



# **Le futur de la forêt française face aux enjeux climatiques**

Nicolas Martin

**INRAE**

URFM, Avignon,  
France



## Plan

- 1- Quelques chiffres sur la forêt française
- 2- Les services écosystémiques rendus par les forêts : un zoom sur 4 services
- 3- Les effets du changement climatique sur les forêts
- 4- Stratégies d'adaptation de la forêt française et leurs écueils
- 5- Défis et préconisations

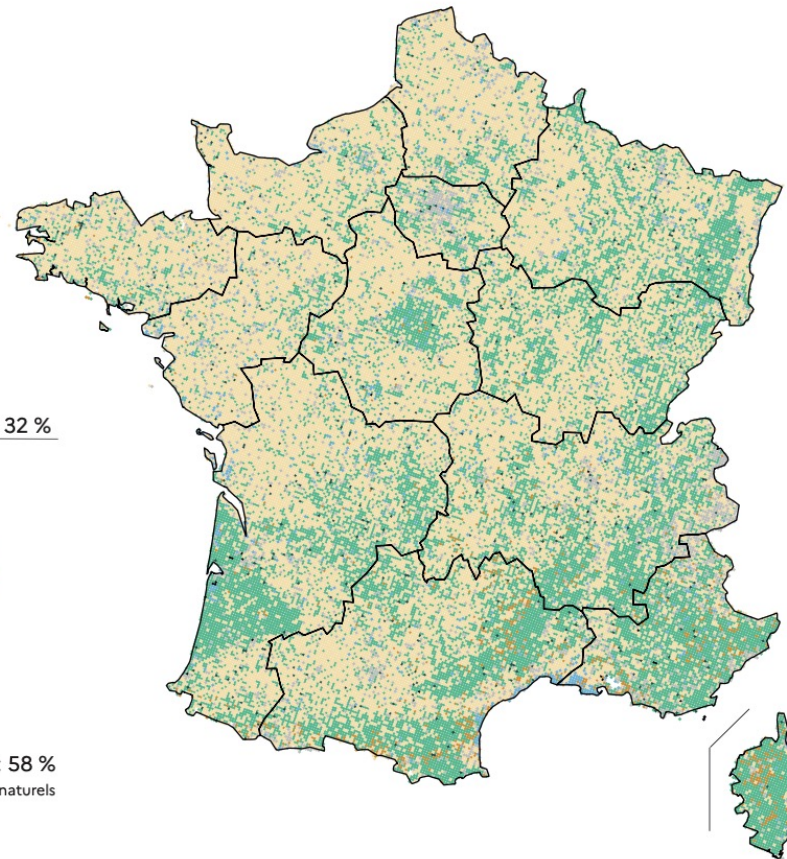
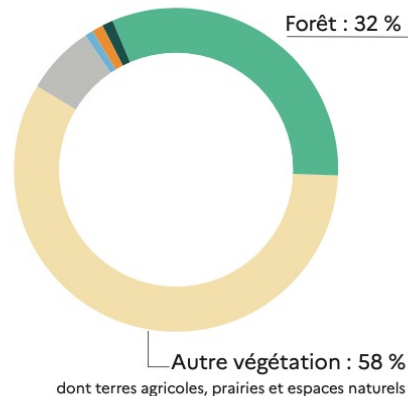
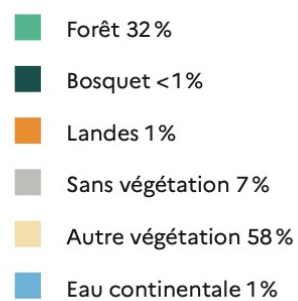


# La forêt en France : les données de l'Inventaire Forestier National (IFN)

IFN :

- Visite et mesure annuellement  
~12000 placettes forestières
- Fournit chaque année une analyse des données des 5 années précédentes

REPRÉSENTATION DES 55 000 POINTS  
DE LA CAMPAGNE 2023  
INTERPRÉTÉS À PARTIR DE PHOTOGRAPHIES AÉRIENNES



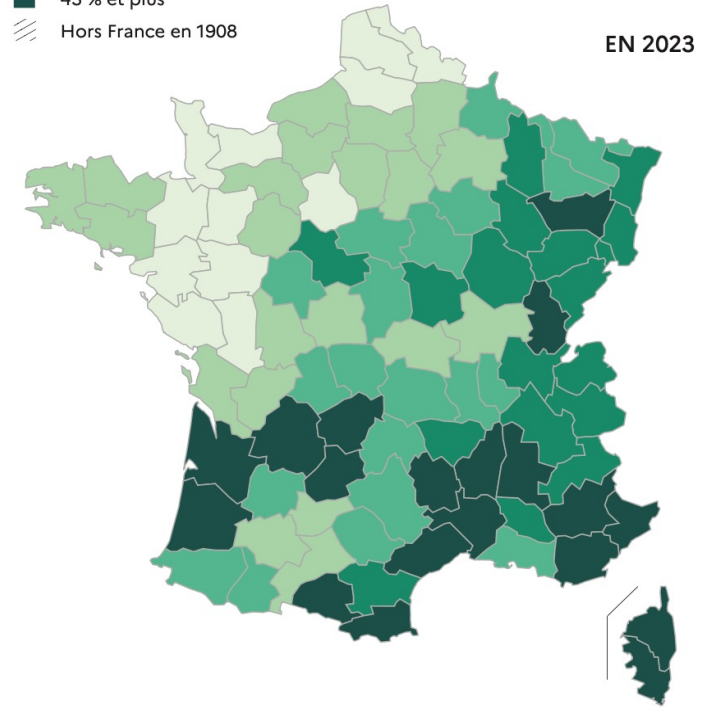
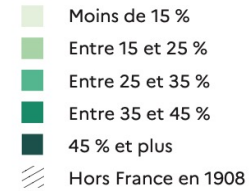
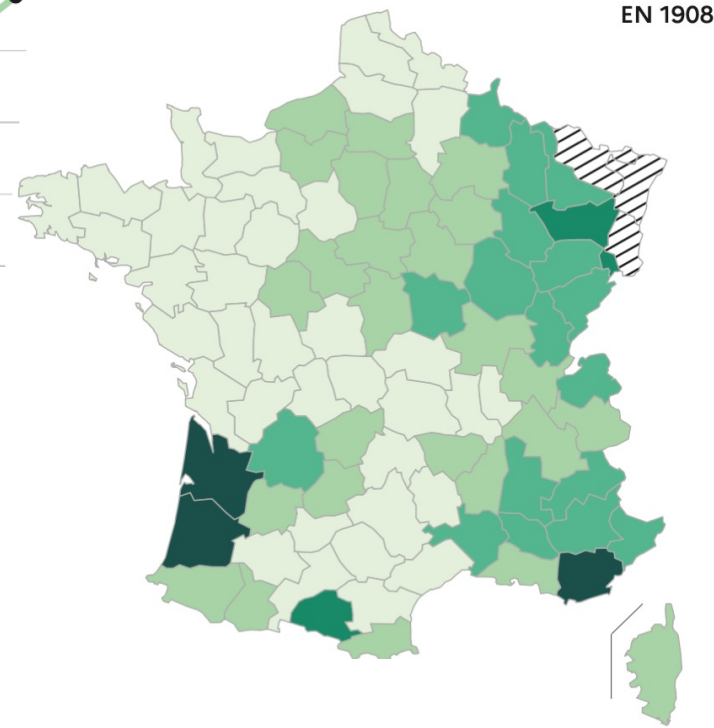
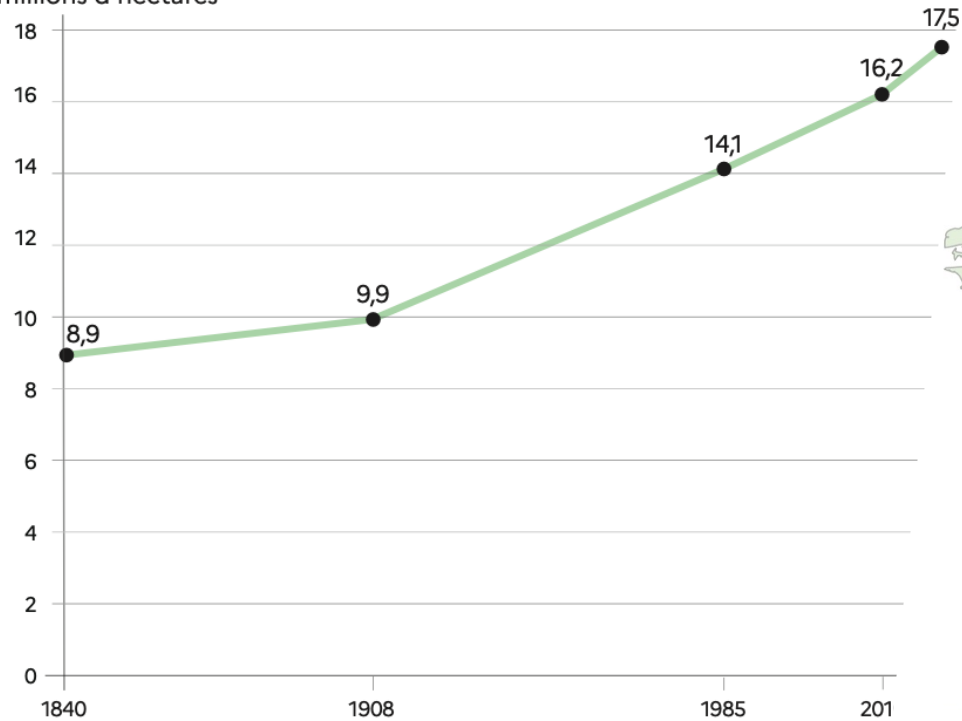
**Une forêt** est un territoire occupant une superficie d'au moins 50 ares (5 000 m<sup>2</sup>) avec des arbres pouvant atteindre une hauteur supérieure à 5 mètres à maturité in situ, un couvert boisé de plus de 10 % et une largeur moyenne d'au moins 20 mètres.



# La forêt en France : les données de l'Inventaire Forestier National (IFN)

## ÉVOLUTION DE LA SURFACE FORESTIÈRE DEPUIS LA MOITIÉ DU XIX<sup>e</sup> SIÈCLE

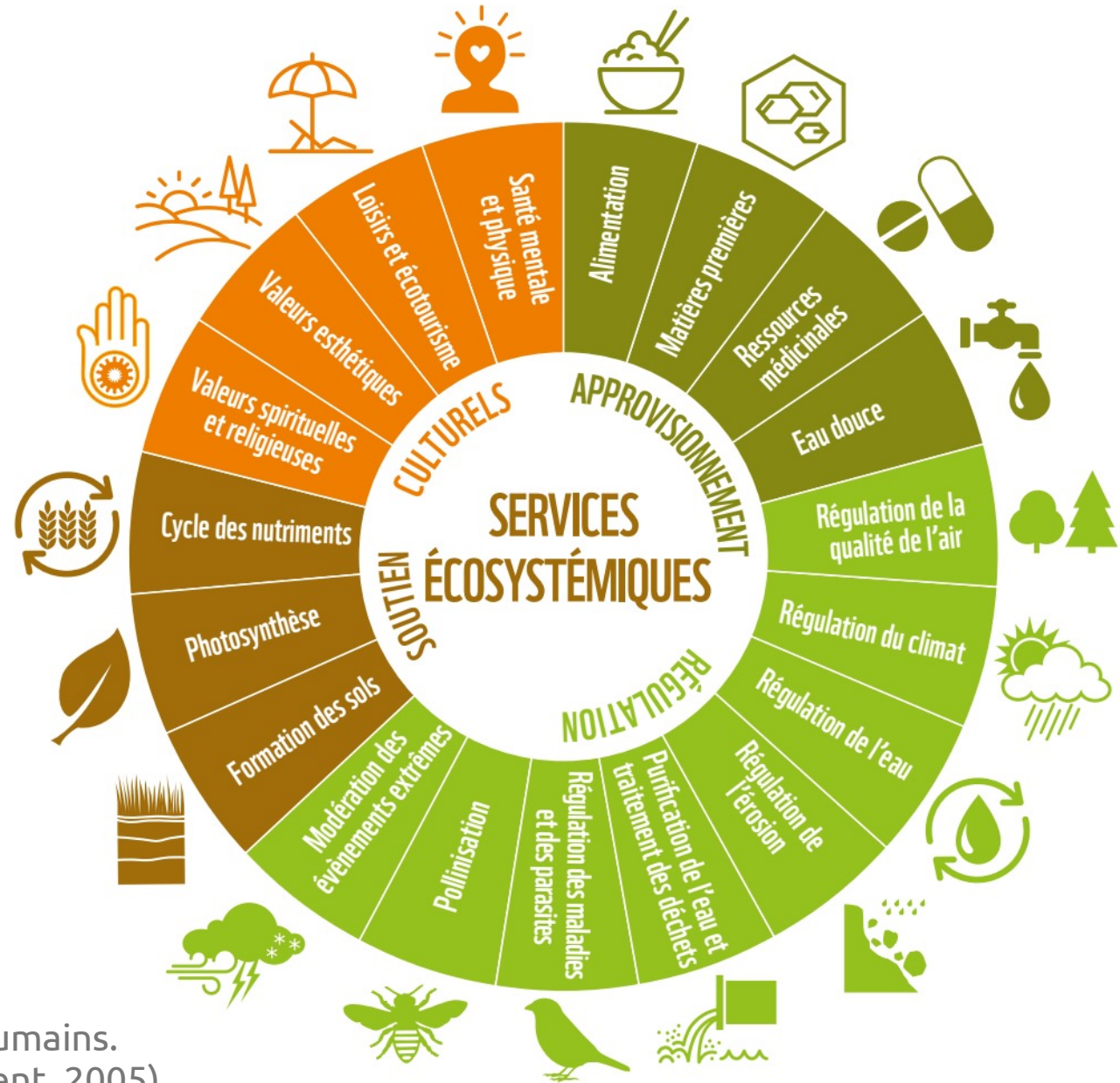
millions d'hectares



L'accroissement de surface forestière est toujours soutenu, à hauteur de 90 000 ha par an. L'extension forestière se fait notamment en Bretagne et dans la zone méditerranéenne.

# La notion de services « écosystémiques »

Culturels  
Approvisionnement  
Régulation  
Soutien



Gamme de services écosystémiques fournis par la nature aux humains.  
Source: WWF, 2016 (adapté de Millennium Ecosystem Assessment, 2005)

# Les services « écosystémiques » rendus par les forêts



Les forêts sont au cœur des Objectifs de Développement Durable (ODD) fixés par l'ONU en contribuant à 11 ODD/17



# Les services « écosystémiques » rendus par les forêts

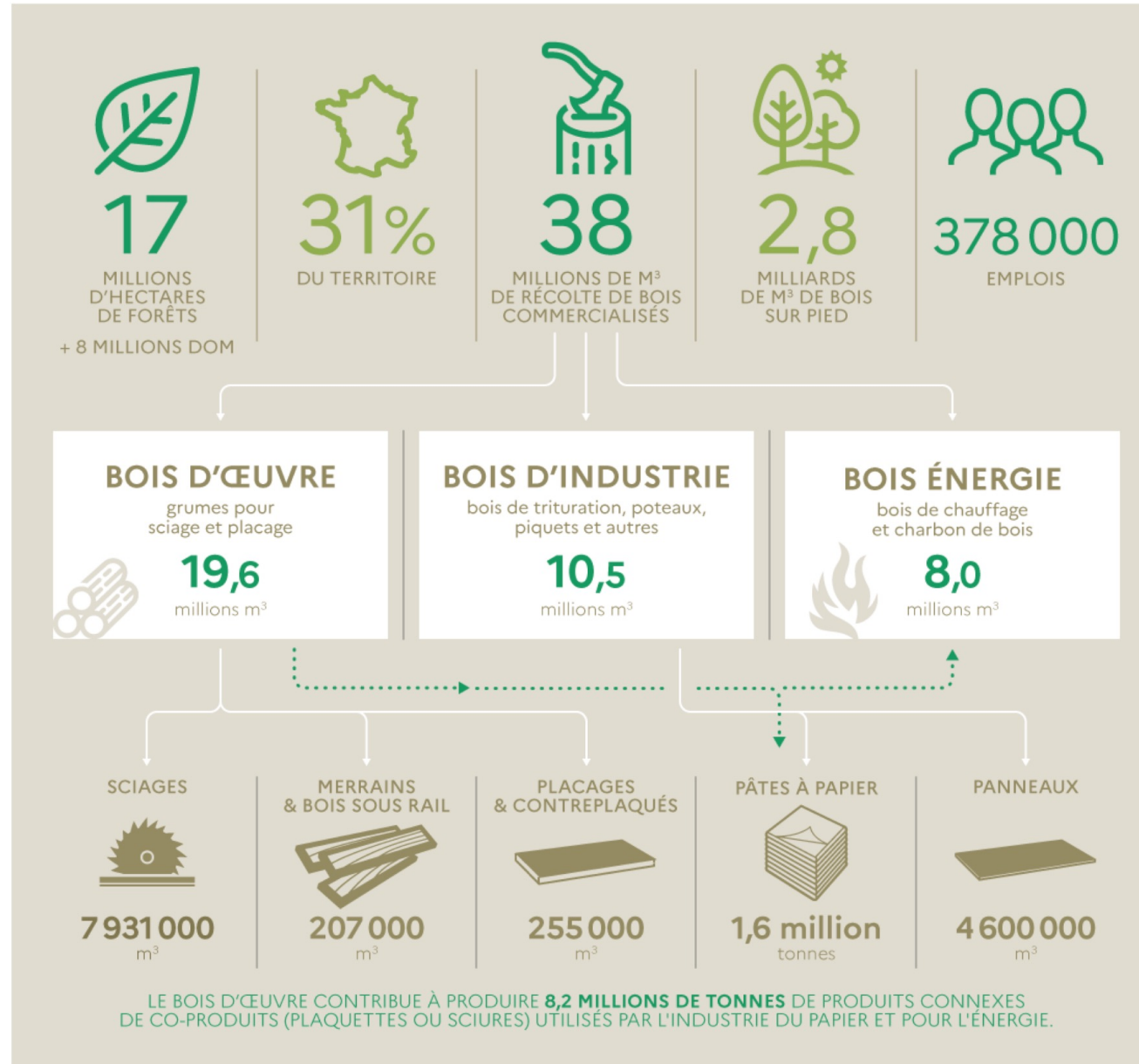


**OBJECTIFS**  **DE DÉVELOPPEMENT DURABLE**

- 1 – La provision de matériaux et d'énergie
- 2 – La régulation du cycle de l'eau
- 3 – Les habitats pour la biodiversité
- 4 – Le rôle de puits de carbone

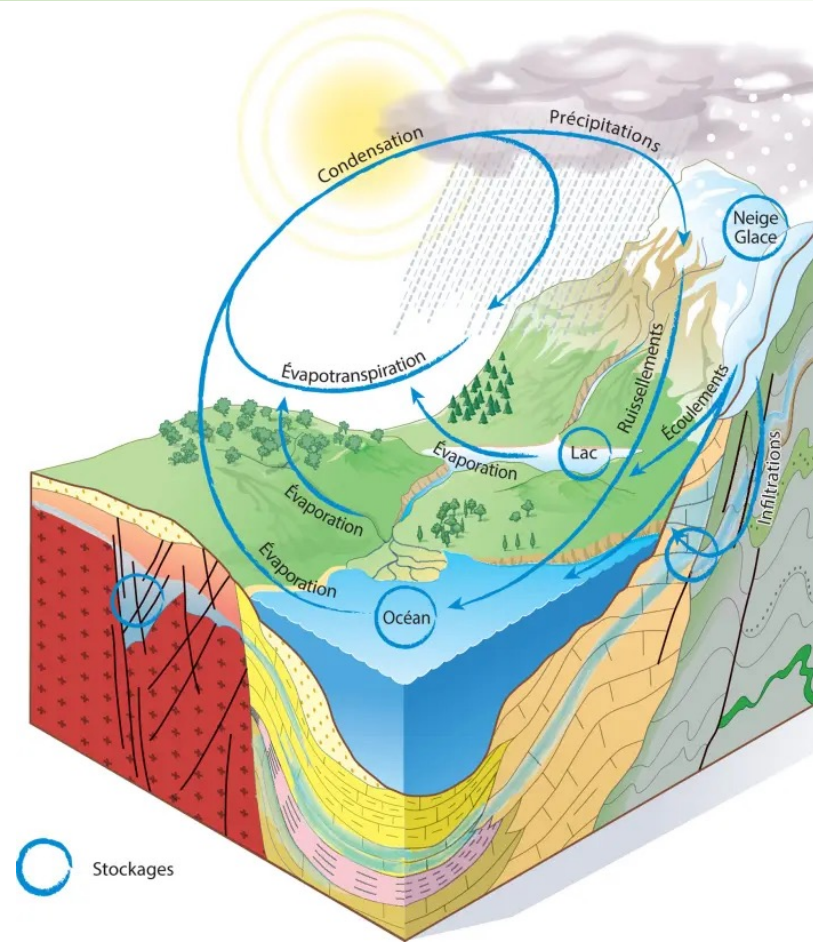
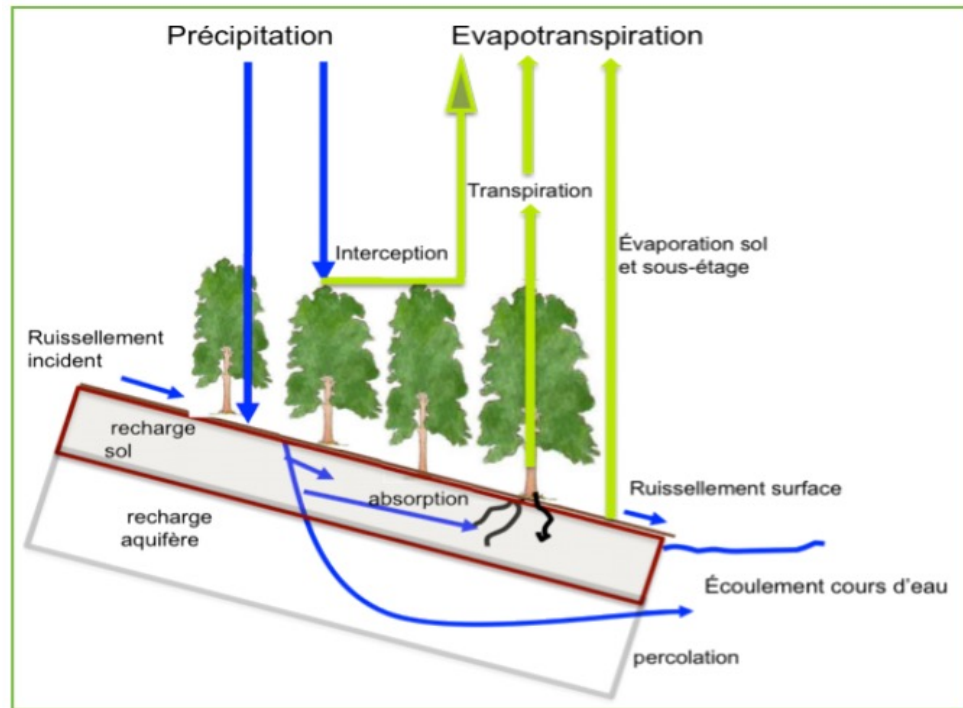


# Services écosystémiques d'approvisionnement : matériaux, énergie et emplois



+ ~10M m³ de bois auto-consommé

# Services écosystémiques de **Régulation** : cycle de l'eau et protection des sols



- **Les arbres prélèvent de l'eau pour croître, mais ils la rendent à l'atmosphère : ~60% des précipitations continentales viennent de l'évapotranspiration => recyclage humidité (90% en forêts tropicales humides)**
- **Les forêts et leurs sols limitent les crues (par rapport à l'urbain)**
- **Les forêts protègent les sols et les captages d'eau**



# Service écosystémique : **habitat pour la biodiversité**

Les forêts françaises abritent 70% de la flore française, 120 espèces d'oiseaux, et 130 espèces d'arbres.

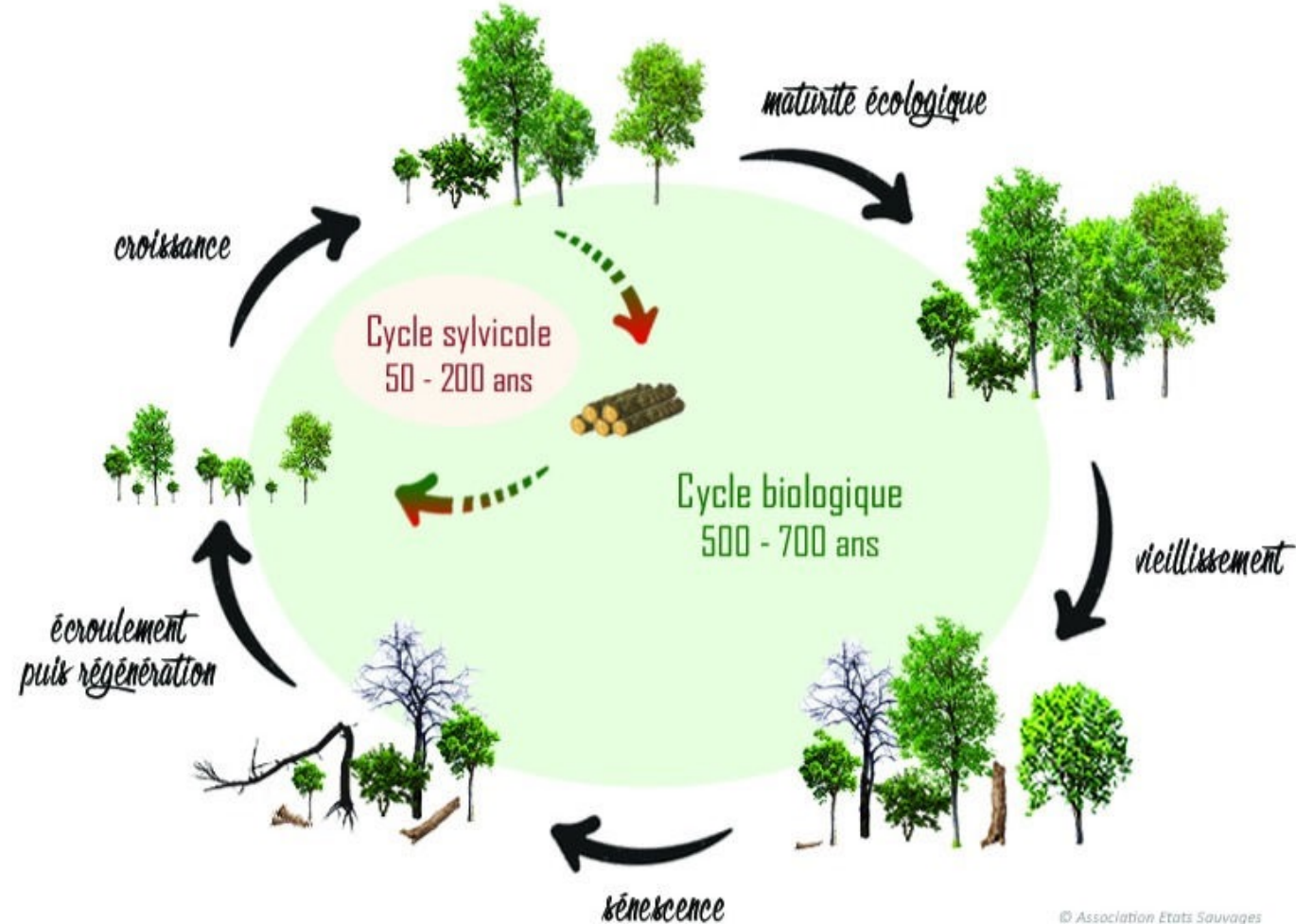


l'« Ambiance forestière » des propriétés biophysiques (lumière, température et humidité) atténuées

# Service écosystémique : habitat pour la biodiversité

Les forêts Française abritent 70% de la flore française, 120 espèces d'oiseaux, et 130 espèces d'arbres.

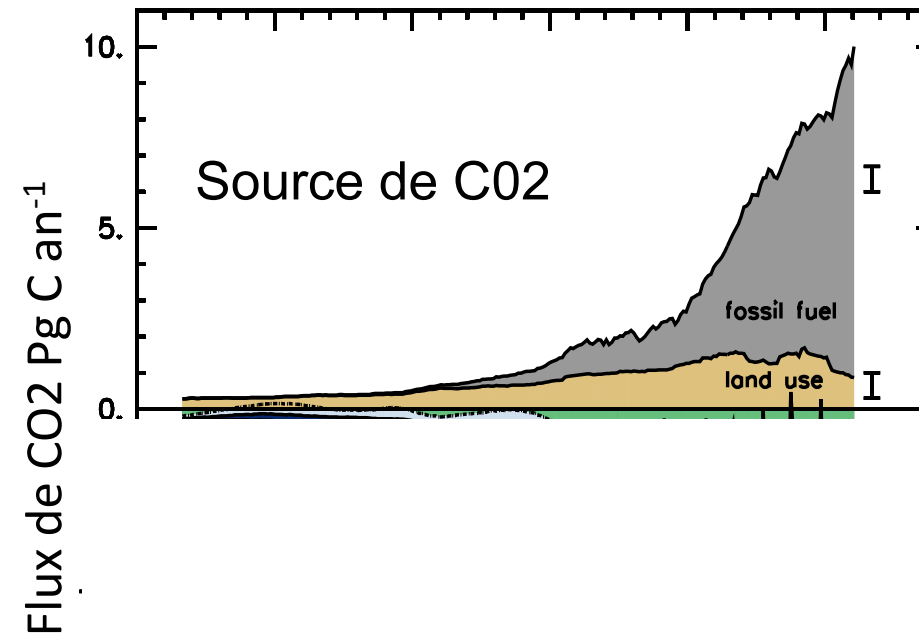
Le degré de maturité et de naturalité qui fournit des « dendro-habitats » (cavités dans les arbres)



Crédit : Arnaboldi / ONF

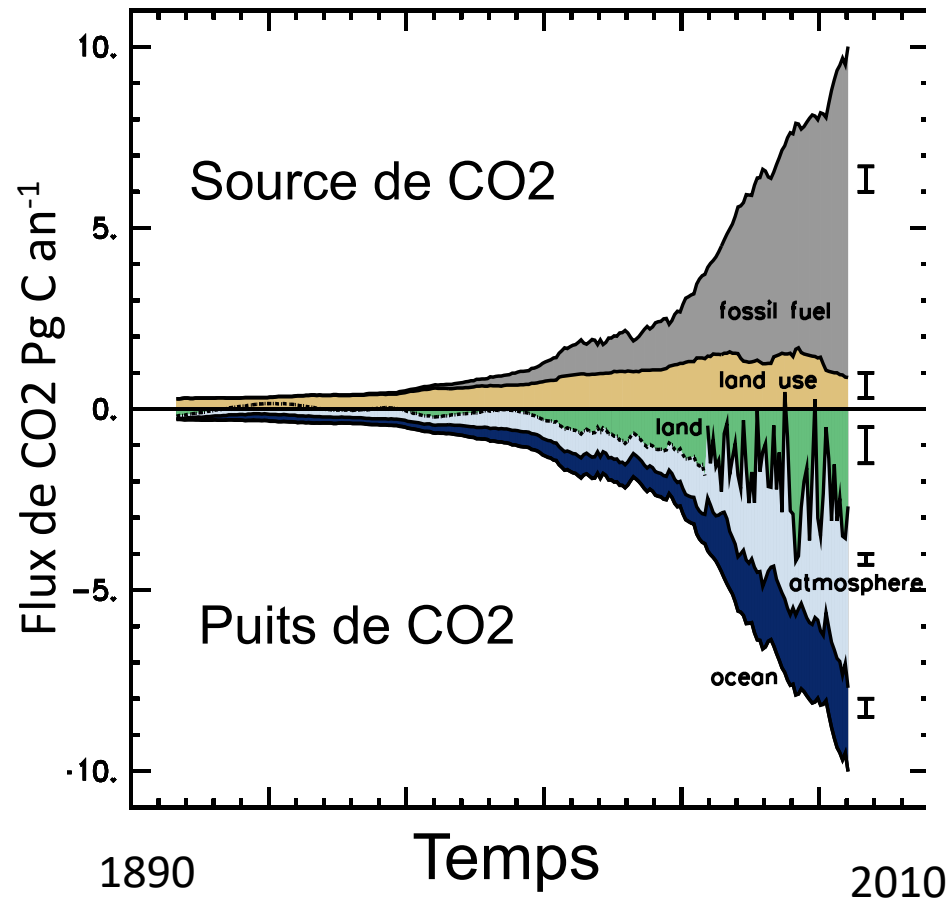
▲ Cavité basse en formation sur un hêtre, issue de la coupe d'une jumelle.

# Service écosystémique : atténuation du changement climatique par le puits de carbone forestier



➡ CO<sub>2</sub>

# Service écosystémique : atténuation du changement climatique par le puits de carbone forestier



➡ CO<sub>2</sub>



## Forêt par la photosynthèse

- 60% du puits de CO<sub>2</sub> de la biosphère (*Beer et al 2011, Science*)
- 20% de nos émissions à l'échelle globale

Forêts: fortement impliquées dans la régulation du climat

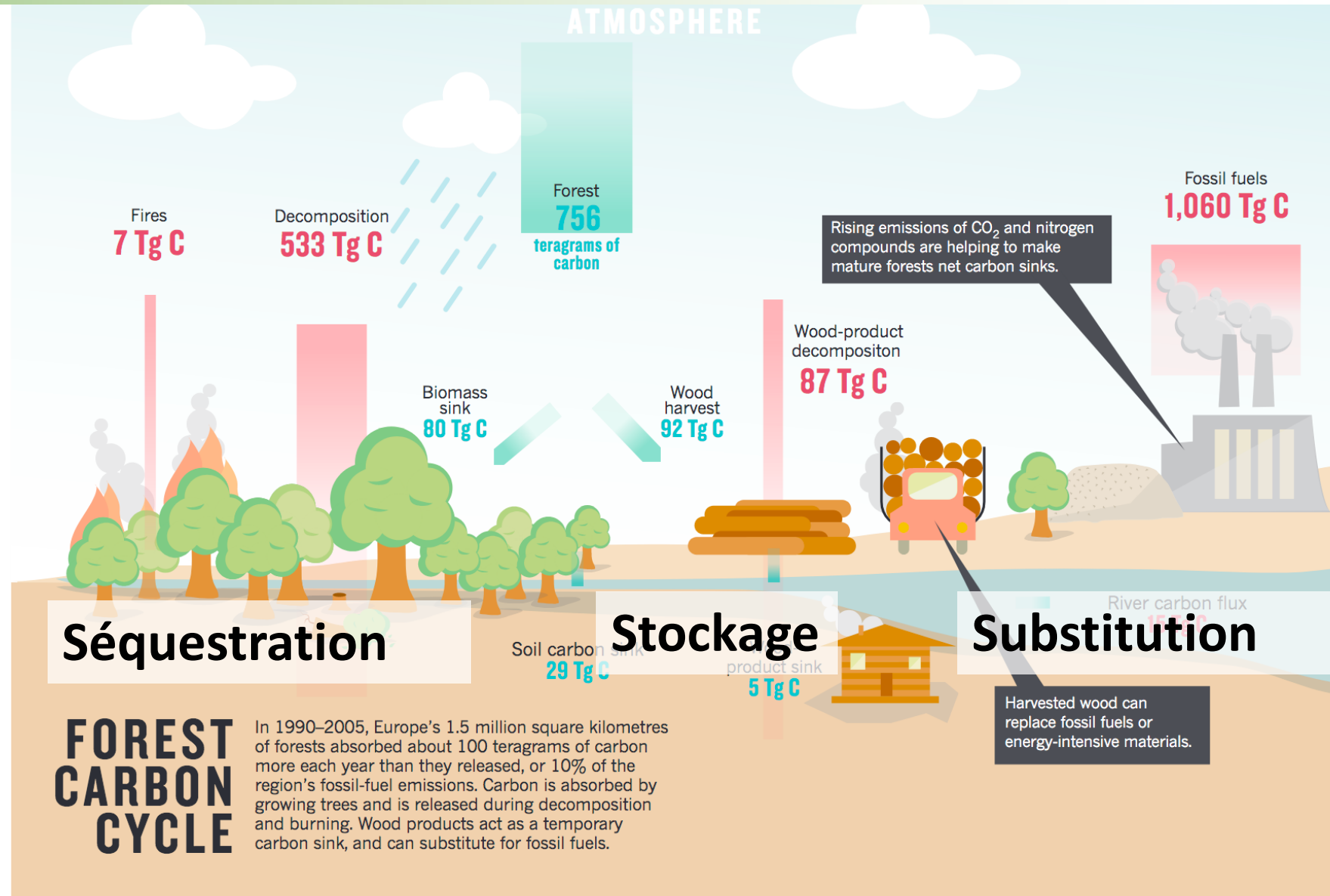
# Service écosystémique : atténuation du changement climatique par le puits de carbone forestier

Le puits de carbone est souvent comptabilisé dans toute la filière « forêt-bois » :

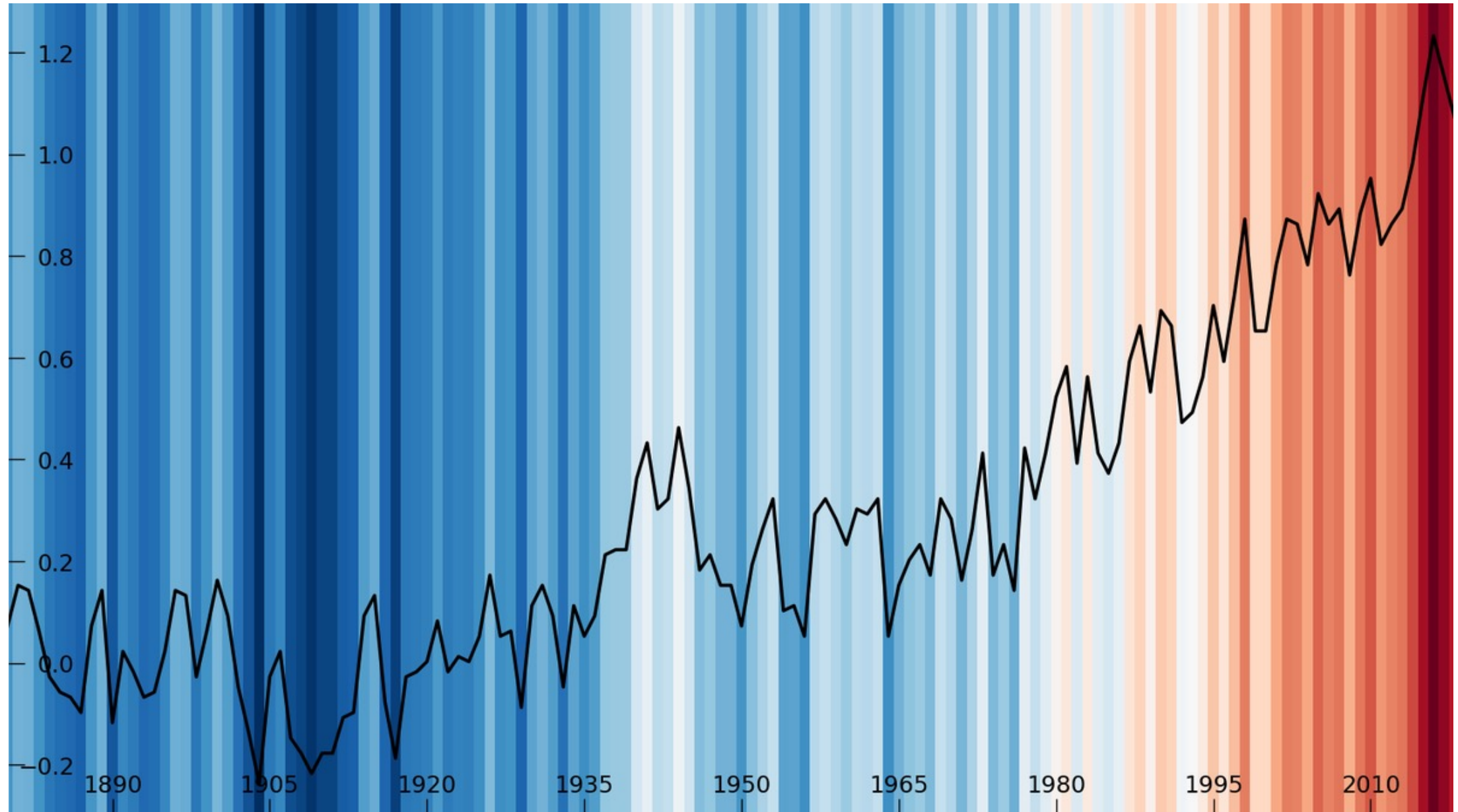
1- Séquestration en forêt  
(biomasse et sol)

2- Stockage dans les produits

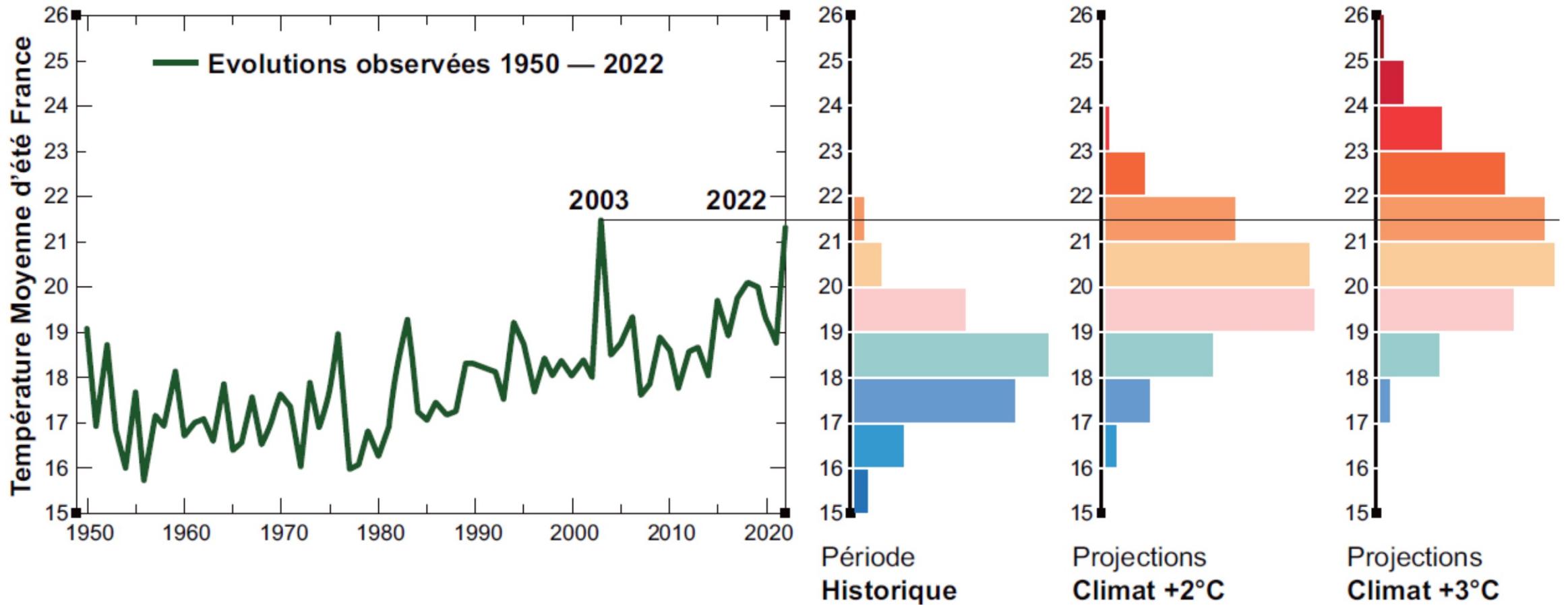
3- Substitution de  
matériaux/énergie plus émetteur  
(pétrole, ciment) par le bois



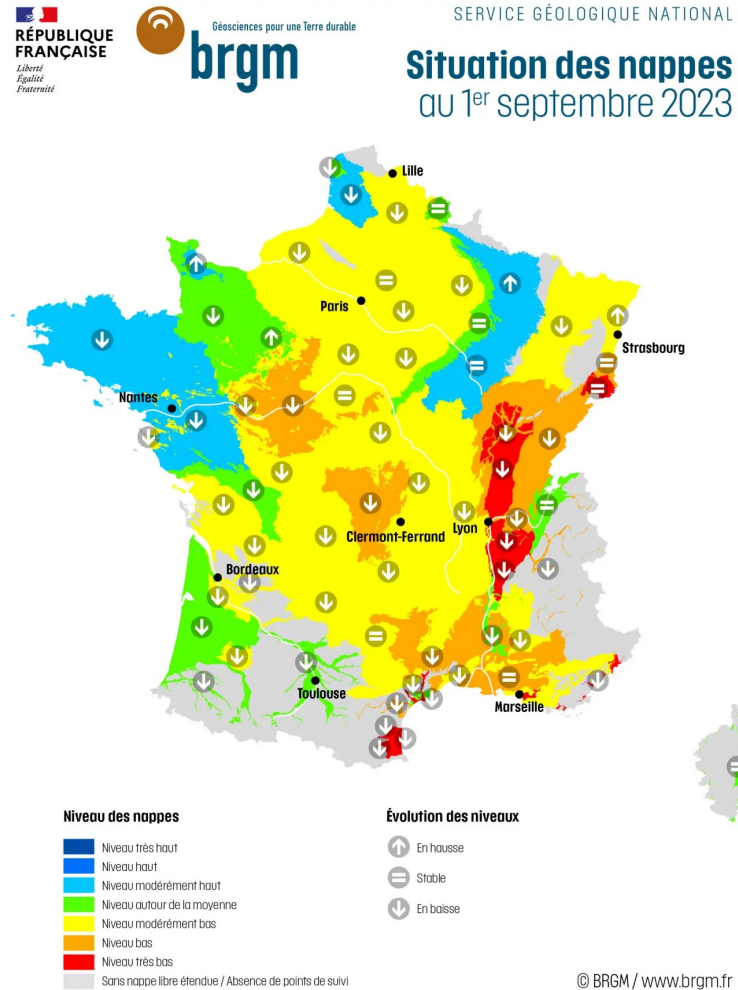
# Les impacts du changement climatique



# Les impacts du changement climatique

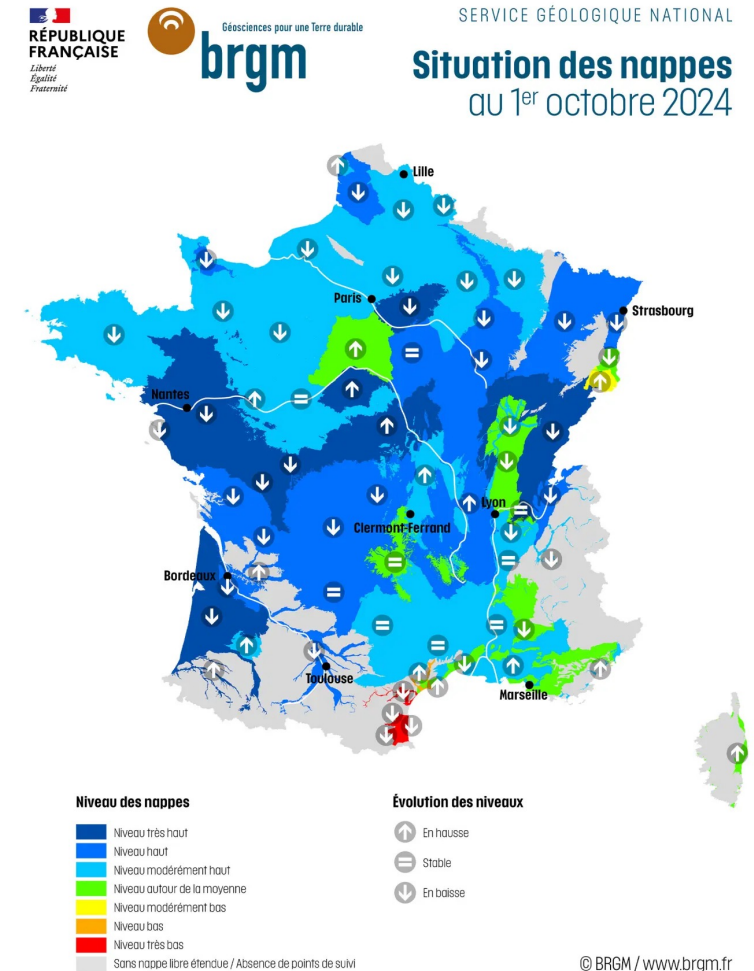


# Les impacts du changement climatique : hydrologie



Cette carte présente les indicateurs globaux traduisant les fluctuations moyennes des nappes. Ils sont établis à partir des indicateurs ponctuels relevés au niveau des nappes (piézomètres). L'indicateur « Niveau des nappes » compare le mois en cours par rapport aux mêmes mois de l'ensemble de la chronique, soit du minimum 15 ans de données, et jusqu'à plus de 100 ans. Il est réparti en 7 classes, du niveau le plus bas (en rouge) au niveau le plus haut (en bleu foncé). L'indicateur « Évolution des niveaux » traduit la variation du niveau d'eau du mois échu par rapport aux 2 mois précédents (stable, à la hausse ou à la baisse).

Carte établie le 1<sup>er</sup> septembre 2023 par le BRGM à partir de données acquises jusqu'au 31 août 2023. Source des données : banque ADES (ades.eaufrance.fr) / Hydrorapport (hydrorapport.eaufrance.fr) / Fond de carte © IGN. Producteurs de données et contribution : APPNA, BRGM, Conseil Départemental de la Vendée, Conseil Départemental des Landes, Conseil Départemental du Lot, EPB Val de Vienne, Parc Naturel Régional des Grandes Causses, Syndicat Mixte d'Études et de Travaux de l'Avenir (SMETA), Syndicat Mixte pour la protection et la gestion des nappes souterraines de la plaine du Roussillon (SMRPG).



Cette carte présente les indicateurs globaux traduisant les fluctuations moyennes des nappes. Ils sont établis à partir des indicateurs ponctuels relevés au niveau des nappes (piézomètres). L'indicateur « Niveau des nappes » compare le mois en cours par rapport aux mêmes mois de l'ensemble de la chronique, soit du minimum 15 ans de données, et jusqu'à plus de 100 ans. Il est réparti en 7 classes, du niveau le plus bas (en rouge) au niveau le plus haut (en bleu foncé). L'indicateur « Évolution des niveaux » traduit la variation du niveau d'eau du mois échu par rapport aux 2 mois précédents (stable, à la hausse ou à la baisse).

Carte établie le 1<sup>er</sup> octobre 2024 par le BRGM à partir de données acquises jusqu'au 30 septembre 2024. Source des données : ADES (ades.eaufrance.fr) / Hydrorapport (hydrorapport.eaufrance.fr) / Fond de carte © IGN. Producteurs de données et contribution : APPNA, BRGM, Conseil Départemental de la Vendée, Conseil Départemental des Landes, Conseil Départemental du Lot, EPB Val de Vienne, Parc Naturel Régional des Grandes Causses, Syndicat Mixte d'Études et de Travaux de l'Avenir (SMETA), Syndicat Mixte pour la protection et la gestion des nappes souterraines de la plaine du Roussillon (SMRPG).

# Les impacts du changement climatique sur les arbres : dépérissement, défoliation, ralentissement de la croissance



**Octobre 2024**

Toute l'actualité de l'Inventaire forestier



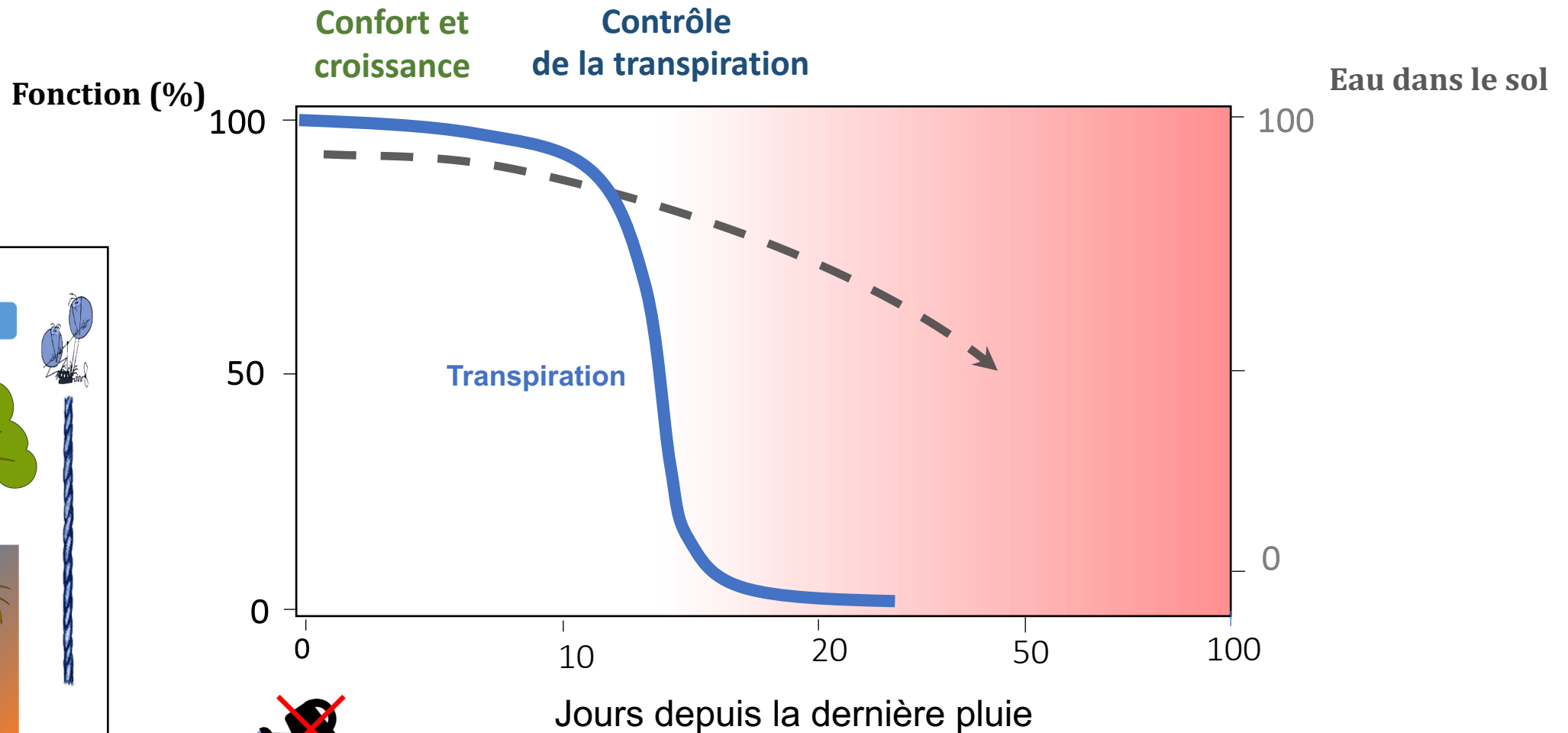
Les données de l'inventaire forestier national montrent que les forêts françaises sont de plus en plus affectées par le changement climatique

L'IGN, producteur de statistiques forestières nationales et cartographe de l'anthropocène, publie les résultats des cinq dernières campagnes de l'inventaire forestier national.

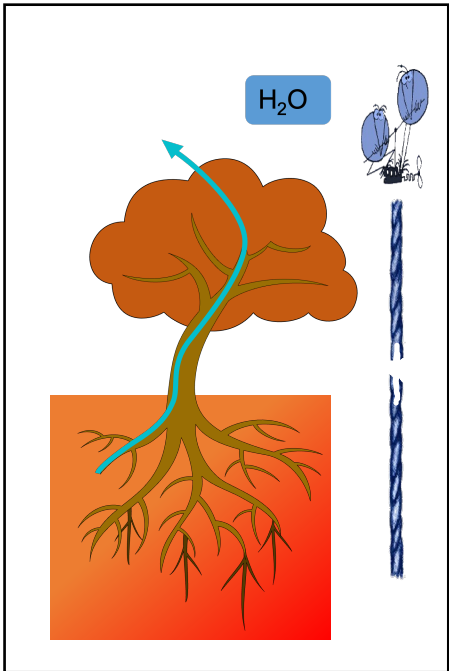
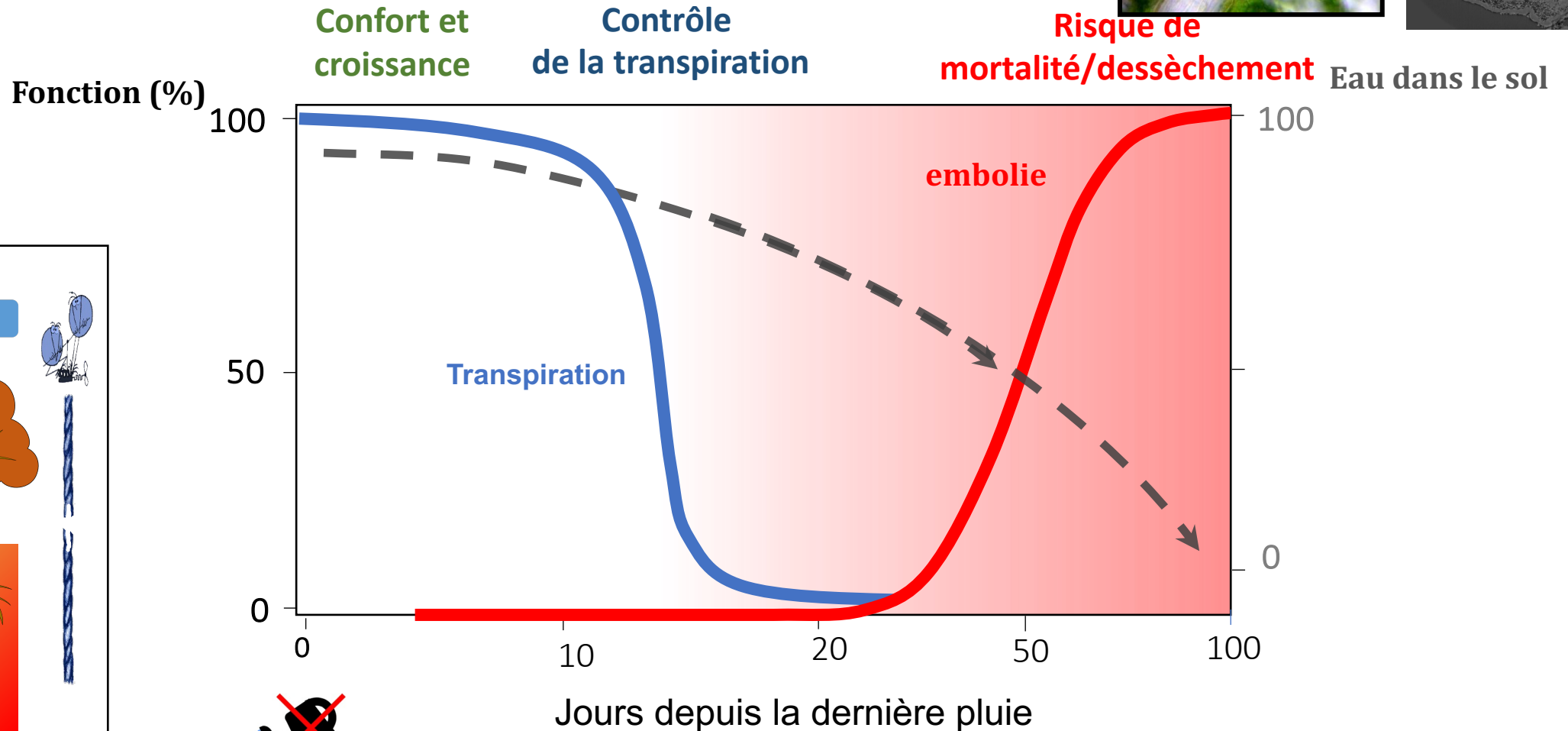
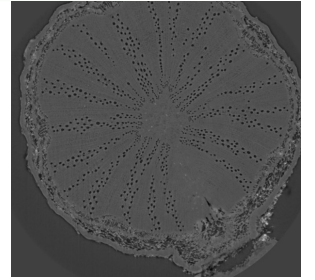
Malgré l'augmentation de la surface forestière, l'IGN observe :

- un ralentissement de la croissance des arbres
- une très forte accélération de la mortalité des arbres
- une augmentation des prélèvements d'arbres

# Vulnérabilité des arbres au changement climatique : le risque d'embolie

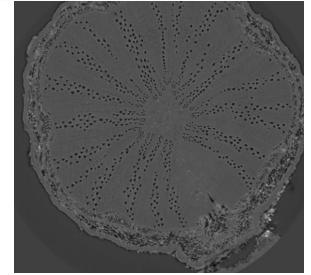
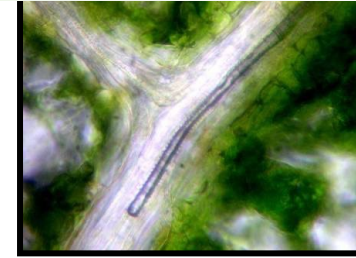
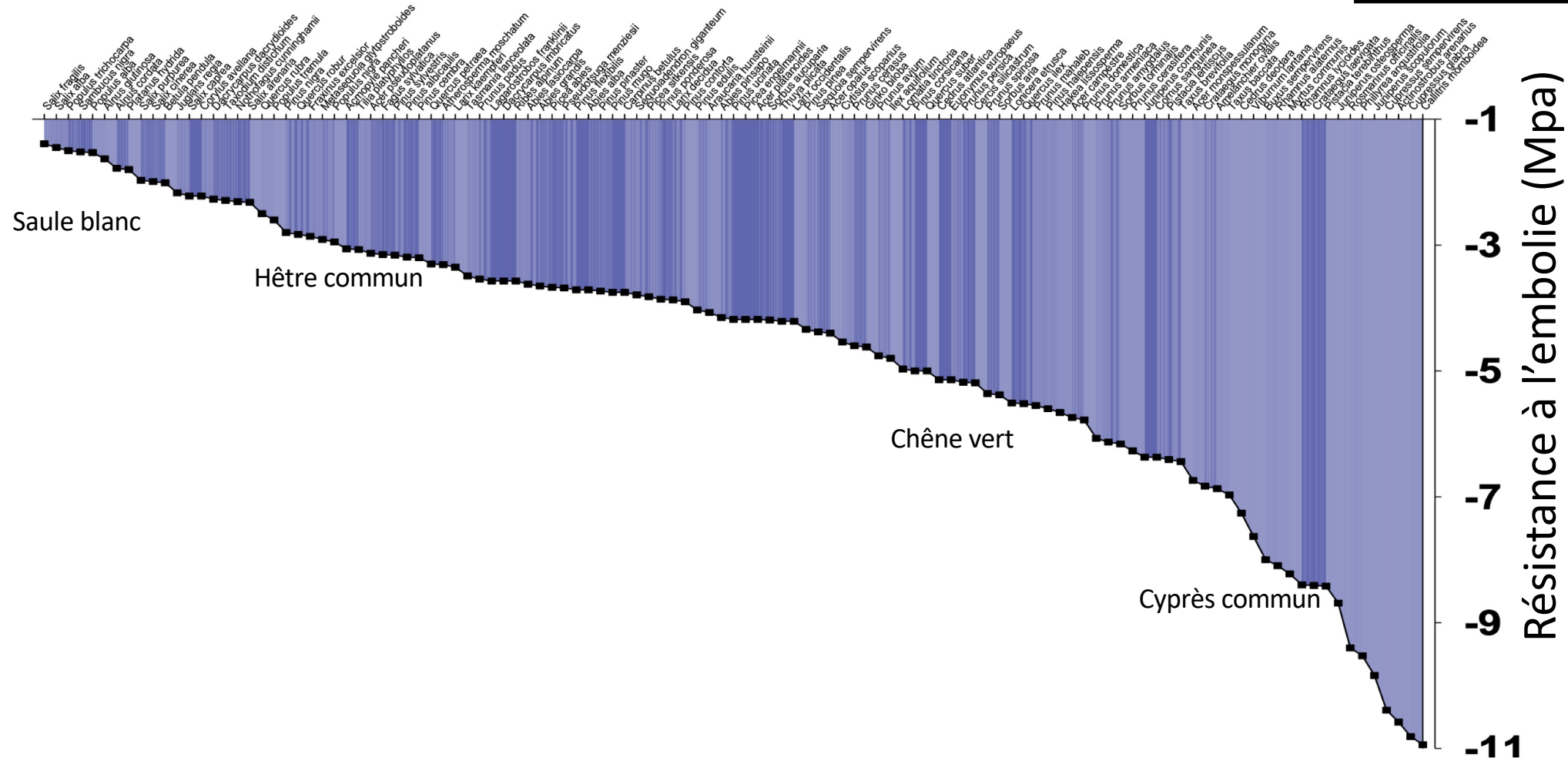


# Vulnérabilité des arbres au changement climatique : risque d'embolie

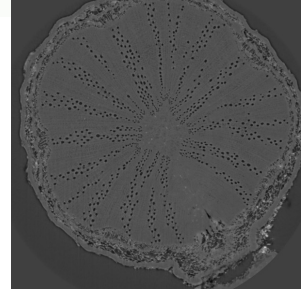
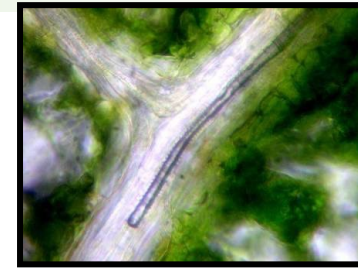


# Vulnérabilité des arbres au changement climatique : risque d'embolie

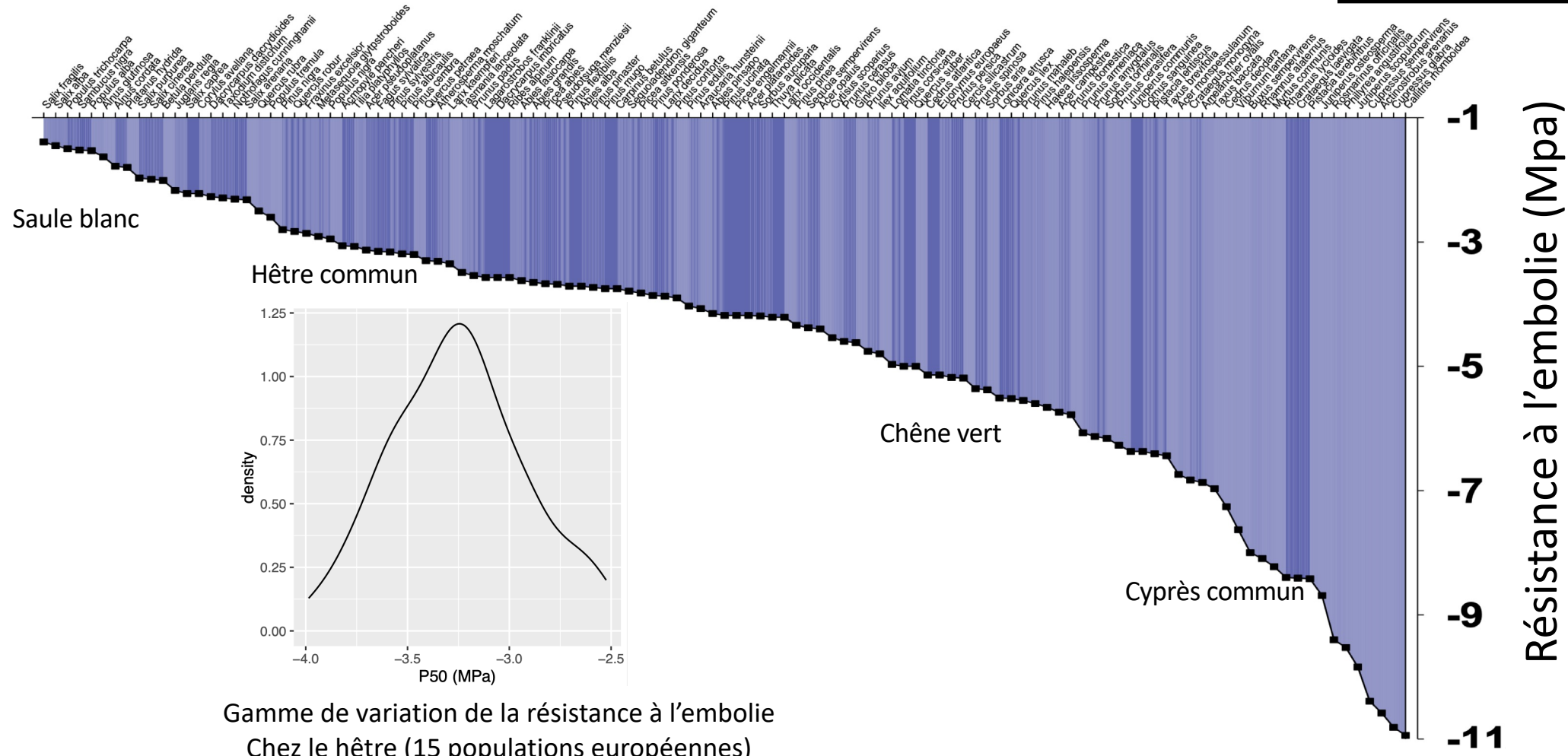
## Une grande diversité de résistance à la sécheresse chez les arbres



# Vulnérabilité des arbres au changement climatique : risque d'embolie



Une grande diversité de résistance à la sécheresse chez les arbres

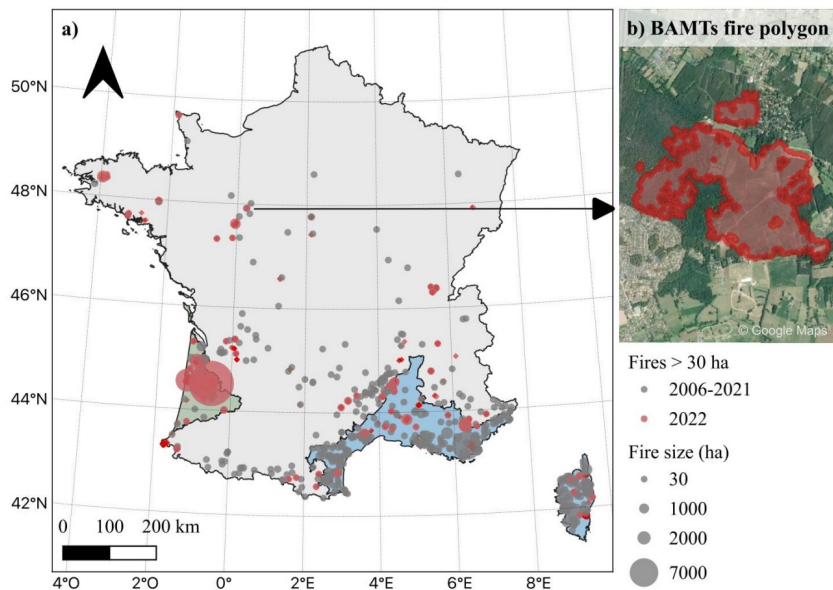


Gamme de variation de la résistance à l'embolie  
Chez le hêtre (15 populations européennes)

# Les impacts du changement climatique : incendies

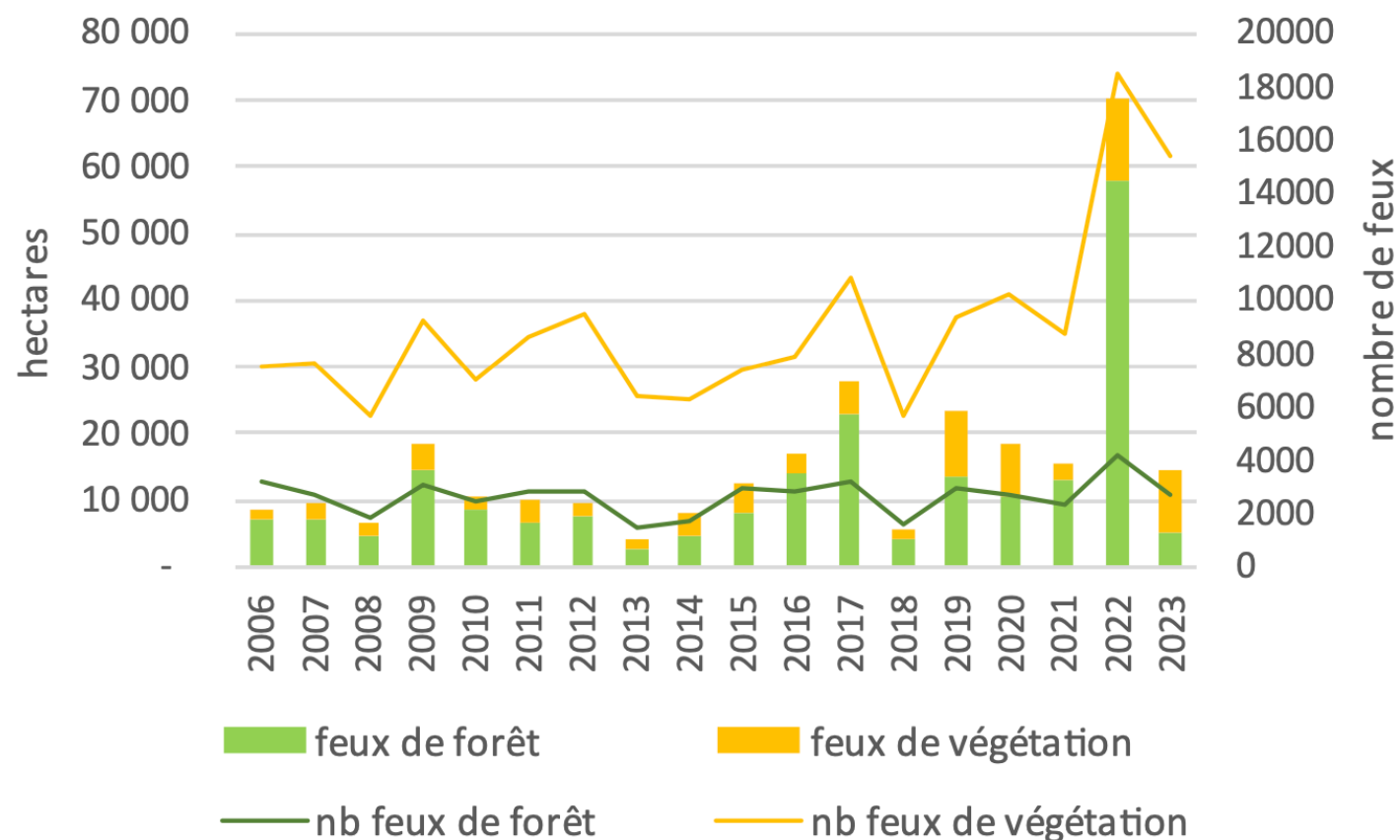


Surfaces incendiées reconstituées par satellites



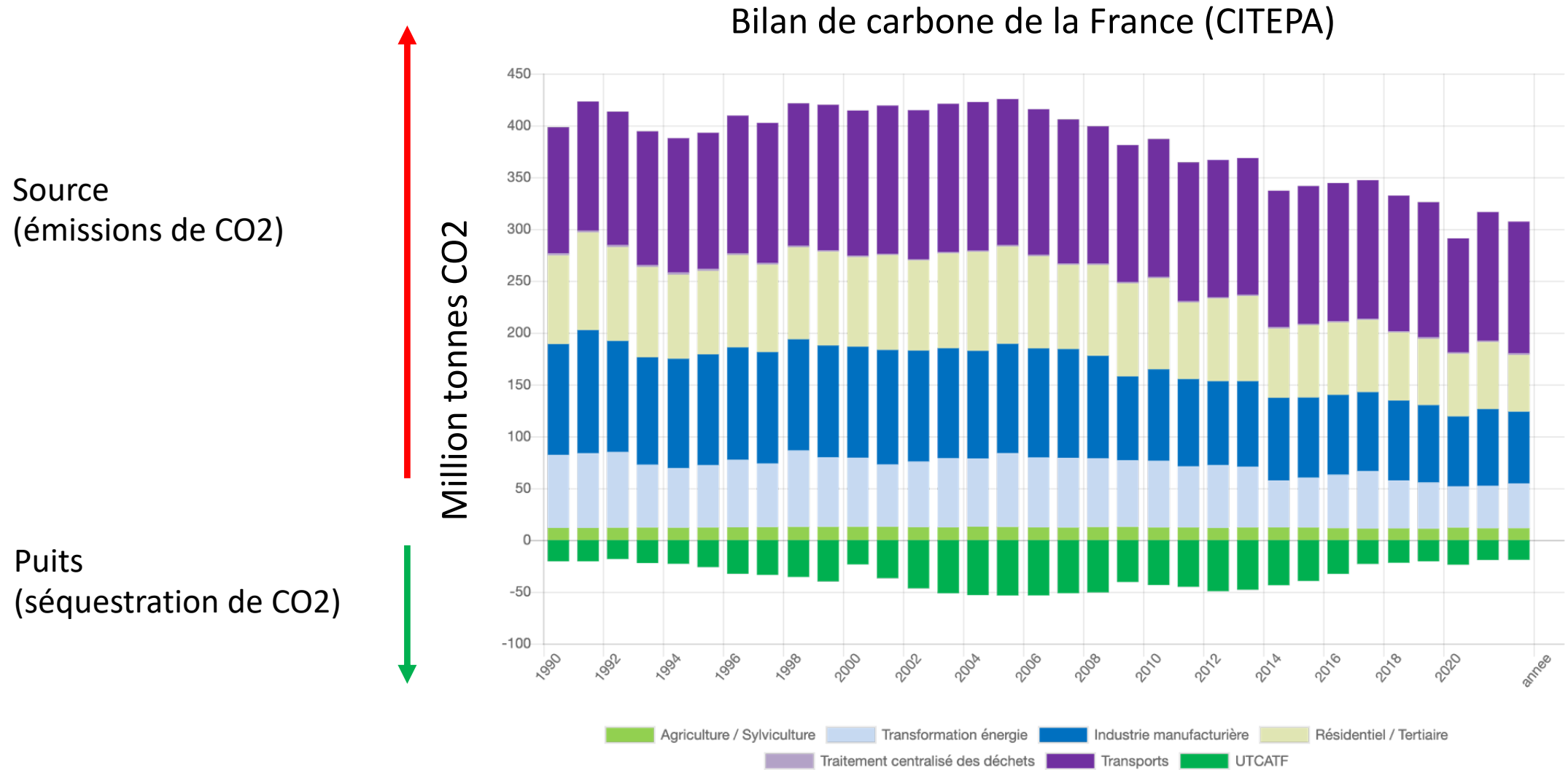
Vallet et al 2023

## Surfaces brûlées et nombre de feux France hexagonale (2006- 2023)



ONF bilan incendies 2023

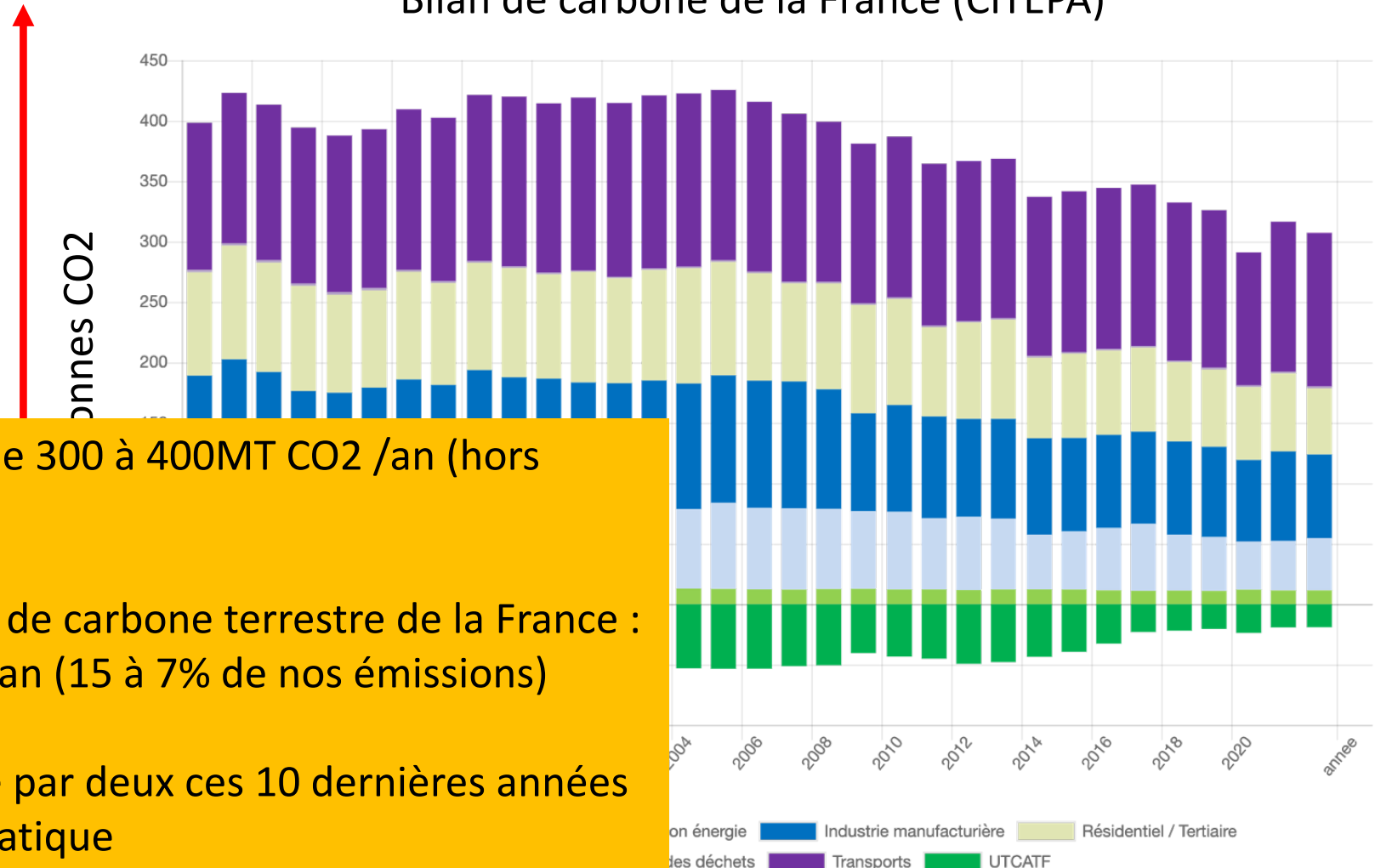
# Effet du changement climatique sur le puits de carbone forestier



# Effet du changement climatique sur le puits de carbone forestier

Bilan de carbone de la France (CITEPA)

Source  
(émissions de CO<sub>2</sub>)



- En France nous avons émis de 300 à 400MT CO<sub>2</sub> /an (hors importation)
- La forêt est le principal puits de carbone terrestre de la France : elle a capté 60 à 30 Mt CO<sub>2</sub>/an (15 à 7% de nos émissions)
- Le puits forestier a été divisé par deux ces 10 dernières années à cause du changement climatique

Données du CITEPA\*

\*Centre interprofessionnel technique d'études de la pollution atmosphérique

# Programmes d'adaptation de la filière forêts-bois au changement clim.



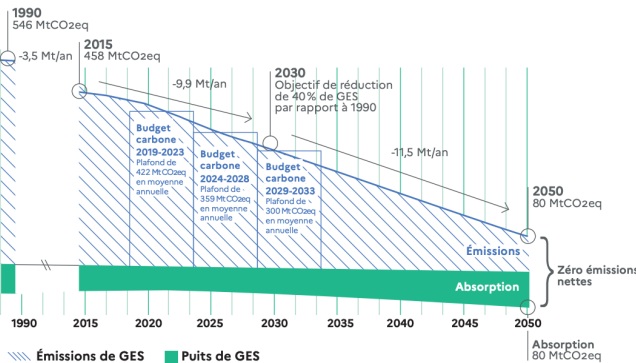
## Stratégie nationale bas-carbone



SNBC (2015, 2020, 2025..)



Évolution des émissions et des puits de GES sur le territoire français  
entre 1990 et 2050 (en MtCO<sub>2</sub>eq). Inventaire CITEPA 2018 et scénario SNBC révisée (neutralité carbone)



La SNBC s'appuie sur un scénario prospectif d'atteinte de la neutralité carbone à l'horizon 2050, sans faire de paris technologiques. Celui-ci permet de définir un chemin crédible de la transition vers cet objectif, d'identifier les verrous technologiques et d'anticiper les besoins en innovation.

PNFB 2016-2026 :

## PROGRAMME NATIONAL DE LA FORÊT ET DU BOIS 2016-2026

### Augmenter les prélèvements et renouveler la forêt

#### UN PROGRAMME AVEC QUATRE OBJECTIFS :

- Le premier objectif vise à augmenter les prélèvements de bois en France tout en assurant le renouvellement de la forêt. La forêt française est actuellement sous-utilisée et en constante augmentation depuis un siècle. Une meilleure gestion permettra de développer l'économie de la filière forêt-bois et de préparer l'avenir.
- Le deuxième objectif entend intégrer pleinement les attentes des citoyens vis à vis de la forêt. En effet, la forêt est à la fois un lieu récréatif, un espace de préservation de la biodiversité, qui assure des paysages de qualité. Elle est également source d'emplois dans les territoires et de richesse économique. Enfin, elle permet l'approvisionnement en bois pour se chauffer ou produire de l'énergie. Il est donc important de sensibiliser et de communiquer vers le grand public sur les enjeux de la forêt avec notamment des actions d'éducation. Le programme national sera adapté dans chaque région française par une déclinaison en Programmes régionaux de la forêt et du bois (PRFB). Le PNFB prévoit l'implication des collectivités territoriales dans des projets locaux et durables.
- Le troisième objectif se construit autour de la prise en compte du changement climatique. La forêt a un grand rôle à jouer dans l'absorption du carbone et donc dans la réduction des gaz à effet de serre. Le changement climatique va impacter directement les forêts et leur biodiversité. Il est donc nécessaire de préparer l'avenir.
- Le quatrième objectif vise à créer des débouchés aux produits issus des forêts françaises et d'adapter la gestion des forêts aux besoins du marché. En effet, si la France possède l'un des plus beaux massifs d'arbres feuillus du monde (chênes, peupliers...) et est le deuxième producteur européen en sciages feuillus, les besoins en bois pour la construction, l'agencement ou encore l'ameublement se concentrent sur les essences résineuses comme le sapin, le pin ou l'épicéa.

## Plan de renouvellement « Macron » : planter 10 milliards d'arbres

### OBJECTIF FORÊT

Rapport du comité spécialisé  
« gestion durable des forêts »  
en vue de l'élaboration du plan national  
de renouvellement forestier

26 juillet 2023



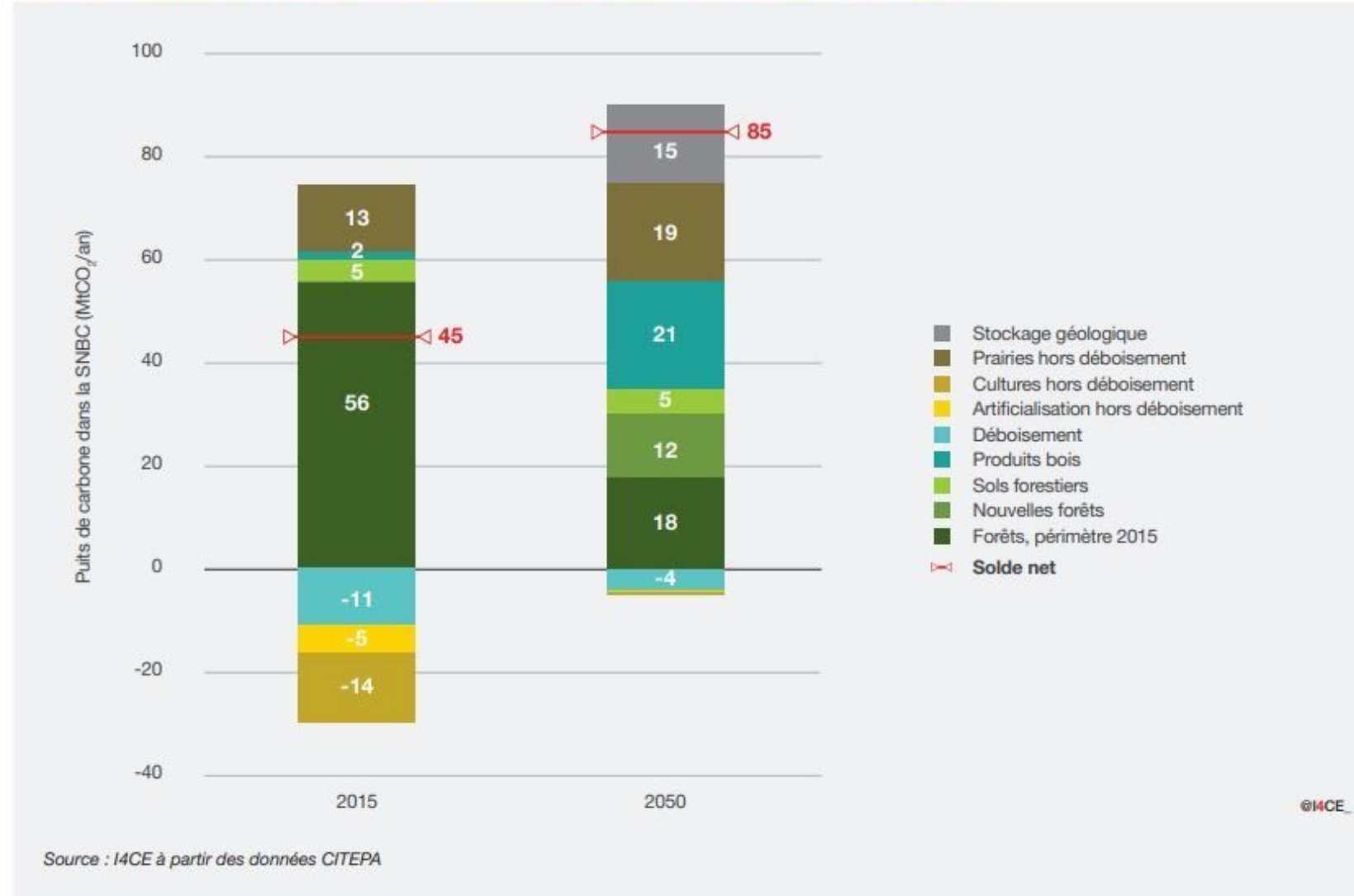
#### Comment pouvons-nous renouveler les forêts ?

Pour renouveler les forêts, nous devons :

- reconstituer les forêts sinistrées (scolytes, incendies...) ou qui manifestent un dépérissement avancé (sous les effets du changement climatique, par exemple de sécheresses).
- Adapter sans attendre les peuplements forestiers identifiés comme vulnérables aux futures conditions climatiques.
- Améliorer les peuplements forestiers pauvres pour leur permettre de séquestrer davantage de carbone et de produire à terme du bois d'œuvre, nécessaire à la décarbonation de notre économie, par exemple en le secteur de la construction.

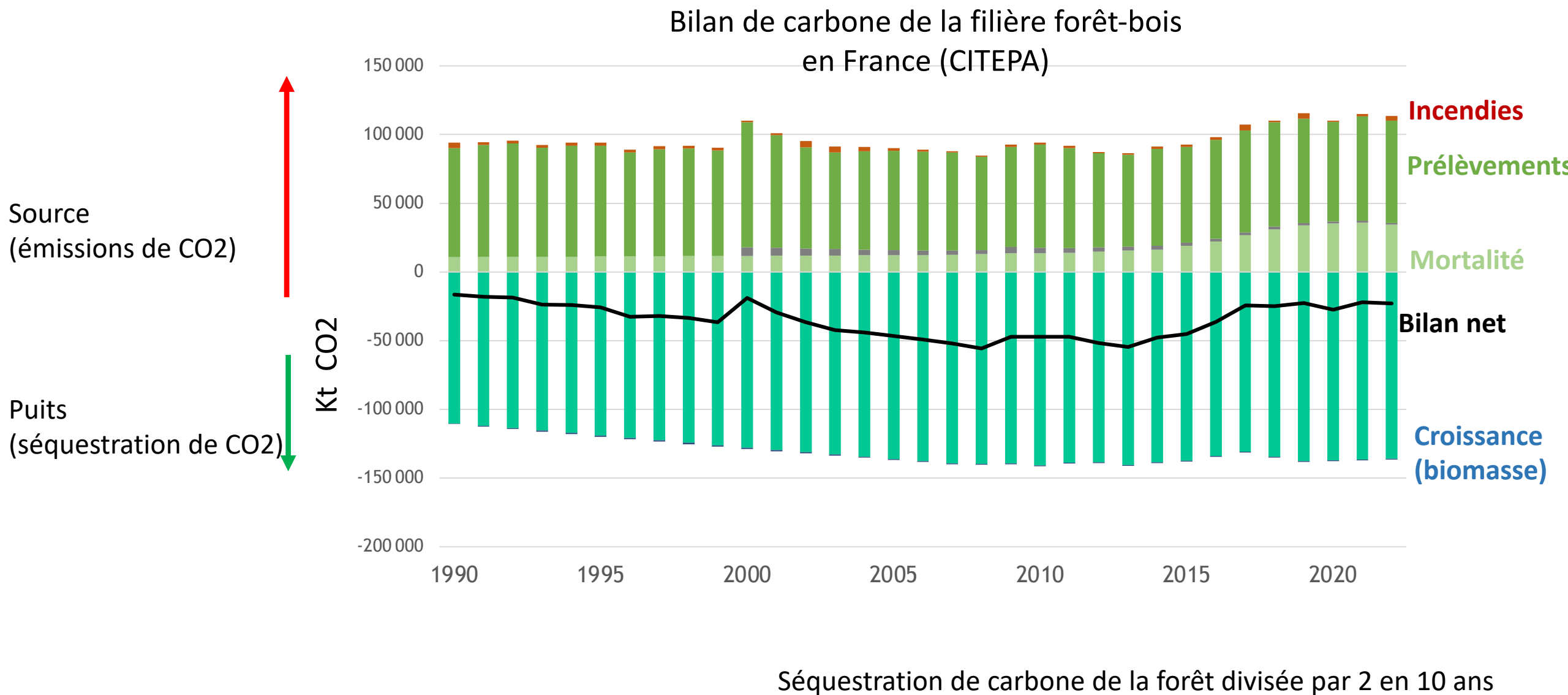
# Stratégie Nationale Bas Carbone (SNBC) dans le secteur forestier

FIGURE 1. PUIXS DE CARBONE DANS LA STRATÉGIE NATIONALE BAS-CARBONE (SNBC)

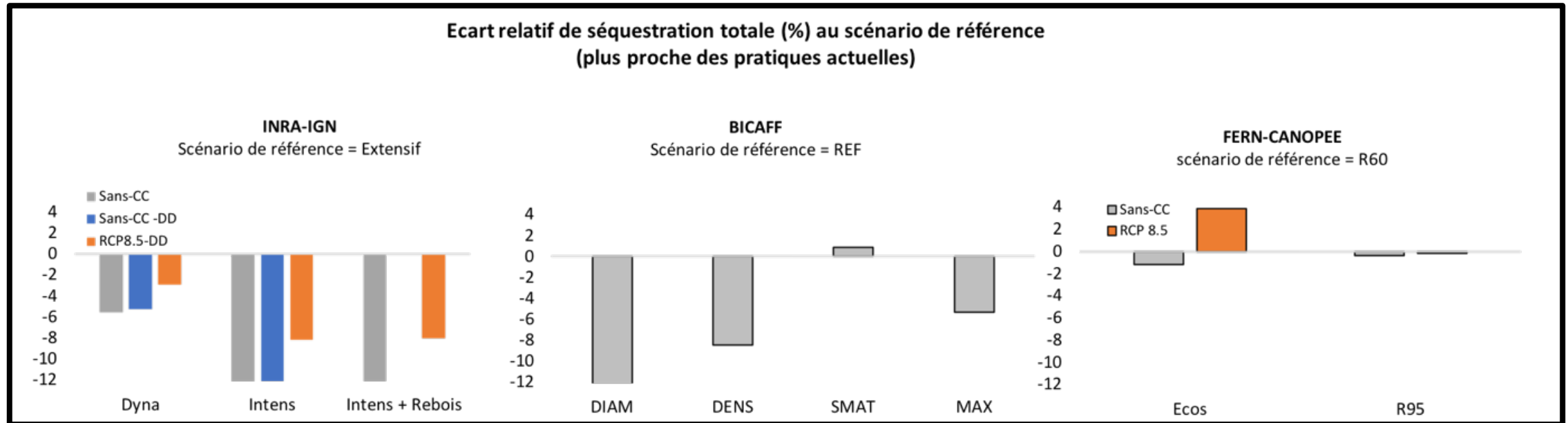
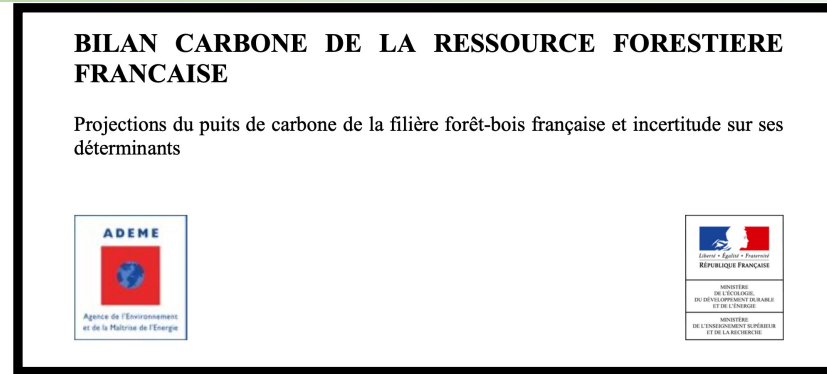


La SNBC propose un renouvellement massif des forêts par coupe sanitaire et plantations, soutenu par le plan de renouvellement et des outils de compensation comme le Label Bas Carbone

# Evolution du puits de carbone forestier



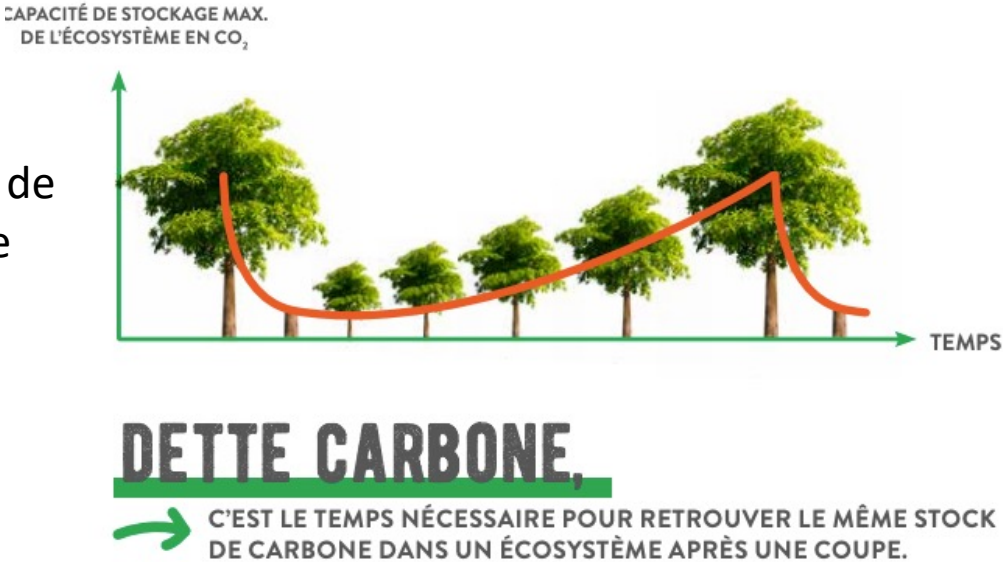
# 3 études sur l'intensification de la gestion et le bilan C de la filière à l'horizon 2050



**Aucune des études ne montre un effet bénéfique de l'intensification de la gestion sur le bilan de carbone de la filière**

# Des politiques de renouvellement massives risquées pour le carbone et pour la biodiversité, la résilience

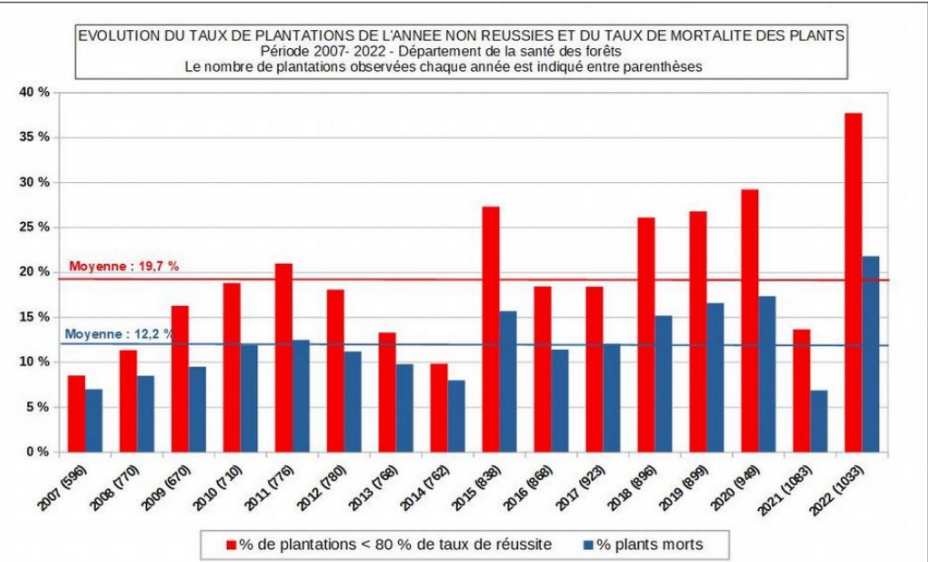
La coupe des arbres entraîne un déstockage de carbone et une dette de plusieurs années à décennies



Perte de biodiversité en forêt gérées trop intensément



Echecs massifs des plantations suite à des coupes souffrent de l'altération de l'ambiance forestière



▲ Cavité basse en formation sur un hêtre, issue de la coupe d'une jumelle.

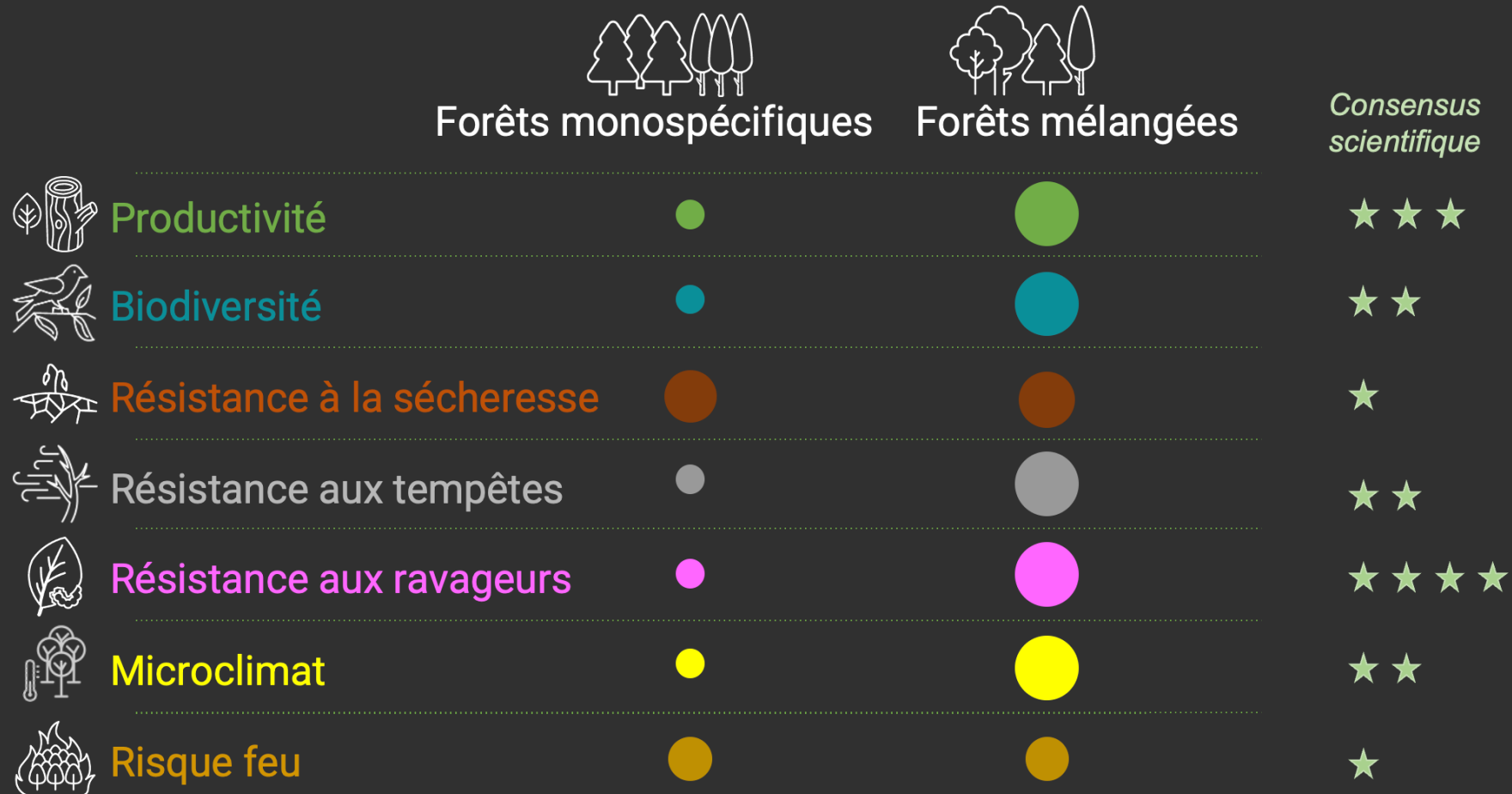
Crédit : Amaboldi / ONF

# Défis pour la résilience : (1) Maintenir les forêts !



# Défis pour la résilience : (2) Augmenter la diversité !

## Défis pour la filière forêts bois : diversifier les forêts



Crédit : X. Morin (CEFE, CNRS)

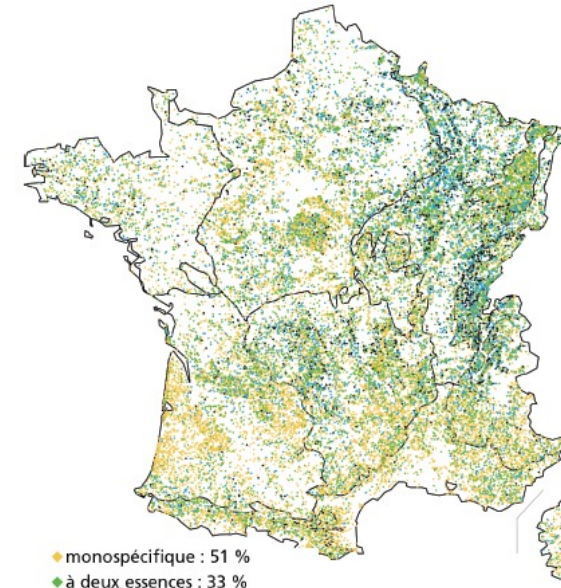
# Défis pour la résilience : (2) Augmenter la diversité !

## Défis pour la filière forêts bois : diversifier les forêts

|                                                                                                                     | <br>Forêts monospécifiques | <br>Forêts mélangées | <i>Consensus scientifique</i> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
|  <b>Productivité</b>               |                            |                      | ★ ★ ★                         |
|  <b>Biodiversité</b>               |                            |                      | ★ ★                           |
|  <b>Résistance à la sécheresse</b> |                            |                      | ★                             |
|  <b>Résistance aux tempêtes</b>    |                            |                      | ★ ★                           |
|  <b>Résistance aux ravageurs</b>  |                          |                     | ★ ★ ★ ★                       |
|  <b>Microclimat</b>              |                          |                    | ★ ★                           |
|  <b>Risque feu</b>               |                          |                    | ★                             |

Crédit : X. Morin (CEFE, CNRS)

## Types de peuplement (données IFN)



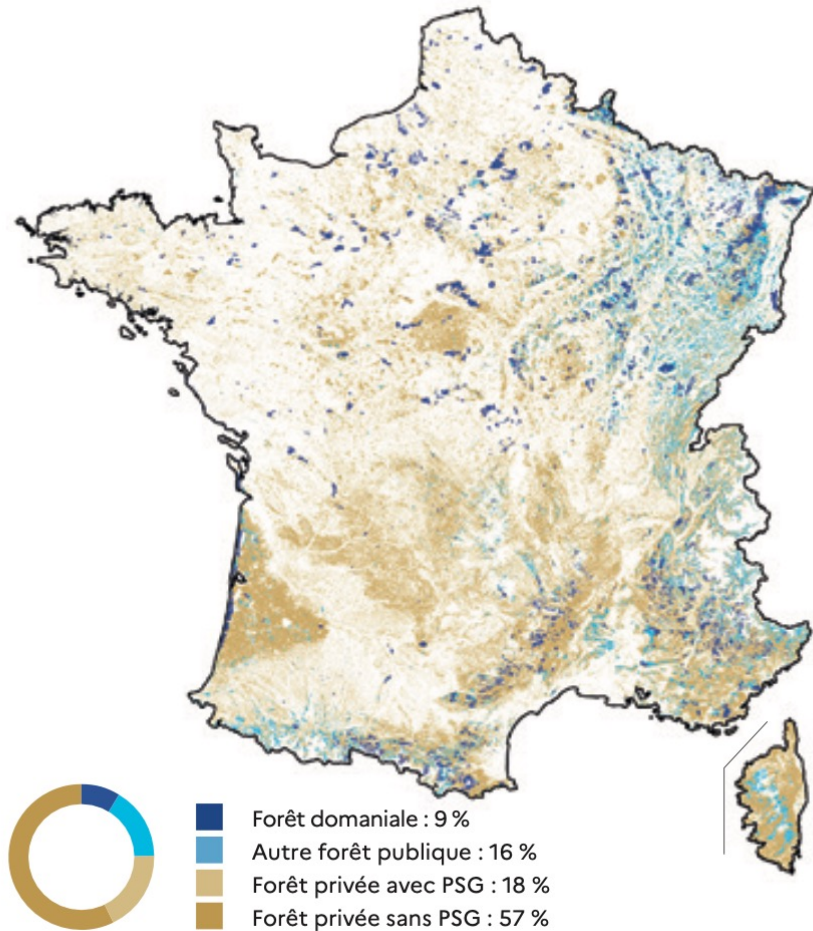
◆ monospécifique : 51 %  
◆ à deux essences : 33 %  
◆ à trois essences : 12 %  
◆ à quatre essences ou plus : 4 %

Les parcelles en France sont  
largement monospécifiques

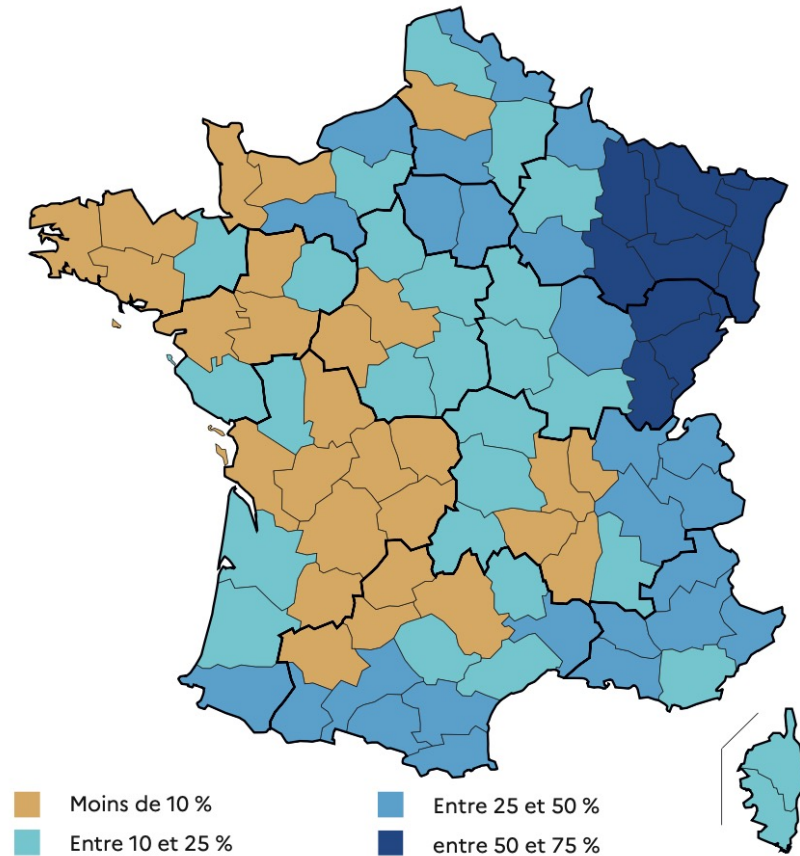
# Défis pour la résilience : (3) le morcellement de la propriété foncière

## Une forêt majoritairement privée et sans plan de gestion...

RÉPARTITION DE LA PROPRIÉTÉ FORESTIÈRE



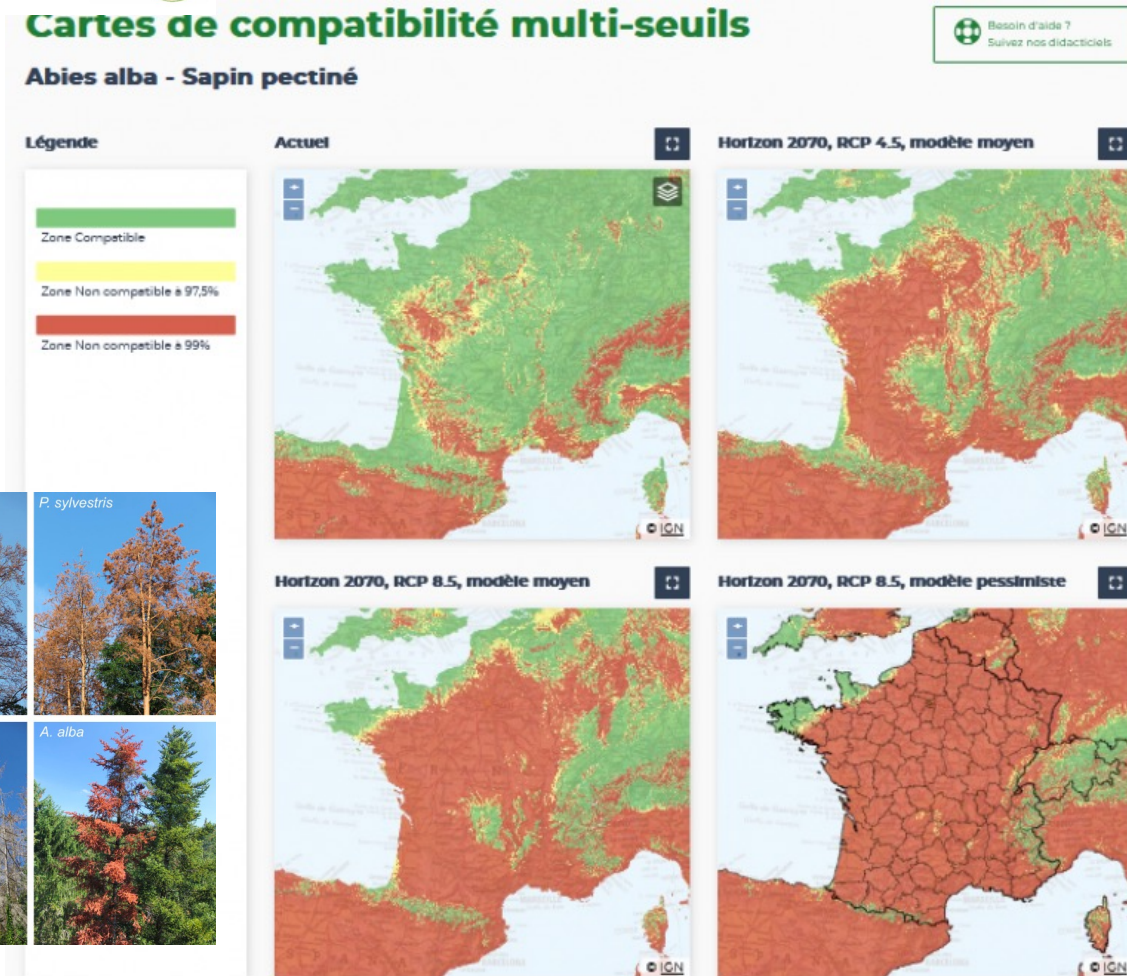
PART DE LA SURFACE FORESTIÈRE PUBLIQUE  
PAR DÉPARTEMENT



# Défis pour la résilience : (4) les outils de surveillance & d'aide à la décision



IKSMaps



Outils d'aide à la décision disponibles aujourd'hui sont très simplifiés :

- ne regardent que la compatibilité climatique des espèces
- négligent la diversité des stations (sol, topo, des modes de gestions)
- négligent la variabilité au sein des espèces.

Pourtant on sait qu'il existe une grande variabilité de résistance à la sécheresse au sein des espèces

Il existe des outils plus complets développés par la recherche qui doivent être transférés aux acteurs de la gestion



## Synthèse

1. La forêt fournit de nombreux services écosystémiques dont l'atténuation du changement climatique (15 à 8% de nos émissions)
2. Elle subit de plein fouet le changement climatique (baisse par 2 de la séquestration de CO2 en 10 ans)
3. Les politiques d'adaptation s'appuient sur une stratégie de renouvellement risquée pour le carbone, la résilience, la biodiversité ...

## Préconisations

- Maintenir les forêts
- Privilégier la régénération naturelle au lieu des coupes rases suivies de plantations
- Garder de vieux arbres (réservoirs génétiques et de biodiversité)
- Diversifier les essences et favoriser la diversité génétique
- Lutter contre le morcellement pour développer des plans de gestion concertés
- Améliorer les outils et la concertation





**Merci pour votre  
attention !**



Merci à Xavier Morin, Joannes Guillemot, Léa  
Veullen, Julien Ruffault, Hervé Cochard, Isabelle  
Chuine