

La forêt méditerranéenne face au changement climatique : *entre cible et solution*

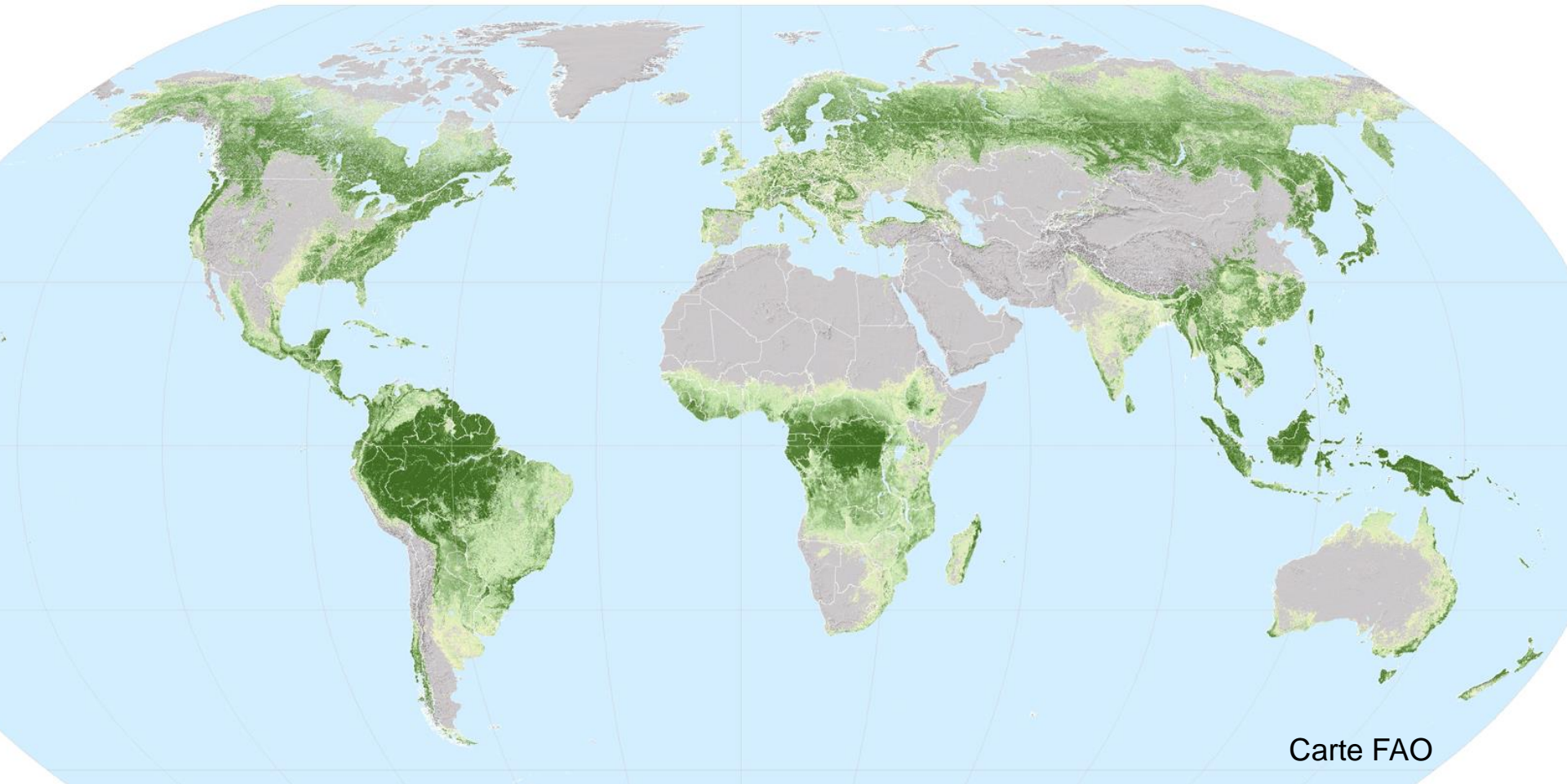
Xavier Morin

xavier.morin@cefe.cnrs.fr



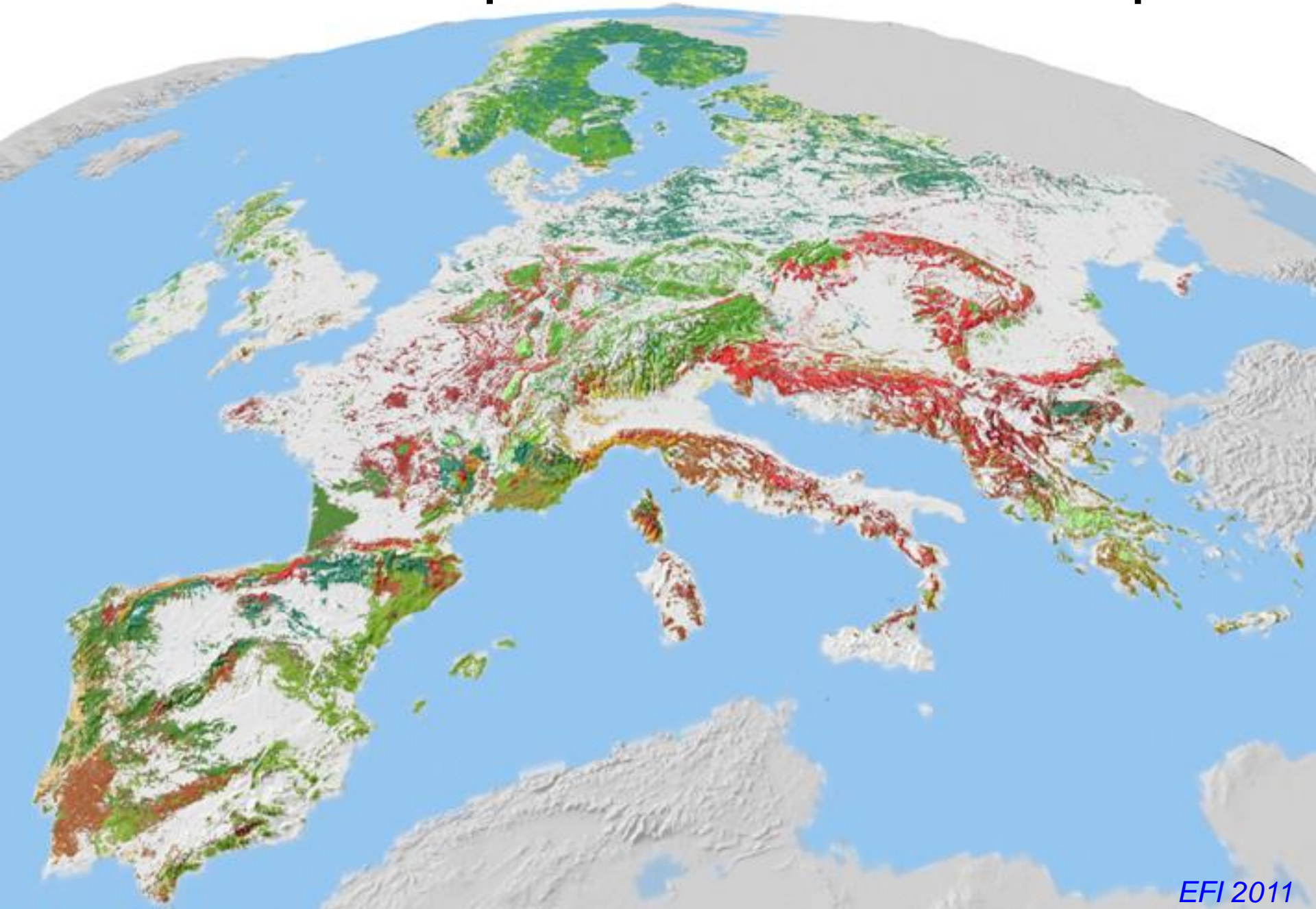
15 février 2022

Les forêts dans le monde

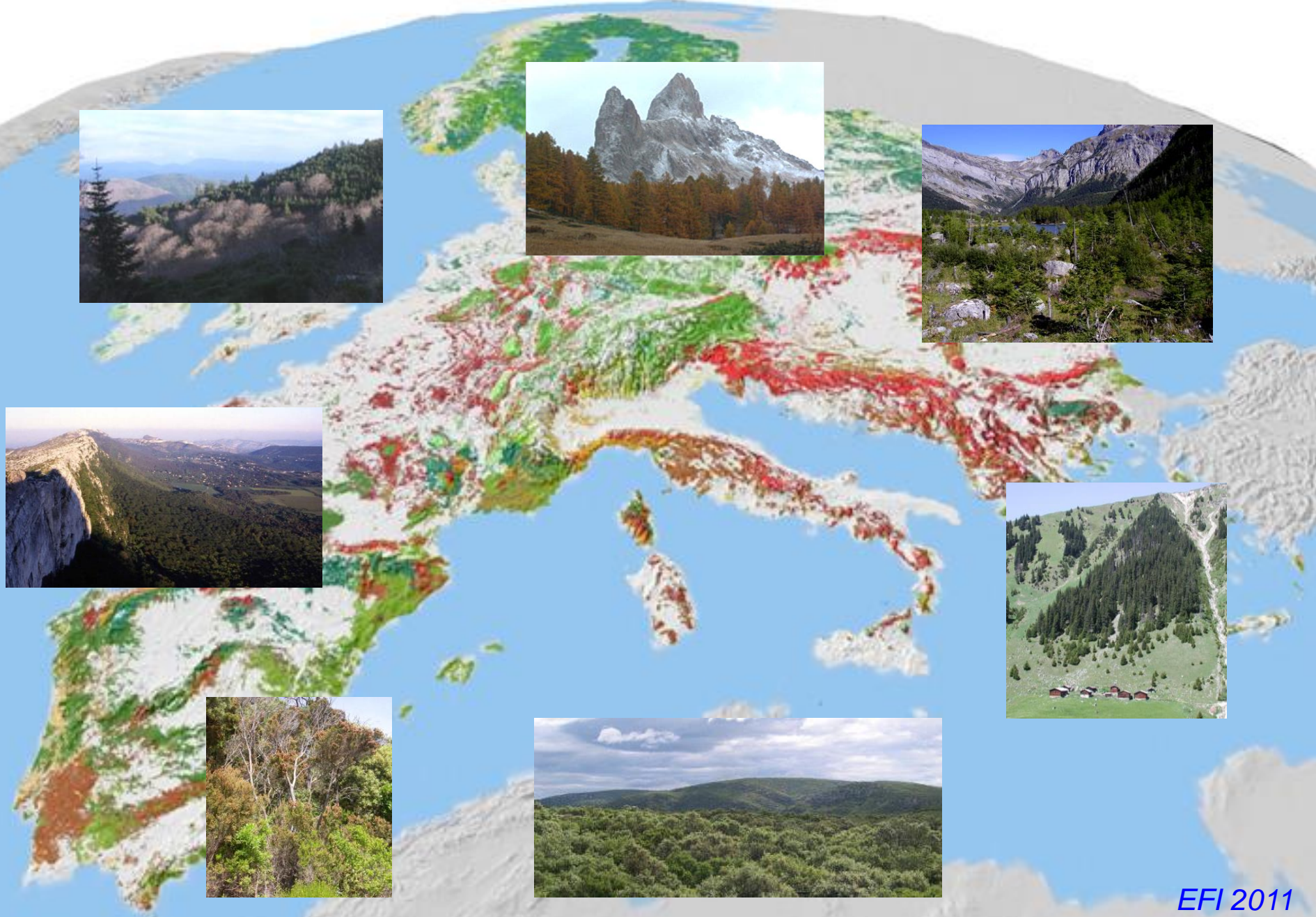


- 30% surface totale des terres émergées
- 50% des forêts dans 5 pays (Russie, Brésil, Papouasie, Canada, USA)
- Abritent la majeure partie de la biodiversité

Les forêts occupent 25% de la surface en Europe



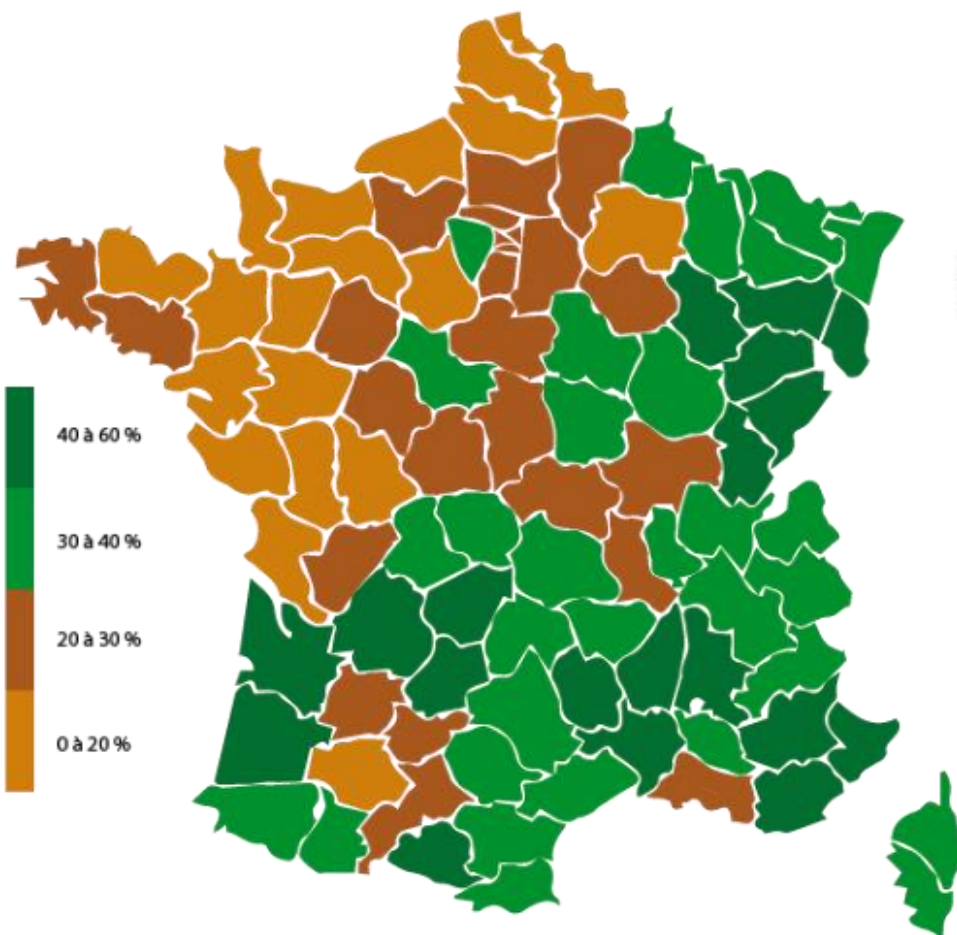
Les forêts occupent 25% de la surface en Europe



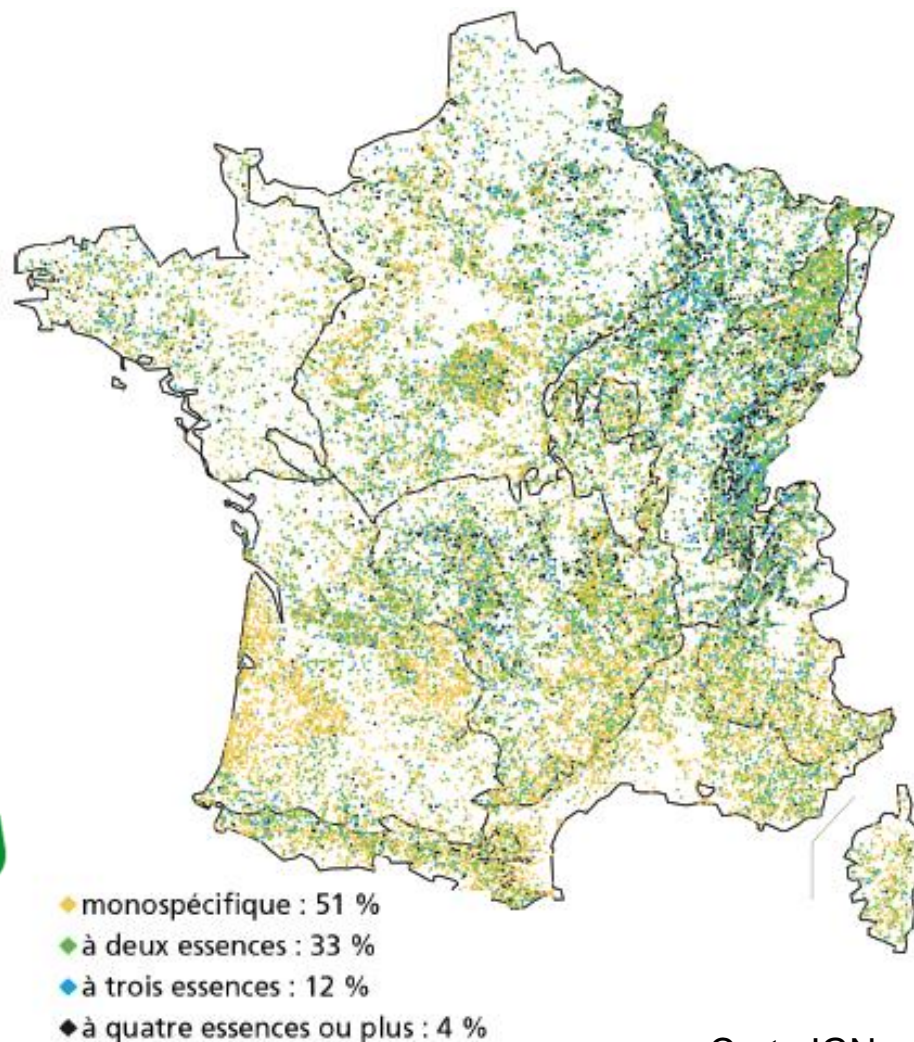
Les forêts en France

= 20 millions d'ha (29%)

Taux de boisement

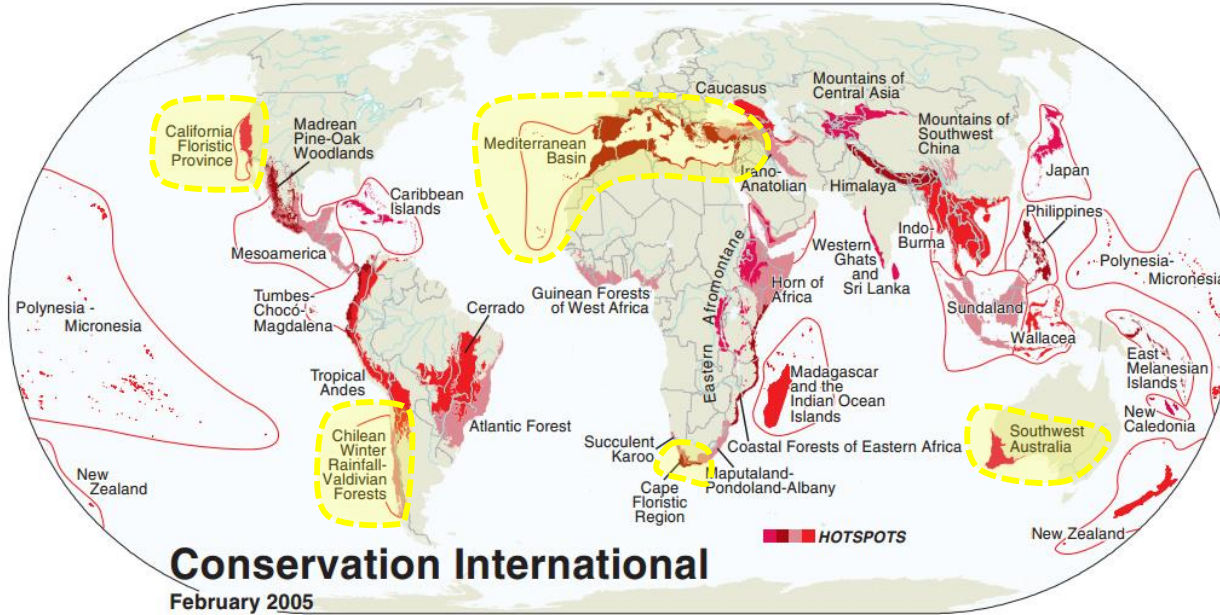


Types de peuplement

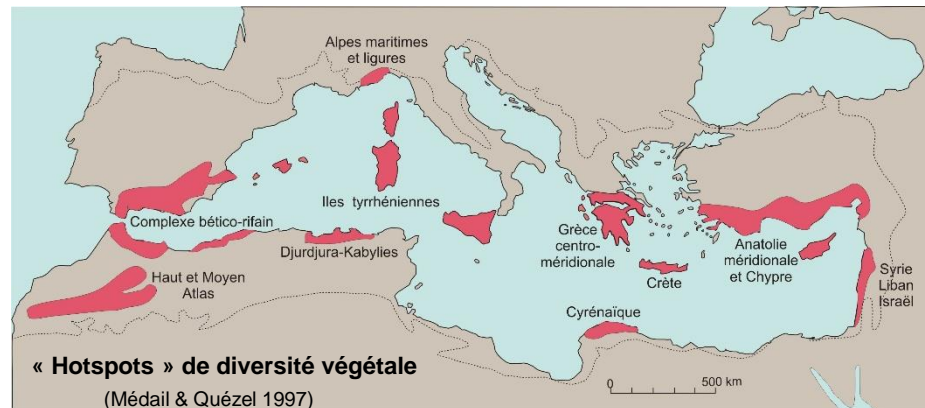


La forêt méditerranéenne

= un milieu à la diversité exceptionnelle

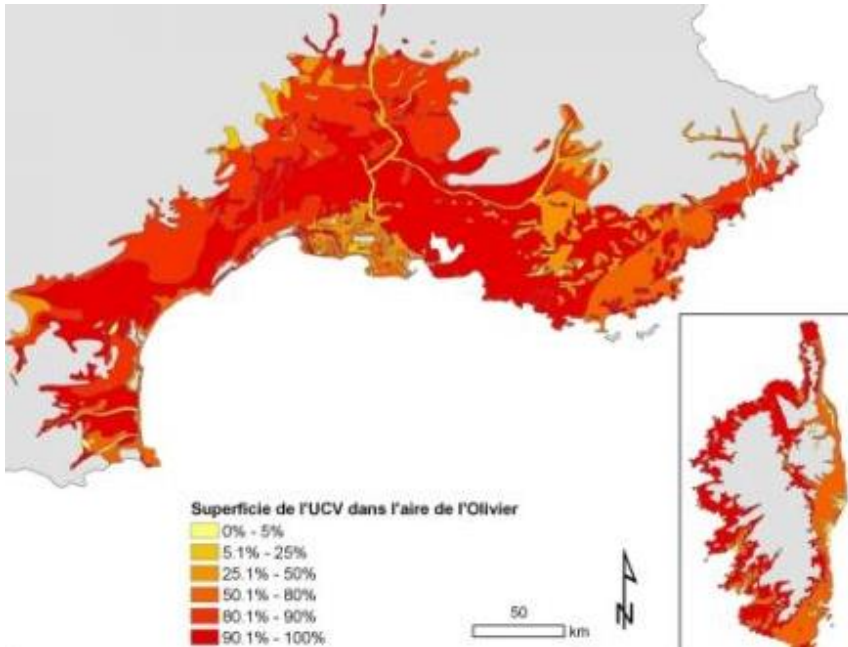


10% des espèces végétales du globe



La forêt méditerranéenne

= un milieu à la diversité exceptionnelle



Forts gradients environnementaux (climat, altitude)

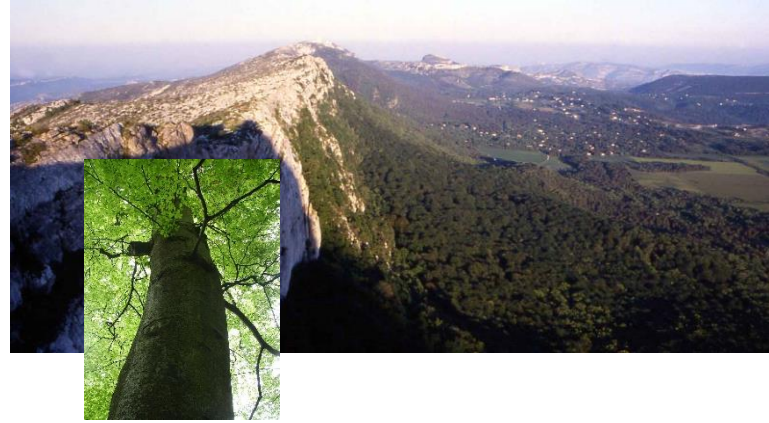
Fort endémisme



Aigle de Bonelli

La forêt méditerranéenne

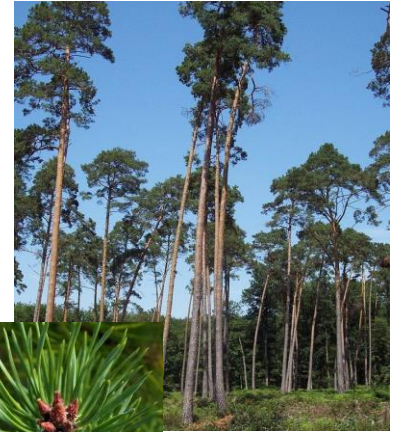
= un milieu à la diversité exceptionnelle



= Diversité d'espèces, de tailles, de structures

La forêt méditerranéenne

Les principales essences



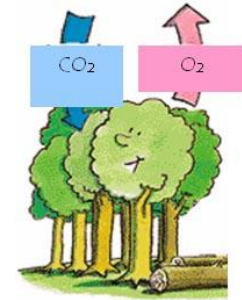
La forêt méditerranéenne

= un milieu à la diversité exceptionnelle
...avec une longue histoire d'impacts humains...



= Forte dépendance des populations humaines vis-à-vis de la forêt en Méditerranée

Les services écosystémiques des forêts

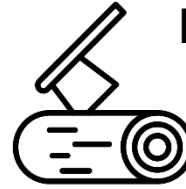


Les services écosystémiques des forêts

Régulation du climat



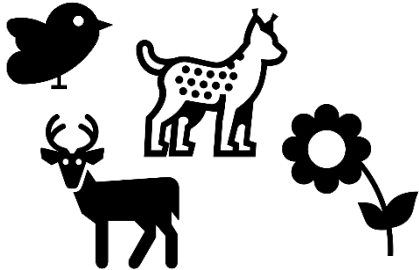
Produits ligneux



Qualité de l'eau



Protection des sols



Biodiversité



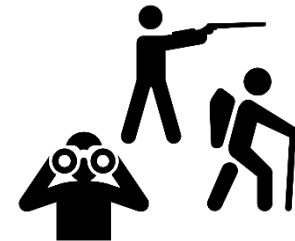
Produits non-ligneux



Paysage
Cadre de vie



Conservation
Dimension culturelle



Loisirs

Les services écosystémiques des forêts

Régulation du climat



Produits ligneux



Qualité de l'eau



Protection des sols



IMPACTS DES CHANGEMENTS GLOBAUX

Produits non-ligneux

Biodiversité



Paysage
Cadre de vie



Conservation
Dimension culturelle

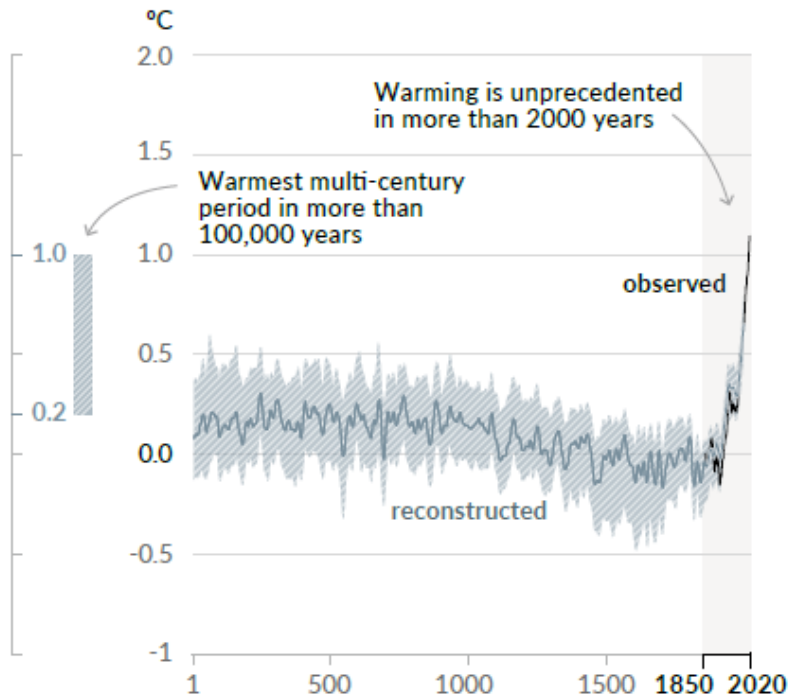


Loisirs

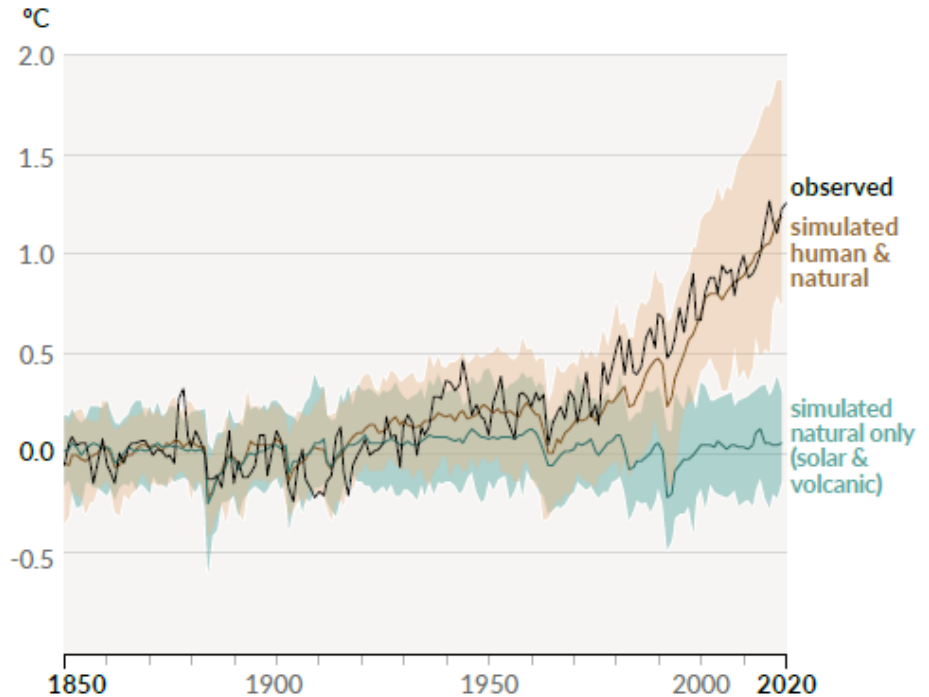
Changements observés de température

Reconstruction de la température moyenne globale (écart à la moyenne 1850-1900)

a) Change in global surface temperature (decadal average) as reconstructed (1-2000) and observed (1850-2020)



b) Change in global surface temperature (annual average) as observed and simulated using human & natural factors (both 1850-2020)



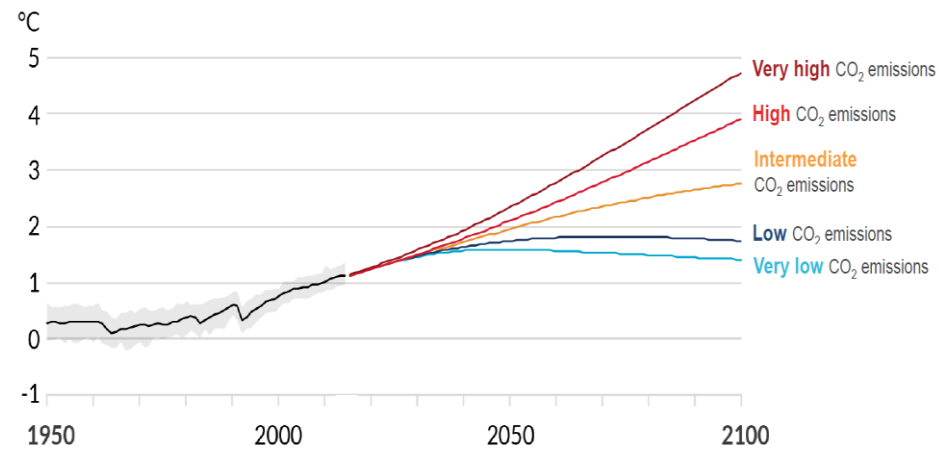
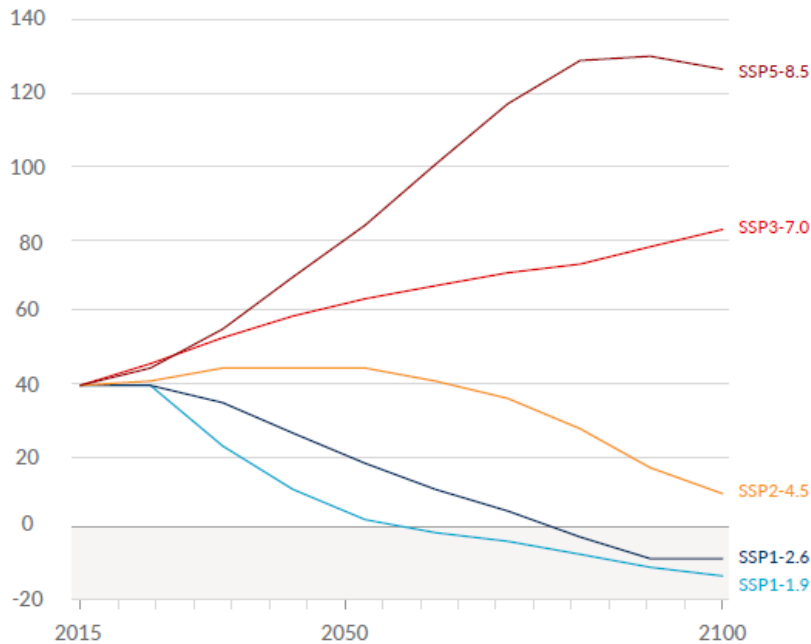
IPCC 2021

Human influence has warmed the climate at a rate that is unprecedented in at least the last 2000 years

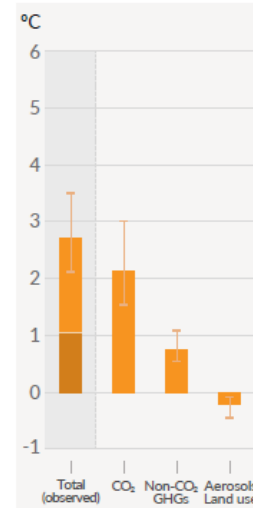
Changements futurs...

IPCC 2021

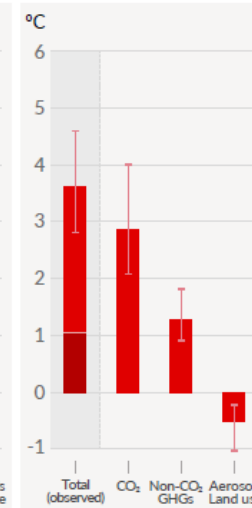
Carbon dioxide (GtCO₂/yr)



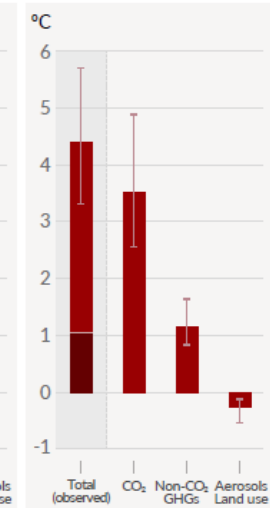
SSP2-4.5



SSP3-7.0



SSP5-8.5



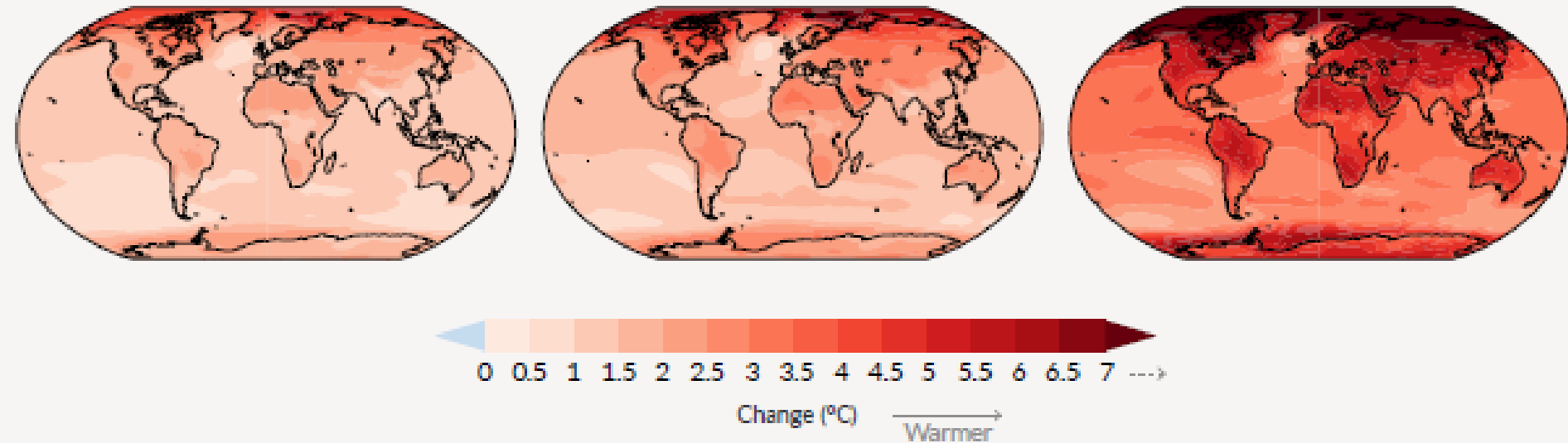
Changements futurs...

IPCC 2021

Simulated change at 1.5 °C global warming

Simulated change at 2 °C global warming

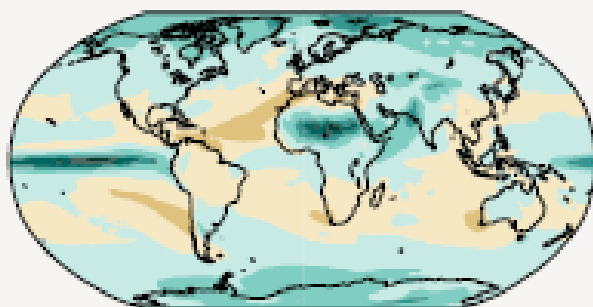
Simulated change at 4 °C global warming



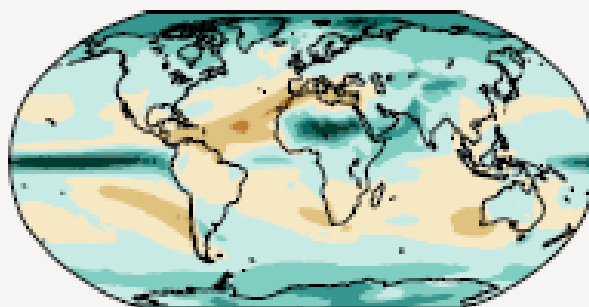
c) Annual mean precipitation change (%) relative to 1850-1900

Precipitation is projected to increase over high latitudes, the equatorial Pacific and parts of the monsoon regions, but decrease over parts of the subtropics and in limited areas of the tropics.

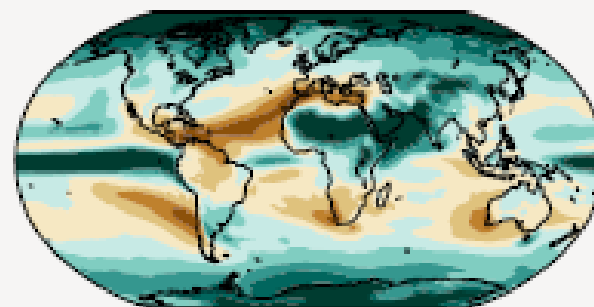
Simulated change at 1.5 °C global warming



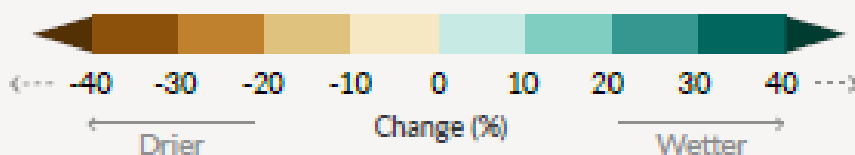
Simulated change at 2 °C global warming



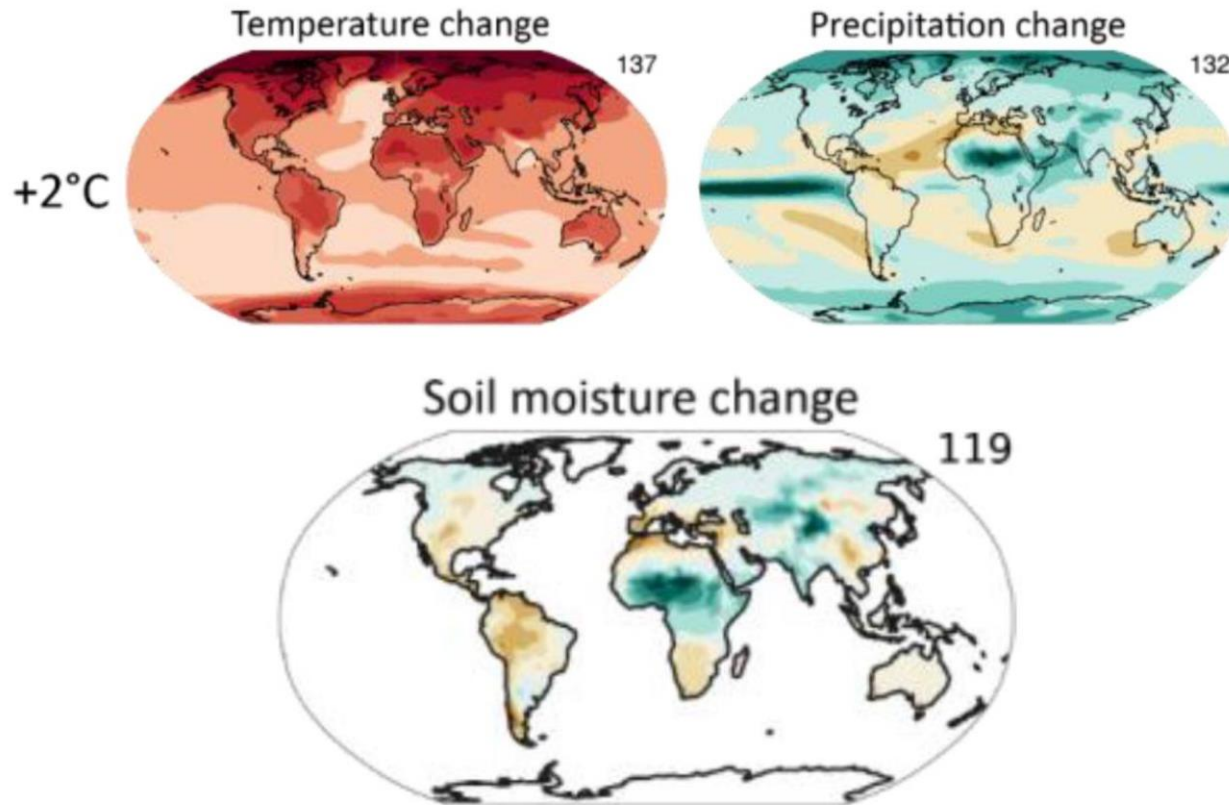
Simulated change at 4 °C global warming



Relatively small absolute changes may appear as large % changes in regions with dry baseline conditions



La disponibilité en eau dans le sol ne dépend pas que des précipitations !

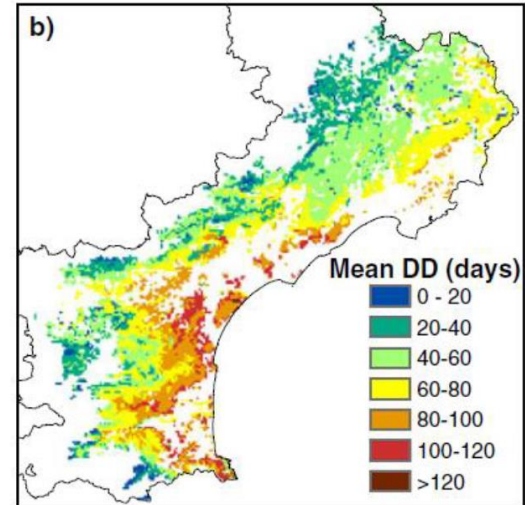
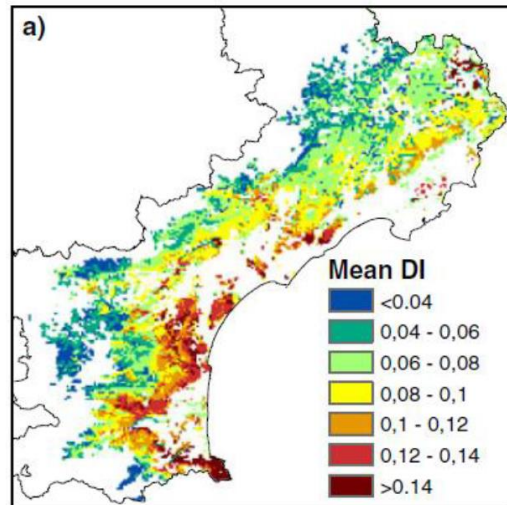


**Un monde avec un climat changé,
mais aussi plus variable**

En région méditerranéenne, un facteur-clé : les sécheresses

Intensité

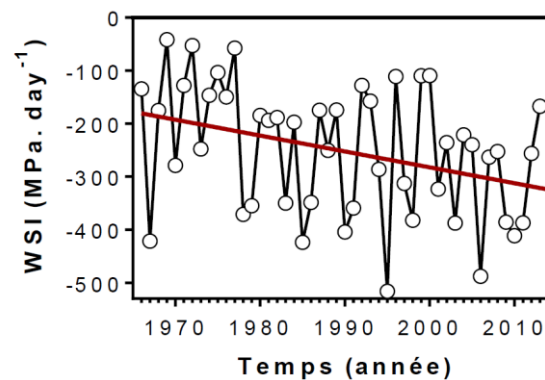
Durée



Période actuelle

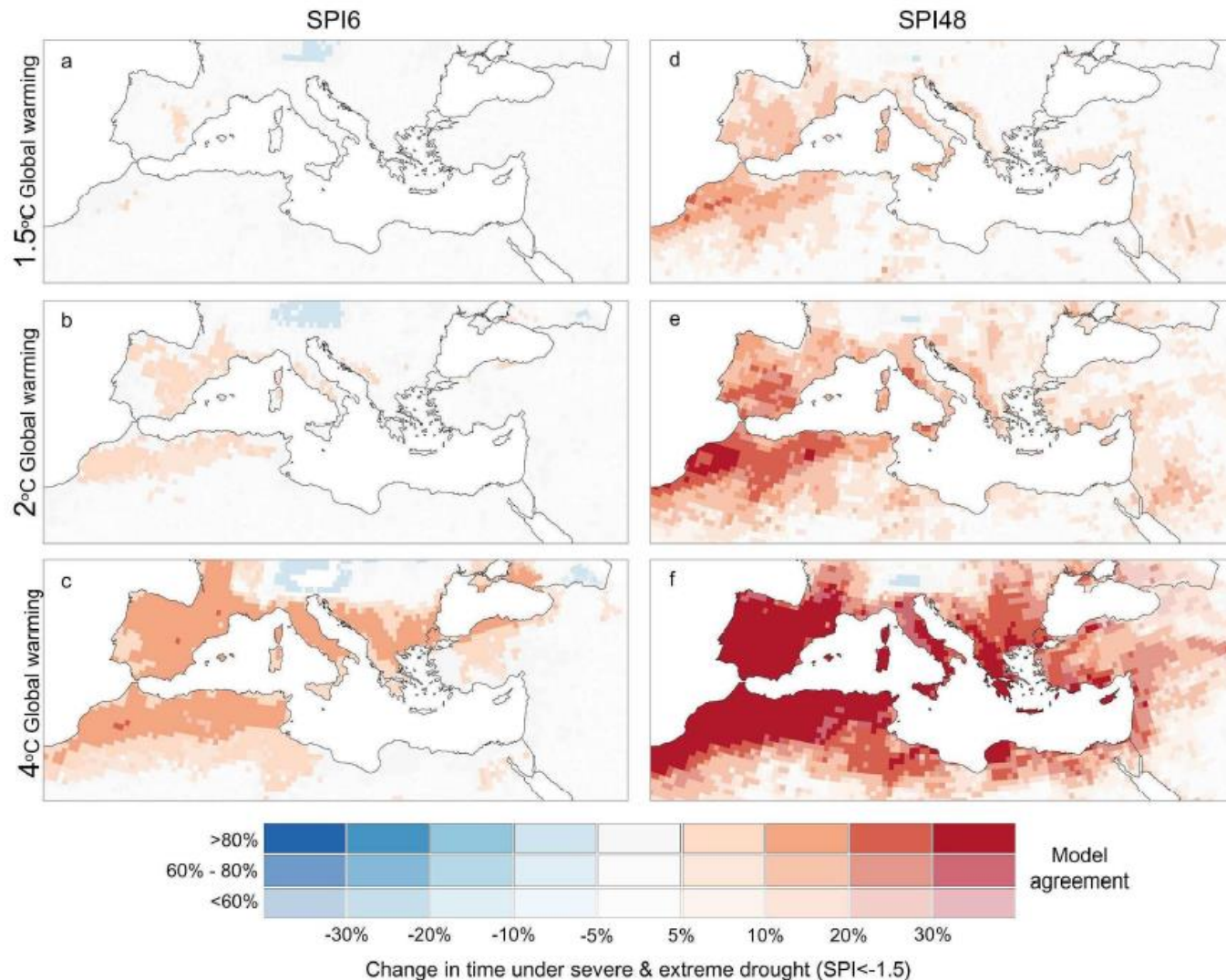


Site expérimental de Puéchabon

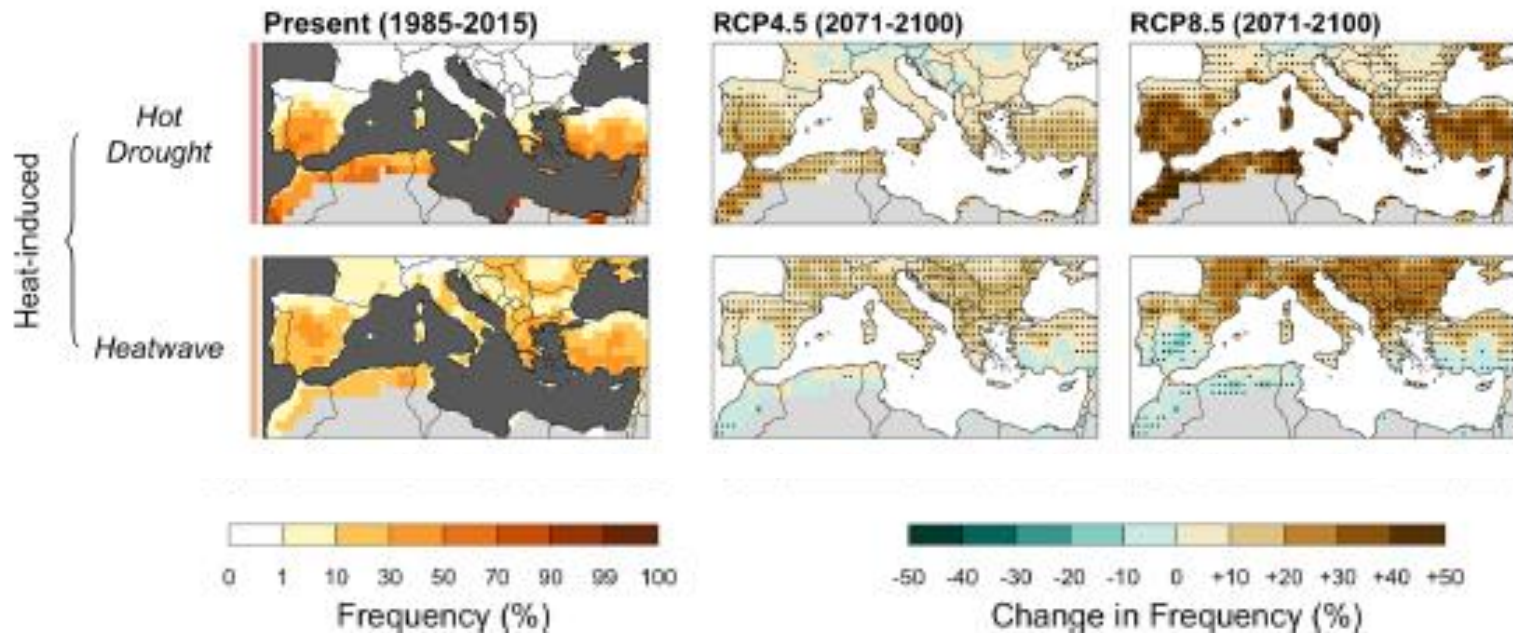


*Tendance vers une aggravation
des sécheresses*

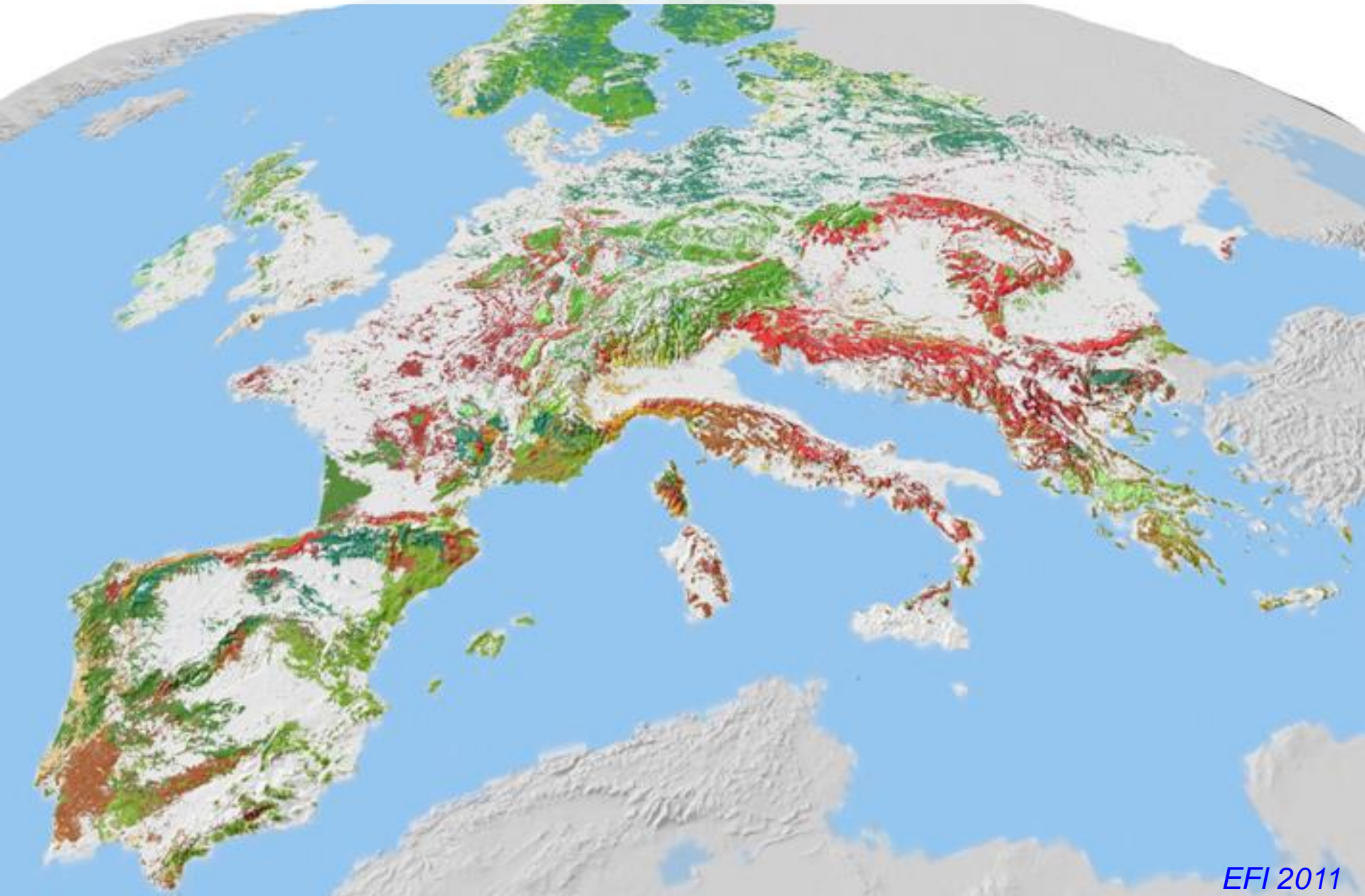
En région méditerranéenne, un futur plus sec, plus chaud, et plus variable



En région méditerranéenne, un futur plus sec, plus chaud, et plus variable
+ Augmentation du risque feu dans les prochaines décennies



Le changement climatique impacte fortement les arbres et les forêts



Le changement climatique impacte fortement les arbres et les forêts

Effet sur la productivité des forêts



Boisvenue et al. 2006 GCB

Macgregor et al. 2019 Nat. Comm.

Le changement climatique impacte fortement les arbres et les forêts

Effet sur la productivité des forêts



Boisvenue et al. 2006 GCB

Macgregor et al. 2019 Nat. Comm.

Chênaie (Pays de Loire, Centre et Nord-est) :

+ 60% biomasse entre XIX^{ème} et XX^{ème} s.



Pinède (Provence) :

+ 6 cm de croissance en hauteur par an



Pourquoi ?

Données : Irstea

L'augmentation de CO₂ bénéfique pour les arbres ?



Effet stimulant du CO₂ sur la croissance des arbres,
mais qui s'estompe après quelques années...

Körner *et al.* 2005 *Science*

Effet nul du CO₂ sur le stockage de carbone à long terme

Jiang *et al.* 2020 *Nature*

Le changement climatique impacte fortement les arbres et les forêts

Effet sur la productivité des forêts (+ impact sur la phénologie)



Boisvenue et al. 2006 GCB

Macgregor et al. 2019 Nat. Comm.



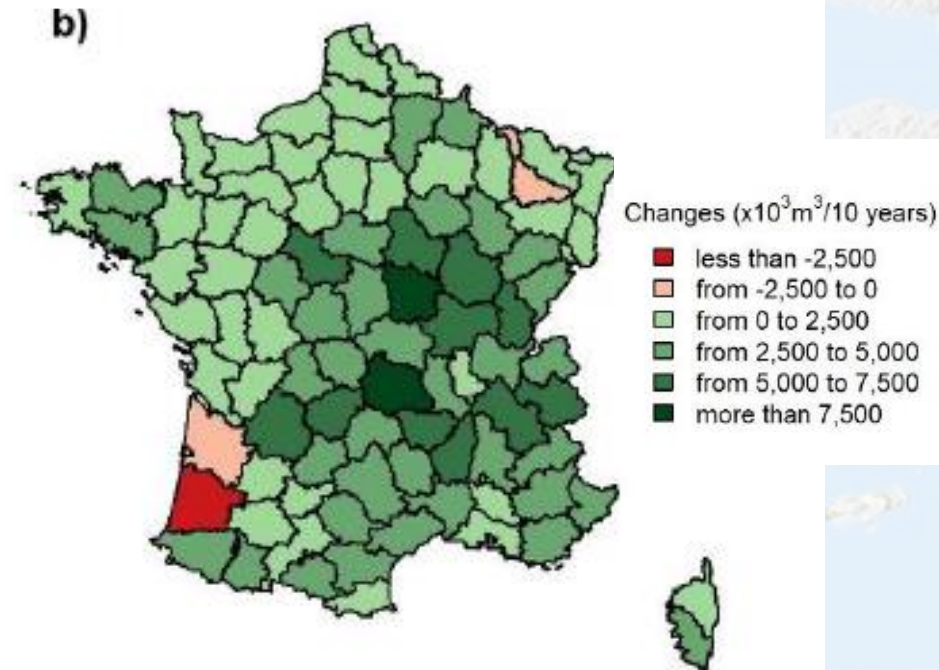
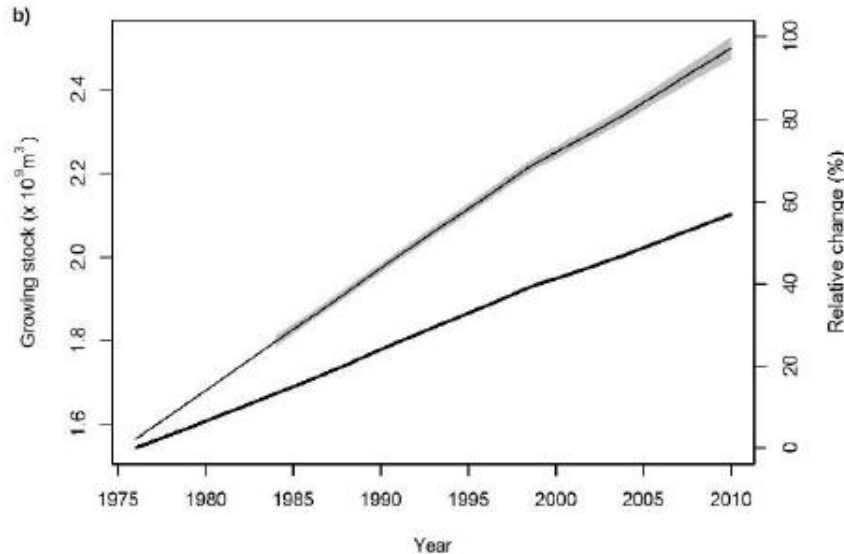
Raison principale = **15 à 21 de jours de croissance en plus**

Le changement climatique impacte fortement les arbres et les forêts

Effet sur la productivité des forêts (+ impact sur la phénologie)



Evolution du volume sur pied entre 1976 et 2014



Augmentation significative depuis 40 ans, mais...

Le changement climatique impacte fortement les arbres et les forêts

Effet sur la productivité des forêts (+ impact sur la phénologie)



Boisvenue et al. 2006 GCB

Macgregor et al. 2019 Nat. Comm.

Hêtraie (Catalogne) :

- 50% de croissance sur 30 ans



Raison principale = **augmentation du stress hydrique**

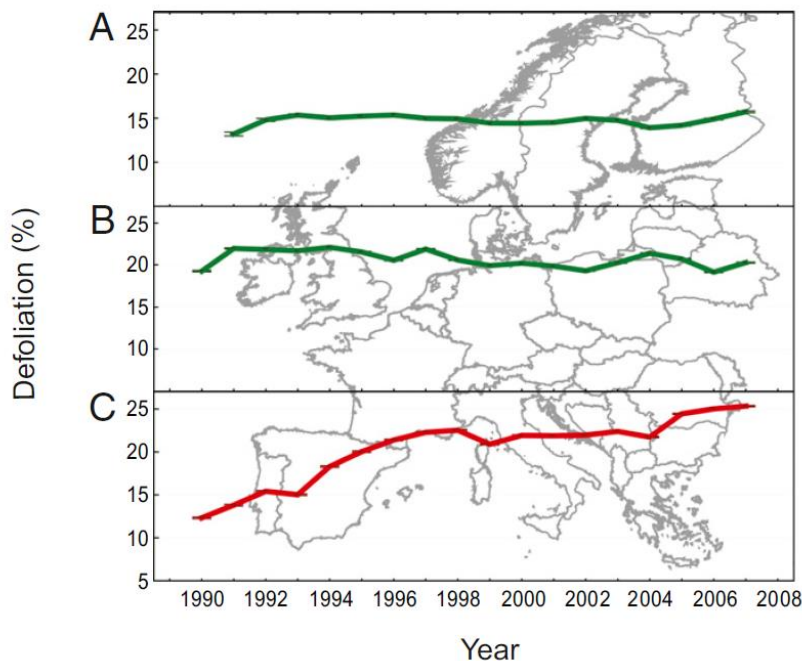
Jump et al. 2006

Le changement climatique impacte fortement les arbres et les forêts

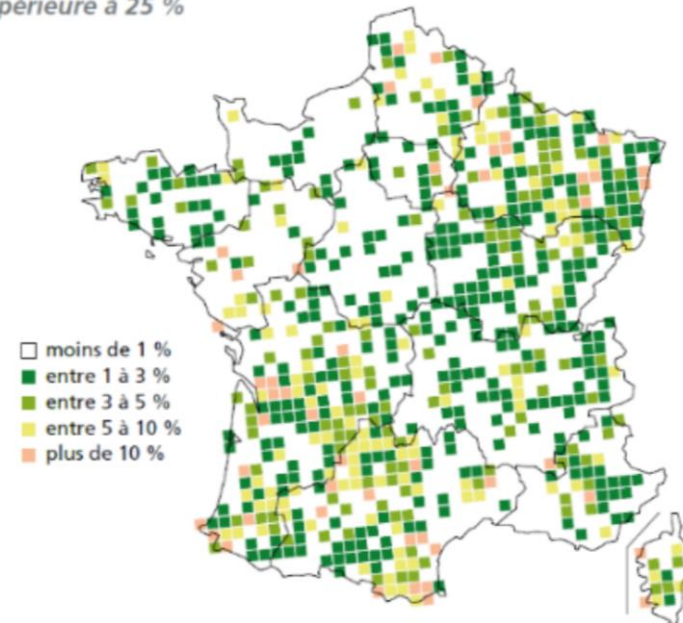
Effet sur la productivité des forêts (+ impact sur la phénologie)



Augmentation des événements de mortalité au cours des 30 dernières années



Pourcentage d'arbres présentant une mortalité des branches supérieure à 25 %



Le changement climatique impacte fortement les arbres et les forêts

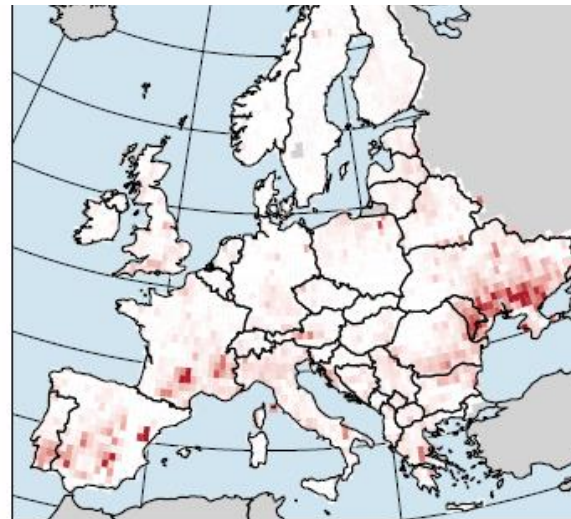
Effet sur la productivité des forêts (+ impact sur la phénologie)



Augmentation des événements de mortalité au cours des 30 dernières années



↗ % mortalité liée à la sécheresse



0 10 20 >30

Le changement climatique impacte fortement les arbres et les forêts

Effet sur la productivité des forêts (+ impact sur la phénologie)



Augmentation des événements de mortalité au cours des 30 dernières années



Sapin au Mont Ventoux

↗ **Stress hydrique**



Le changement climatique impacte fortement les arbres et les forêts

Effet sur la productivité des forêts (+ impact sur la phénologie)



Augmentation des événements de mortalité au cours des 30 dernières années



Changements de répartition d'espèces en latitude et en altitude



Lenoir et al. 2008 Science

Lenoir et al. 2020 Nat. Ecol. & Evol.

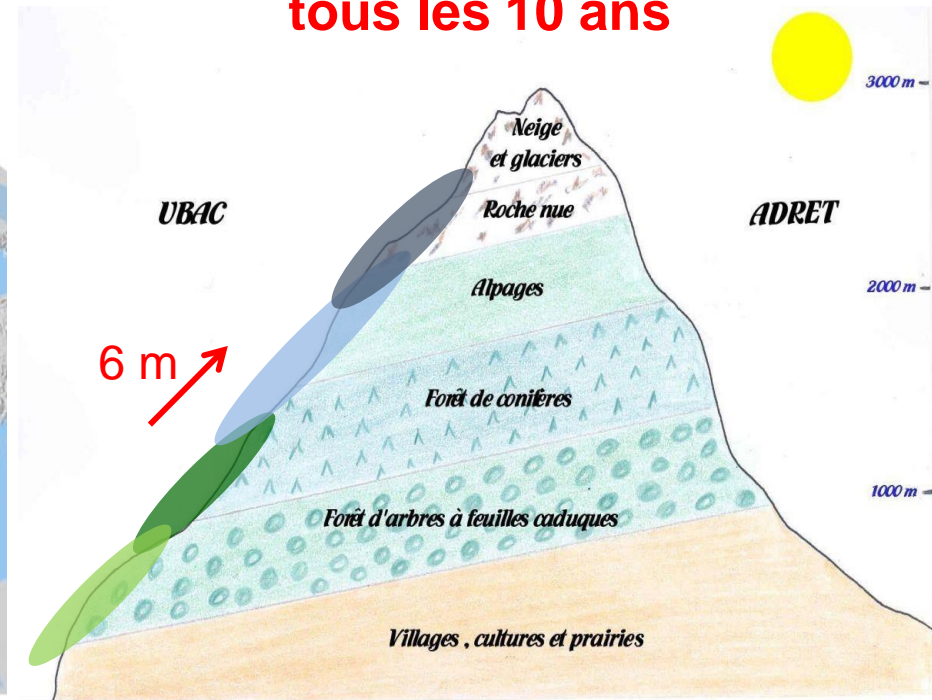
Changements de répartition d'espèces en latitude et en altitude



6 km vers le nord tous les 10 ans



6 m vers les plus hautes altitudes
tous les 10 ans



Parmean et al. 2003

Lenoir et al. 2008

Lenoir & Svenning 2015

Changements de répartition d'espèces en latitude et en altitude



Mais attention...

Exemple d'impact du changement
d'utilisation des terres



Le changement climatique impacte fortement les arbres et les forêts

Effet sur la productivité des forêts (+ impact sur la phénologie)



Augmentation des événements de mortalité au cours des 30 dernières années



Changements de répartition d'espèces en latitude et en altitude



Lenoir et al. 2008 Science

Lenoir et al. 2020 Nat. Ecol. & Evol.

Accélération du phénomène dans les prochaines décennies

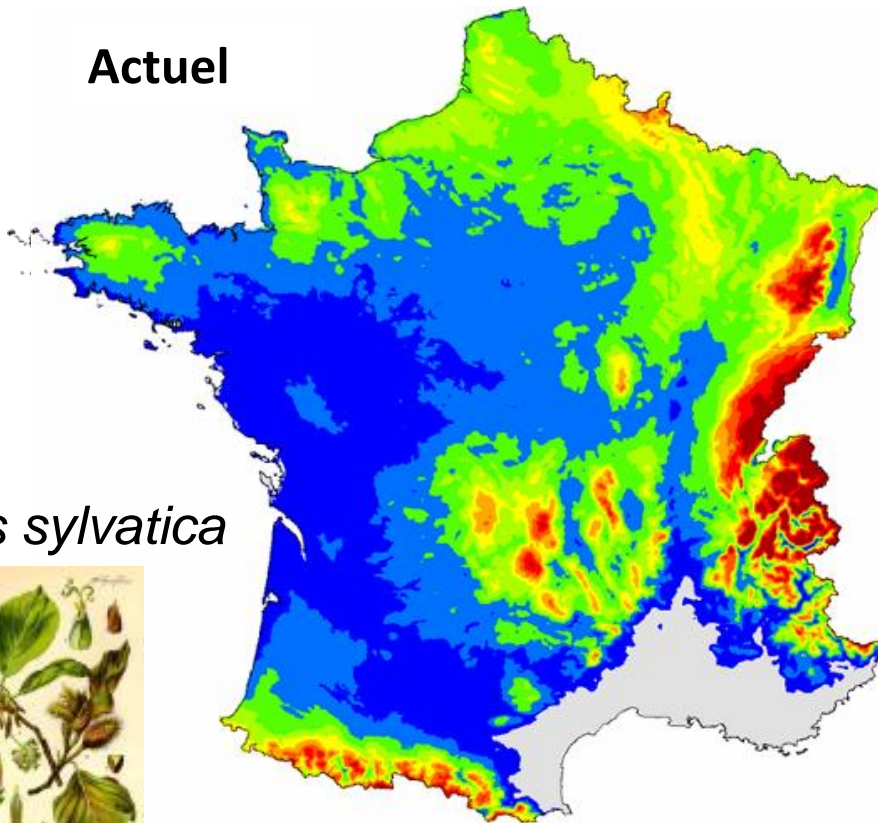
Changements de répartition d'espèces en latitude et en altitude



Projections futures

Modèles corrélatifs = corrélation entre variables environnementales et répartition

Actuel



Fagus sylvatica



Changements de répartition d'espèces en latitude et en altitude



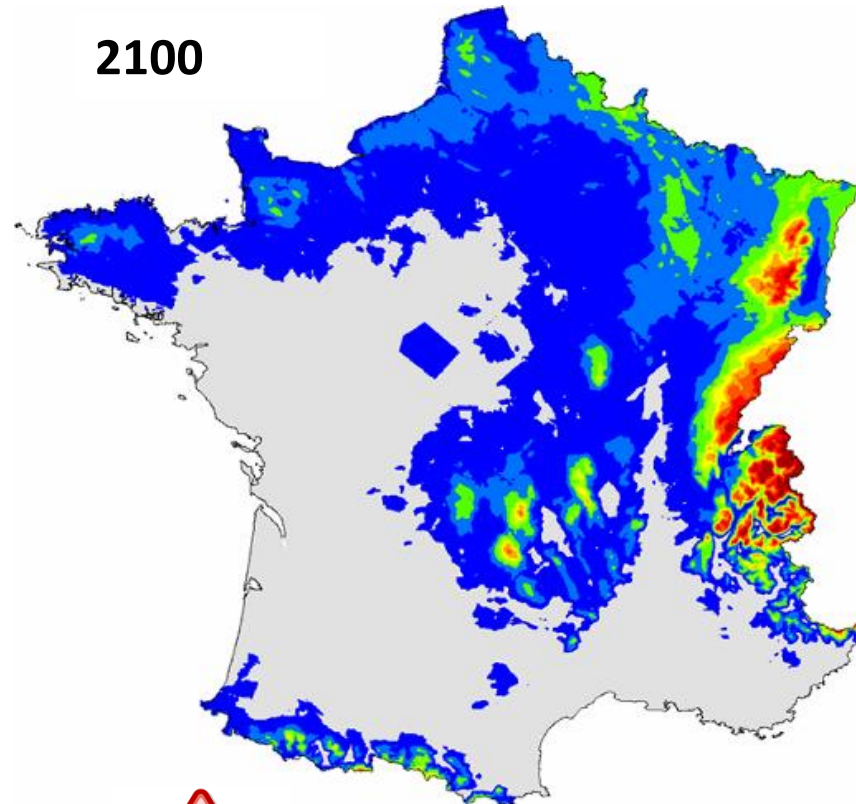
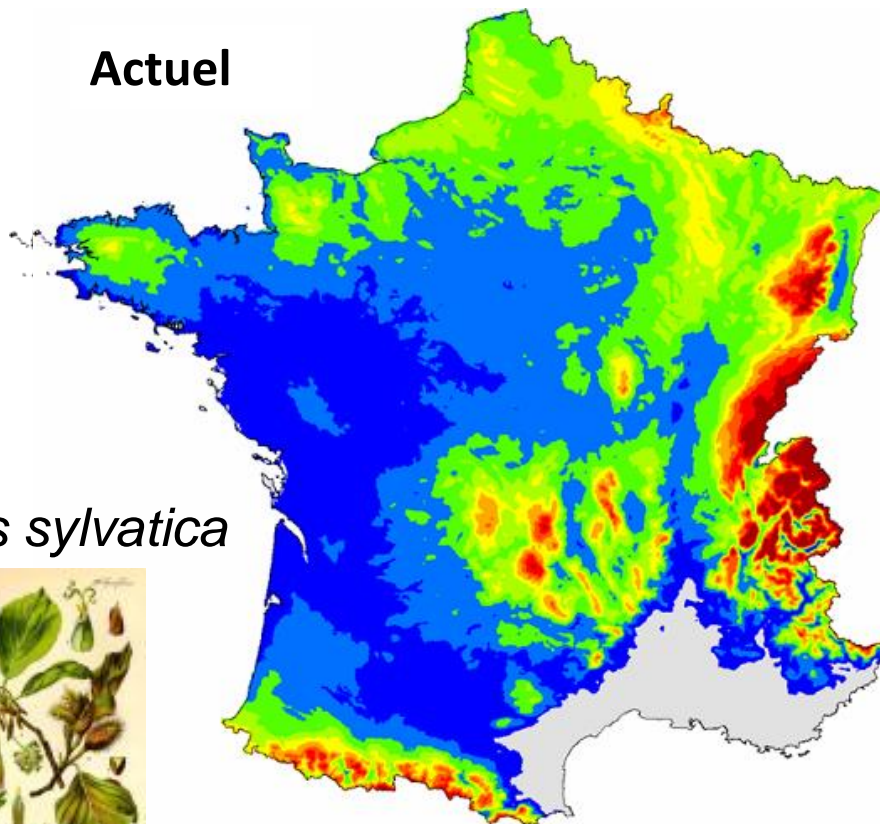
Projections futures

Modèles corrélatifs = corrélation entre variables environnementales et répartition

Actuel

2100

Fagus sylvatica



Très utilisés mais



Badeau et al. 2004

Changements de répartition d'espèces en latitude et en altitude

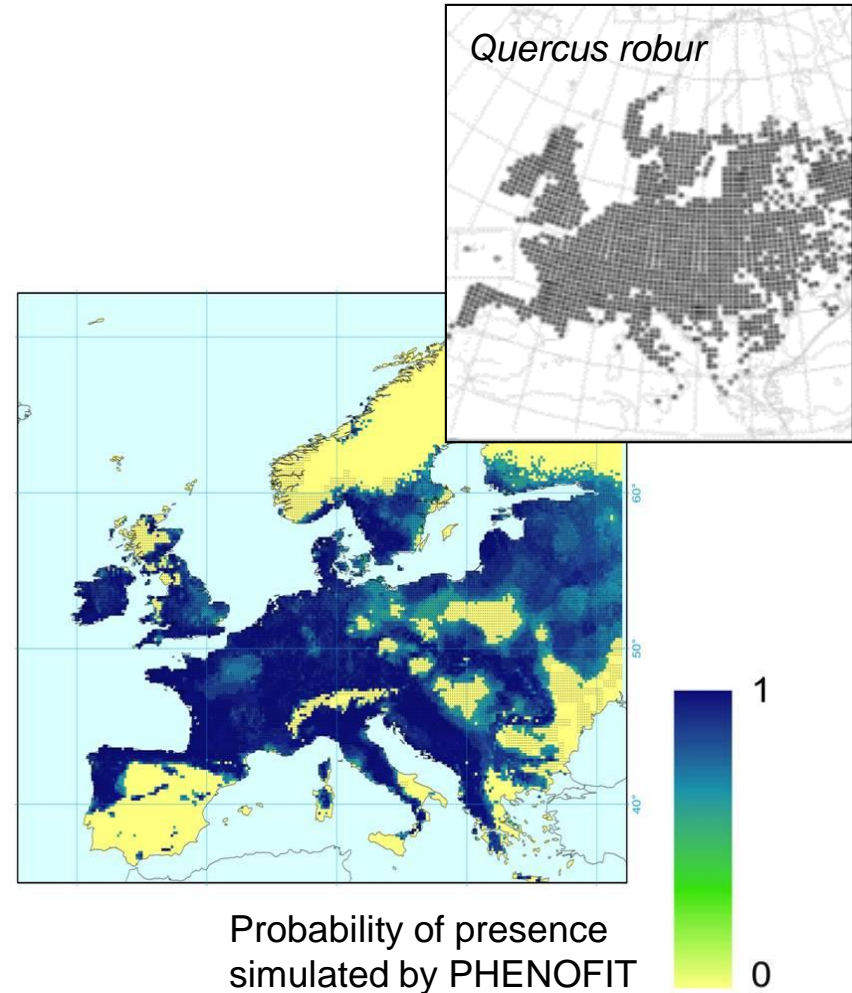


Projections futures

Modèles 'mécanistes' se généralisent...

modèle PHENOFIT

Climat → Phénologie → Répartition

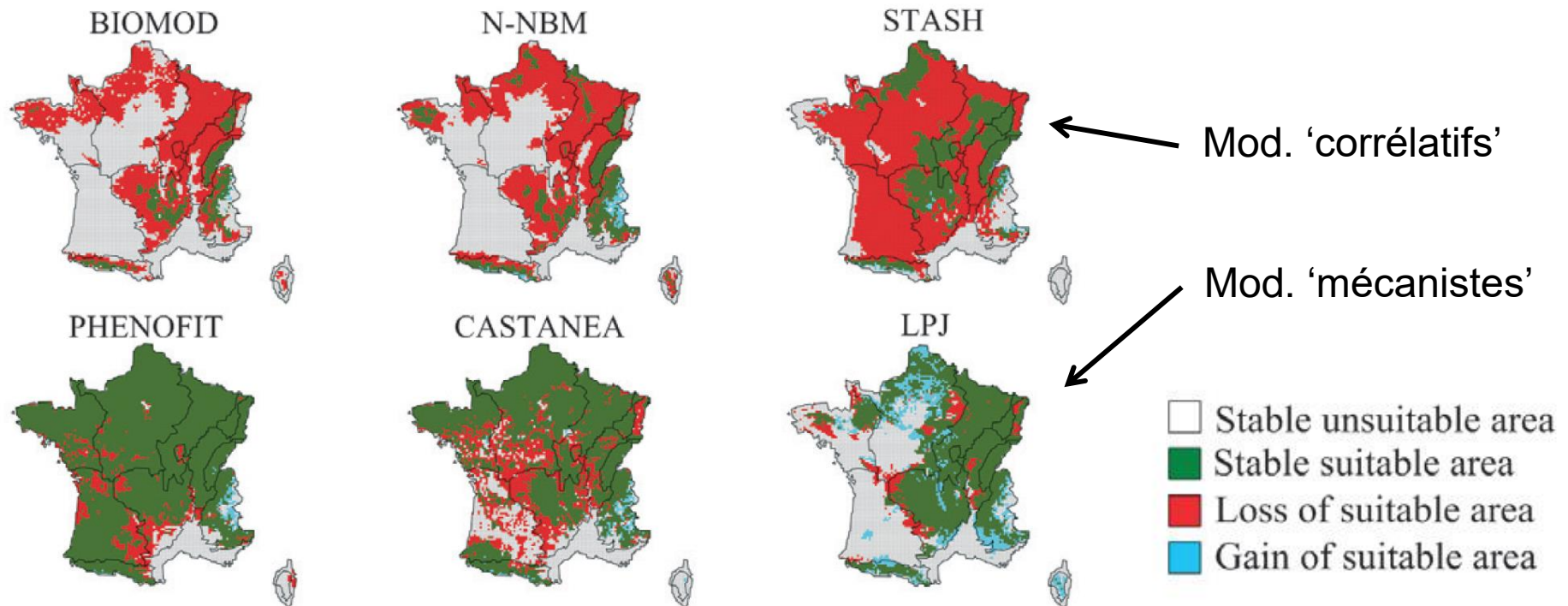


Changements de répartition d'espèces en latitude et en altitude



Projections futures

Comparaison de modèles



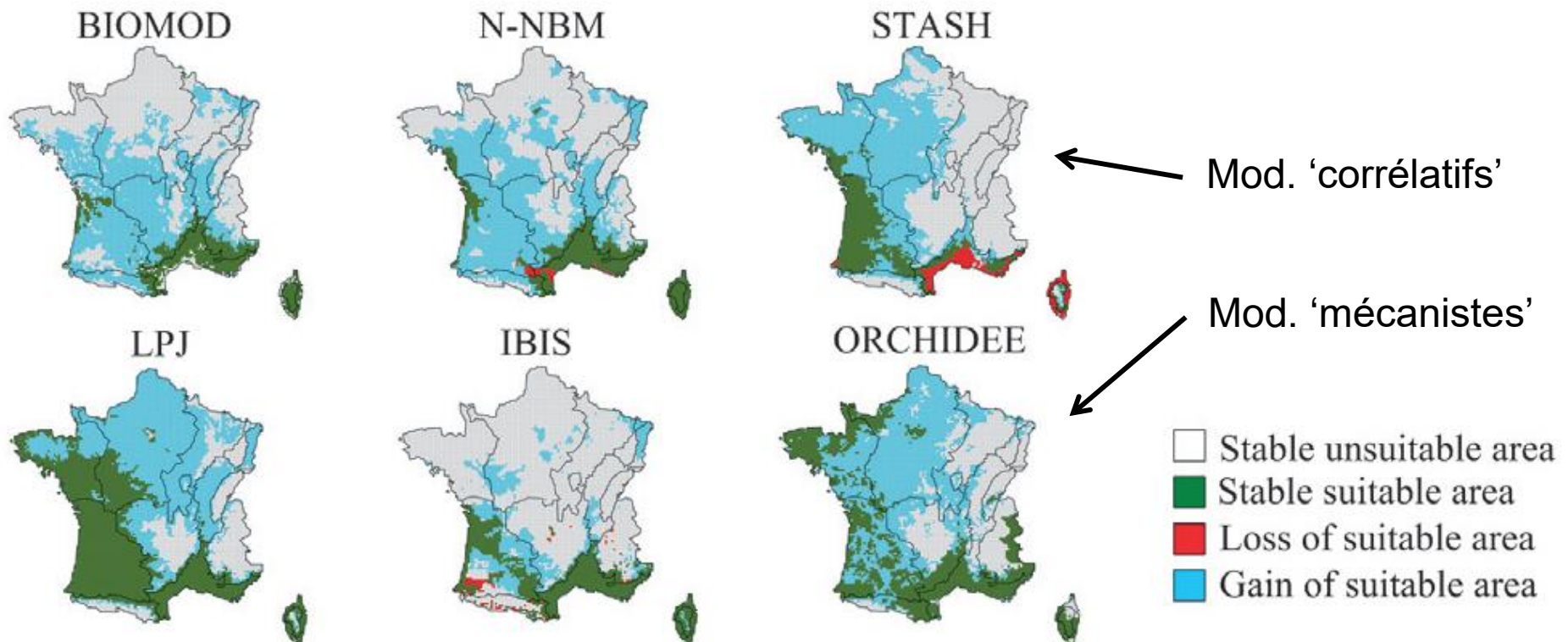
Aire de répartition future du Hêtre en 2055

Changements de répartition d'espèces en latitude et en altitude



Projections futures

Comparaison de modèles



Aire de répartition future du Chêne vert en 2055

Le changement climatique impacte fortement les arbres et les forêts

Effet sur la productivité des forêts (+ impact sur la phénologie)



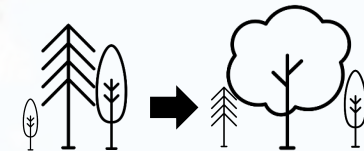
Augmentation des événements de mortalité au cours des 30 dernières années



Changements de répartition d'espèces en latitude et en altitude



Changement de composition des communautés



Bertrand et al. 2011 Nature

Le changement climatique impacte fortement les arbres et les forêts

Effet sur la productivité des forêts (+ impact sur la phénologie)



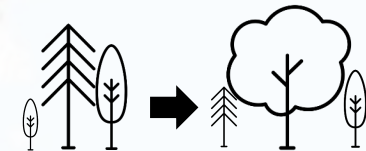
Augmentation des événements de mortalité au cours des 30 dernières années



Changements de répartition d'espèces en latitude et en altitude

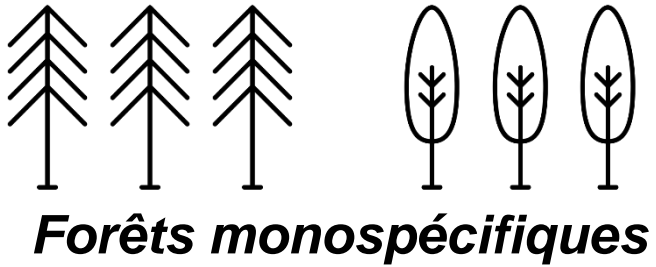


Changement de composition des communautés

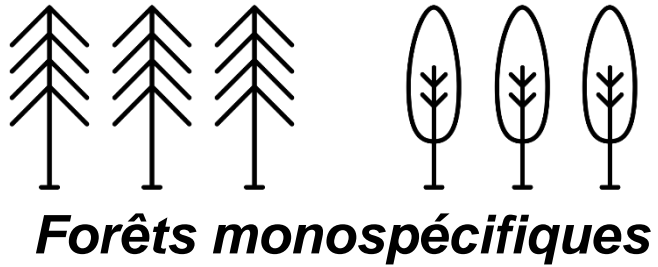


**Forêts sont vulnérables au changement climatique
...mais cette vulnérabilité dépend de leur composition**

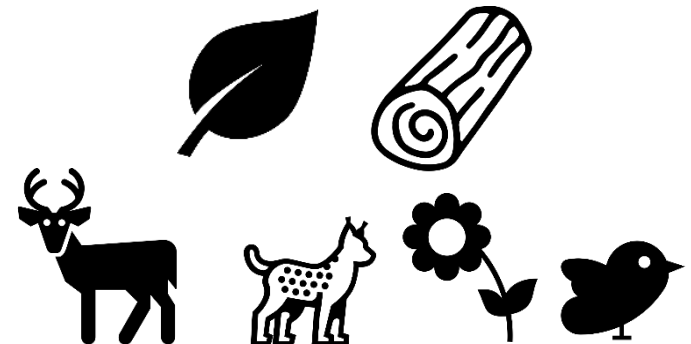
Les forêts ne réagissent pas de façon similaire aux changements



Les forêts ne réagissent pas de façon similaire aux changements



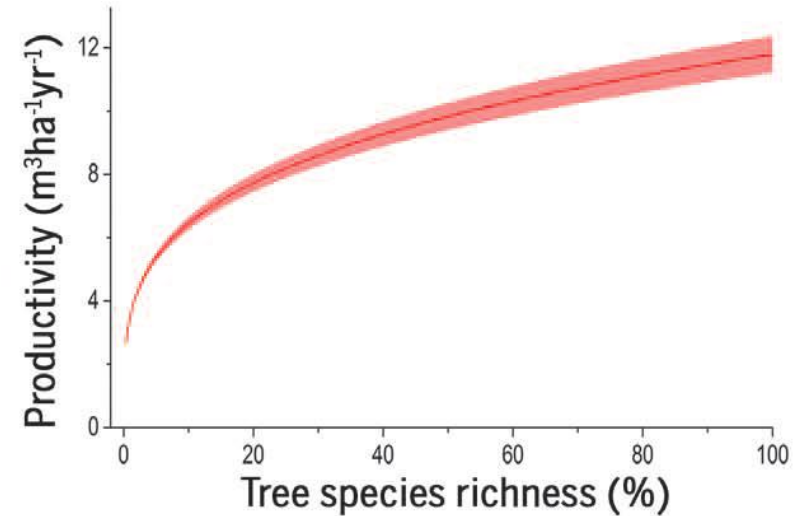
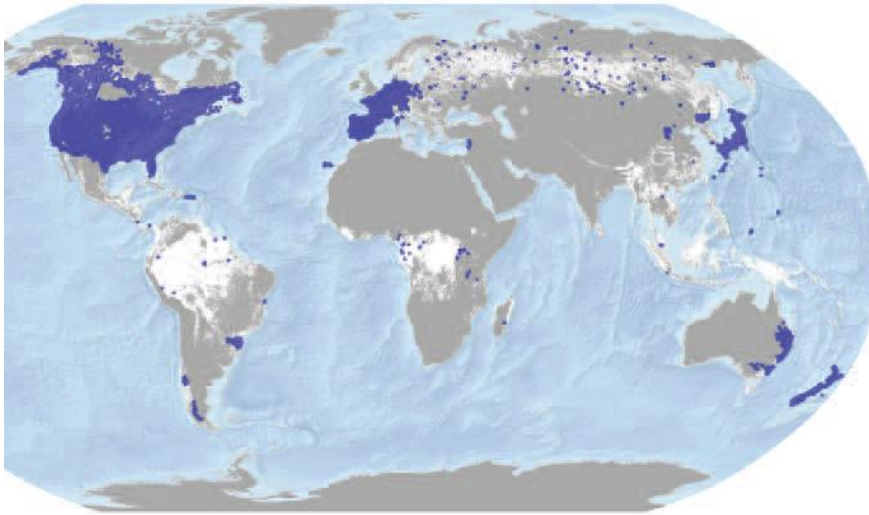
Liang et al. 2016 Science





Forêts mélangées et productivité

La diversité en essences promeut-elle la productivité ?



Liang et al. 2016 Science

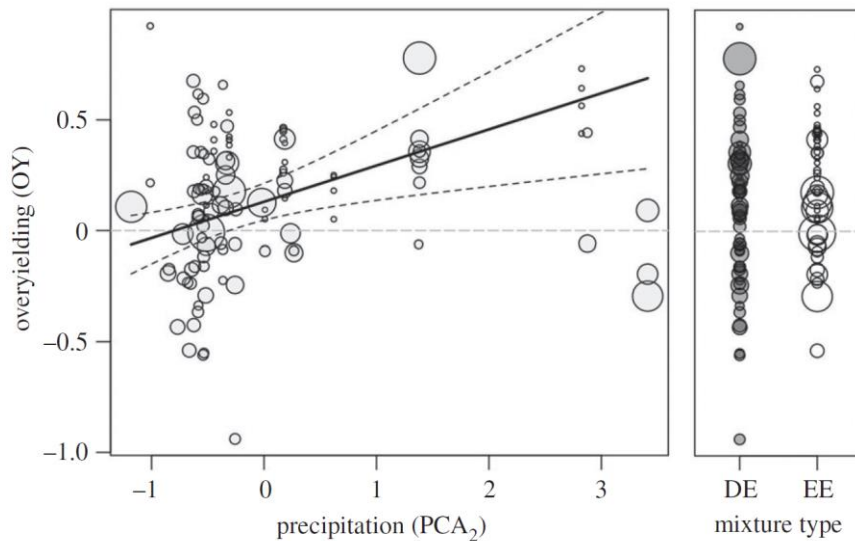


Forêts mélangées et productivité

La diversité en essences promeut-elle la productivité ?

Oui, mais rôle important des conditions climatiques

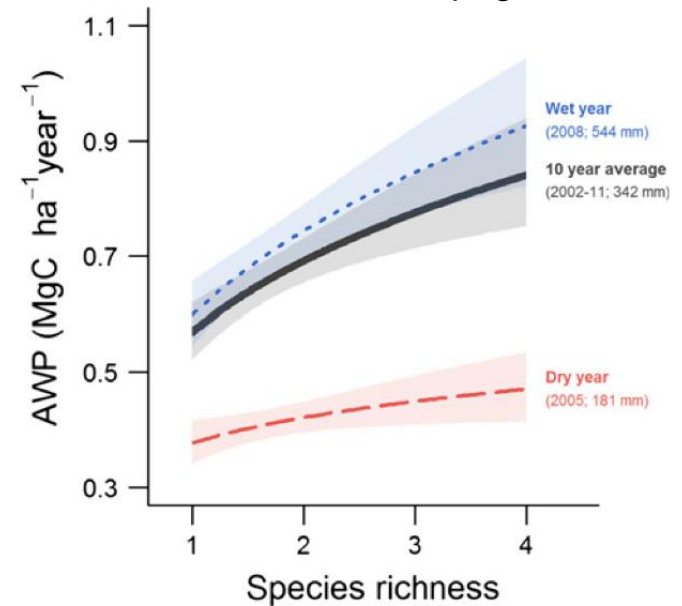
Etude à l'échelle globale



Inter-sites

Jactel et al. 2018

Site en Espagne



Intra-site

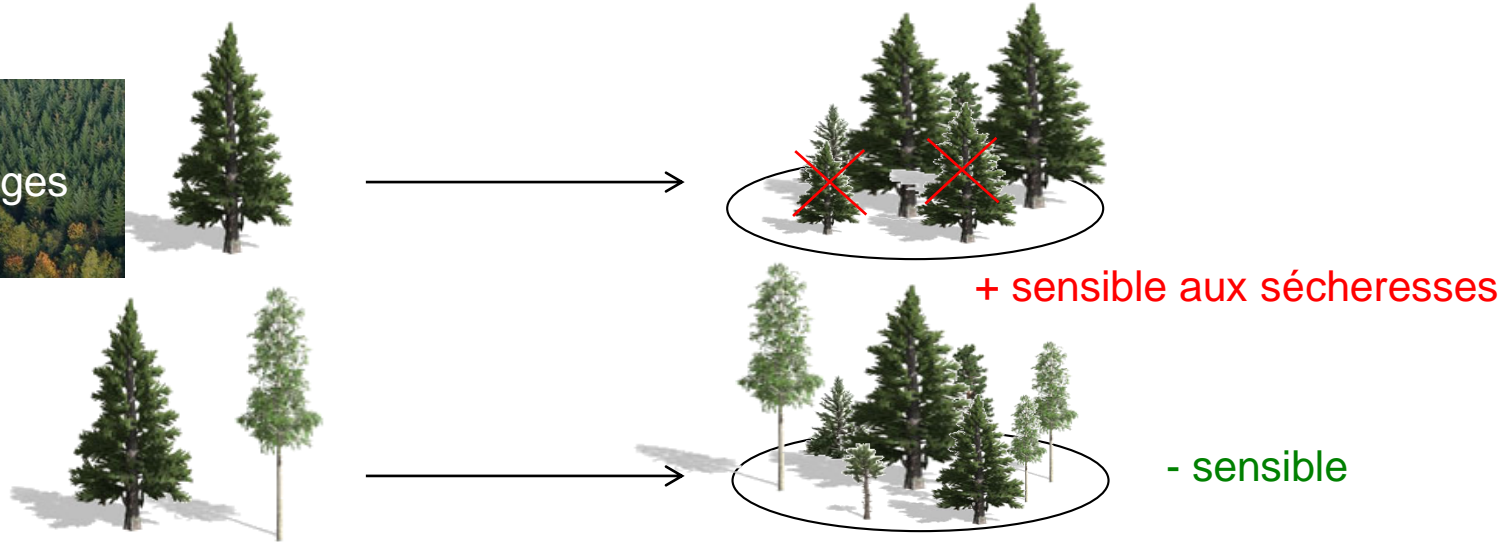
Jucker et al. 2016



Forêts mélangées et résilience

Les arbres sont-ils + résistants et + résilients en mélange ?

Sapin dans les Vosges



Lebourgeois et al. 2013

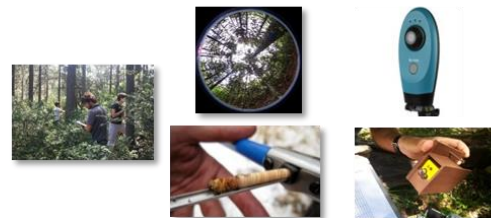
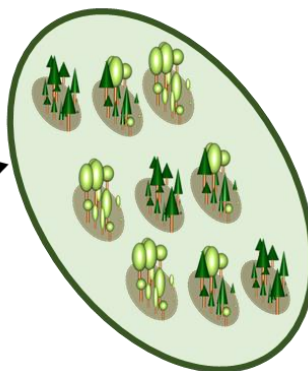
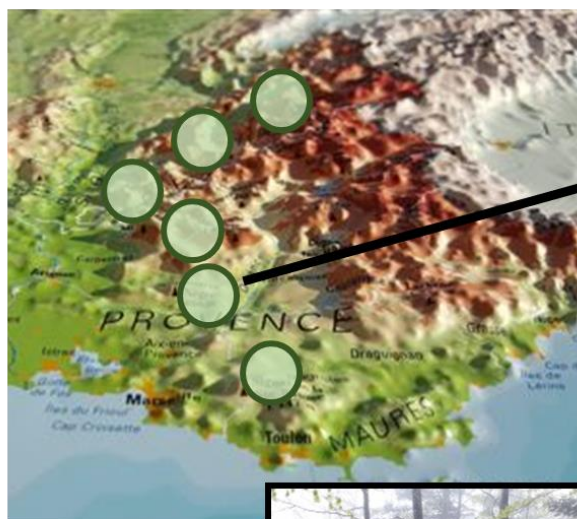


Forêts mélangées et résilience

Les arbres sont-ils + résistants et + résilients en mélange ?

► Gradient Méditerranéo-Alpin de Placettes forestières

= Triplets de placettes pures et mélangées dans \neq conditions clim.



Suivis long terme

Composition
Fonctionnement
Traits fonctionnels



Hêtre sur tous les sites



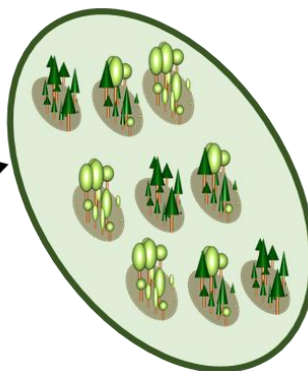
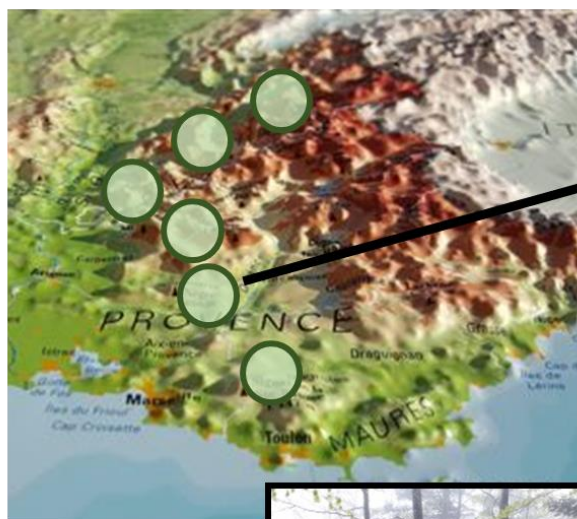


Forêts mélangées et résilience

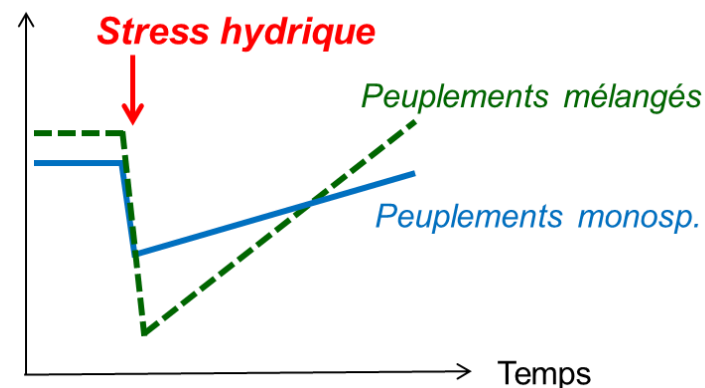
Les arbres sont-ils + résistants et + résilients en mélange ?

► Gradient Méditerranéo-Alpin de Placettes forestières

= Triplets de placettes pures et mélangées dans ≠ conditions clim.



Croissance arbres



Hêtre sur tous les sites

Mélange d'essences ⇒ résistance et résilience

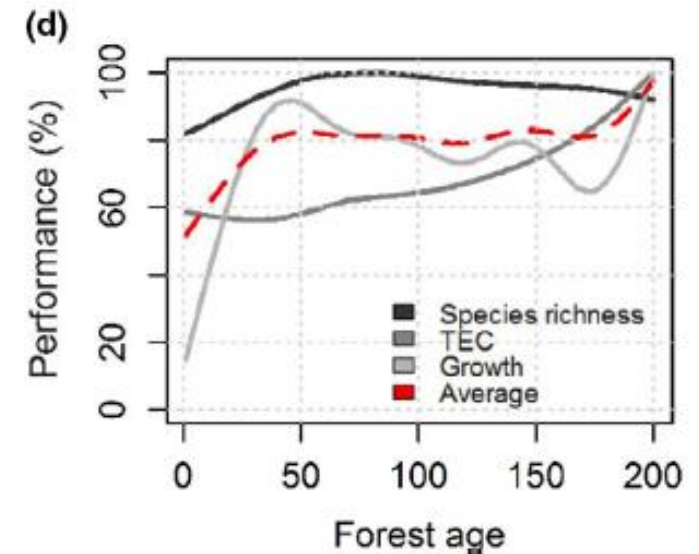
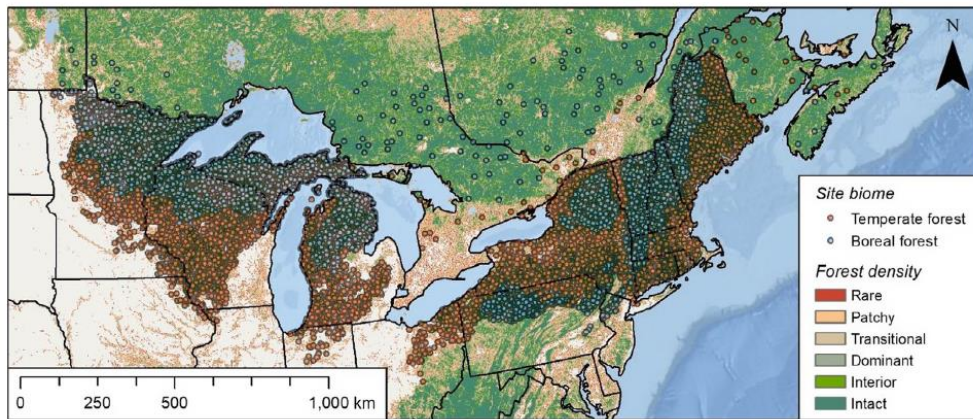
Mais les résultats sont contexte-dépendants





Forêts mélangées et résilience

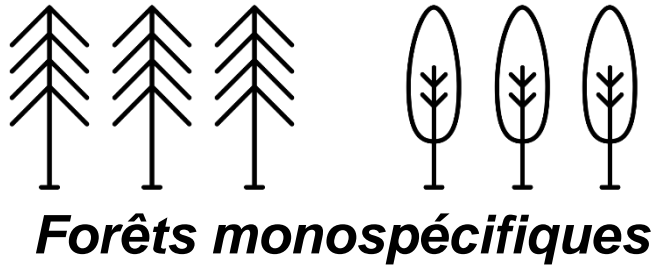
Les arbres sont-ils + résistants et + résilients en mélange ?



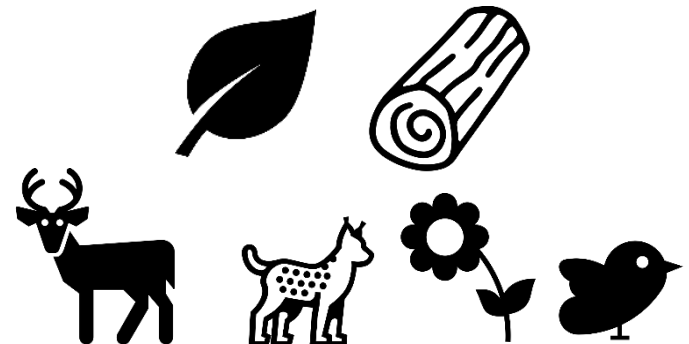
Thom et al. 2019

Forêts matures (souvent avec plus d'espèces)
= plus résilientes en moyenne que forêts jeunes

Les forêts ne réagissent pas de façon similaire aux changements

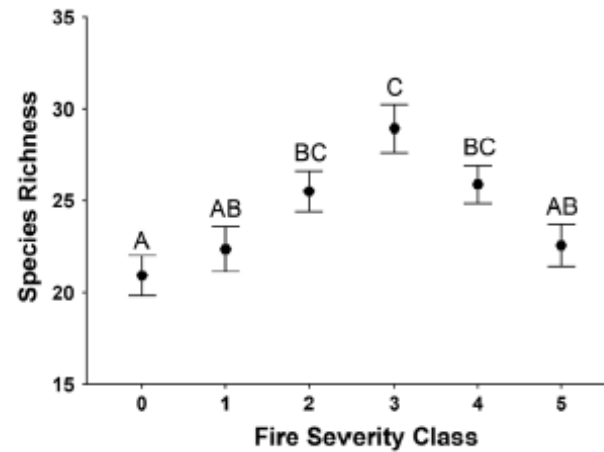


Liang et al. 2016 Science





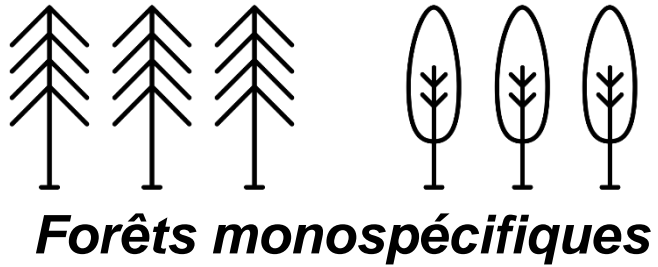
Forêts mélangées et risque feu



Richter et al. 2019 Ecosphere

Pas de relation évidente

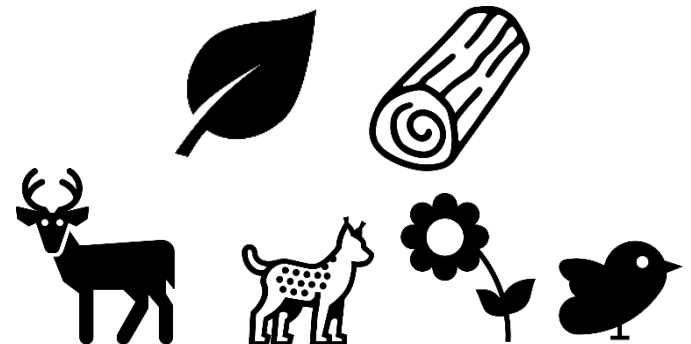
Les forêts ne réagissent pas de façon similaire aux changements



Anderegg et al. 2018 Nature



Liang et al. 2016 Science

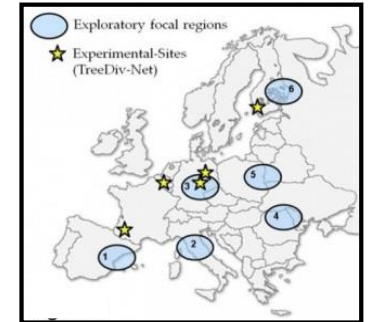
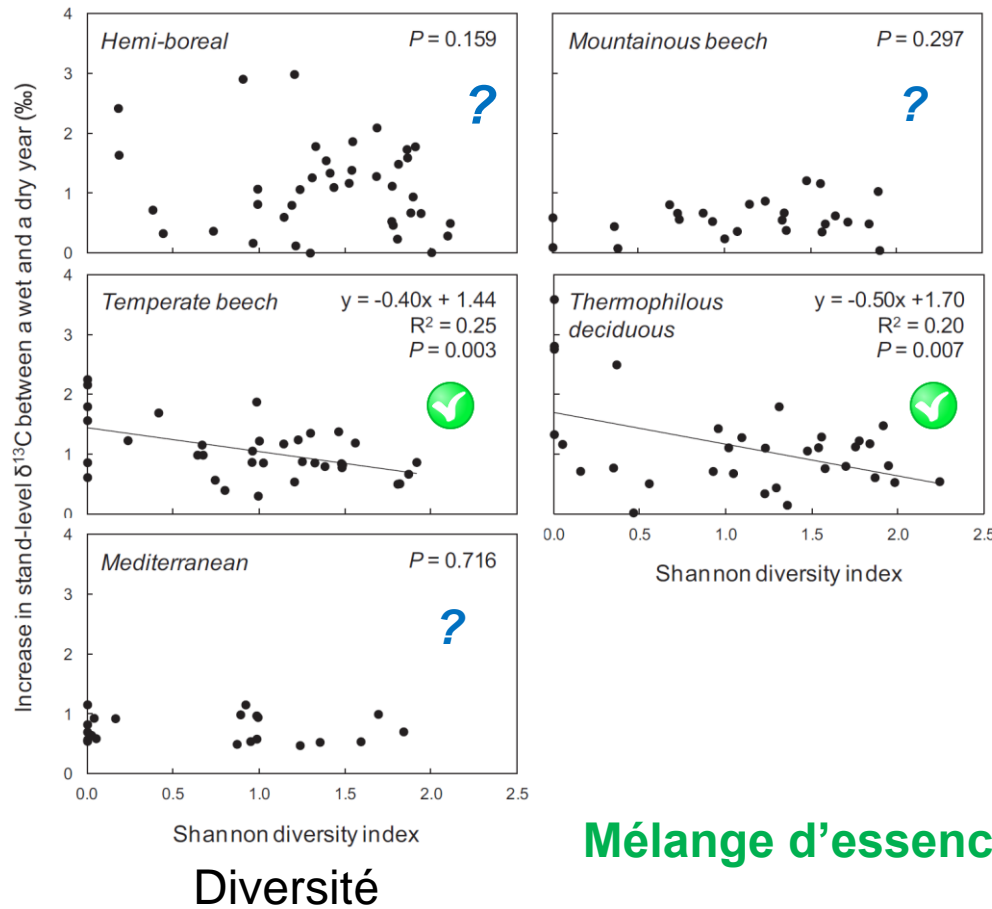




Forêts mélangées et sécheresses

La diversité en essences promeut-elle la résistance à la sécheresse ?

Sensibilité
à la sécheresse



Mélange d'essences \Rightarrow / résistance

Mais dépend du type de peuplement
et des conditions

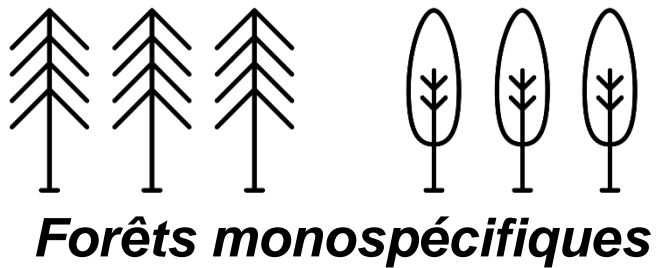


Etude à l'échelle globale

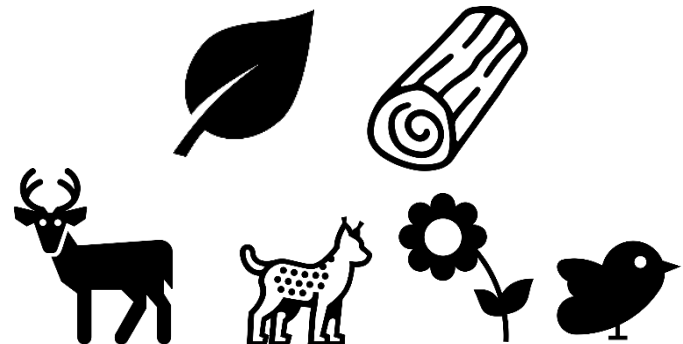


Anderegg et al. 2018 Nature

Les forêts ne réagissent pas de façon similaire aux changements



Liang et al. 2016 Science



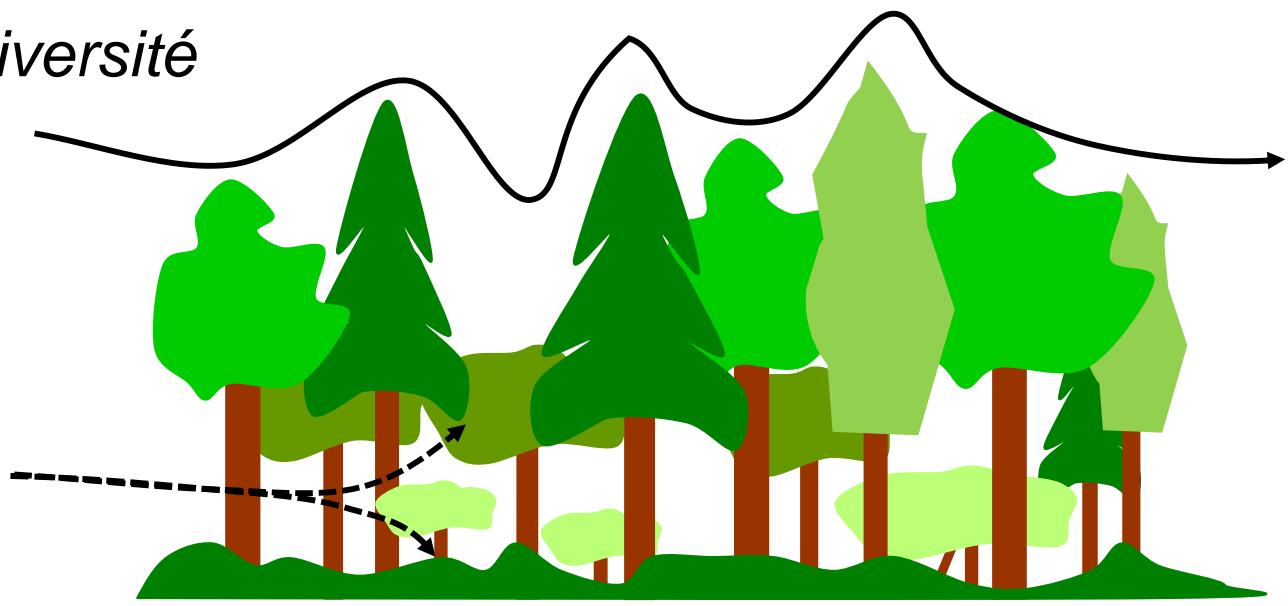


France et République Tchèque - Décembre 1999



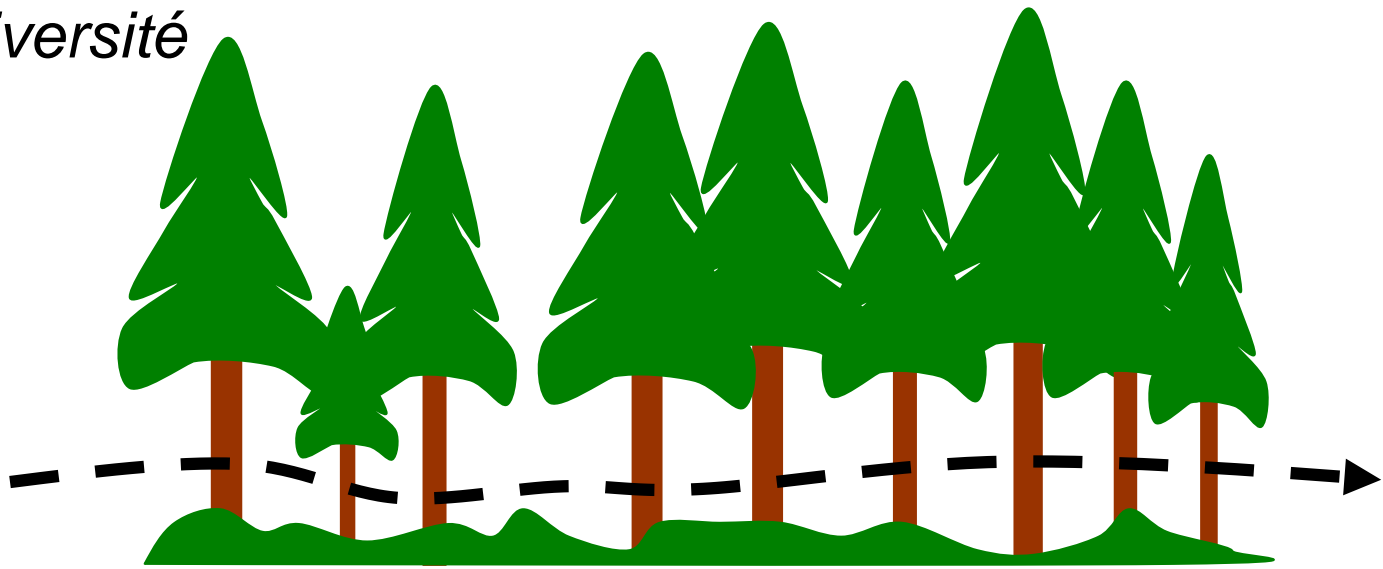
Forêts mélangées et tempêtes

+ diversité

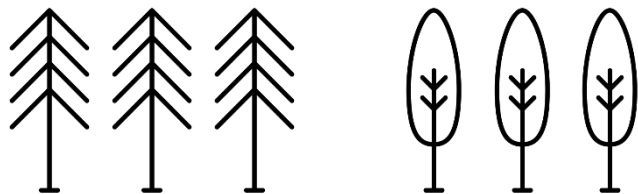


= Energie mieux dissipée

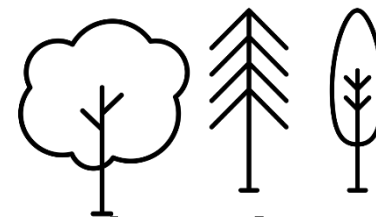
- diversité



Les forêts ne réagissent pas de façon similaire aux changements



Forêts monospécifiques



Forêts mélangées



Jactel & Borckerhoff 2007 Ecol. Lett.



Seidl et al. 2015 J. of App. Ecol.



Anderegg et al. 2018 Nature



Liang et al. 2016 Science





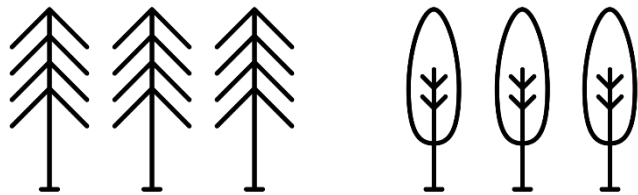
Forêts mélangées et attaques d'insectes

Explosion des attaques de scolytes

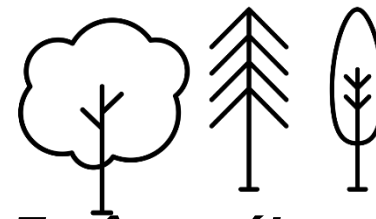


Epicéas Nord-Est France

Les forêts ne réagissent pas de façon similaire aux changements



Forêts monospécifiques



Forêts mélangées



Jactel & Borckerhoff 2007 Ecol. Lett.



Seidl et al. 2015 J. of App. Ecol.

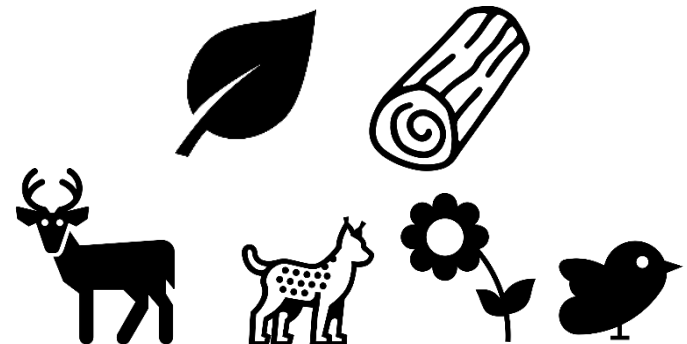


Anderegg et al. 2018 Nature

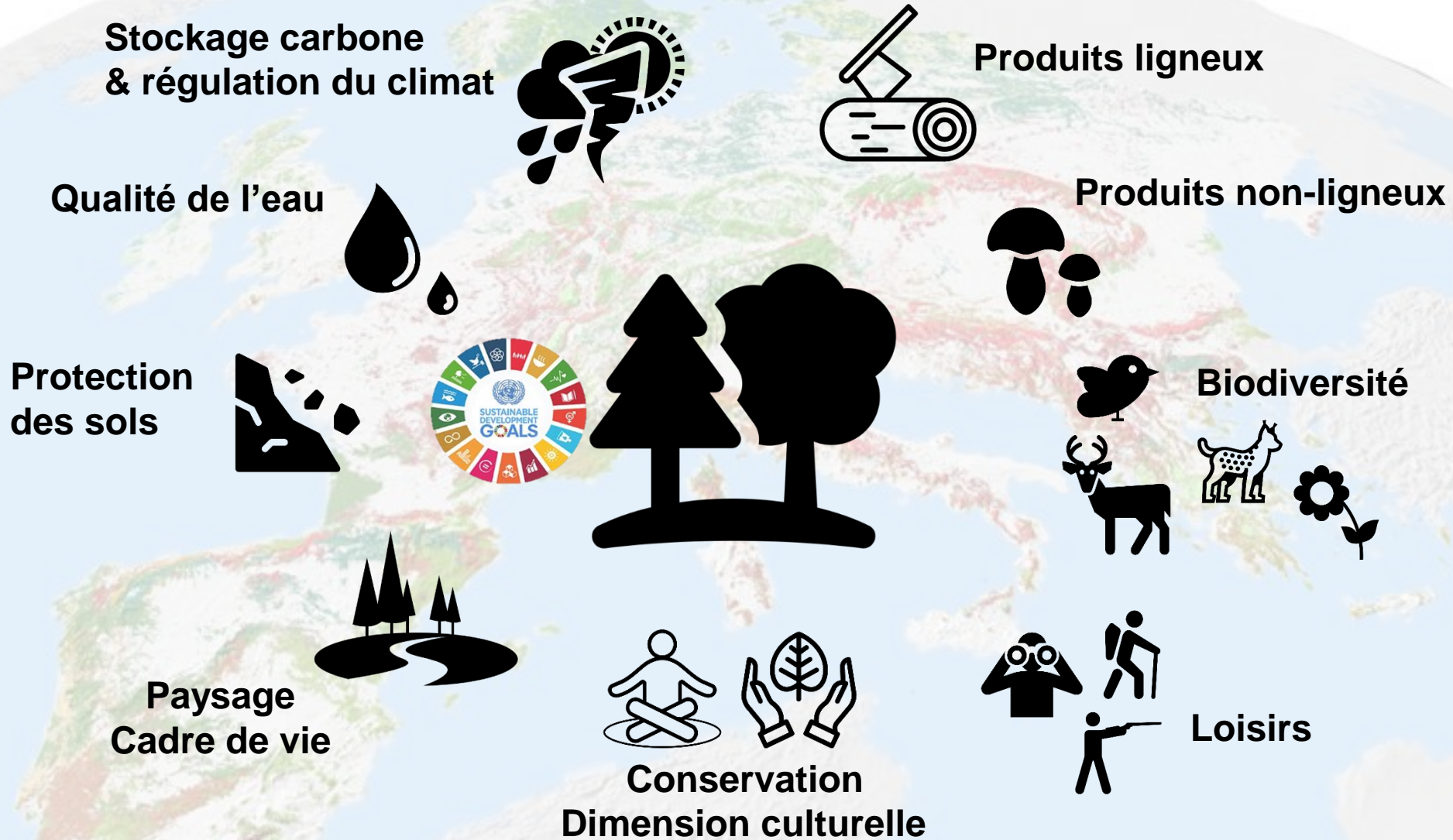


Liang et al. 2016 Science

**Vulnérabilité qui dépend
du type de peuplement**



Les services écosystémiques des forêts impactés par le climat mais aussi par la composition en espèces



Les services écosystémiques des forêts impactés par le climat mais aussi par la composition en espèces

Stockage carbone
& régulation du climat



Produits ligneux



Qualité de l'eau



Produits non-ligneux



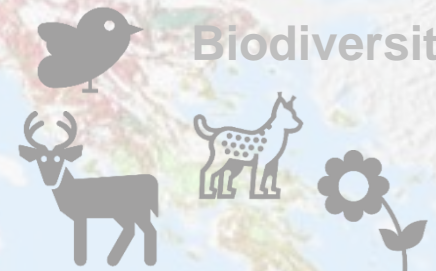
Protection
des sols



*En France = séquestration
jusqu'à 20% des émissions*



Biodiversité



= La forêt comme levier d'action pour atténuer le CC

Paysage
Cadre de vie



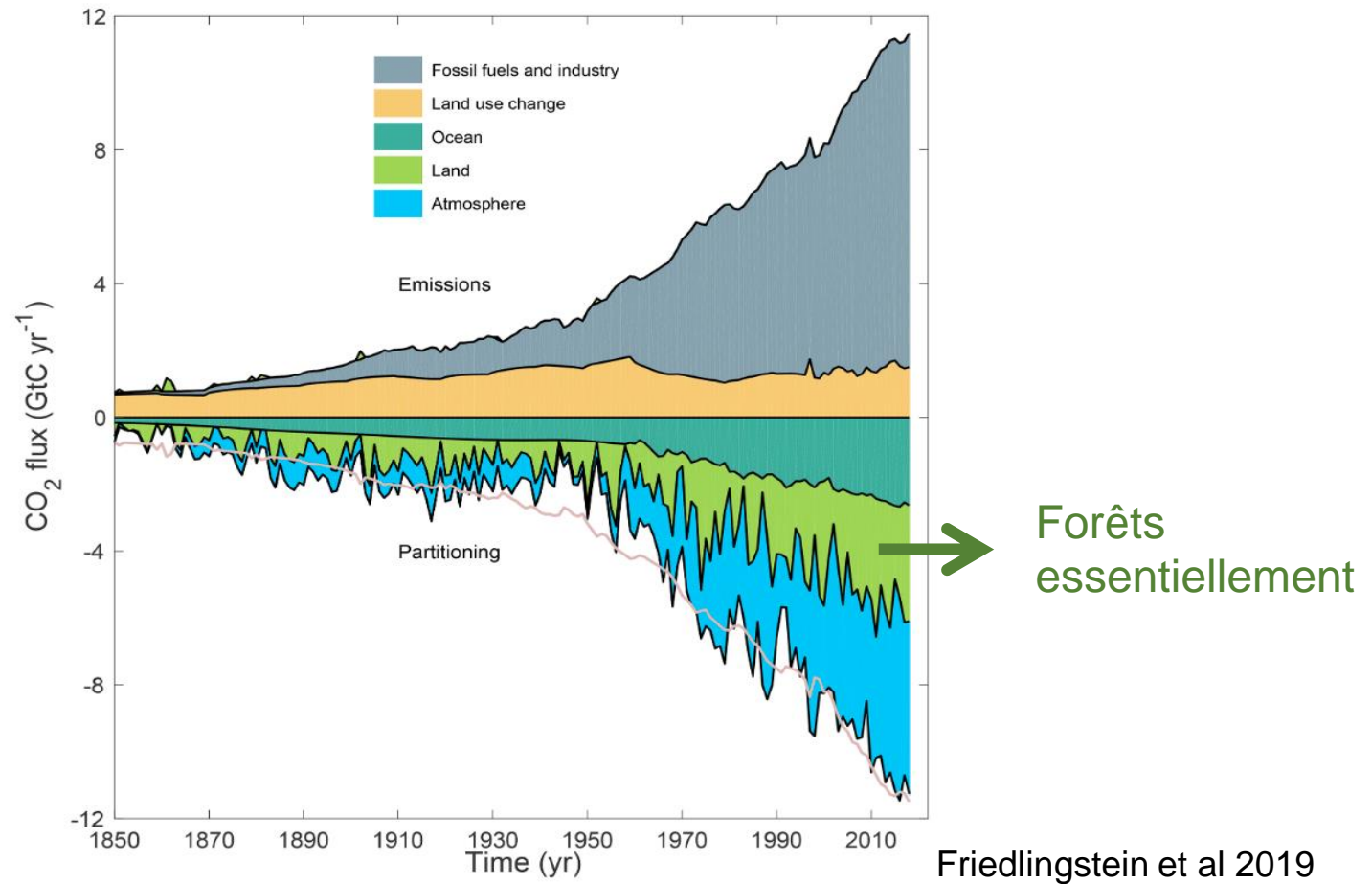
Loisirs



Le futur des forêts est souvent exploré à travers ce prisme

Conservation
Dimension culturelle

Répartition des émissions et de la séquestration de carbone à l'échelle globale durant l'anthropocène



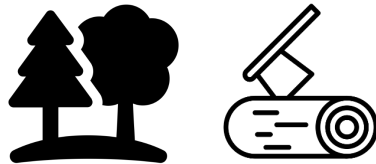
En France => séquestration jusqu'à 20% des émissions

La forêt entre vulnérabilité et rôle d'atténuation du CC

Forêts fortement impactées



Forêts = puits de carbone ⇒ levier d'action pour l'atténuation



Intense débat sur les mesures d'adaptation

Mais l'importance de la diversité en essences est souvent éludée...

BILAN CARBONE DE LA RESSOURCE FORESTIERE FRANCAISE

Projections du puits de carbone de la filière forêt-bois française et incertitude sur ses déterminants

Rapport final
Projet BiCaFF



Rapport Valade et al. 2017

ACTUALITÉ

LA FORÊT ET LE BOIS, UN ENJEU MAJEUR POUR ATTÉNUER LE CHANGEMENT CLIMATIQUE

Plusieurs programmes de recherche de l'ADEME ont contribué à développer des connaissances sur l'impact climatique des stratégies de gestion forestière et du développement des usages du bois en substitution aux ressources fossiles.

Intensifier la gestion ?
= ↗ coupes + plantations

OU

Miser sur la résilience ?
= mélanges d'espèces
+ laisser vieillir

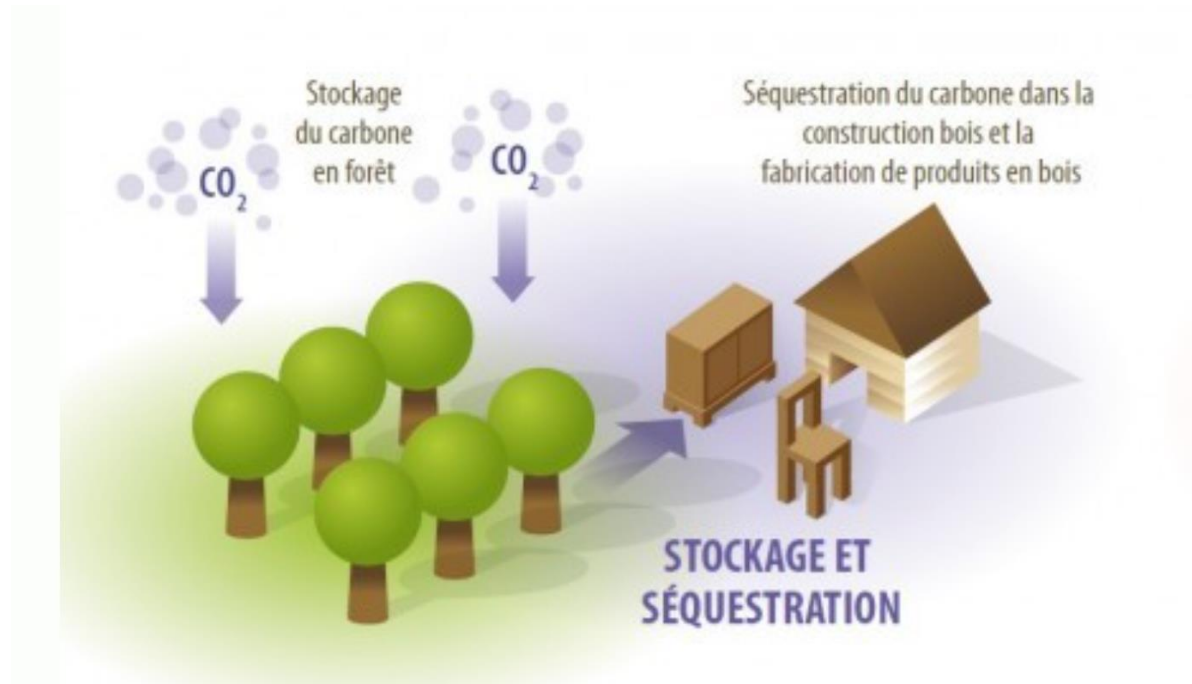


Rapport Le Roux et al. 2017



Rapport Canopée 2020

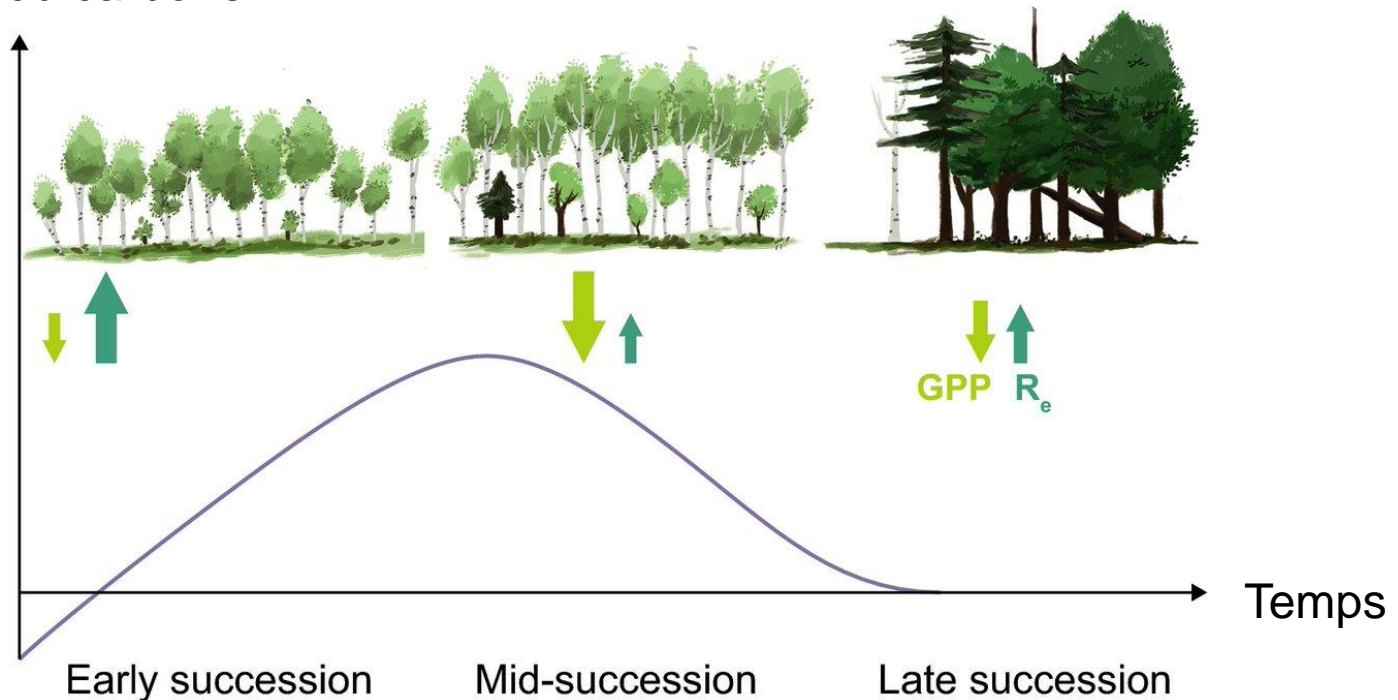
Faut-il « couper plus et planter pour stocker plus » ?



Faut-il « couper plus et planter pour stocker plus » ?

Inspiré d'Odum (1953) = 'la capacité d'une forêt à stocker du carbone diminue avec l'âge'

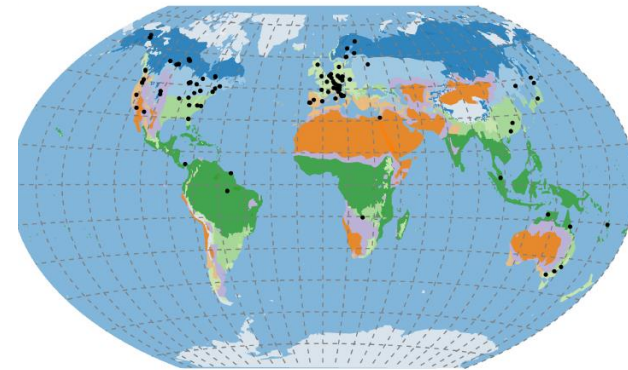
Capacité de l'écosystème
à stocker du carbone



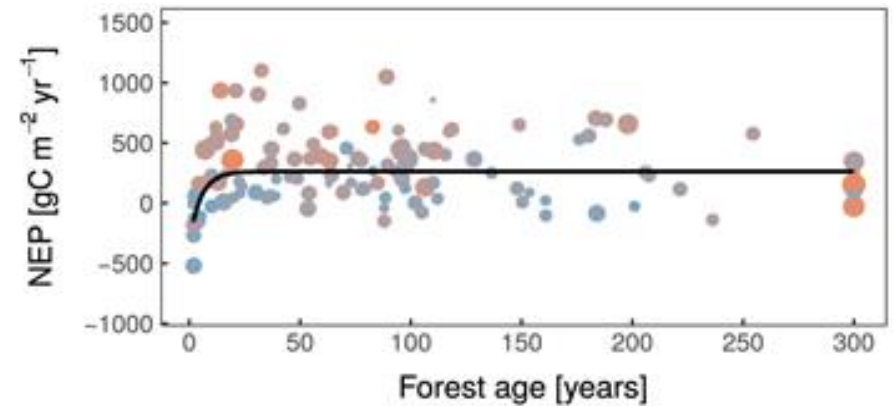
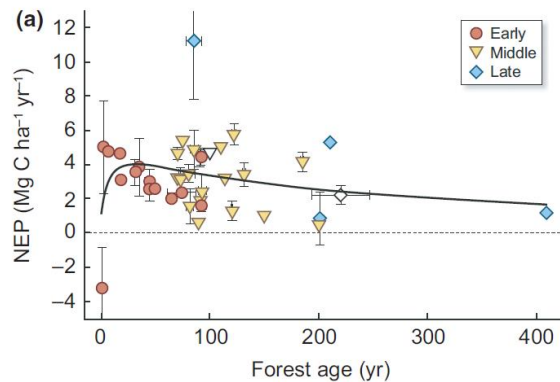
Mais ça, c'est la théorie...

Faut-il « couper plus et planter pour stocker plus » ?

Bilans de carbone à l'échelle de l'écosystème



Boreal Humid continental Mediterranean Steppe Tropical
Desert Humid subtropical Polar Temperate



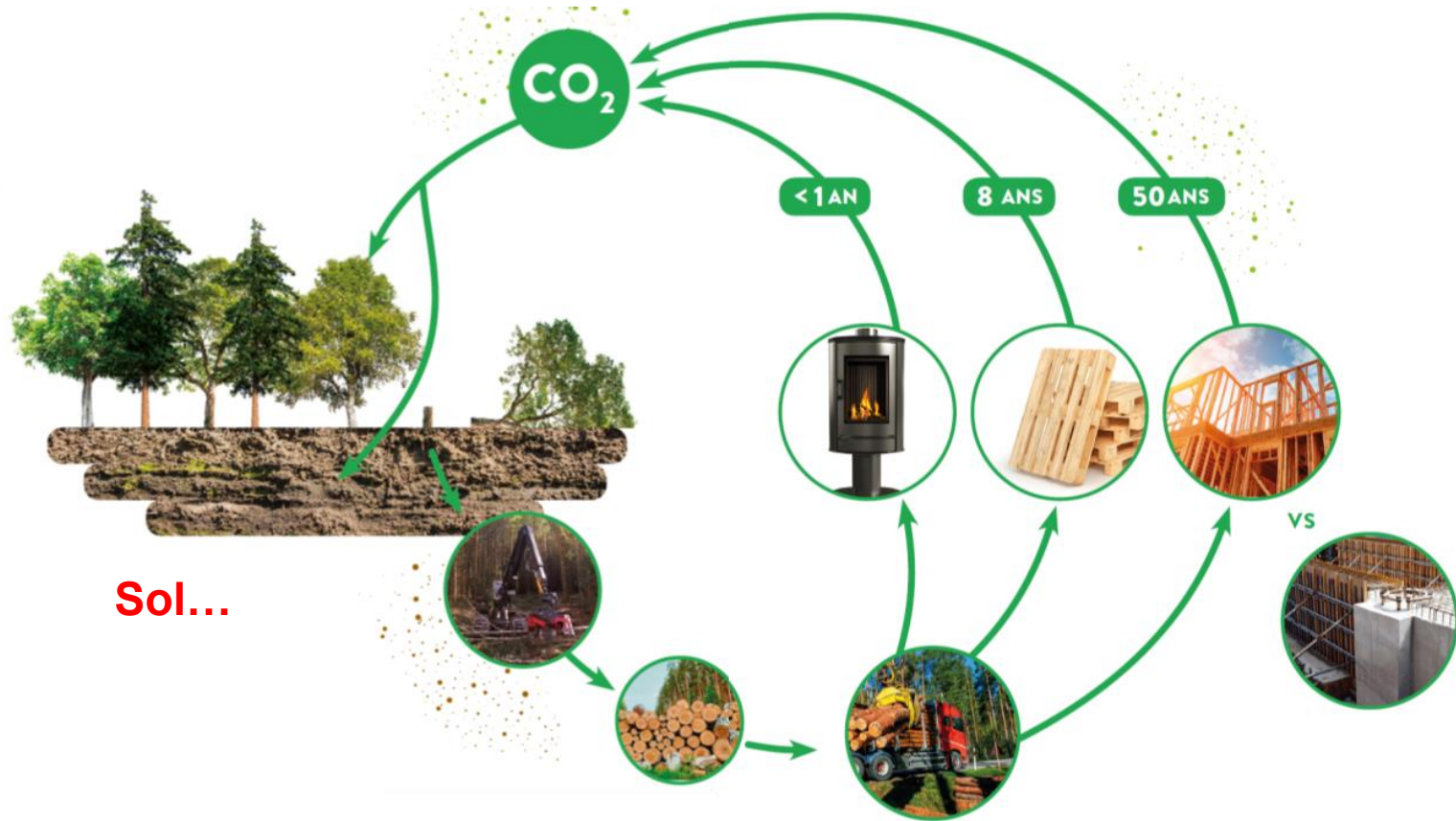
Curtis & Gough 2018 New Phytologist

Besnard et al 2018 Environ. Res. Lett.

⇒ Pas si clair... voire contraire aux données
+ souvent focus sur monocultures

Faut-il « couper plus et planter pour stocker plus » ?

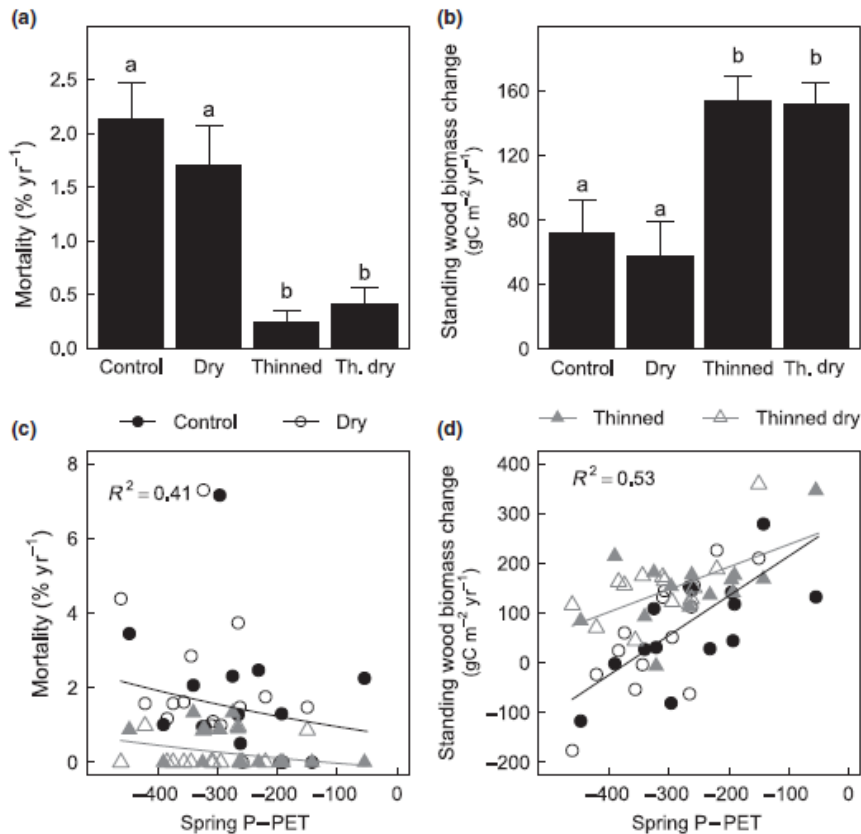
Stockage du CO₂ dans les produits = quelle échéance ?



Efficacité relative...

Mais « couper plus » pour diminuer la vulnérabilité ?

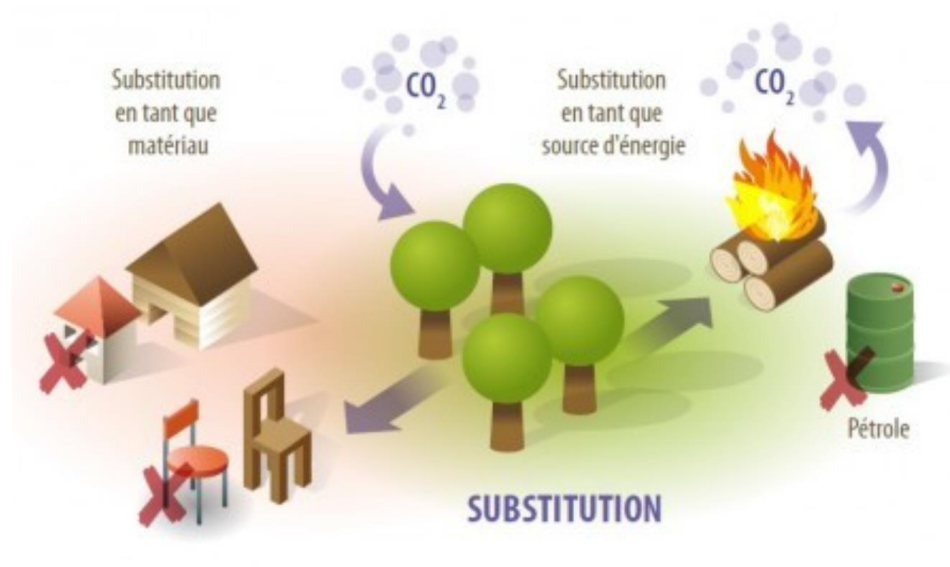
= Baisse de la densité des arbres pour diminuer la compétition pour l'eau ?



⇒ Oui, dans certains cas
...mais aussi effets délétères

La substitution de matériaux et d'énergie par le bois est-elle un levier fort ?

(= bois-construction et le bois-énergie)



La substitution de matériaux et d'énergie par le bois est-elle un levier fort ?



Centrale à biomasse de Gardanne (13)

La substitution de matériaux et d'énergie par le bois est-elle un levier fort ?

500+ scientists tell EU to end tree burning for energy

Posted on 11 February 2021

"Regrowth takes time the world does not have to solve climate change", they write.

Over 500 scientists are writing to EU Commission President Von der Leyen, European Council President Charles Michel, US President Biden, Japanese Prime Minister Suga and South Korean President Moon, **in a letter published today.**

The scientists - including Jean-Pascal van Ypersele, former chair of the IPCC and Peter Raven, U.S. National Medal of Science winner and former President of the American Society for the Advancement of Science - write:

"The burning of wood will increase warming for decades to centuries. That is true even when the wood replaces coal, oil or natural gas"



Over 500 scientists - and many thousands of citizens - have told the EU to end subsidies for forest biomass under the Renewable Energy Directive.

© Biofuelwatch

Explosion du bois-énergie dans les pays développés...

- Bois-énergie = énergie renouvelable mais carbonée
- Problème de temporalité...

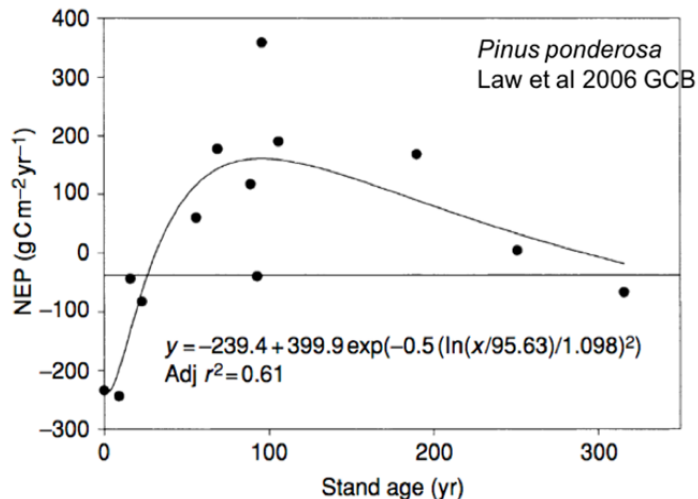
Faut-il « couper plus et planter pour stocker plus » ?

Plantations = souvent liées aux coupes rases

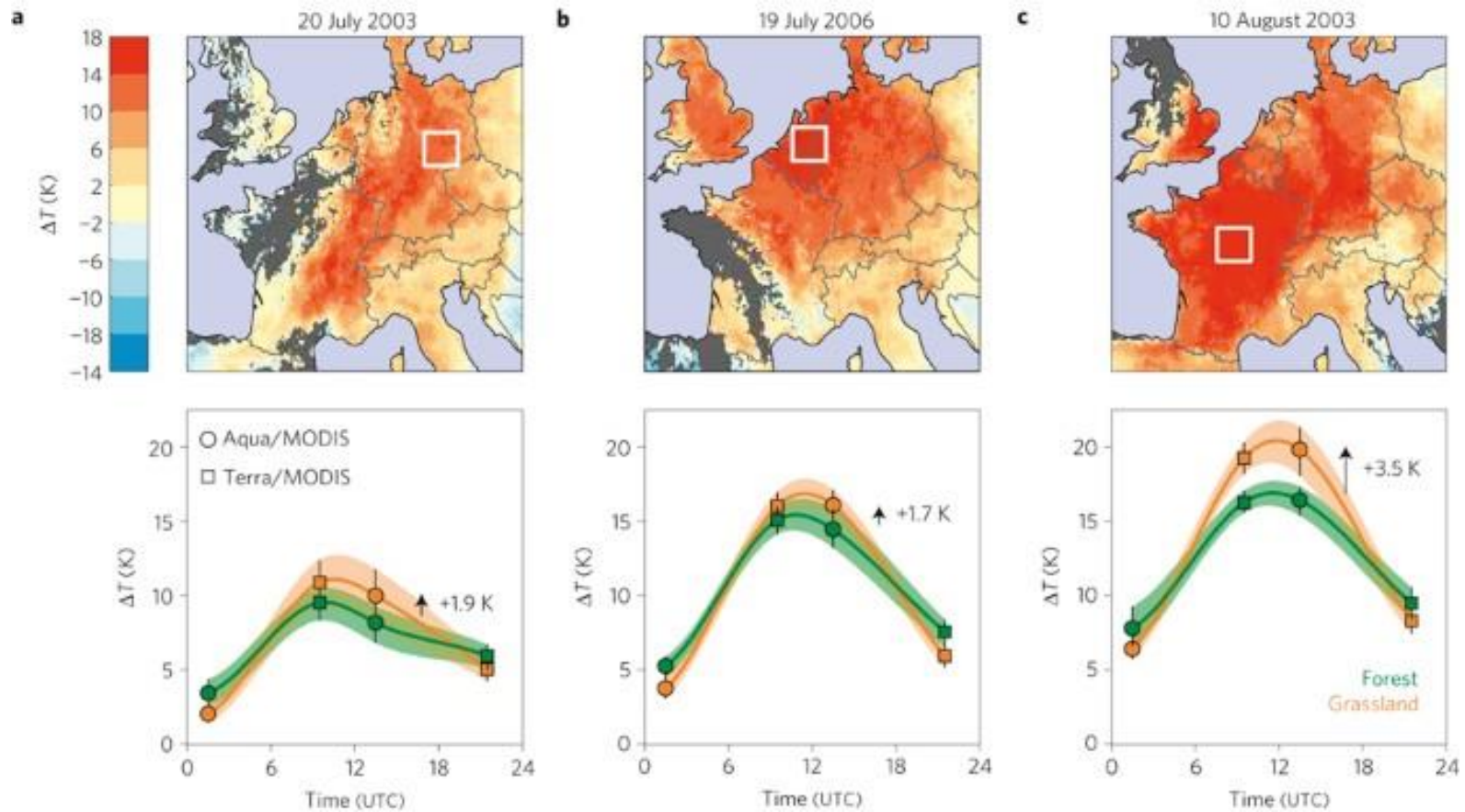
Coupes rases = des impacts forts



↓
Diversité
Sol
Microclimat
...



L'effet tampon du couvert forestier



Faut-il « couper plus et planter pour stocker plus » ?

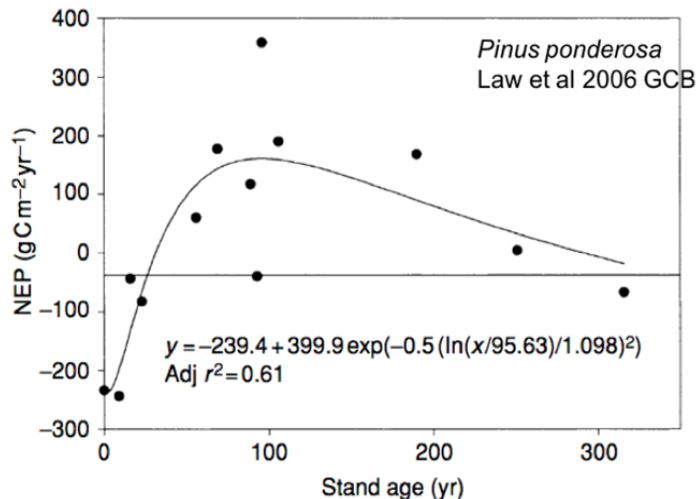
Plantations = souvent liées aux coupes rases

Coupes rases = des impacts forts



Diversité
Sol
Microclimat
...

Une dette carbone importante



Un coût sociétal

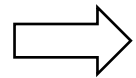


Faut-il « couper plus et planter pour stocker plus » ?

Plantations = très souvent monospécifiques



En France ~ **85%** des plantations sont monospécifiques



+ sensibles aux aléas climatiques
+ sensibles aux attaques de ravageurs

Solution simple à des problèmes compliqués...

RESEARCH

RESTORATION ECOLOGY

The global tree restoration potential

Jean-Francois Bastin^{1*}, Yelena Finegold², Claude Garcia^{3,4}, Danilo Mollicone², Marcelo Rezende², Devin Routh¹, Constantin M. Zohner¹, Thomas W. Crowther¹

The restoration of trees remains among the most effective strategies for climate change mitigation. We mapped the global potential tree coverage to show that 4.4 billion hectares of canopy cover could exist under the current climate. Excluding existing trees and agricultural and urban areas, we found that there is room for an extra 0.9 billion hectares of canopy cover, which could store 205 gigatonnes of carbon in areas that would naturally support woodlands and forests. This highlights global tree restoration as our most effective climate change solution to date. However, climate change will alter this potential tree coverage. We estimate that if we cannot deviate from the current trajectory, the global potential canopy cover may shrink by ~223 million hectares by 2050, with the vast majority of losses occurring in the tropics. Our results highlight the opportunity of climate change mitigation through global tree restoration but also the urgent need for action.

Science 2019

*= planter des milliards d'arbres
qui absorberaient le CO₂*

Environnement. En Turquie, 11 millions d'arbres plantés en novembre sont presque déjà tous morts

MOYEN-ORIENT › ENVIRONNEMENT › TURQUIE › COURRIER INTERNATIONAL - PARIS

Publié le 30/01/2020 - 15:10



Vulnérabilité au CC...

Temporalité = faut-il planter pour le carbone ?

Localisation = où planter ?

Solution simple à des problèmes compliqués...

Valable aussi pour la « compensation »

Attention !!

The screenshot shows the reforestACTION website. At the top, there's a green header with social media icons (Twitter, Facebook, LinkedIn, Instagram) and a counter for '4 203 851 ARBRES PLANTÉS'. Below this is a navigation bar with the reforestACTION logo and links for 'Particuliers', 'Entreprises', 'Porteurs de projet', 'NOS PROJETS', 'QUI SOMMES-NOUS?', and 'LE MAG'. The main content area features a large photo of a woman planting a tree. Overlaid on the left are three circular icons: 'Je plante ma forêt' (with a shovel icon), 'J'offre un arbre' (with a gift icon), and 'Je calcule mon empreinte' (with a fingerprint icon). On the right, text reads 'Parce que la forêt est la meilleure solution pour le climat et la biodiversité'. At the bottom, there's a navigation bar with the AIRFRANCE logo and links for 'France - FR', 'Nous contacter', 'Créer mon compte', and 'Mon compte'. Below this is a secondary navigation bar with links for 'ACCUEIL', 'ACHETER UN BILLET', 'ENREGISTREMENT', 'MES RÉSERVATIONS', 'INFORMATIONS', and a search bar labeled 'Rechercher'.

**EST-IL POSSIBLE DE COMPENSER LES ÉMISSIONS DE
CO₂ AVEC AIR FRANCE ?**

Solution simple à des problèmes compliqués...

RESEARCH

RESTORATION ECOLOGY

The global tree restoration potential

Jean-Francois Bastin^{1*}, Yelena Finegold², Claude Garcia^{3,4}, Danilo Mollicone², Marcelo Rezende², Devin Routh¹, Constantin M. Zohner¹, Thomas W. Crowther¹

The restoration of trees remains among the most effective strategies for climate change mitigation. We mapped the global potential tree coverage to show that 4.4 billion hectares of canopy cover could exist under the current climate. Excluding existing trees and agricultural and urban areas, we found that there is room for an extra 0.9 billion hectares of canopy cover, which could store 205 gigatonnes of carbon in areas that would naturally support woodlands and forests. This highlights global tree restoration as our most effective climate change solution to date. However, climate change will alter this potential tree coverage. We estimate that if we cannot deviate from the current trajectory, the global potential canopy cover may shrink by ~223 million hectares by 2050, with the vast majority of losses occurring in the tropics. Our results highlight the opportunity of climate change mitigation through global tree restoration but also the urgent need for action.

Science 2019

*= planter des milliards d'arbres
qui absorberaient le CO₂*

Environnement. En Turquie, 11 millions d'arbres plantés en novembre sont presque déjà tous morts

MOYEN-ORIENT > ENVIRONNEMENT > TURQUIE > COURRIER INTERNATIONAL - PARIS

Publié le 30/01/2020 - 15:10



Vulnérabilité au CC...

Temporalité = faut-il planter pour le carbone ?

Localisation = où planter ?

Adaptation = quoi planter ?

Quelle(s) espèce(s) ?

En pur ou mélange ?

Solution simple à des problèmes compliqués...

Global restoration initiatives

Tree planting

Forest growth and persistence, natural forest regrowth, grasslands, wetlands, drylands, rivers, lakes, oceans, bogs, [insert favorite unlisted ecosystem], community engagement, soils, bugs, birds, herbaceous plants, microbes, mammalian herbivores, top carnivores, [insert favorite unlisted taxa], genetic diversity and source provenance, disturbance regimes, hydrology, ... and the rest of ecology



Conclusions

- Les forêts prodiguent un grand nombre de '*services*' aux populations
- Les forêts françaises augmentent en surface, notamment en Méditerranée
- La forêt méditerranéenne est **vulnérable** au changement climatique, notamment car elle subira une intensité plus forte et variable qu'ailleurs
- Cette vulnérabilité dépend du type d'espèces (essence) et de peuplement
- **L'adaptation** des forêts au changement climatique est un thème de recherche central actuellement
 - + nombreuses réflexions actuelles sur :
 - l'adaptation génétique
 - la sélection de provenances pré-adaptées
 - la migration assistée
- Les forêts sont d'importants puits de carbone, et joue un rôle dans **l'atténuation** du changement climatique

Conclusions

- Rapport entre adaptation et atténuation = *complexe et multifactoriel*
- Donc attention aux solutions « simples »
et ne pas oublier les autres services que ceux liés au carbone

= promouvoir le **multifonctionnalité des forêts**

Les solutions sont à inventer, à explorer...
...mais nous n'avons pas de droit à l'erreur !



**NOUS SOMMES CANOPÉE
ET NOUS MILITONS POUR DES FORÊTS VIVANTES**

<https://www.canopee-asso.org/>

Merci !

