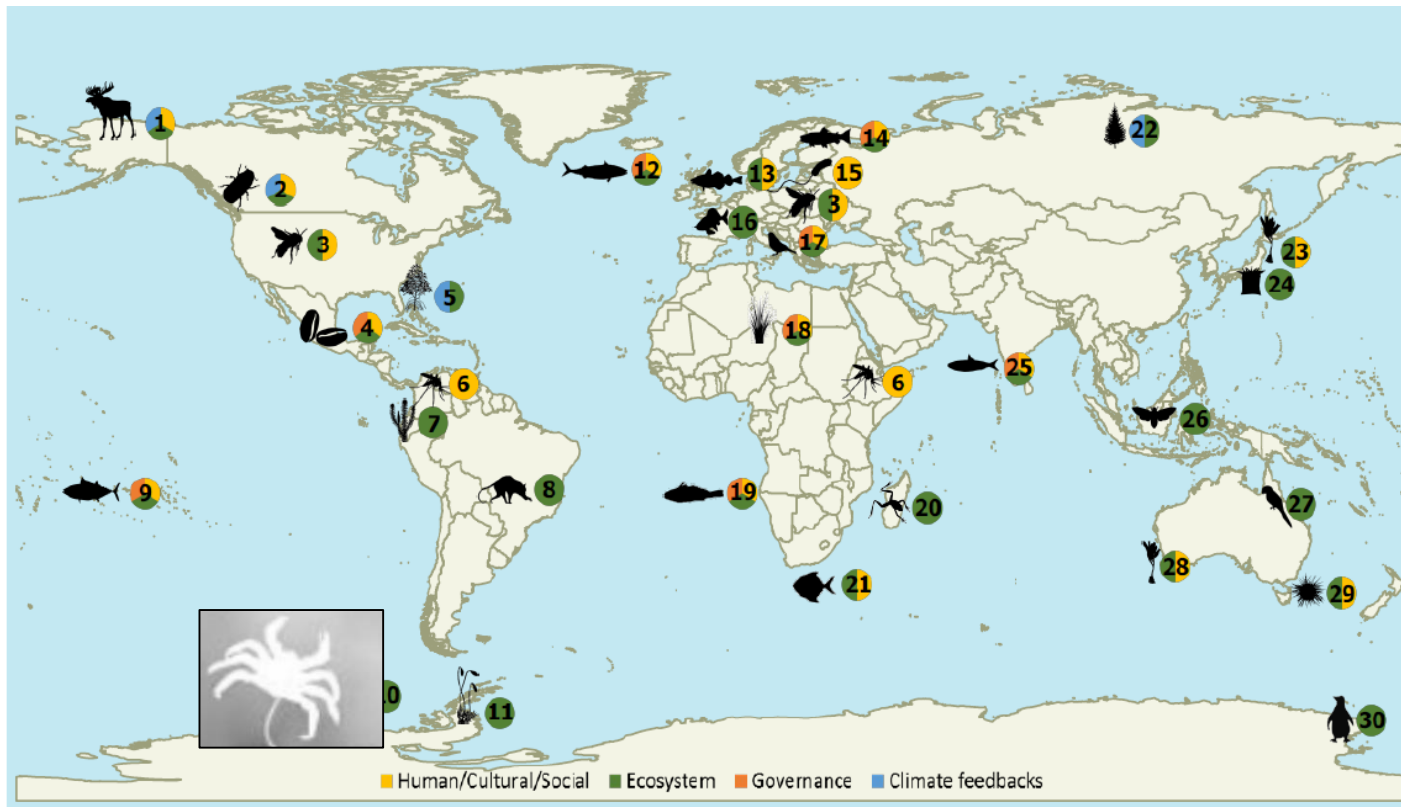
Pecl et al. Science 2017

# Conséquences des changements de répartition d'espèces



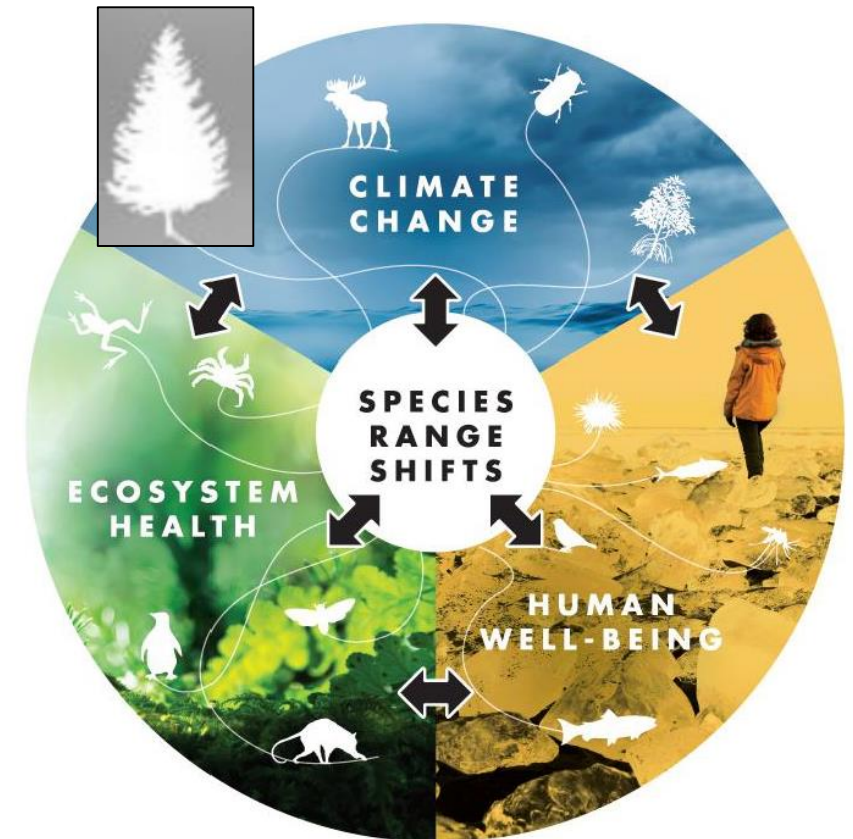
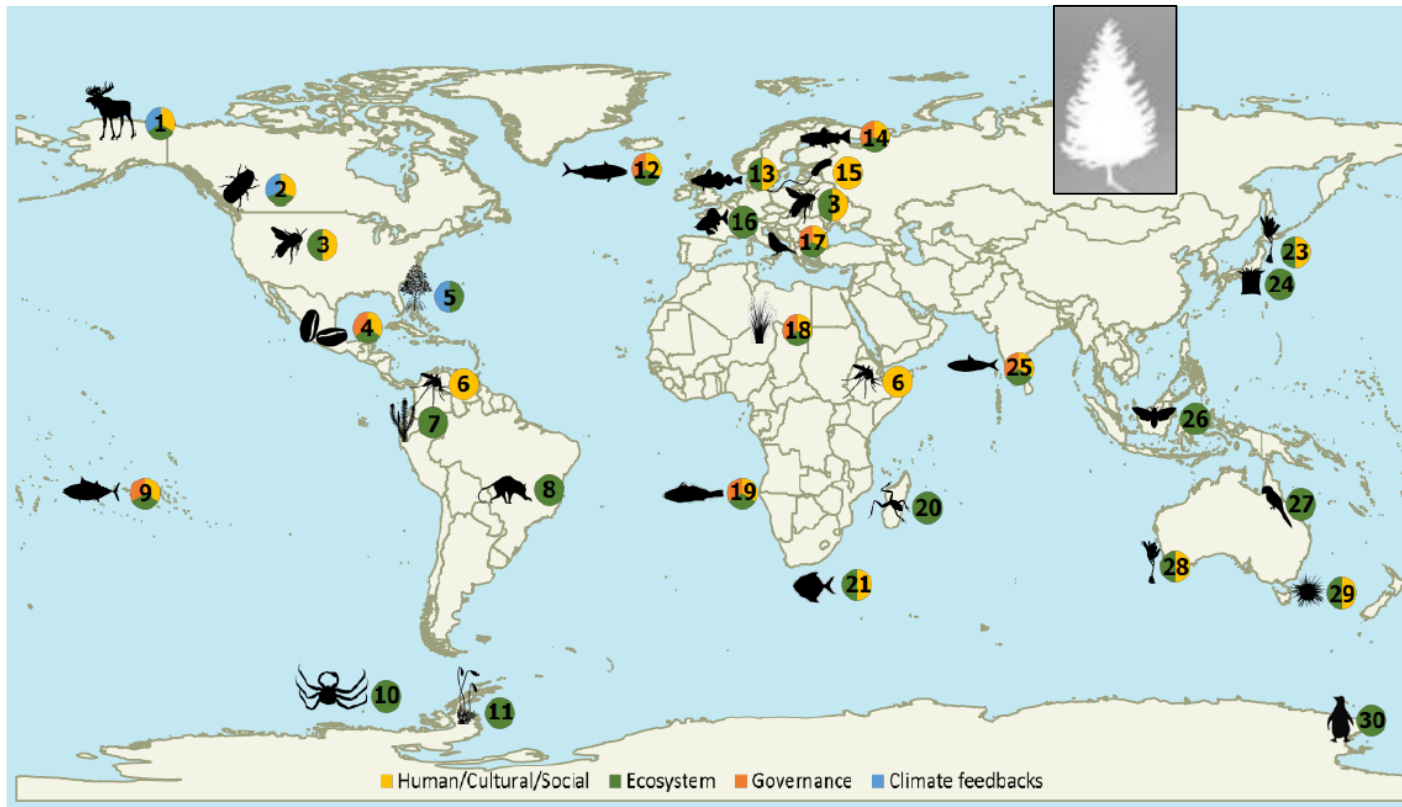
Pecl et al. Science 2017

# Conséquences des changements de répartition d'espèces



Pecl et al. Science 2017

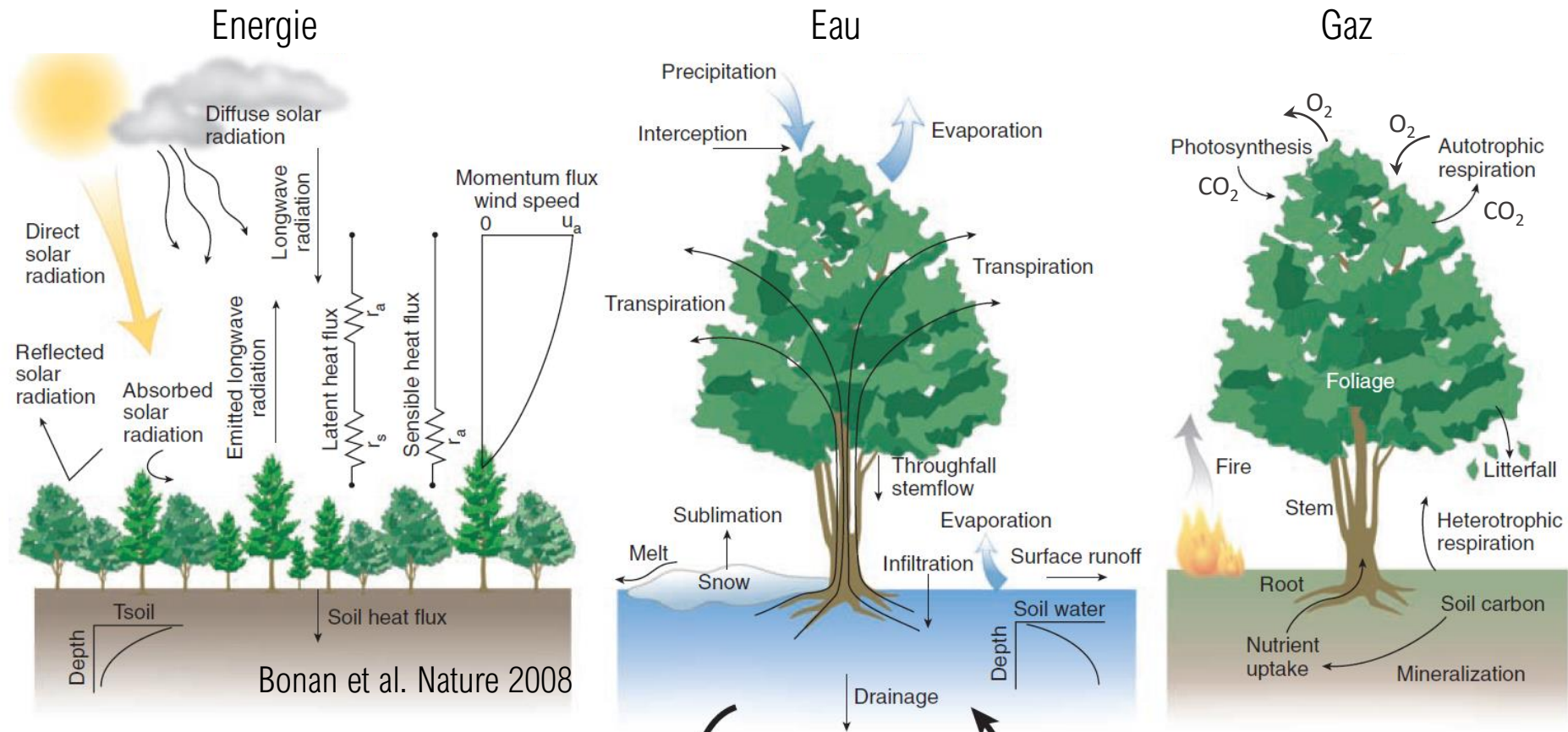
# Conséquences des changements de répartition d'espèces



Pecl et al. Science 2017

# Effets rétroactifs de la biosphère vers l'atmosphère

Exemple : échanges entre la végétation terrestre et l'atmosphère



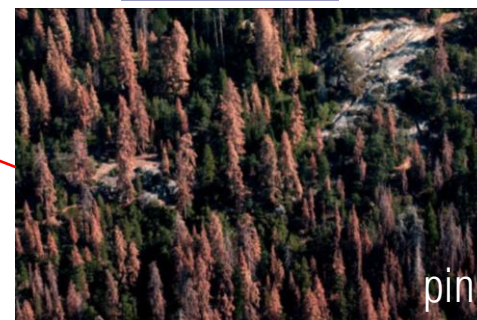
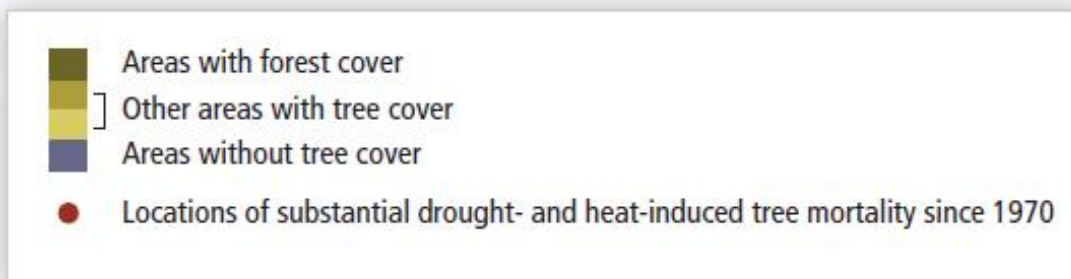


# Les prémisses d'une catastrophe annoncée ?

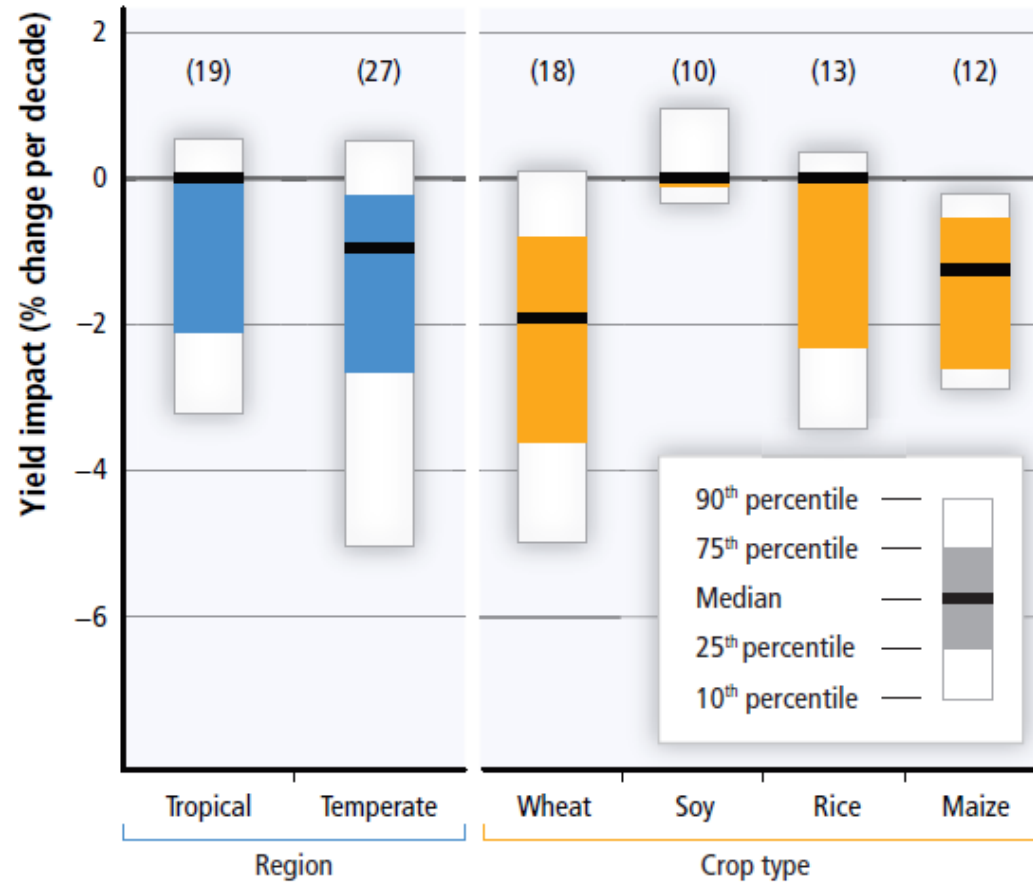
Dépérissements forestiers dus au changement climatique



IPCC, WG2, 2014



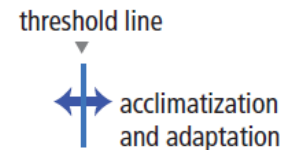
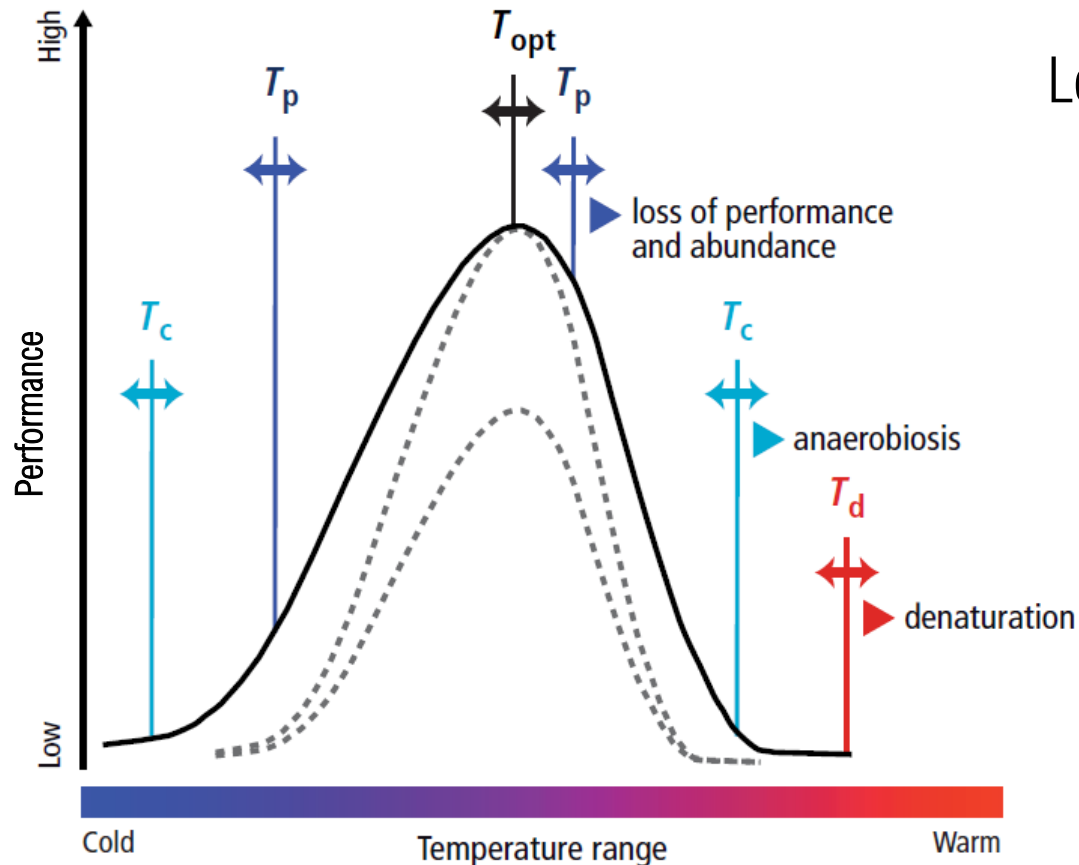
# Conséquences économiques



IPCC, WG2, 2014

# La cause profonde de ces changements

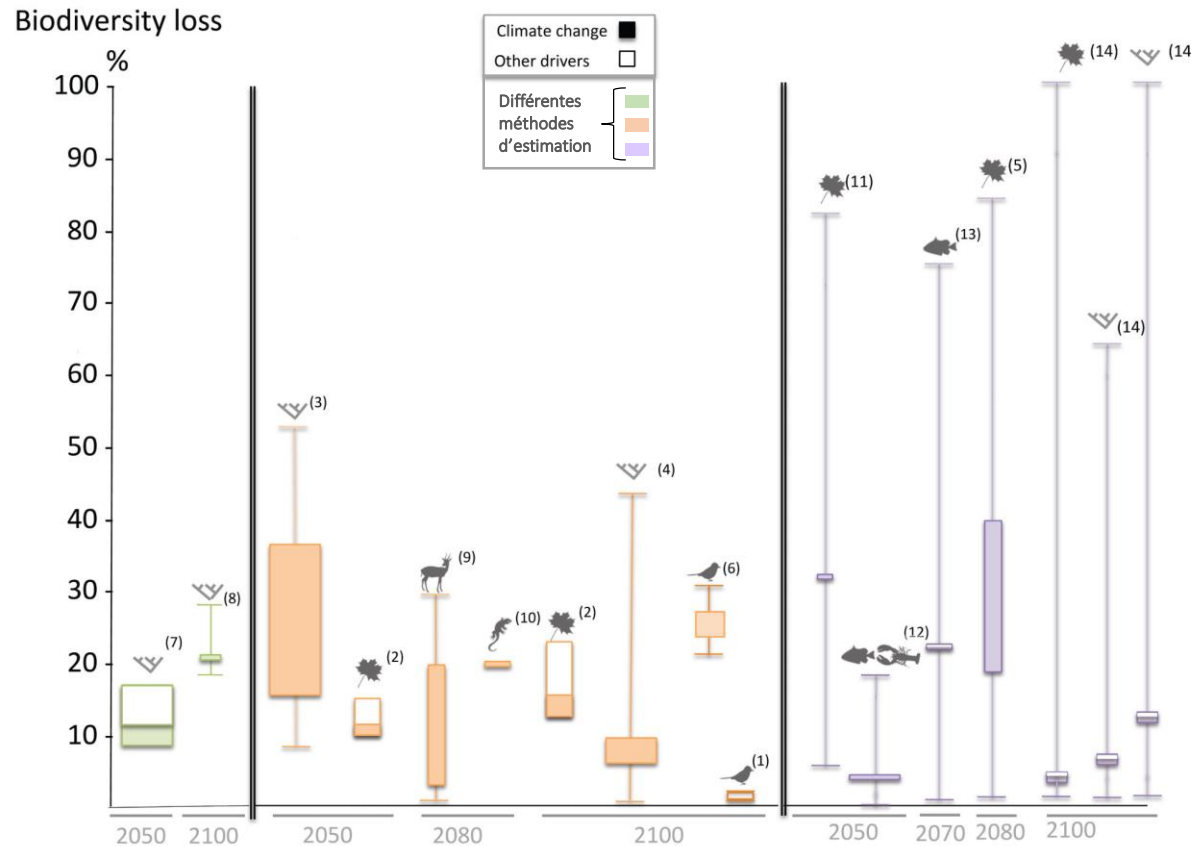
Les êtres vivants ne peuvent tolérer qu'une certaine gamme de températures



- Performance curve under normal conditions
- - - Performance curve options under elevated  $CO_2$  or in hypoxic water or both
- $T_{opt}$  Optimum temperature (performance maximum)
- $T_p$  Pejus temperatures (limit to long-term tolerance)
- $T_c$  Critical temperatures (transition to anaerobic metabolism)
- $T_d$  Denaturation temperatures (the onset of cell damage)

IPCC, WG2, 2014

# Le changement climatique pourrait devenir la première cause d'extinction des espèces d'ici la fin du siècle



Compilation des résultats des études ayant fourni des projections de changements de biodiversité pour les 21<sup>e</sup> siècle

“The majority of models indicate alarming consequences for biodiversity, with the worst-case scenarios leading to extinction rates that would qualify as the sixth mass extinction in the history of the earth.”

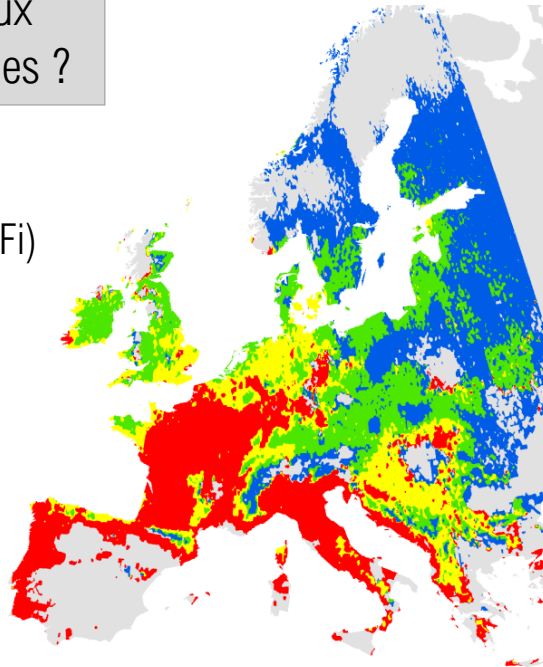
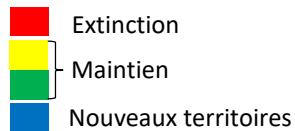
Bellard et al. 2012

# Quels sont les moyens d'adaptation des êtres vivants ?

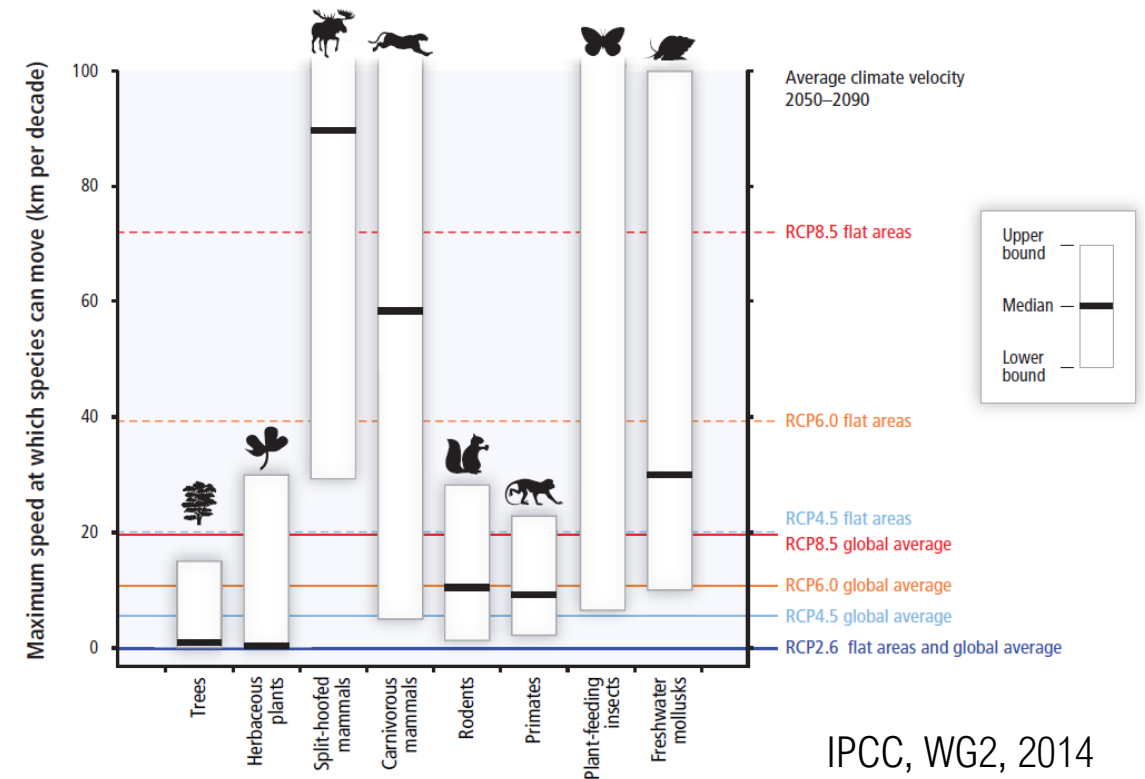
## 1. La migration

Les espèces sont-elles capables de coloniser les nouveaux territoires qui s'offrent à elles ?

Projection de la répartition potentielle du hêtre en 2100 (A1Fi)  
Saltré et al. 2015



... la vitesse du changement climatique dépasse celle de nombreuses espèces : la migration assistée devient nécessaire.

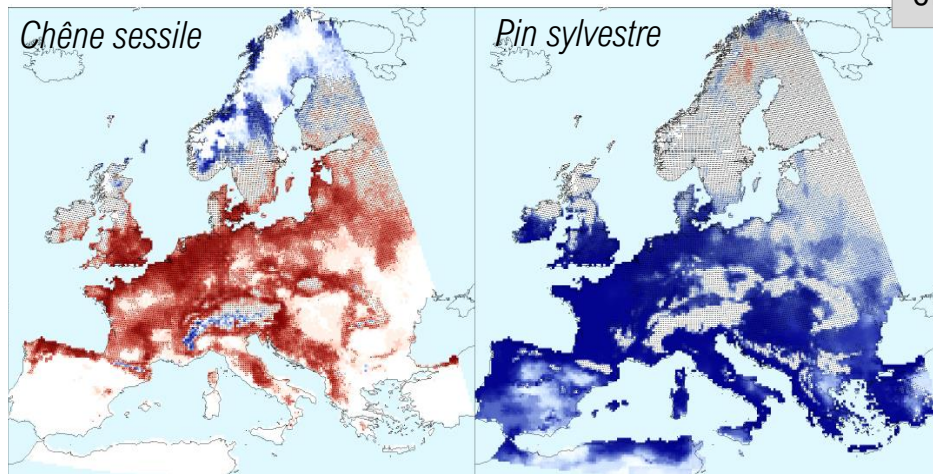


IPCC, WG2, 2014

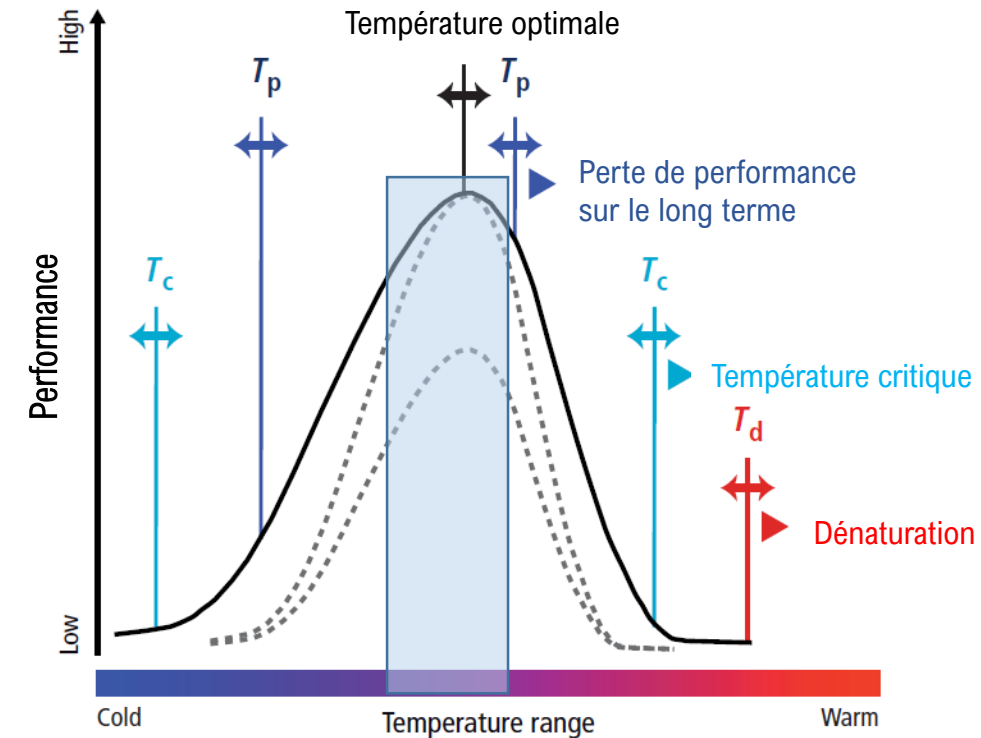
# Quels sont les moyens d'adaptation des êtres vivants ?

1. La migration
2. La plasticité adaptative  
(capacité à maintenir un bon niveau de performance dans des conditions changeantes)

Effets de la plasticité de la date de feuillaison sur la survie en 2100 (A1Fi) Duputié et al. 2015



La plasticité adaptative est-elle suffisante pour vivre dans les conditions climatiques futures ?



IPCC, WG2, 2014

# Quels sont les moyens d'adaptation des êtres vivants ?

1. La migration
2. La plasticité adaptative
3. L'évolution génétique

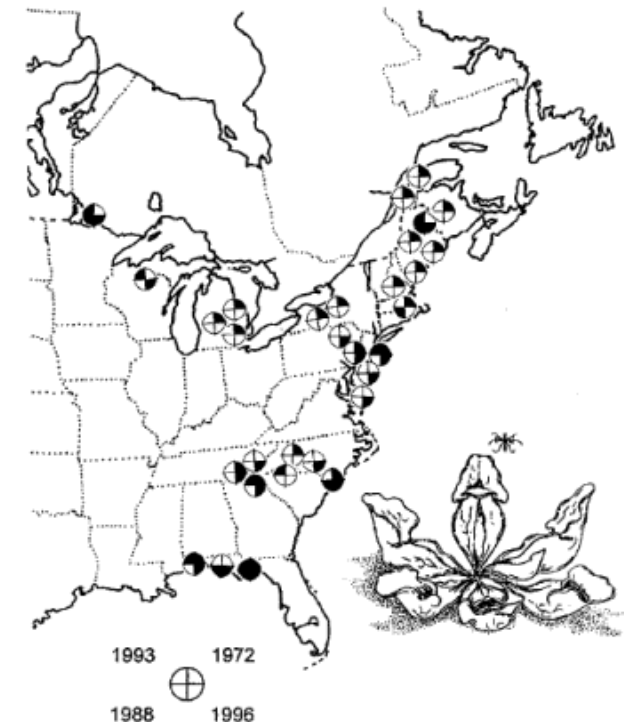
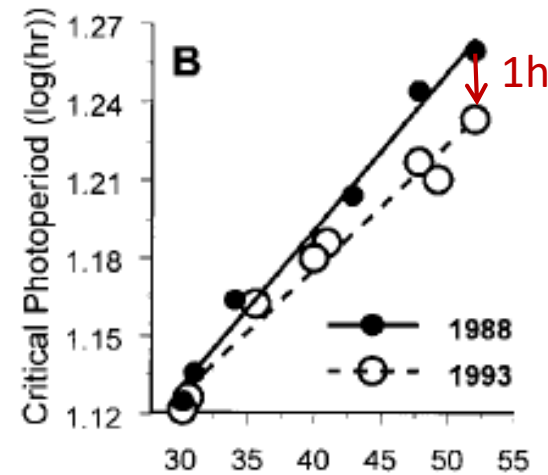
sera rapide si

- temps de génération court
- diversité génétique élevée
- grande taille de population

De nombreuses espèces ne remplissent pas ces conditions. Les seuls leviers possibles : maintenir voire augmenter les tailles des populations et augmenter la diversité génétique par flux de gènes assistés

Evolution de la durée du jour induisant l'entrée en diapause hivernale chez le moustique en 5 ans

Bradshaw & Holzapfel 2001



# Conclusion

- Le changement climatique affecte profondément la biosphère (fonctionnement des écosystèmes, répartition des espèces, biodiversité).
- Le changement climatique est la 3<sup>e</sup> cause de perte de biodiversité et risque de devenir à court terme la première.
- Les moyens d'adaptation au changement climatique sont très limités pour de très nombreuses espèces.
- L'homme peut aider les espèces à s'adapter mais la tâche est abyssale.
- Il est nécessaire d'agir fortement sur les autres causes de perte de biodiversité et de mettre en œuvre des solutions basées sur la nature.

