

Webinaire #1

# ENJEUX CARBONE ET VULNÉRABILITÉ AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

La web-conférence démarrera dans quelques instants

# Quelques règles pour le webinar

## Audio

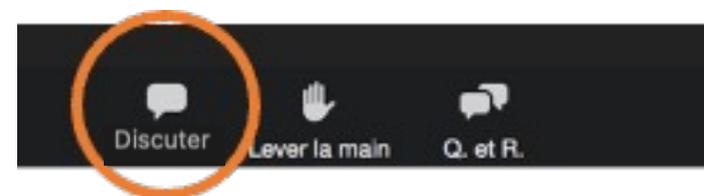
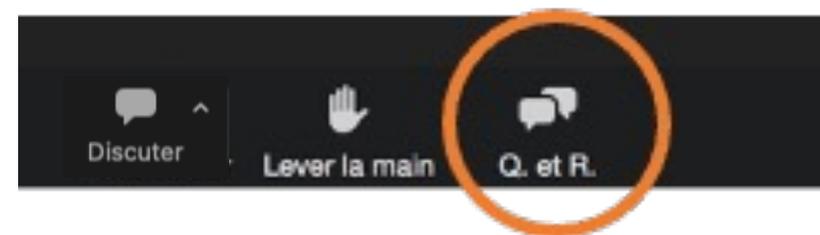
- Seuls les intervenants peuvent prendre la parole
- Vous pouvez adresser vos questions et remarques par écrit

## Poser une question aux intervenants

- Utilisez l'interface « Q&R » en bas de l'écran
- Limitez vos questions à 1 ou 2

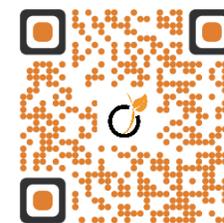
## Signaler un problème technique

- Utilisez l'interface « Discuter » en bas de l'écran



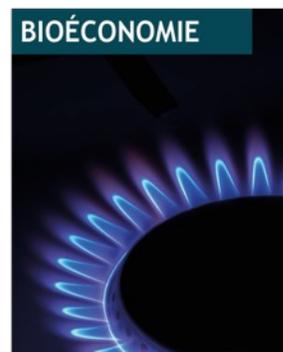
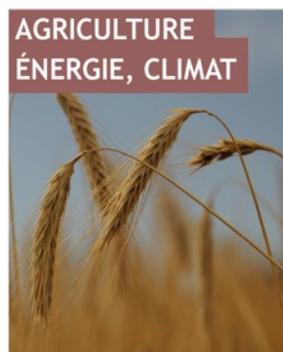
# SOLAGRO

**Association** au service des transitions  
énergétique, climatique, agroécologique et alimentaire, depuis 1981



**3 métiers** : Ingénierie-conseil, Recherche-prospective, Diffusion et partage des savoirs

**7 activités** :



# Prochains webinaires

Jeudi 30 Mars - 13h à 14h



Jeudi 20 Avril - 13h à 14h



## Table ronde

Vendredi 23 juin de 9h30 à 12h30

**Afterres2050**

# Les intervenants



Florin Malafosse

*Responsable territoires, forêt et bois à Solagro*



Sylvain Doublet

*Responsable de l'activité bioressources  
et prospective à Solagro*

# Ordre du jour

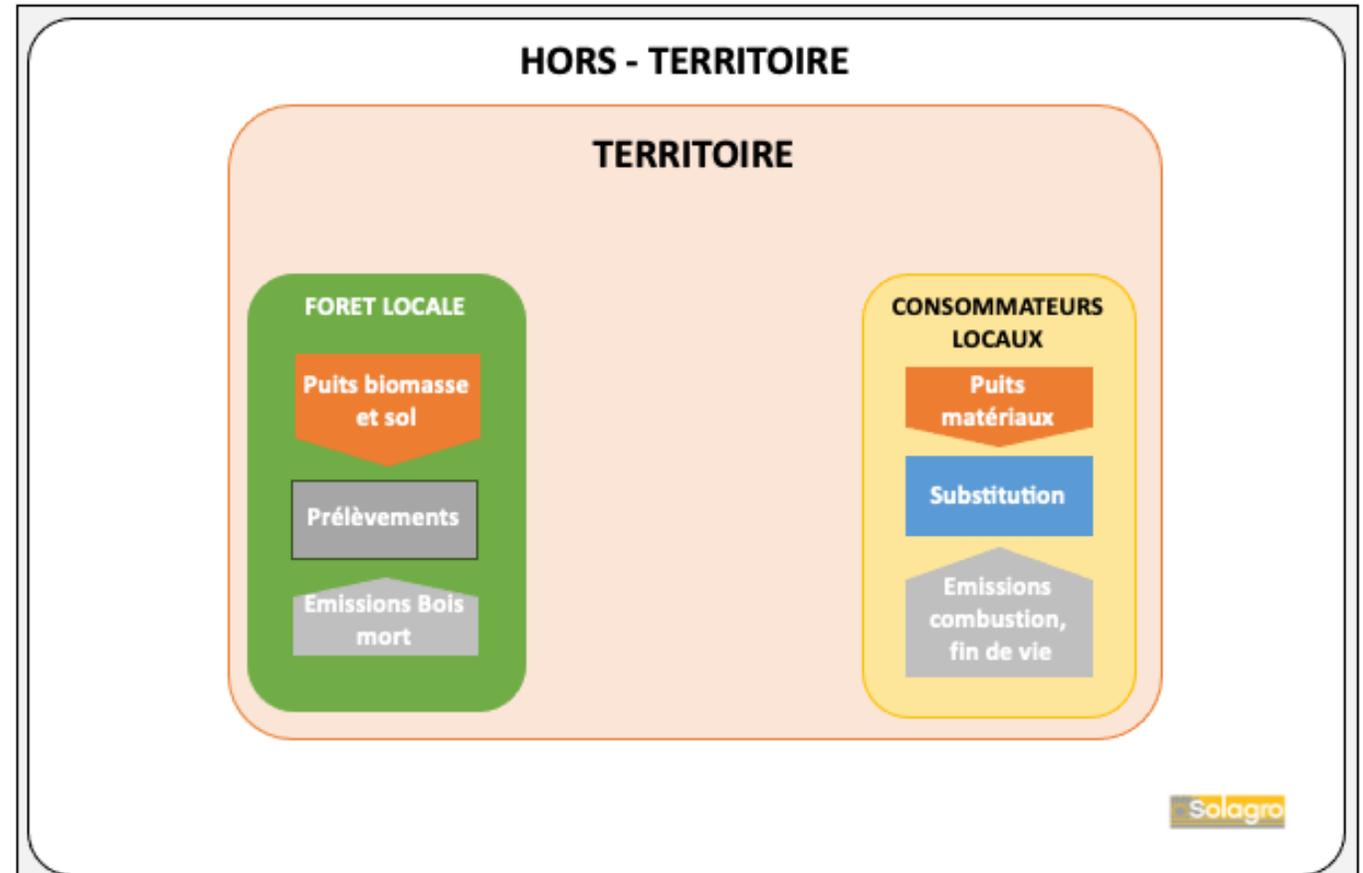
- Compter le carbone en forêt et dans la filière
- Différentes analyses du bilan carbone à la maille France
- Focus sur la substitution
- Comprendre l'impact des itinéraires sylvicoles
- Le puits de carbone forestier : des perspectives alarmantes



# Compter le carbone en forêt et dans la filière

# Compter le carbone en forêt et dans la filière

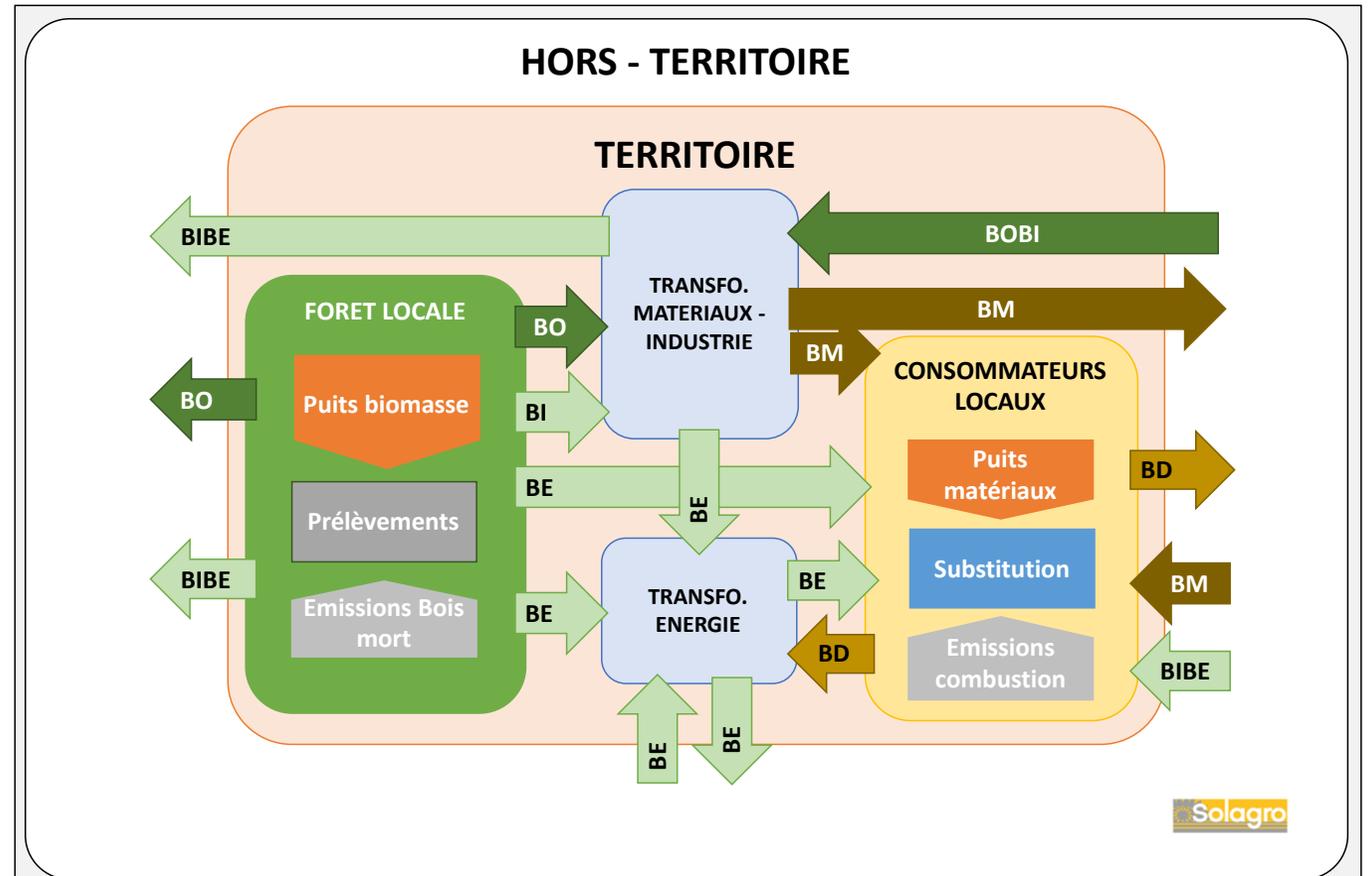
- Flux de carbone en forêt :
  - **Puits biomasse (et sols) +**
  - **Prélèvements en forêt -**
  - **Emissions du bois mort -**
- Flux dans les usages énergie / matériaux :
  - **Puits matériaux** : mise en œuvre – mise au rebut +
  - **Emissions combustion** (non comptabilisées pour éviter un double compte)
  - **Substitution** : comparaison avec des matériaux et combustibles « concurrents »



# Compter le carbone en forêt et dans la filière

Des flux qui se compliquent considérablement lorsqu'on introduit :

- Des échanges avec les territoires voisins
- des unités de transformation sur le territoire



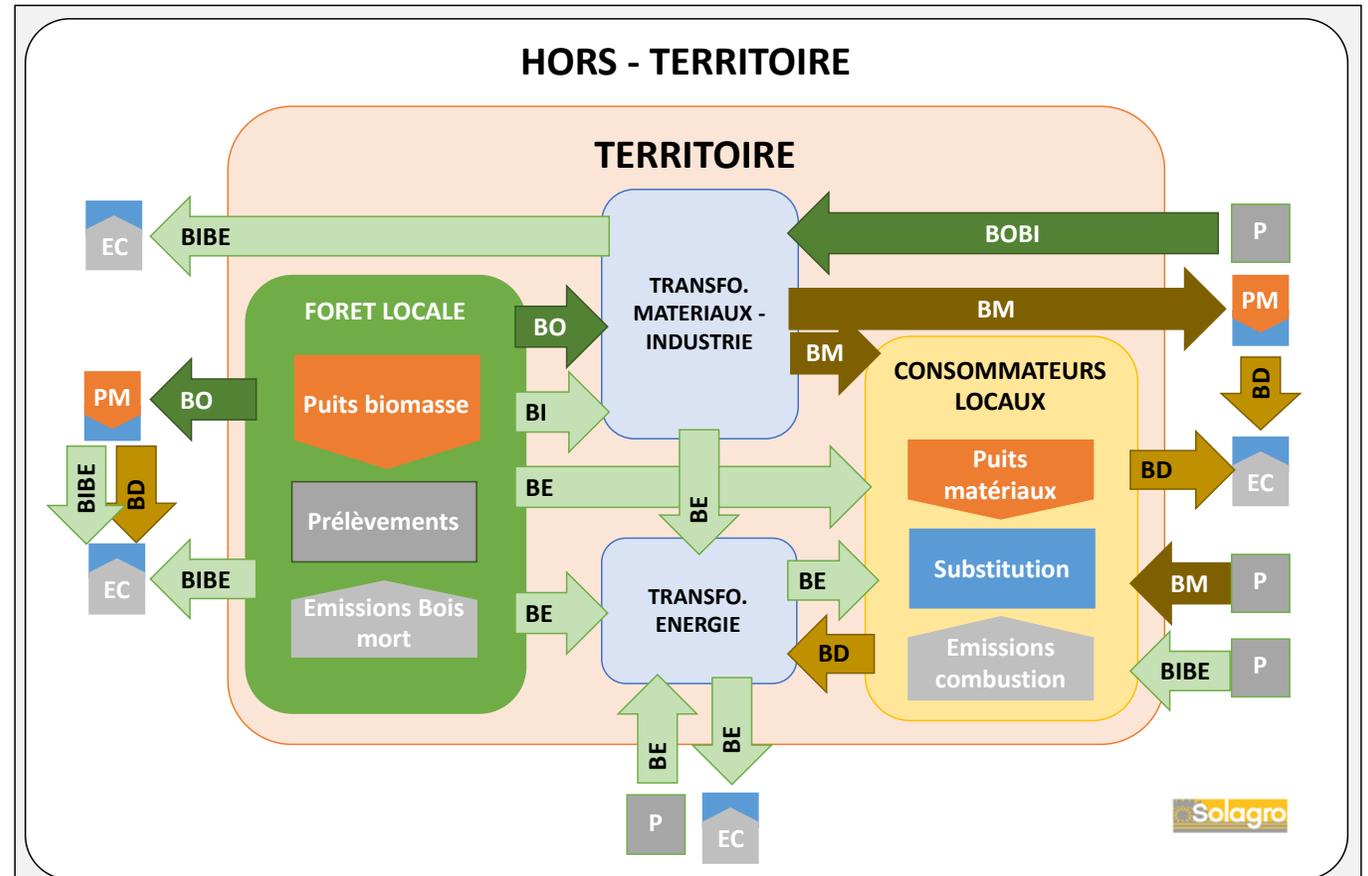
## FLUX MATIERE

- BO** Bois d'œuvre (Billes)
- BI** Bois d'industrie
- BE** Bois énergie
- BM** Bois matériaux
- BD** Bois déchet

# Compter le carbone en forêt et dans la filière

→ Des flux de carbone et mécanismes de substitution complexes à quantifier

- A la parcelle ou au produit : possible avec une bonne traçabilité mais ne renseigne pas sur l'ensemble de la filière
- Très compliqué à l'échelle du massif ou même de la région
- Pertinent à l'échelle nationale (outil statistique plus fourni)



## FLUX MATIERE

- BO** Bois d'œuvre (Billes)
- BI** Bois d'industrie
- BE** Bois énergie
- BM** Bois matériaux
- BD** Bois déchet

## FLUX CARBONE

- P** Prélèvement
- EC** Emissions de combustion / Substitution énergétique
- PM** Puits matériaux / substitution matériaux



# Différentes analyses du bilan carbone à la maille France

## → IGN INRA 2017 : Quel rôle pour les forêts et la filière forêt-bois françaises dans l'atténuation du changement climatique? Une étude des freins et leviers forestiers à l'horizon 2050.

- **Modèles :**

- **IGN Margot** : évolution des stocks sur pied, des volumes annuels de bois mort ainsi que des volumes récoltes selon leurs usages
- **Modèle économique FFSM**
- **Modèle GO+** pour simuler des crises de mortalité

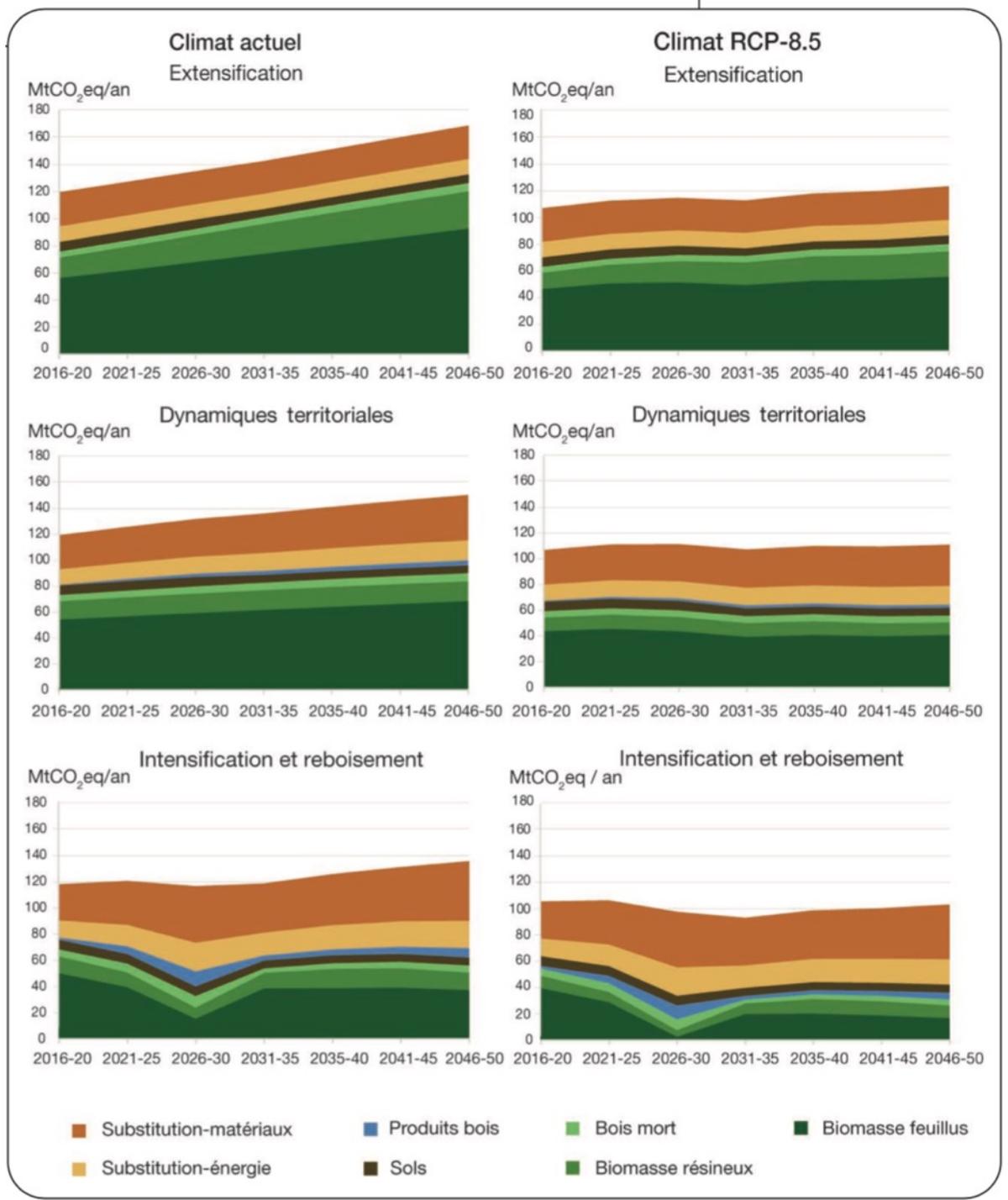
- **3 Scénarios détaillés :**

- **Extensification** : maintien du volume prélevé en 2015 (50 Mm<sup>3</sup> VAT)
- **Dynamiques territoriales** : Maintien du taux de coupe autour de 50 % de l'accroissement, soit une augmentation des prélèvements (70 Mm<sup>3</sup> VAT), augmentation importante du Bois énergie pour la chaleur
- **Intensification** : Forte augmentation des prélèvements (90 Mm<sup>3</sup> VAT), développement de nouveaux usages énergie (chaleur, électricité, biocarburants)
- Une variable : « **intensification avec plan de reboisement** »

# IGN INRA 2017 : synthèse des résultats

Comparaison des bilans carbone de la filière forêt-bois française  
des trois scénarios de gestion, climat actuel et RCP-8.5  
(en MtCO<sub>2</sub> eq/an).

Source : Edition Quae

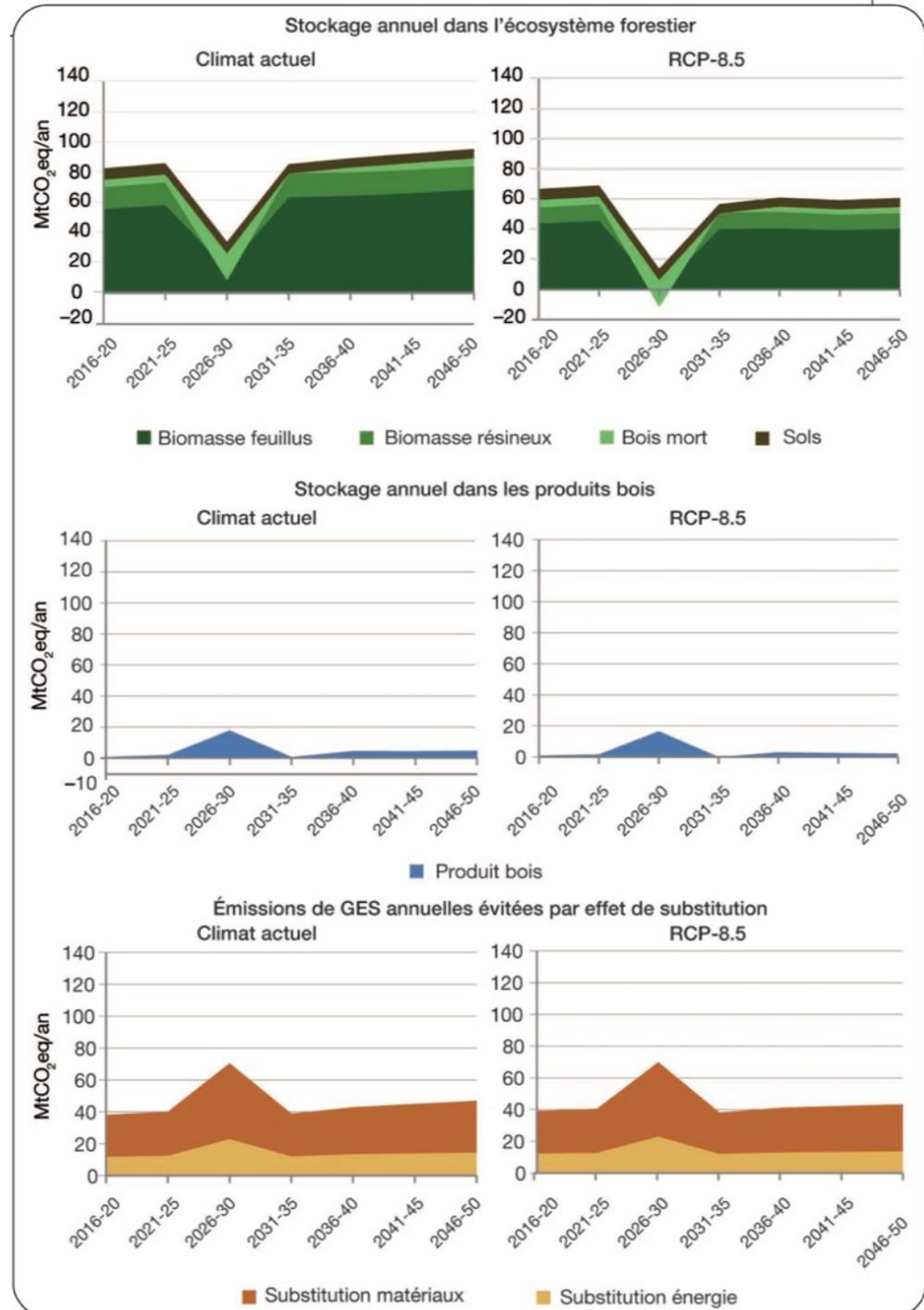


## IGN INRA 2017 : Simulation crises

- **Incendies** : des impacts carbone faibles
- **Tempêtes** : des impacts potentiellement très importants, qui se résorbent en 20 ans environ
- **Crise biotique** : conséquences plus étalées, impacts en fonction des essences touchées

*Impact sur les composantes du bilan carbone d'une tempête suivie de pullulations de scolytes et d'incendies, scénario « Dynamiques territoriales », climat actuel et RCP-8.5 (en MtCO<sub>2</sub>eq/an).*

*Source : Edition Quae*

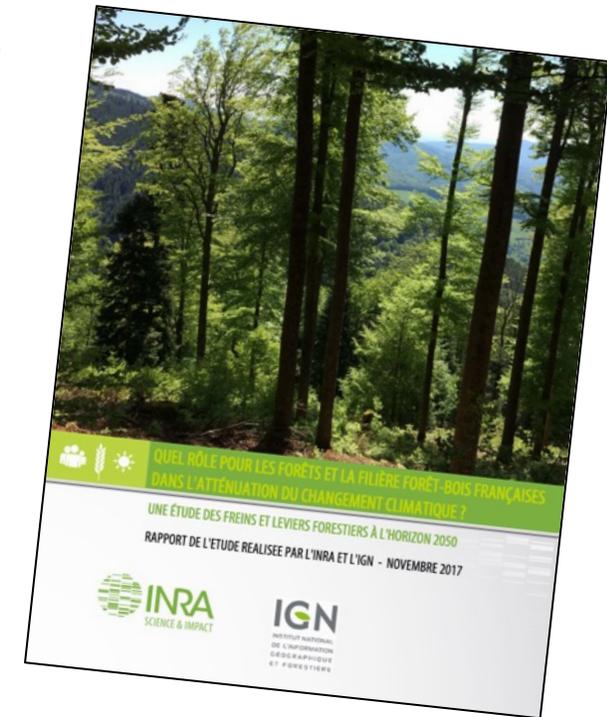


## IGN INRA 2017 : Principales conclusions

- Report et compensation entre compartiments assurent une stabilité au puits de carbone forêt-filière quelque soit le scénario :

*« les trois stratégies de gestion forestière envisagées ici peuvent, en dépit des intenses débats qu'elles provoquent actuellement, être considérées comme difficilement différenciables en matière de bilan carbone cumulé à l'horizon 2050. »*

- Des incertitudes techniques fortes (projection long terme des modèles, coefficients substitution et demi-vie)
- Un bilan fortement tributaire des crises et impacts du Changement climatique

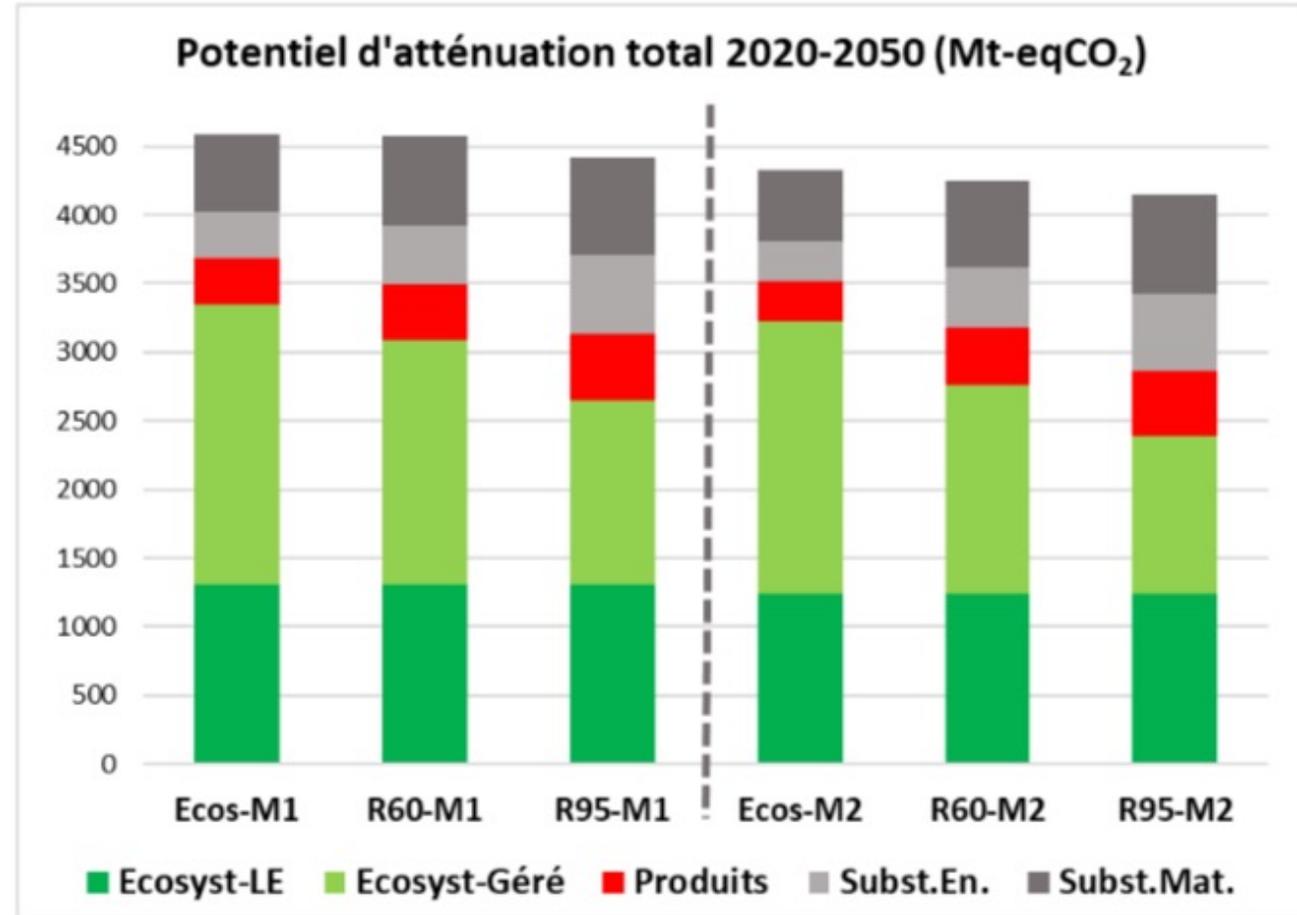


## → Amis de la Terre, Fern, Canopée 2020 : Gestion forestière et changement climatique Une nouvelle approche de la stratégie nationale d'atténuation.

- **Modèle par écologie des écosystèmes et peuplement**
  - modèle de croissance  
(Production – mortalité – récolte)
  - Approche statistique
- **3 scénarios :**
  - « Eco » : Diminution des prélèvements
  - « R60 » : Maintien du niveau de prélèvement
  - « R95 » : Augmentation forte des prélèvements, au niveau SNBC 2
- **2 hypothèses de niveau de mortalité : M1 et M2**

→ Amis de la Terre, Fern, Canopée 2020 : Gestion forestière et changement climatique  
Une nouvelle approche de la stratégie nationale d'atténuation.

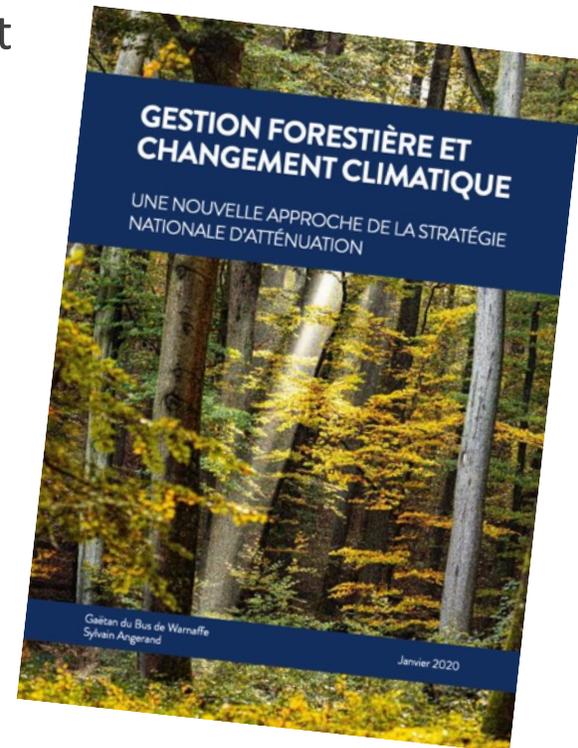
- Des conclusions proches de l'étude INR-IGN :
  - Report entre compartiments
  - Avantage très modéré aux scénarios de faibles prélèvements



## Amis de la Terre, Fern, Canopée 2020 :

« Pour stocker un maximum de carbone dans le système forêt-filière, on aura intérêt à :

- 1) Réduire tant que possible la mortalité naturelle en évitant les chocs microclimatiques, les plaies aux organes aériens, les stress racinaires, l'érosion physique et chimique des sols les monocultures fragiles sur le plan sanitaire ;
- 2) Augmenter la durée de décomposition du bois mort en stabilisant le microclimat ;
- 3) Augmenter la durée de vie des produits par optimisation de la hiérarchie des usages ;
- 4) Limiter les prélèvements surtout de branches (aucun prélèvement de souches) ;
- 5) Réduire les émissions de la filière pour maximiser les coefficients de substitution matériau. »



## → ADEME BICAFF 2017 : Projections du puits de carbone de la filière forêt-bois française et incertitude sur ses déterminants

- **Simulateur empirique de croissance forestière**
- **Scénarios sur 4 types de peuplements à 2040 :**
  - Forêts activement gérées
  - Forêts en surdensité
  - Forêts sur-matures
  - Forêts inexploitable

## → ADEME BICAFF 2017 : Pro incertitude sur ses détern

### Bilan carbone des différents scénarios

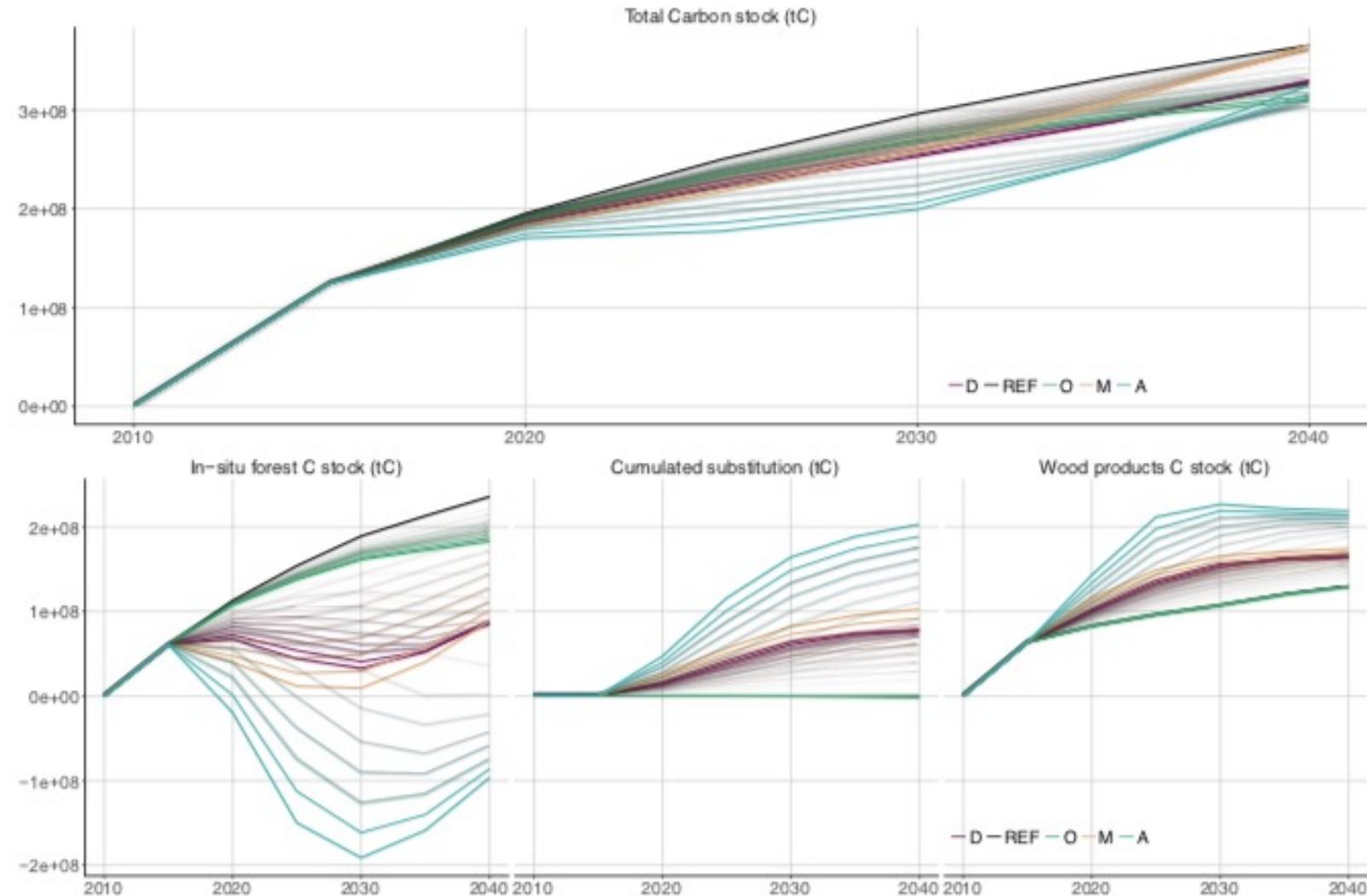
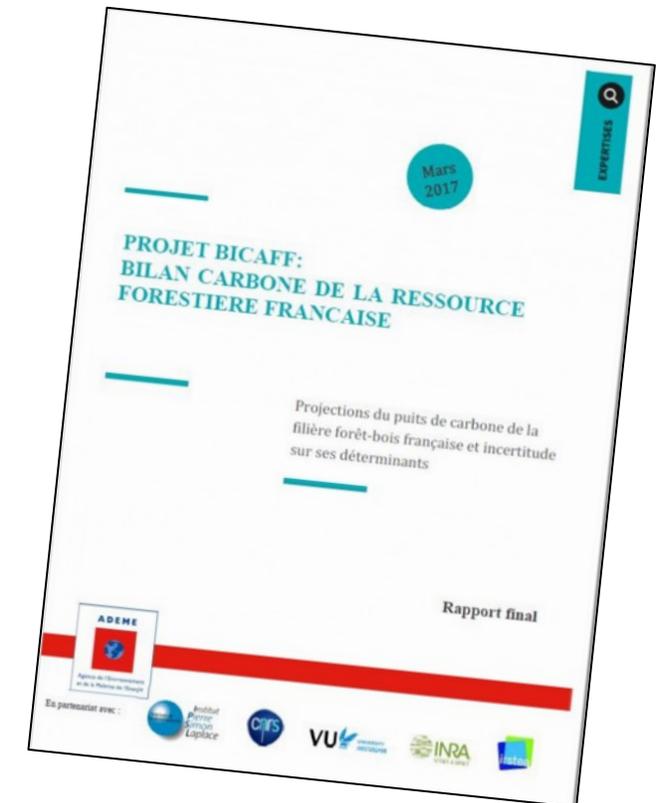


Figure 18 : Evolution du bilan carbone total de la forêt en prenant en compte la croissance en forêt, le stockage de carbone dans les produits bois et les émissions évitées par effet de substitution pour les scénarios BiCaFF. Hypothèses de calcul : densité bois : 106 kg/m<sup>3</sup>, 0,5 kg de bois sec par kg de bois brut, 0.5 tC/tbois sec. Les tableaux des valeurs sont donnés en annexe V.4.

## ADEME BICAFF 2017

*« Tous les scénarios de mobilisation accrue ont un stockage inférieur à celui du scénario de référence entre 2015 et 2040. »*



## Comparaison de quelques hypothèses

Durées de vie (demi Vie)	Gros bois mort F	Gros bois mort R	Menu Bois (<7cm)	Bois d'œuvre	Bois d'industrie	Bois énergie
IGN INRA	30	10	5	20	5	
Fern Canopée	19 - 36	10 - 13	0,5 - 4	40	30	
Durée de vie						
BICAFF				50	4	1,7

## Substitution

Coefficients retenus	BOBI	BE
IGN INRA	1,6	0,5
Fern Canopée	1,2	0,3
BICAFF	1,2	0,5



# Focus sur la substitution

# Déterminants des coefficients de substitution

## Chaleur :

- Emissions fioul-gaz-charbon

## Electricité :

- Décarbonation du mix (part ENR / nucléaire) en pointe hivernale

## Matériaux :

- Extraction, process, transport béton, acier, PVC, à service rendu équivalent

$$C = \frac{GES_{non-bois} - GES_{bois}}{Q_{bois} - Q_{non-bois}}$$

## Emissions Amont :

- exploitation, transformation, transport du bois

## Type de ressource :

- Bois « lié »
- Bois « fin de vie »
- Exploitation dédiée

## Quantité nécessaire selon l'usage:

- Rendement chaleur/électricité/gaz
- Caractérisation mécanique des matériaux

## Spécificités du bois :

- Taux d'humidité
- Essence

## → Et de leur évolution

- Quelle évolution des émissions des combustibles fossiles ? En fonction de leur « temps de retour énergétique » ?
- Quelle évolution des ACV des matériaux ? Procédés plus « verts » ou nouvelles contraintes qui vont pénaliser l'ACV (disponibilité des matériaux)



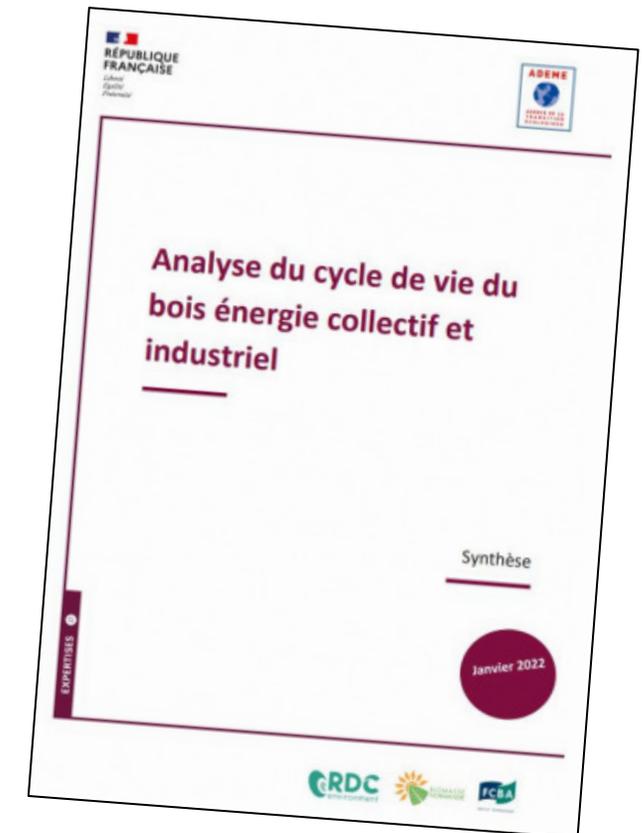
# Comprendre l'impact des itinéraires sylvicoles

# Comprendre l'impact des itinéraires sylvicoles

## → ADEME 2022 : Analyse du Cycle de Vie du bois énergie collectif et industriel

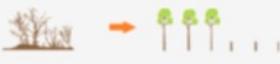
Auteurs → X. Logel, J. Lhotellier, B. De Caemel, C. Alexandre, S. Cousin, E. Vial, A. Thivolle-Cazat, P. Cailly, AL Dubilly, M. Buitrago, M. Durand, E. Machefaux et J. Mousset. Janvier 2022.

- Partie 3 exploratoire : Évaluation du bilan GES de la production de chaleur à partir de plaquettes forestières, issues de différents scénarios sylvicoles intégrant une récolte accrue du bois en forêt



# Comprendre l'impact des itinéraires sylvicoles

## 3 Cas types avec 3 scénarios de projet

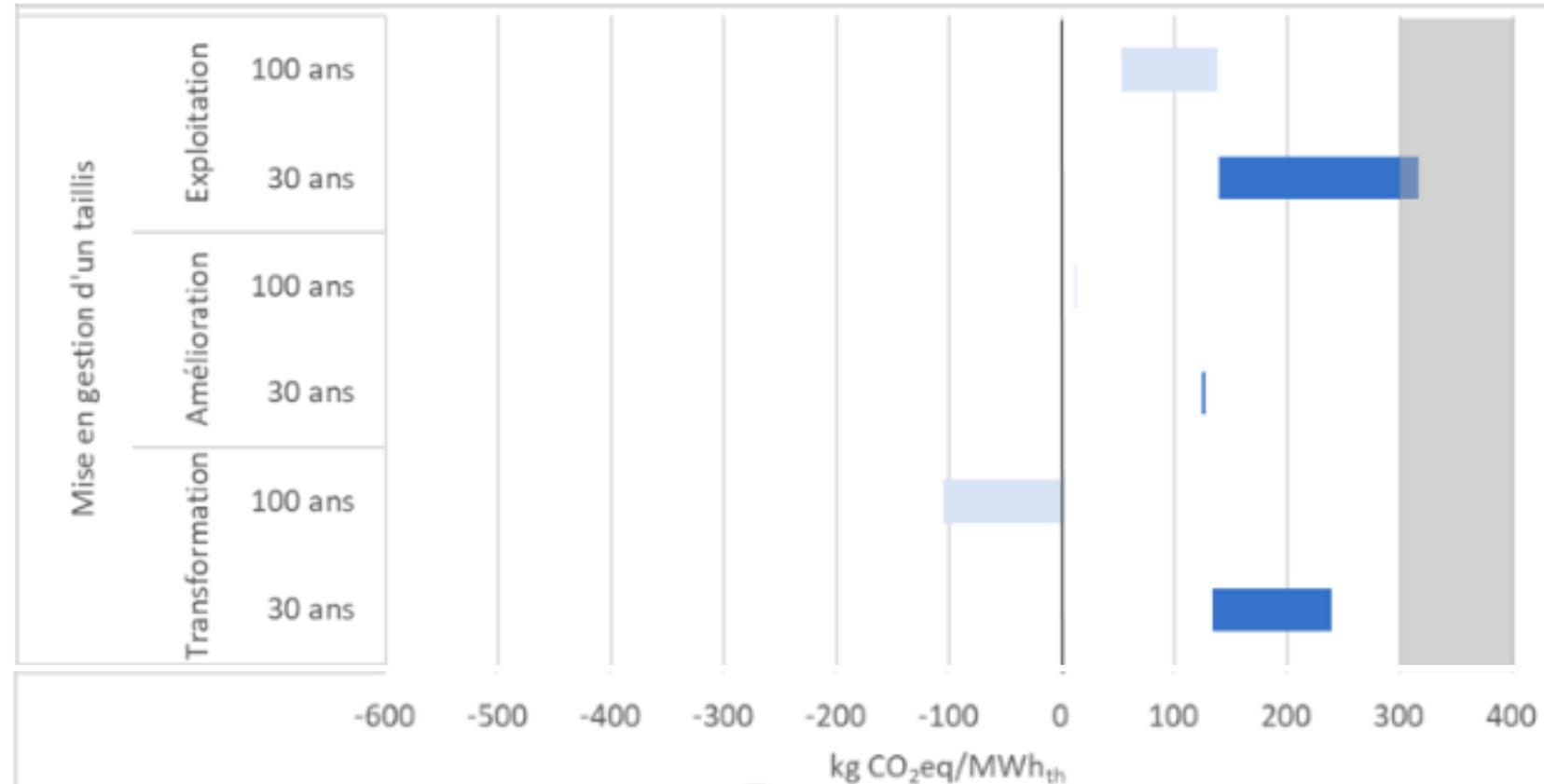
		Cas-type 1	Cas-type 2	Cas-type 3		
		Mise en gestion d'un <b>taillis</b> (châtaigner) non exploité	Récolte accrue de <b>produits annexes</b> à la récolte de bois d'œuvre	Plantation sur <b>déprise agricole (non boisée)</b>		
Scénarios projet	Exploitation en <b>taillis</b>		<b>Menus bois</b> (futaie douglas/chêne)		<b>Futaie feuillus</b> (chêne)	
	<b>Amélioration</b> en futaies feuillus		<b>Houppier</b> (douglas)		<b>Futaie résineux</b> (douglas)	
	<b>Transformation</b> plantation (douglas/chêne)		<b>Souches</b> (douglas)		Taillis à courte rotation ( <b>TCR</b> , eucalyptus)	
S. ref	Évolution naturelle sans exploitation de ce système de taillis		Les produits annexes ne sont pas récoltés, et se décomposent en forêt		Boisement spontané	

# Comprendre l'impact des itinéraires sylvicoles

Figure 110 : Bilan GES total<sup>152</sup> (barre de couleur = biogénique + fossile) de la production d'1 MWh de chaleur à partir de plaquettes forestières issues de différents scénarios sylvicoles, permettant une augmentation de la récolte du bois énergie.

## Mise en gestion d'un taillis de châtaignier :

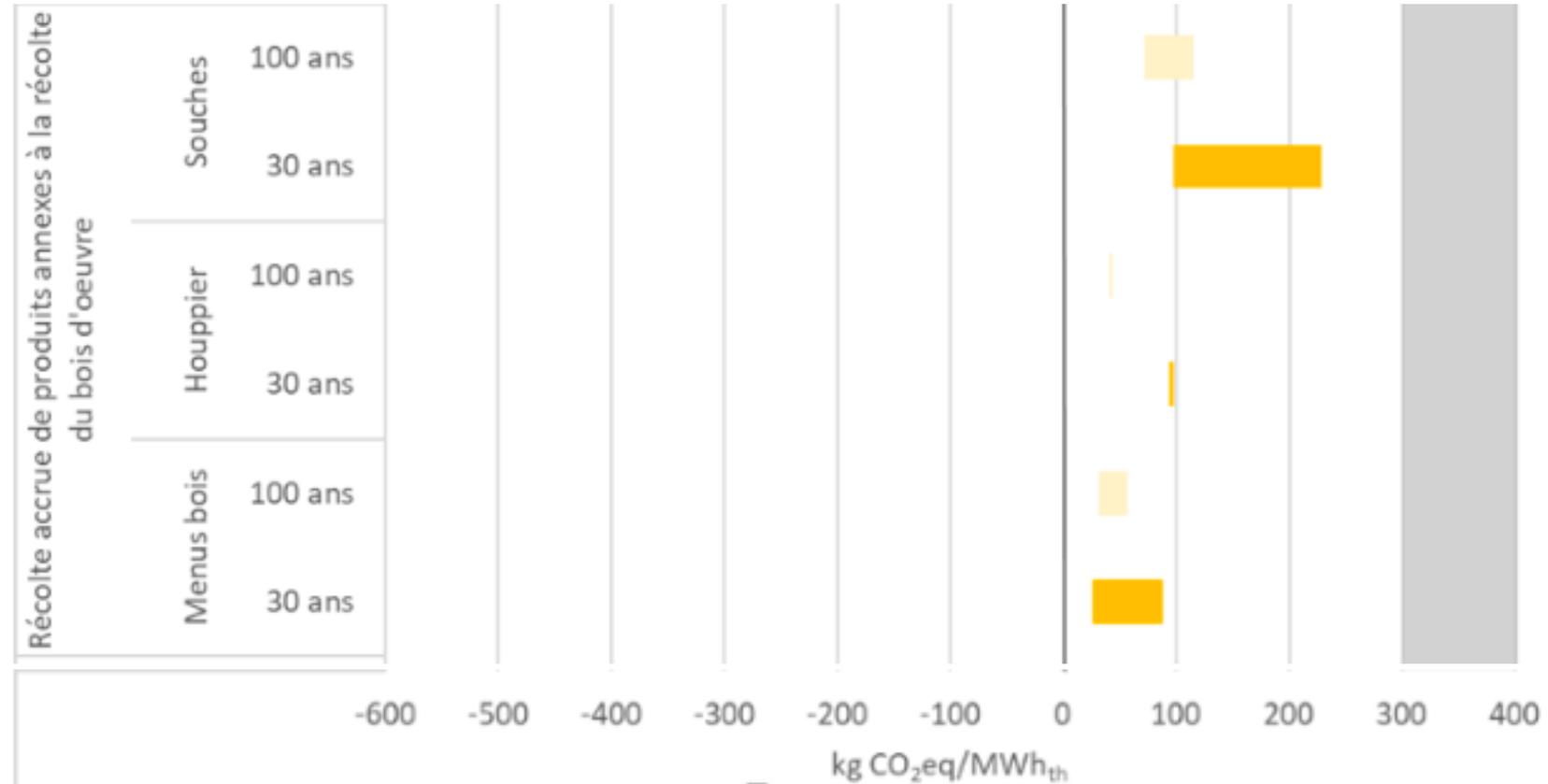
- Un gain systématique par rapport au gaz
- Un bilan plus favorable sur le long terme



# Comprendre l'impact des itinéraires sylvicoles

## Récolte accrue de produits annexes à la coupe :

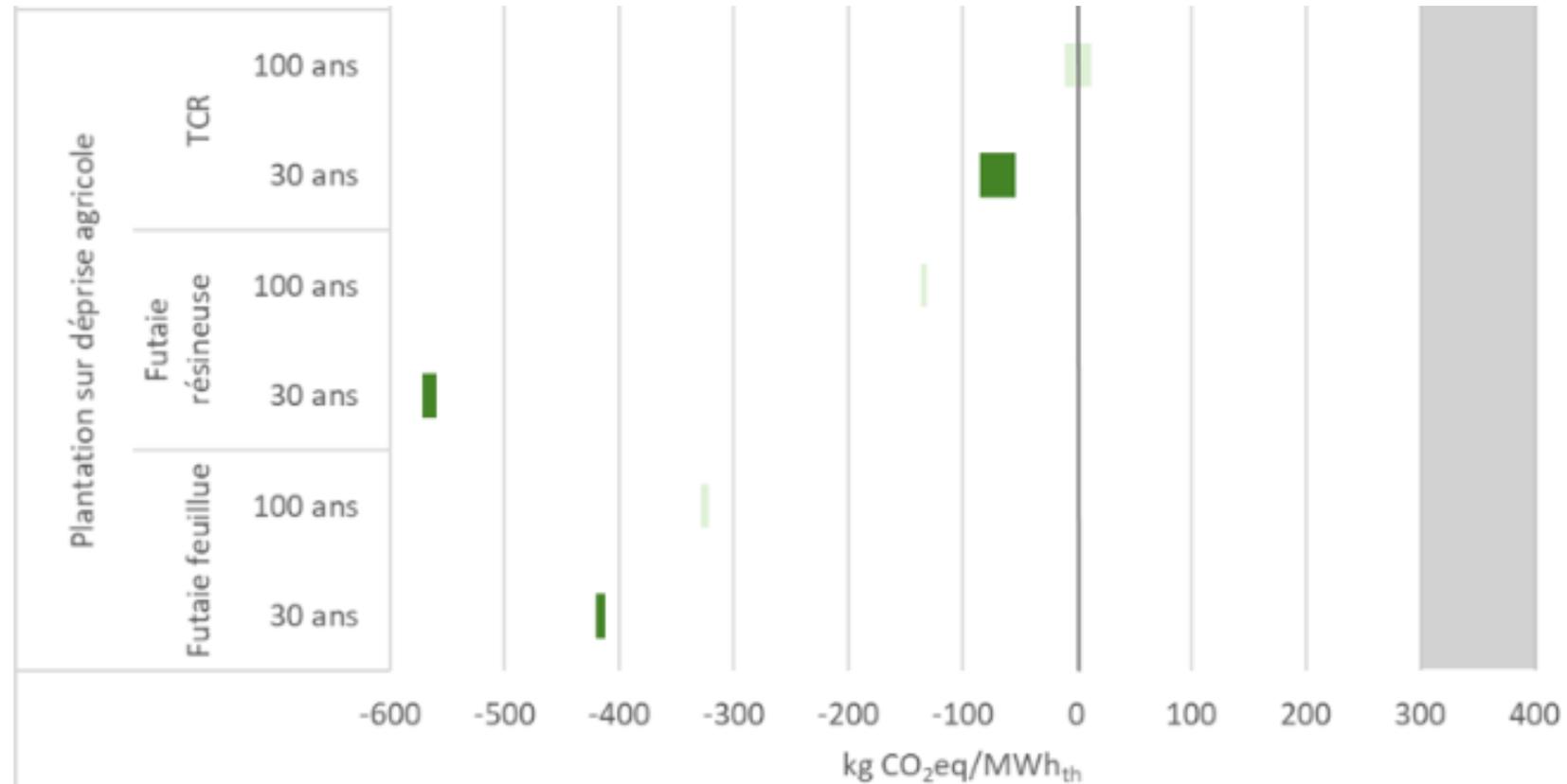
- La récolte des souches moins pertinente pour le carbone
- La récolte des houppiers et menus bois présente un bilan carbone positif



# Comprendre l'impact des itinéraires sylvicoles

## Plantation sur déprise agricole :

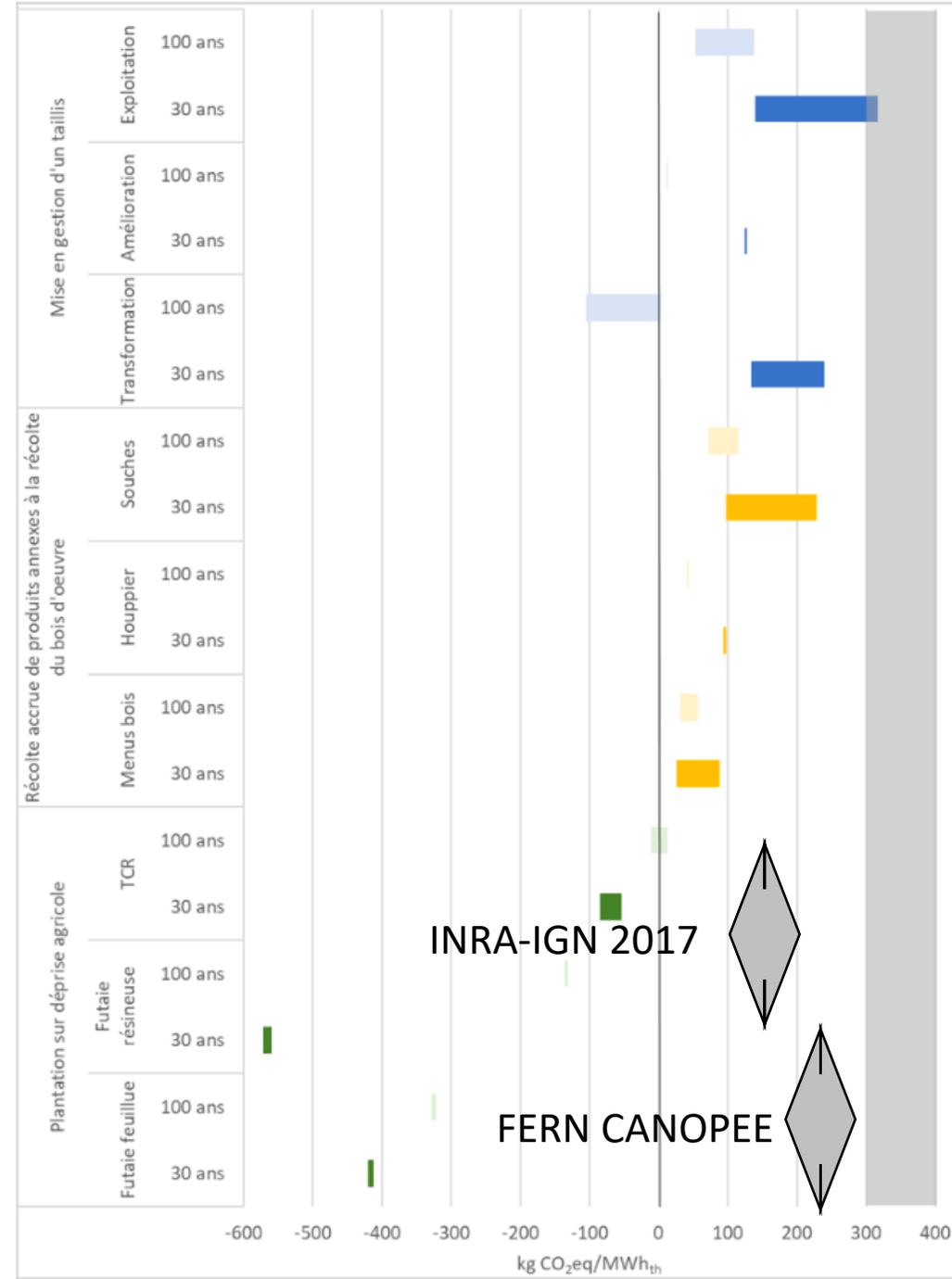
- Un bilan très positif par rapport à la situation initiale
- Des impacts positifs à court terme



# Comprendre l'impact des itinéraires

Évaluation des coefficients de substitution au regard de cette étude (*hypothèse de 2,5 MWh/m<sup>3</sup> de bois*)

- Les coefficients de substitution masquent de réalités très différentes, qu'il est difficile de documenter et de pondérer
- L'usage joue également fortement : un usage « électricité » présenterait un rapport très différent





# Le puits de carbone forestier : des perspectives alarmantes

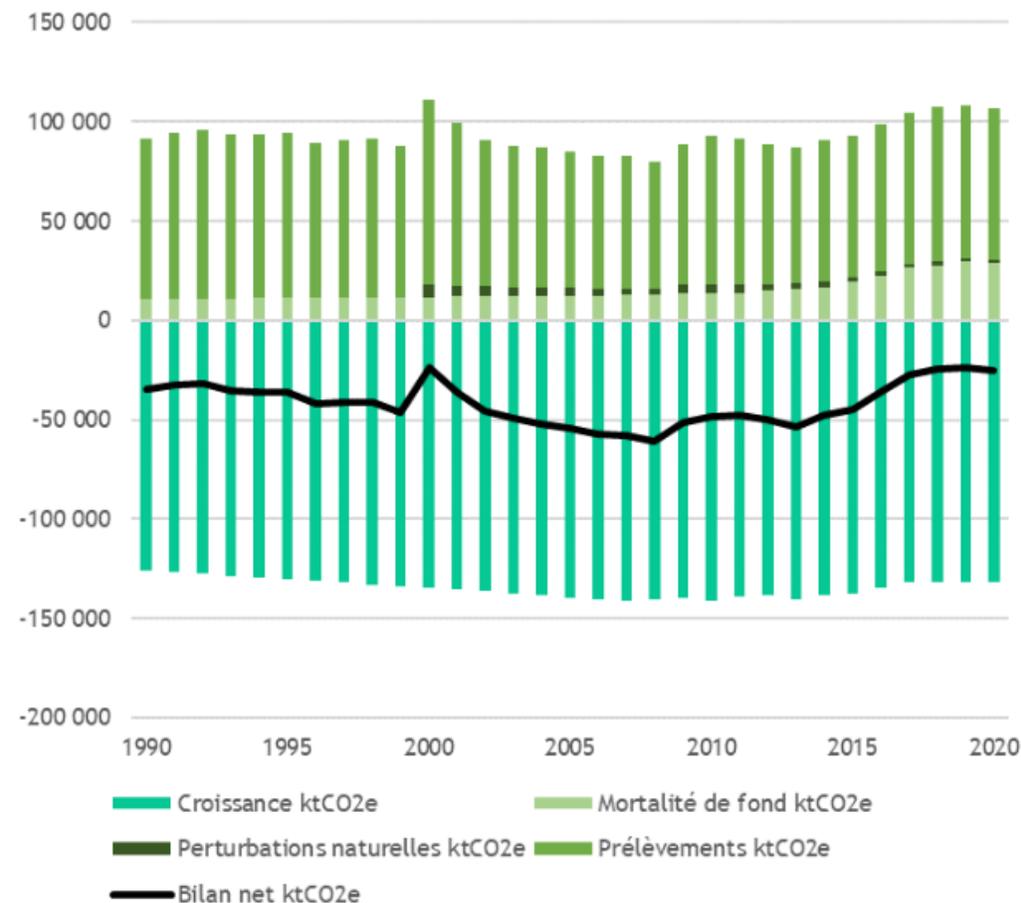
# Évolution du puits de carbone forestier

Une grande inconnue : les impacts du changement climatique en forêt :

- Forte baisse de la production biologique impactant fortement le puits de carbone à prélèvements constants
- Valorisation des bois déperissant, coupes sanitaires préventives susceptibles de générer des volumes de bois

→ Des stratégies sylvicoles à adapter (et à diversifier)

→ Un besoin de grande flexibilité des filières



*Puits de carbone forestier (source CITEPA)*

**Sur la base des inventaires de l'IGN :**  
**moyenne glissante sur 5 ans**

# Évolution du puits de carbone forestier

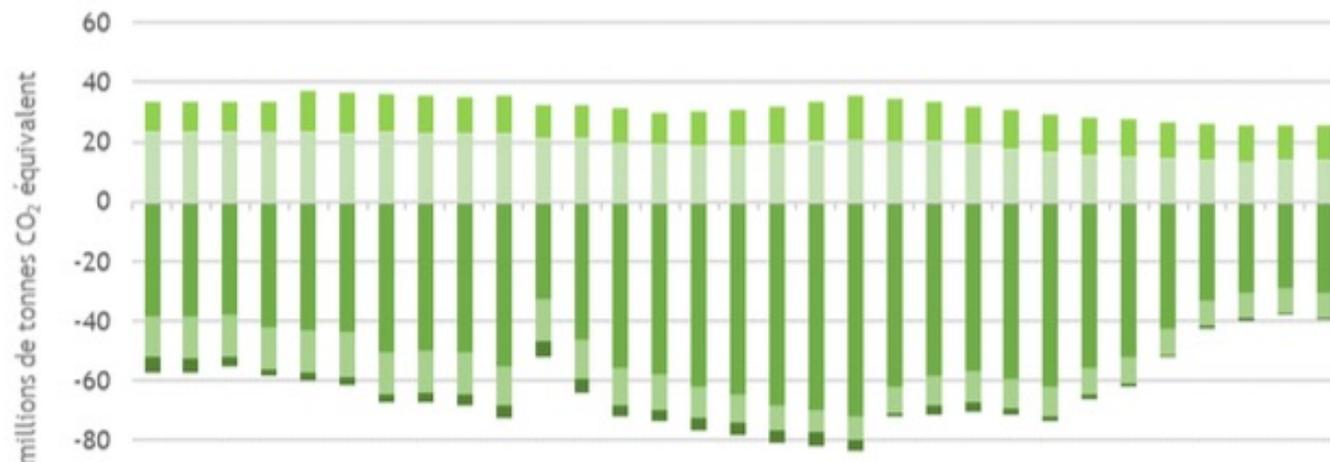
→ Un impact fort sur le puits de carbone UTCATF

*Emissions et absorptions du secteur UTCATF (source CITEPA)*

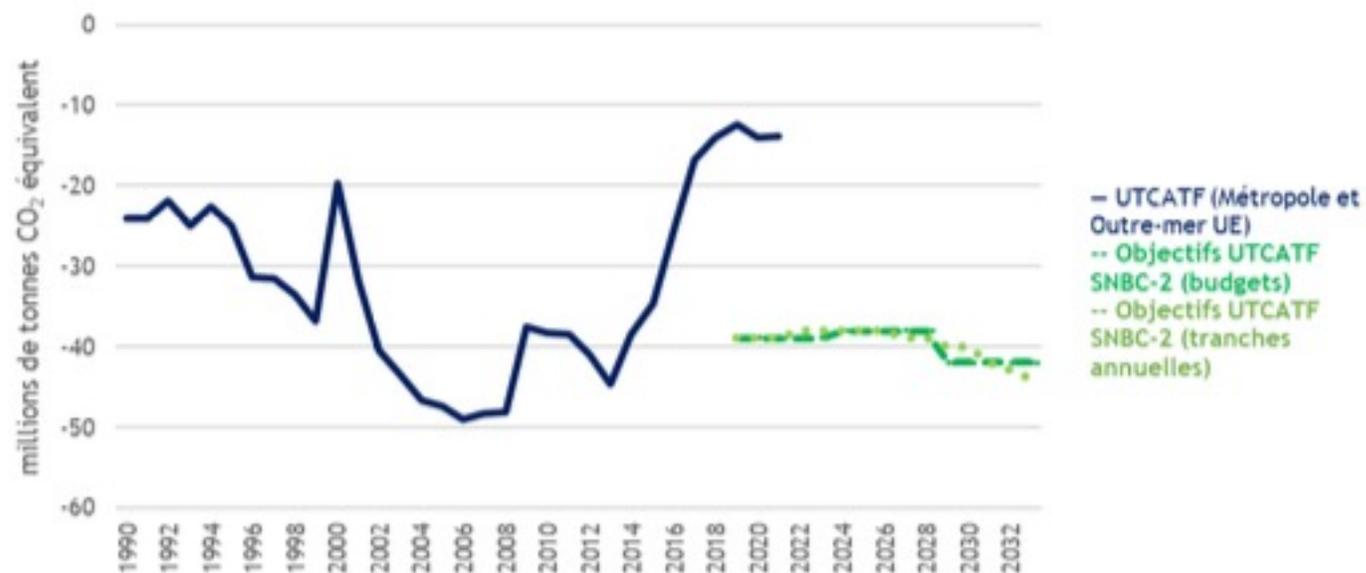
→ Une trajectoire qui diverge fortement des objectifs de la SNBC 2

*Flux de GES UTCATF et objectifs SNBC (source CITEPA)*

Répartition des émissions et absorptions de CO<sub>2</sub>e du secteur de l'UTCATF en France (Métropole et Outre-mer UE)



Flux de GES du secteur et objectifs SNBC



# Évolution du puits de carbone forestier

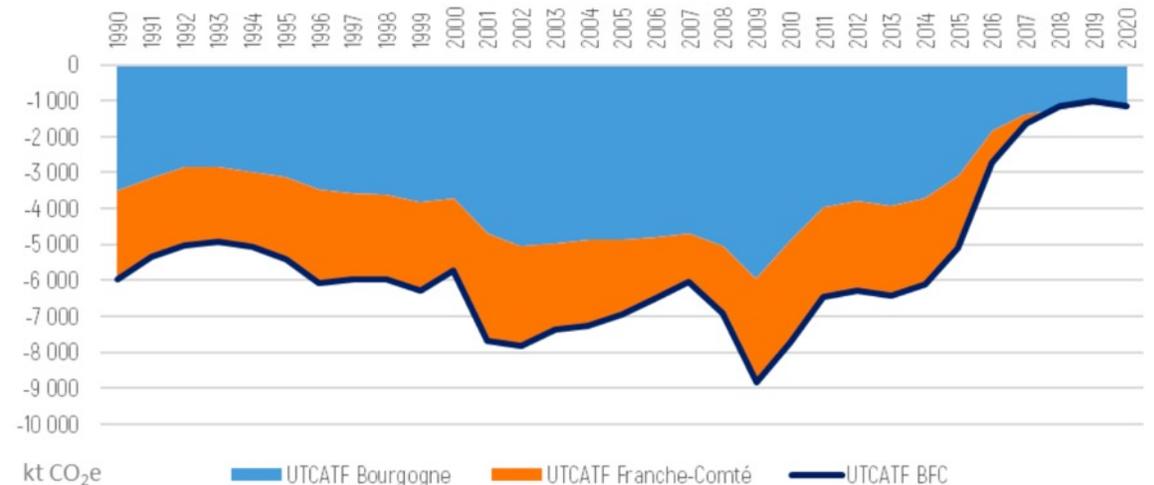
L'exemple de Bourgogne Franche Comté

- Écroulement du puits de carbone
- Le secteur UTCATF devient légèrement émetteur en Franche Comté depuis 2018

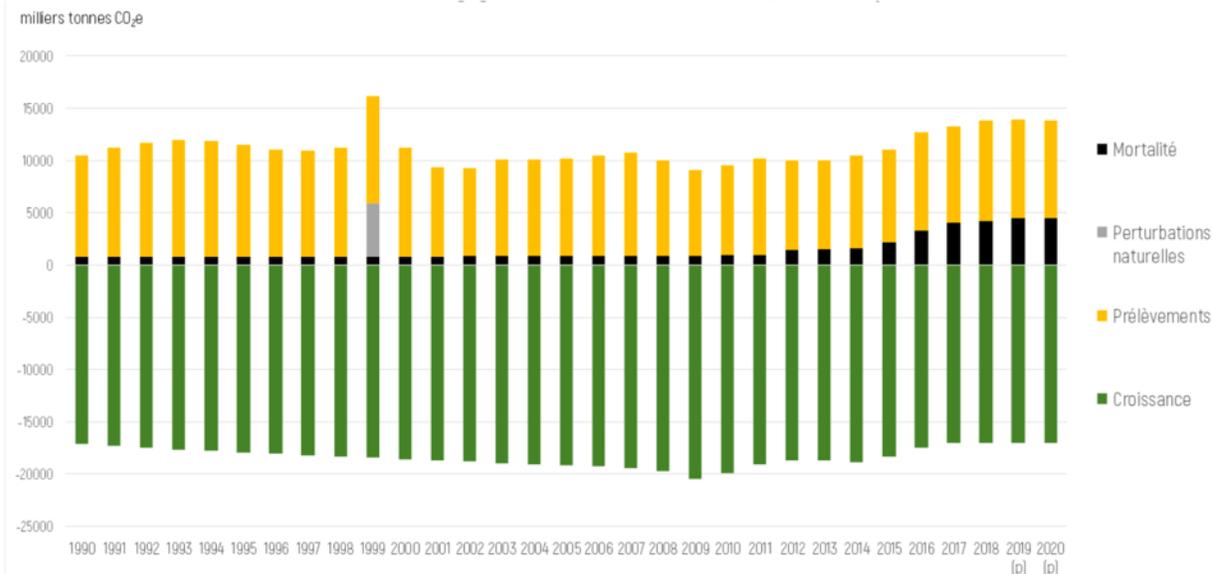
Le puits forestier marqué par deux tendances lourdes :

- Une forte augmentation de la mortalité liée en grande partie à la crise des scolytes
- Une croissance qui marque le pas, malgré des surfaces forestières en augmentation.
- Une partie des prélèvements s'est reportée sur la mortalité

BILAN NET DES ÉMISSIONS ET ABSORPTIONS DE CARBONE PAR LES SOLS ET LES FORÊTS (UTCATF)



BILAN FORESTIER EN BOURGOGNE-FRANCHE-COMTÉ : CROISSANCE, MORTALITÉ, PRÉLÈVEMENTS



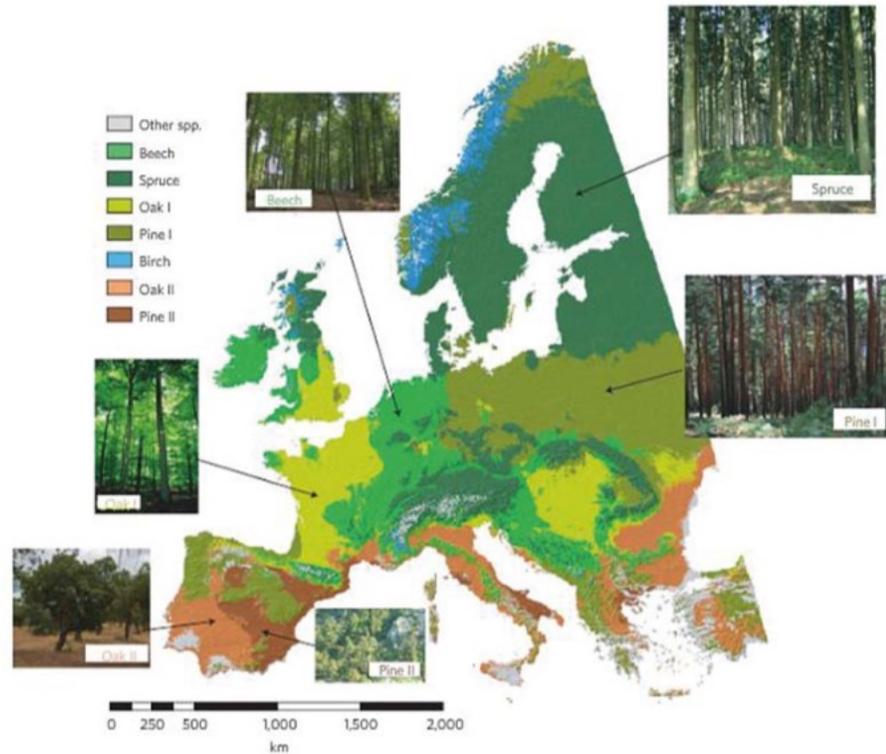
## L'évolution des aires de répartitions des essences (source RMT Aforce) :

« une évolution plausible selon un scénario médian à l'horizon 2050 »



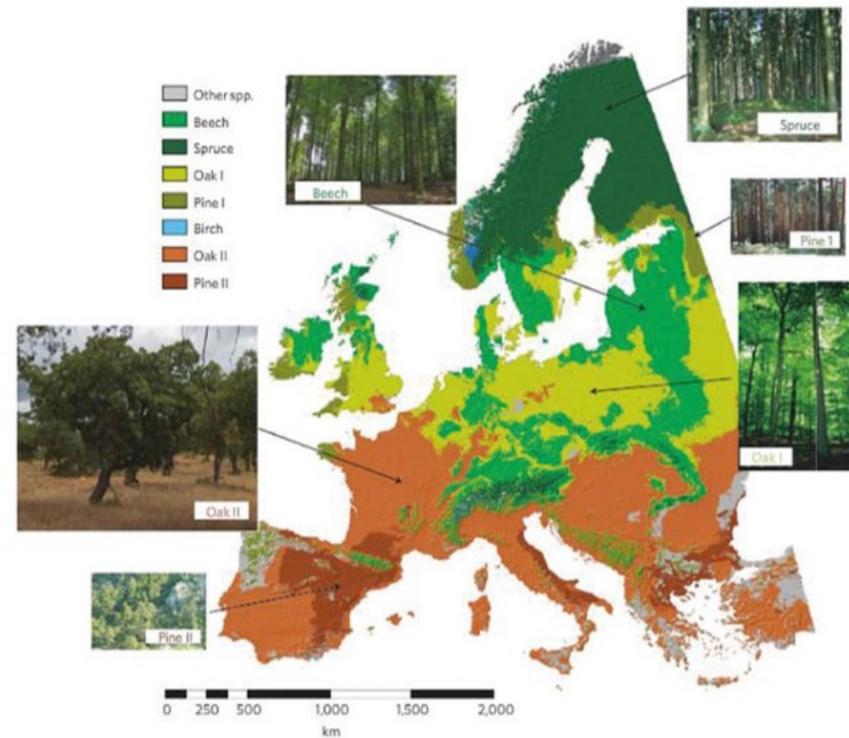
Chêne sessile et pédonculé	Hêtre commun	Sapin blanc	Epicéa	Pin maritime (landes)	Chêne vert
1 <sup>er</sup> essence française	15% de la forêt française de production	Essence montagnarde		Aquitaine et en région méditerranéenne	cantoné actuellement à la zone méditerranéenne
<b>Réduction de 1/3</b>	<b>Réduction de 2/3</b> Repli vers les montagnes et nord-est	<b>Réduction de 60%</b> au sud et en basse altitude	<b>Réduction de 90%</b> (climat, scolytes) Repli sur l'étage subalpin	A priori en <b>augmentation</b> (menace: nématode du pin)	A priori en <b>augmentation</b> Aquitaine et façade ouest

# L'évolution des aires de répartitions des essences

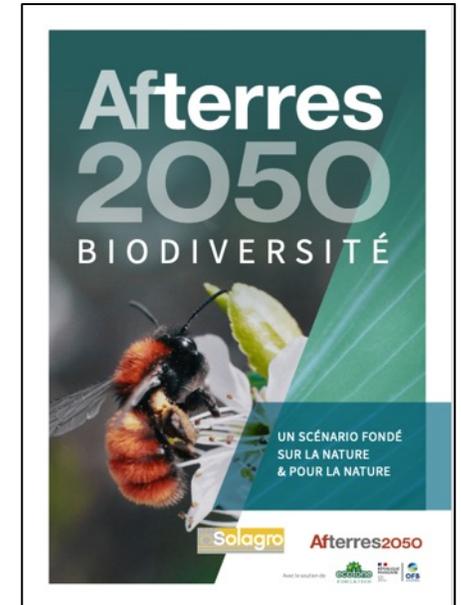
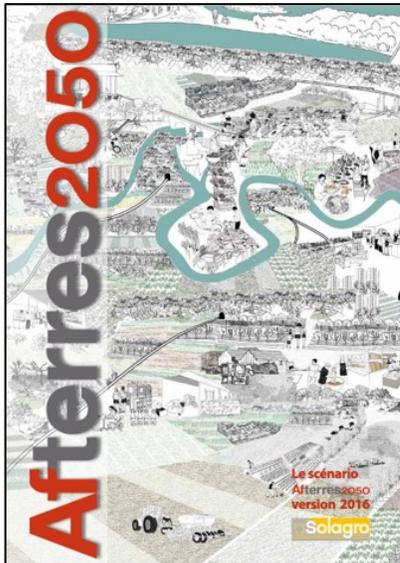


Classification écologique des sites pour la distribution des principales essences forestières selon un scénario de réchauffement modéré entre 2000 et 2100.

(source : *Influence du changement climatique sur les forêts européennes et sur le secteur forestier, ROK-FOR, d'après Hanewinkel et al. 2012.*)



# Nos travaux





Merci de votre participation !

Pour soutenir nos travaux et contribuer aux transitions,  
Rejoignez-nous! Adh rez   l'association - [www.solagro.org](http://www.solagro.org)

