



Le stock de matière organique des sols forestiers peut-il encore augmenter ?

Laurent Augusto



*Séance publique « Dans quelle mesure la filière forêt bois peut-elle atténuer le changement climatique ? »,
10 décembre 2025*



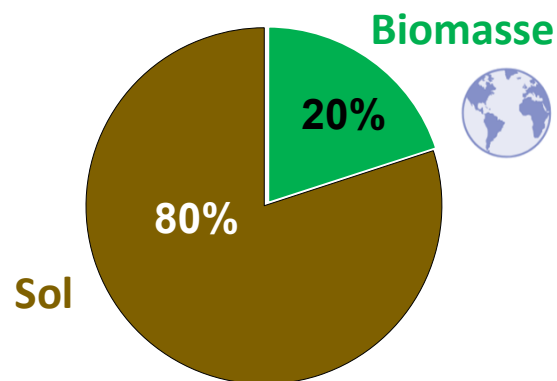
Le stock de matière organique des sols forestiers peut-il encore augmenter ?

- **les stocks de carbone organique des sols (COS) forestiers**
- **les tendances du COS forestier français**
- **les effets de la sylviculture**
- **les perspectives pour l'avenir**

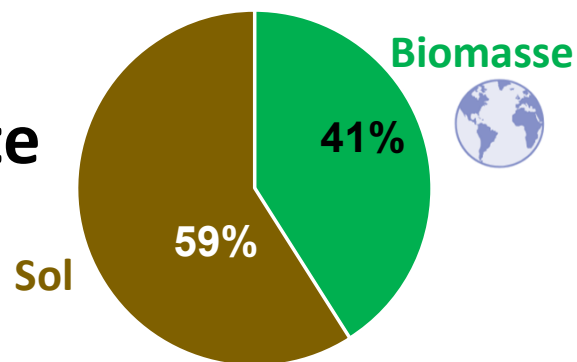
Le stock de matière organique des sols forestiers peut-il encore augmenter ?

- **les stocks de carbone organique des sols (COS) forestiers**
- les tendances du COS forestier français
- les effets de la sylviculture
- les perspectives pour l'avenir

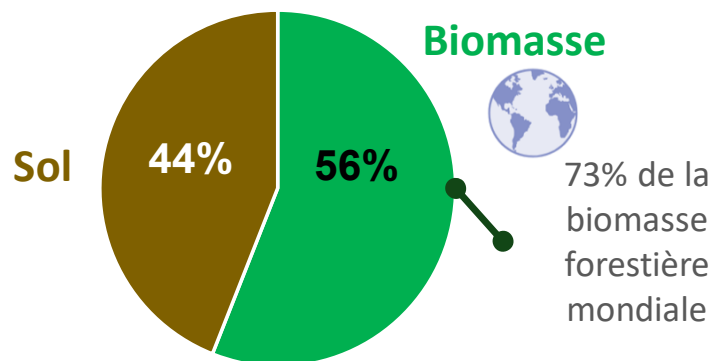
 **Boreal**



 **Temperate**



 **Tropical**

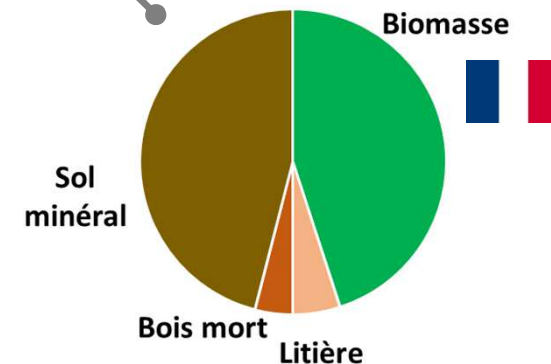
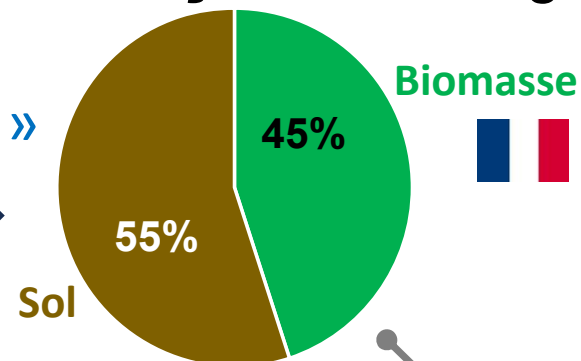


Pan et al. (2011, Science)

C'est du
« typique »



*Quid des forêts
françaises hexagonales ?*

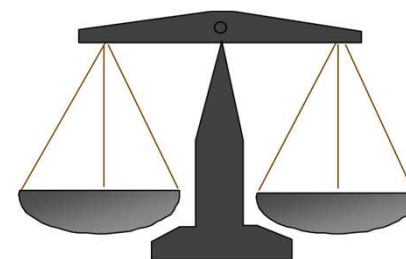
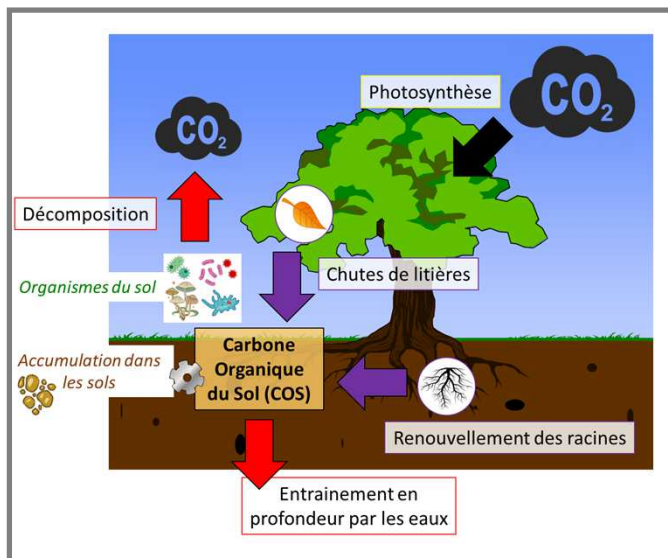


Le stock de matière organique des sols forestiers peut-il encore augmenter ?

- les stocks de carbone organique des sols (COS) forestiers
- **les tendances du COS forestier français**
- les effets de la sylviculture
- les perspectives pour l'avenir

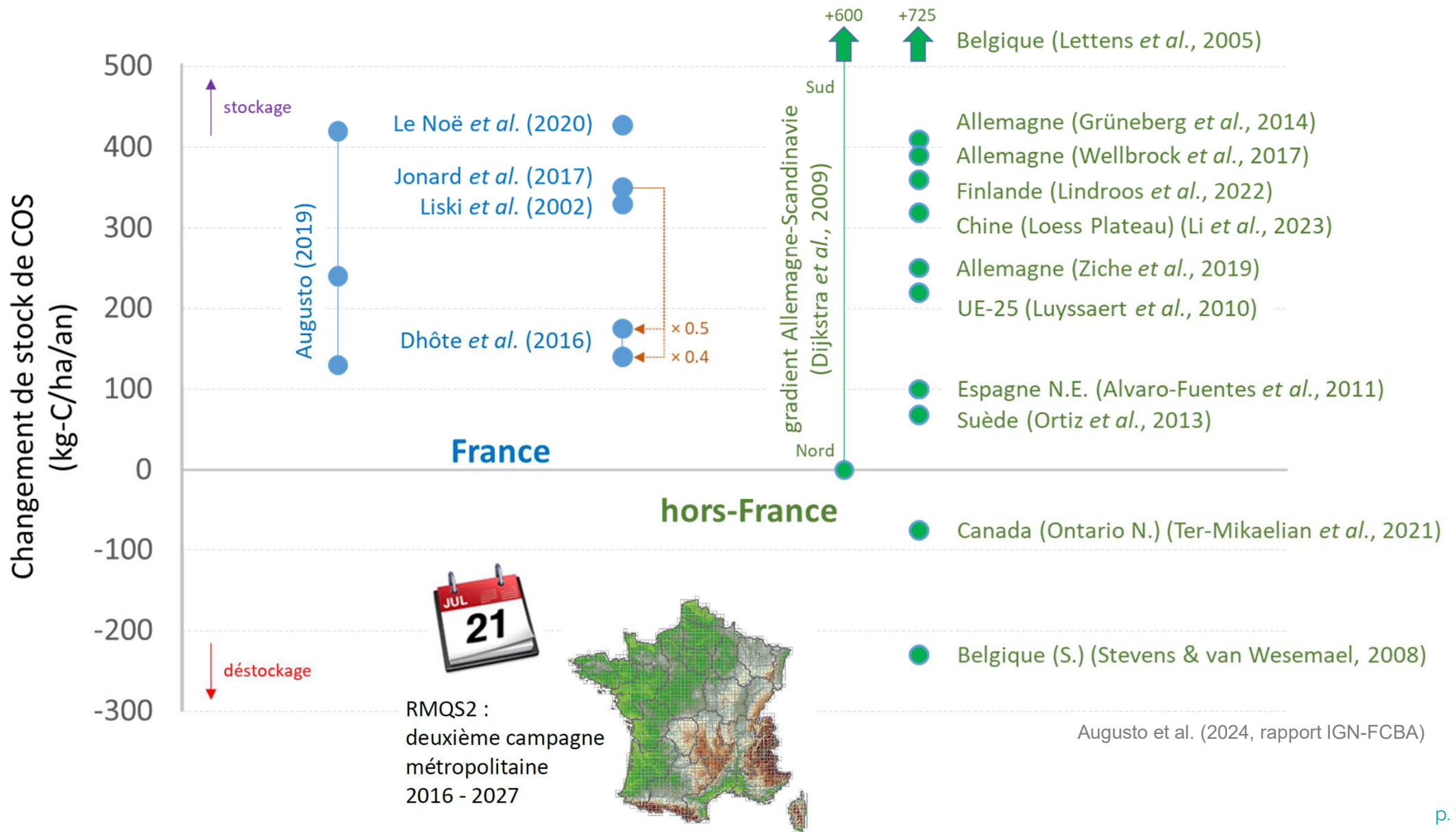
Carbone organique des sols forestiers

Les variations de stock dépendent en premier lieu des bilans entrées-sorties de carbone organique



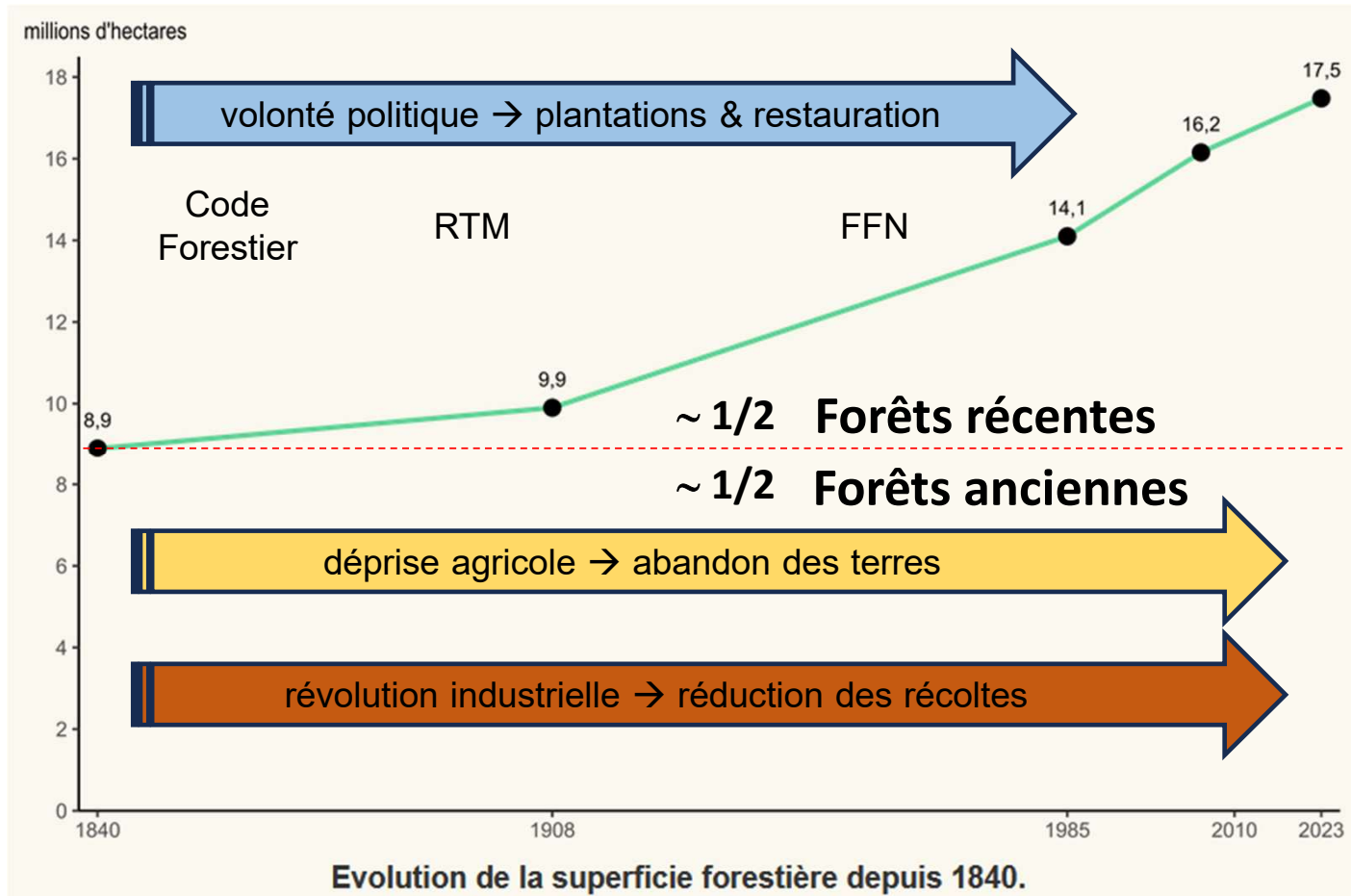
Si **entrées** > **sorties**, alors le COS ↗

Si **entrées** < **sorties**, alors le COS ↘

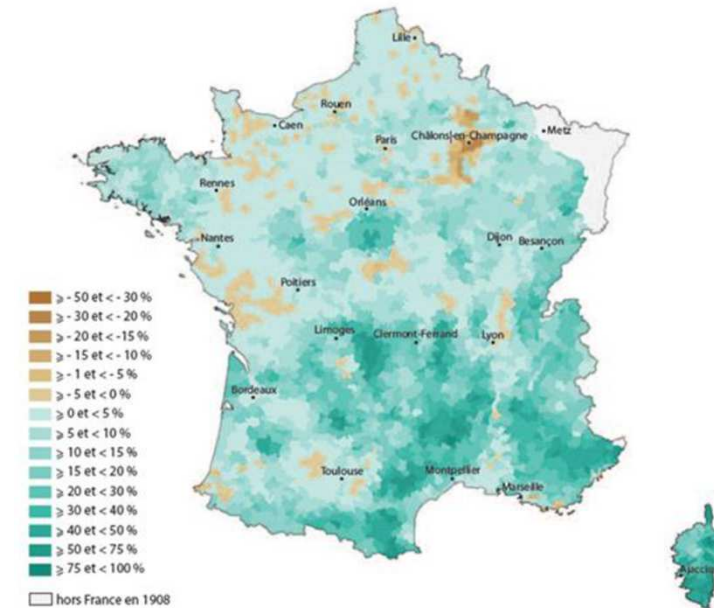


Une forte interaction avec l'Histoire

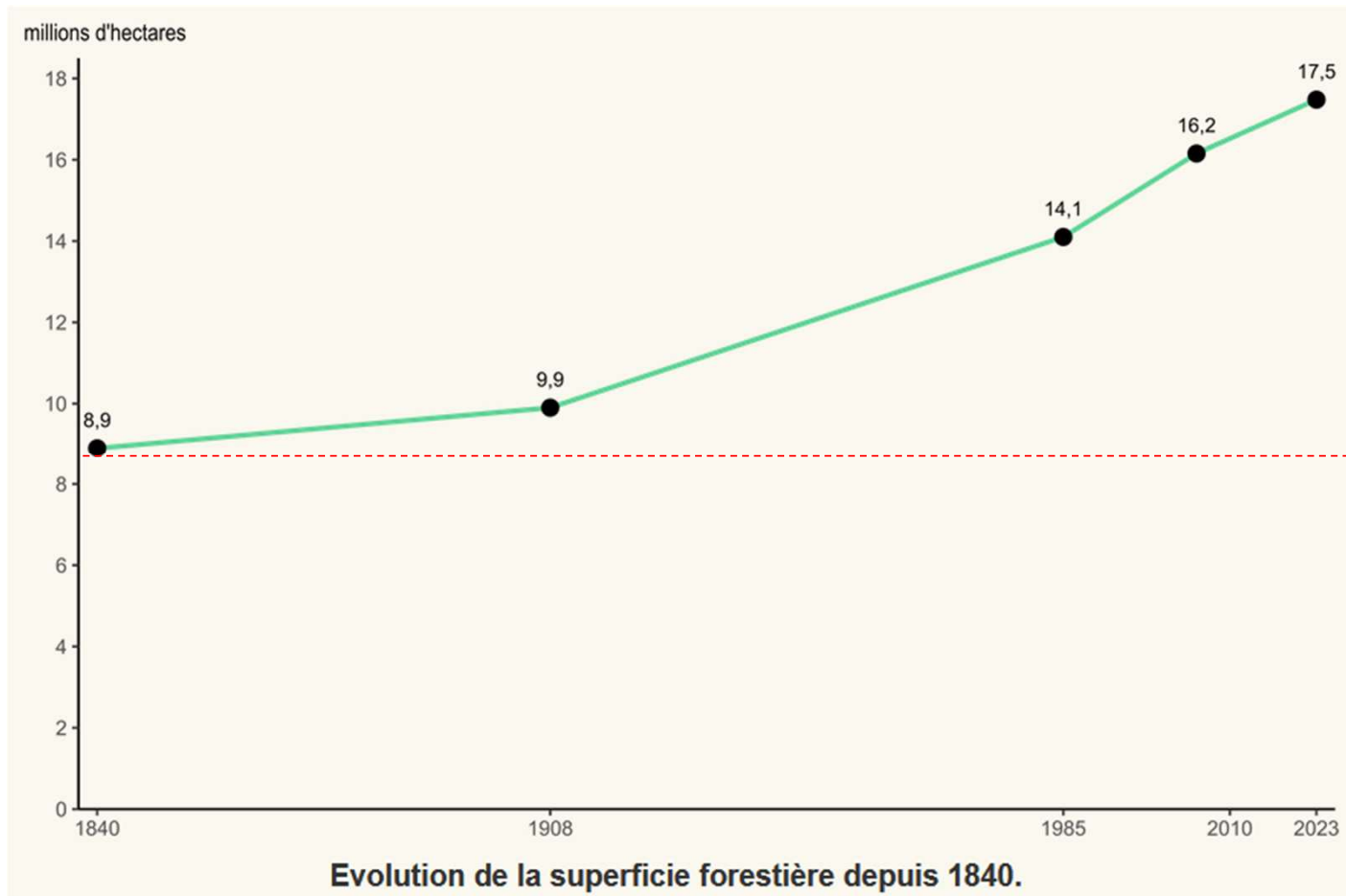
- Doublement de la surface depuis le « minimum » forestier du 19^{ième} siècle



(<https://inventaire-forestier.ign.fr>)



Une forte interaction avec l'Histoire



(<https://inventaire-forestier.ign.fr>)

~ 1/2 Forêts récentes

~ 1/4 Forêts récentes
(anciennes terres riches en COS)



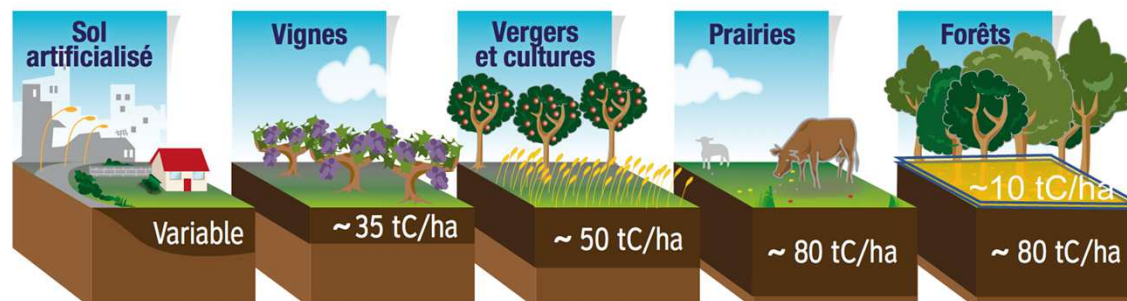
~ 1/4 Forêts récentes
(anciennes terres pauvres en COS)



~ 1/2 Forêts anciennes

Forêts anciennes
(teneurs moyennes en COS)

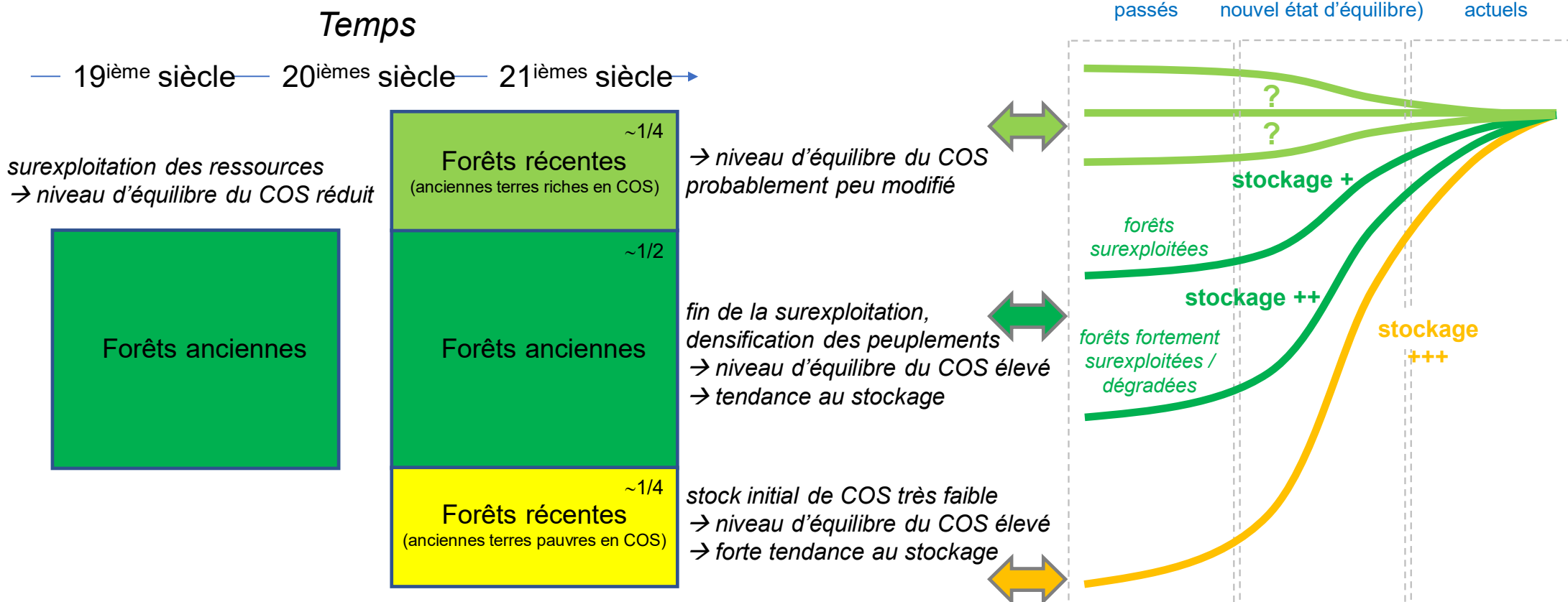




Transition	Durée de la transition (années)	Stockage de COS mesuré (t C ha ⁻¹ an ⁻¹)
Culture → Prairie	20	0.92
Culture → Prairie	100	0.59
Prairie → Culture	20	-2.08
Prairie → Culture	100	-0.42
Forêt → Culture	20	-2.31
Forêt → Culture	100	-0.47
Culture → Forêt	20	0.77
Culture → Forêt	100	0.8
Prairie → Forêt	20	-0.17
Prairie → Forêt	100	0.24

L'afforestation des sols cultivés augmentent le COS, mais pas l'afforestation des prairies

Les sols forestiers français : des trajectoires contrastées ?



Augusto et al. (2024, rapport IGN-FCBA)

Le stock de matière organique des sols forestiers peut-il encore augmenter ?

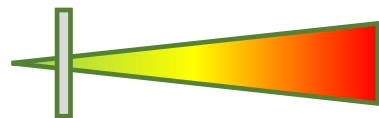
- les stocks de carbone organique des sols (COS) forestiers
- les tendances du COS forestier français
- **les effets de la sylviculture**
- les perspectives pour l'avenir

Influences de la gestion sylvicole sur le COS ?

 Sylviculture	 COS
 { Récoltes d'arbres	???
Travail du sol	???
Réduction du sous-bois	???
Temps entre 2 récoltes	???
Essences	???

Le COS est-il affecté par la récolte d'arbres ?

(Achat et collaborateurs,
2015, Scientific Reports)
&
(Expertise « Coupe Rase »,
2022, GIP-ECOFOR)



Eclaircie légère



Pas d'effet(*)
(*) = pas de différence
statistiquement validée

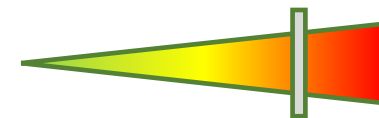


Eclaircie forte



↘
(~ -20%)

Pas d'effet



Coupe rase

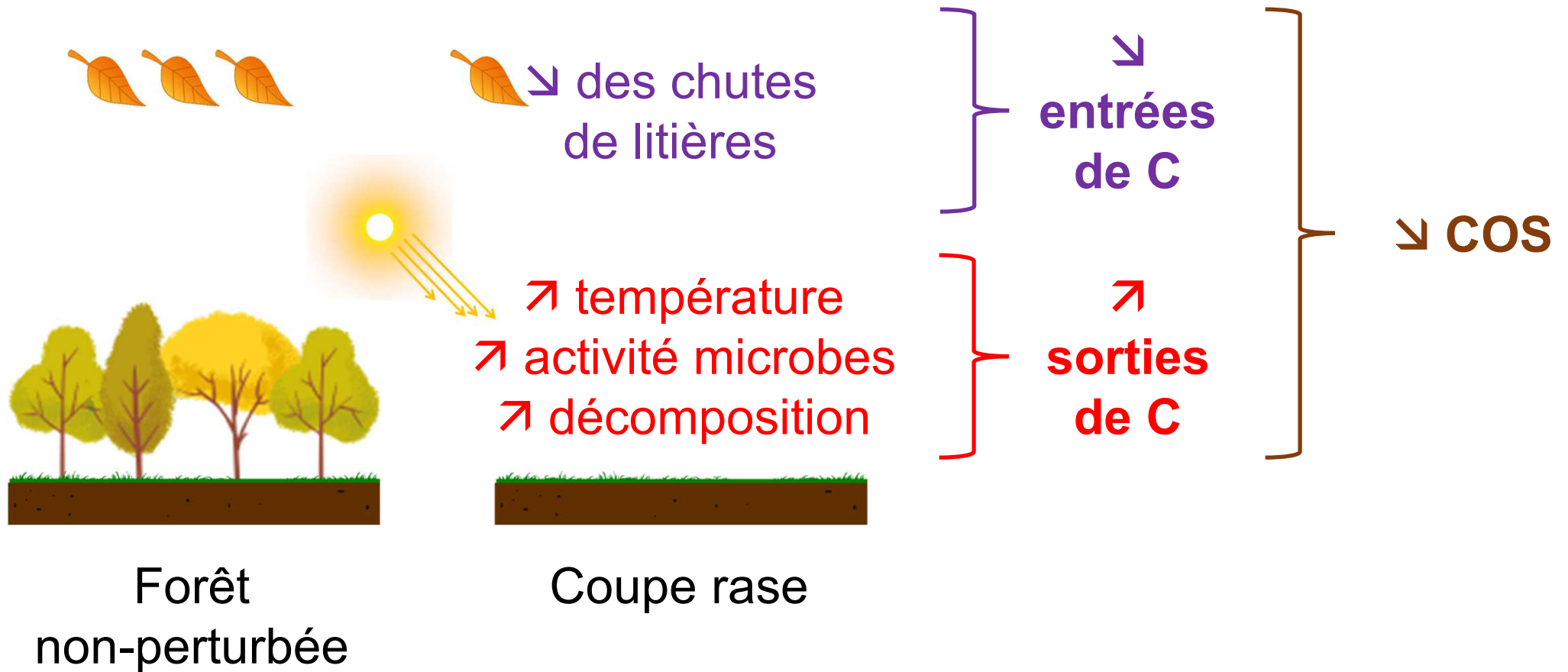


↘↘
(~ -30%)

↘
(~ -4%)

~ -6%

Pourquoi le COS est affecté par les récoltes ?



Coupe rase avec récolte « conventionnelle »



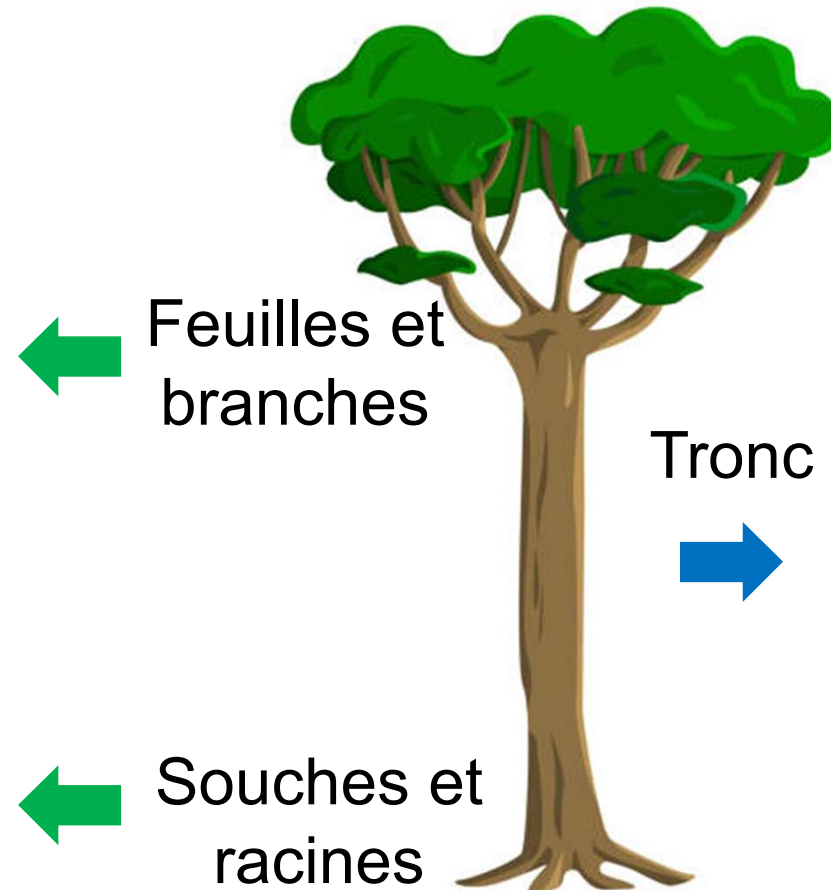
Ecosystème



« rémanents »



Récolte



- Construction
- Meubles
- Emballages
- Papiers

Coupe rase avec récolte « arbre entier »



Ecosystème

« ~~rémanents~~ »



Feuilles et branches



Tronc



Souches et racines



Récolte



« Haro ! » sur la biomasse des forêts

- Biogaz



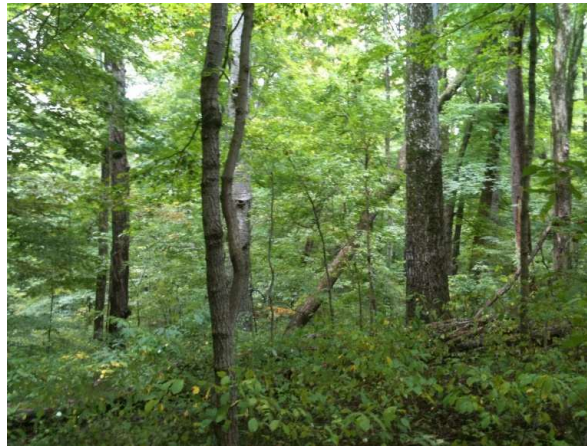
- Pellets



- Biochar



- Electricité



- Biocarburants

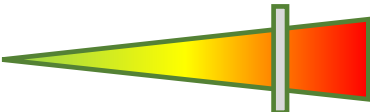


- Hydrogène
- Chimie verte etc.

« Il vaut mieux valoriser les déchets de récolte que de les laisser se décomposer en forêt »

Le COS est-il affecté par la récolte « arbre entier » ?

(Achat et collaborateurs,
2015, Scientific Reports)
&
(Expertise Coupe Rase,
2022, GIP-ECOFOR)



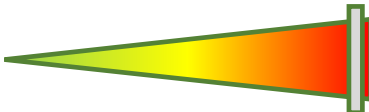
Coupe rase conventionnelle



↘ ↘
(~ -30%)

↘
(~ -4%)

~ -6%



Coupe rase arbre-entier

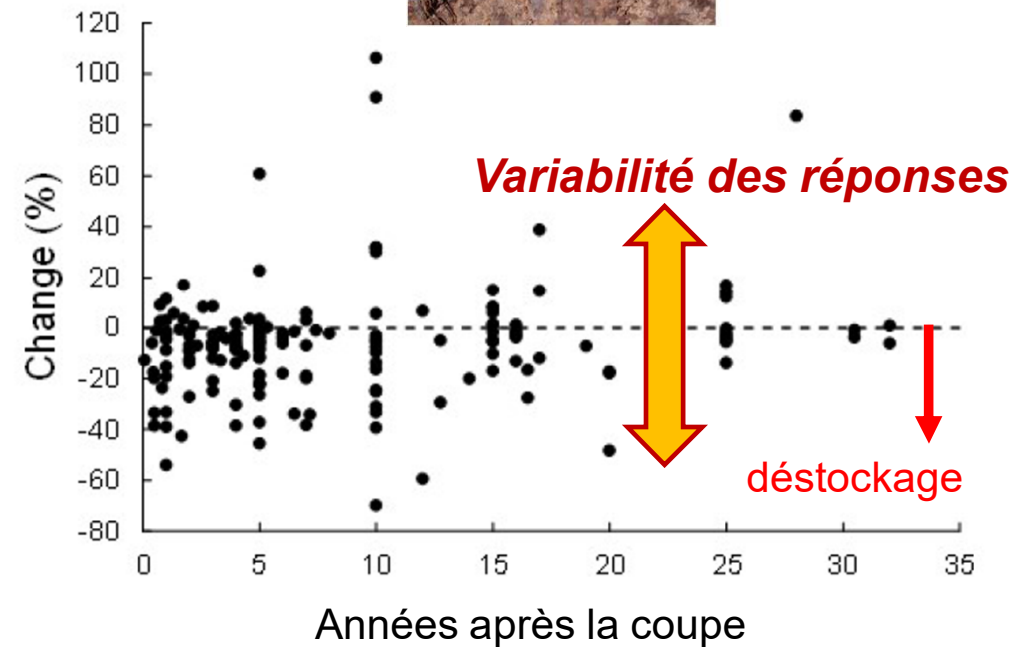
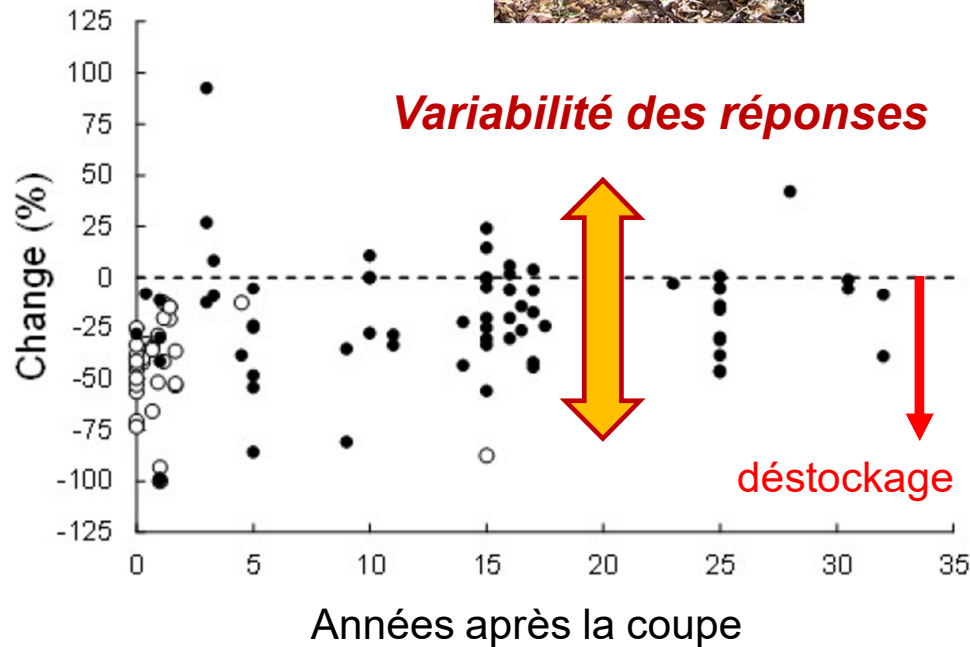


↘ ↘ ↘
(~ -40%)

↘ ↘
(~ -8%)

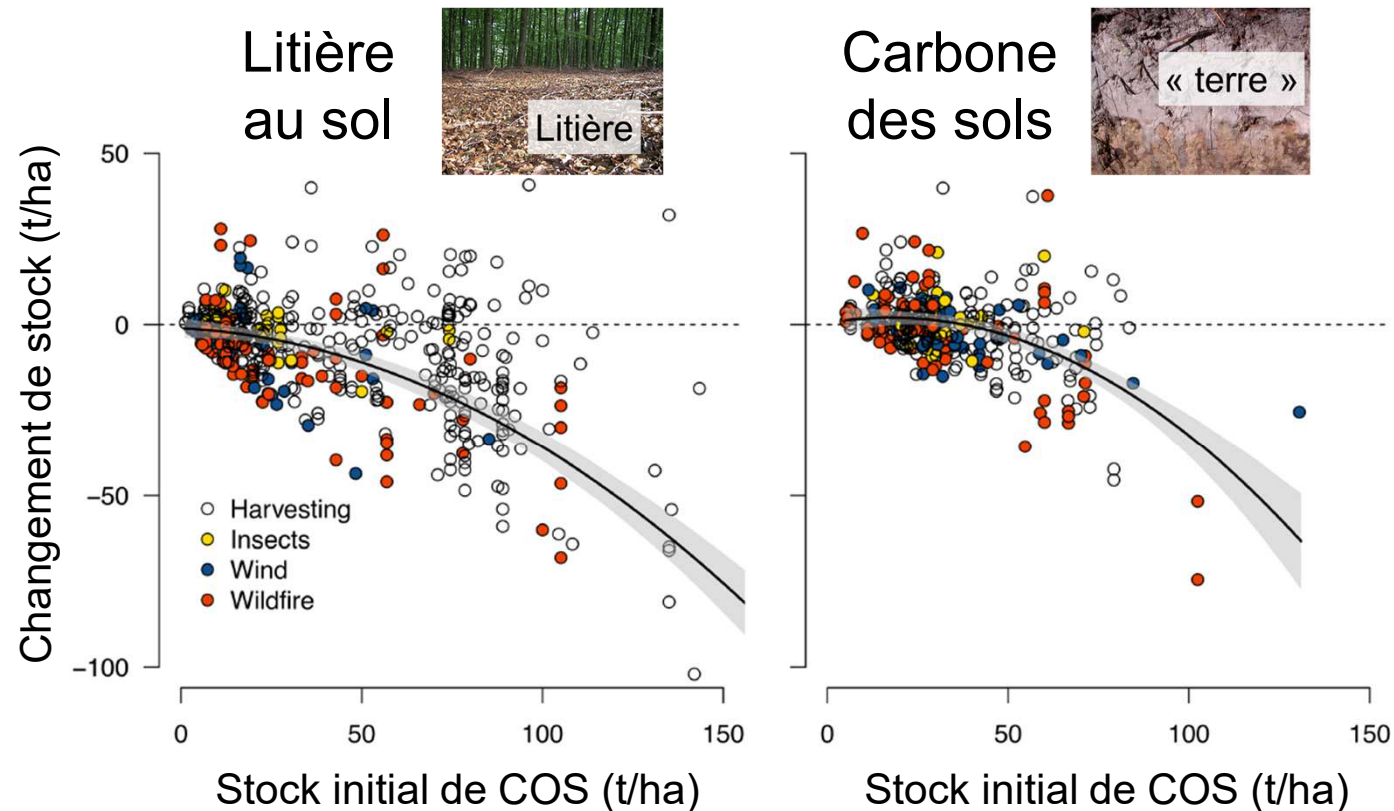
~ -11%

Une très grande variabilité des effets



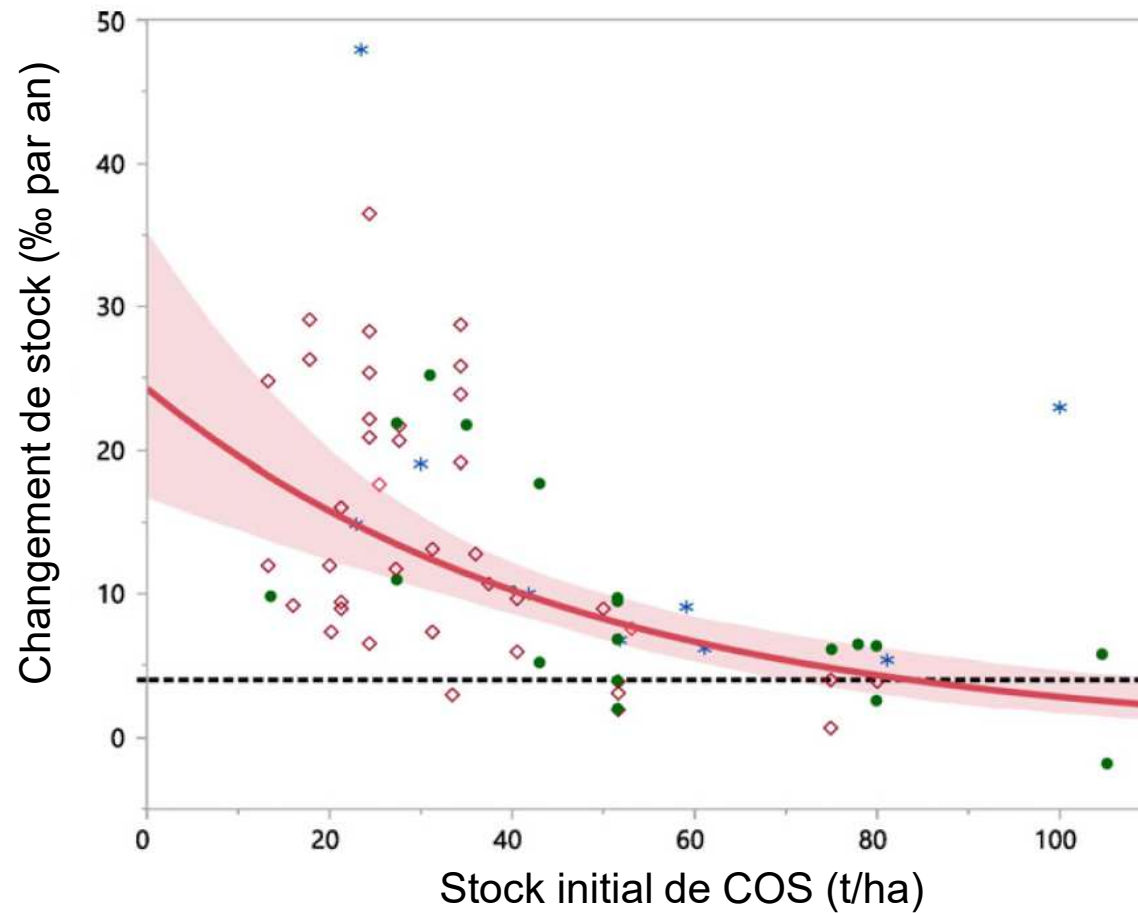
(Achat et al., 2015, Scientific Reports)

Les sols sont d'autant plus sensibles au déstockage qu'ils sont initialement riches en COS



(Mayer et al., 2024, Global Ecology and Biogeography)

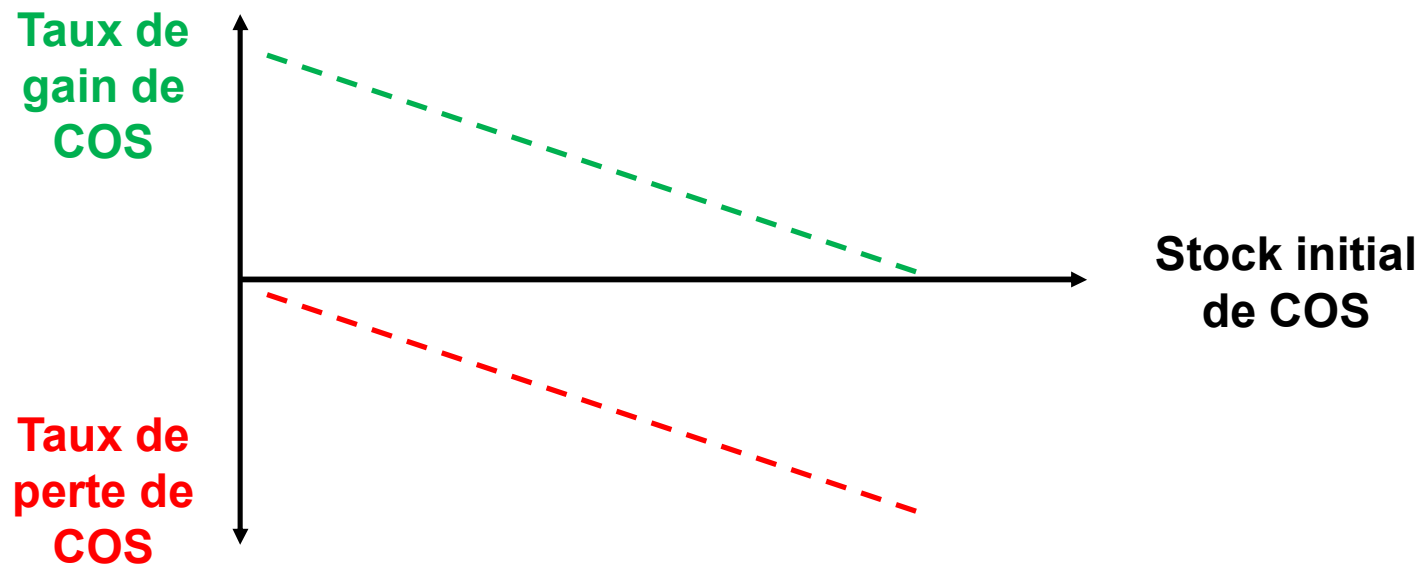
Les sols sont d'autant plus aptes au stockage qu'ils sont initialement pauvres en COS



(Minasny et al., 2017, Geoderma)

Les évolutions de COS dépendent du stock initial :

- **les gains de C** augmentent avec la petitesse du stock initial
- **les pertes de C** augmentent avec la taille du stock initial



[Achat et al. (2015) - Sci. Reports; Boulmane et al. (2017) - Ann. For. Sci.; Cook et al. (2016) - For. Ecol. Manage.; Li et al. (2012) - New Phytol.; Moradi et al. (2017) - iForests; Poeplau et al. (2011) - Glob. Change Biol.; Smith et al. (1997) - Glob. Change Biol.; Wei et al. (2014) - Sci. Reports; Zheng et al. (2008) - For. Ecol. Manage.]

Une très grande variabilité des effets

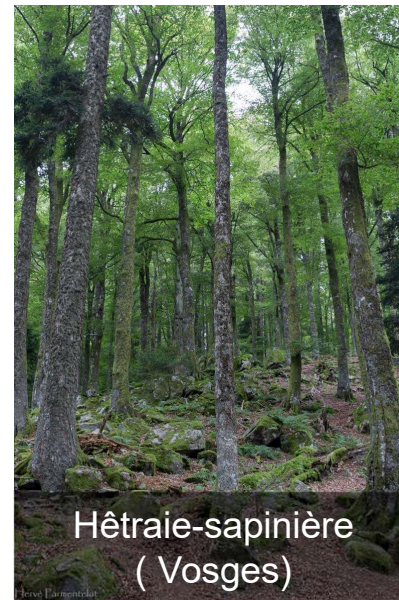
On parle souvent de « la forêt française »,
mais il nous faudrait parler « des forêts françaises »



(<https://www.onf.fr>)



(<https://www.paysages.yvelines.developpement-durable.gouv.fr>)

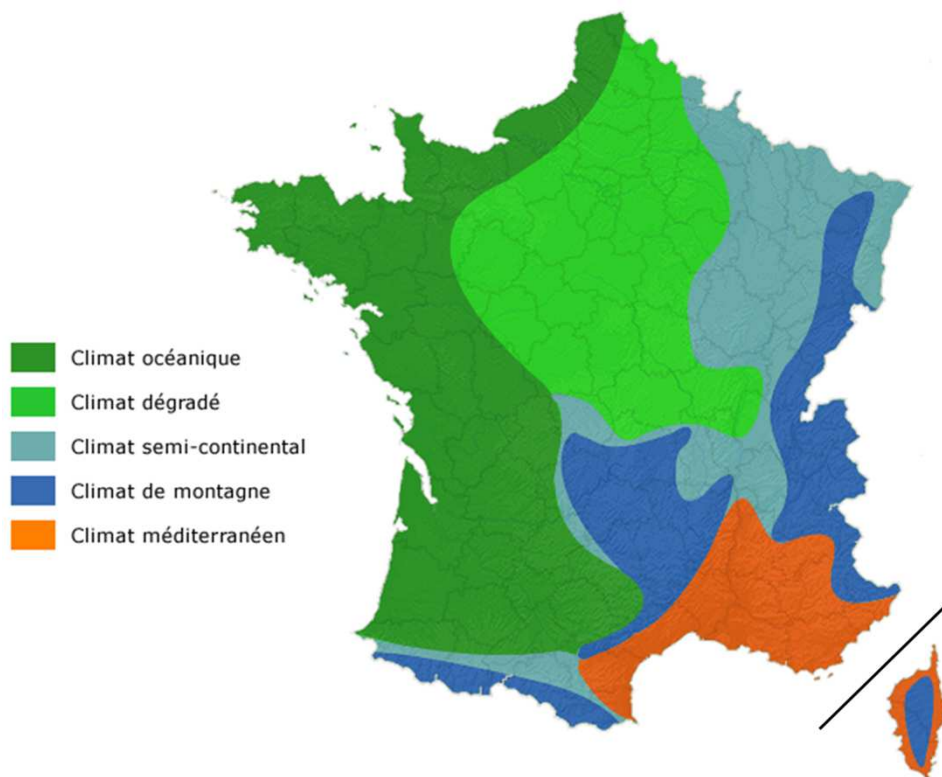


(<https://vosges-nature.net>)



(<https://ur-biowooeb.cirad.fr>)

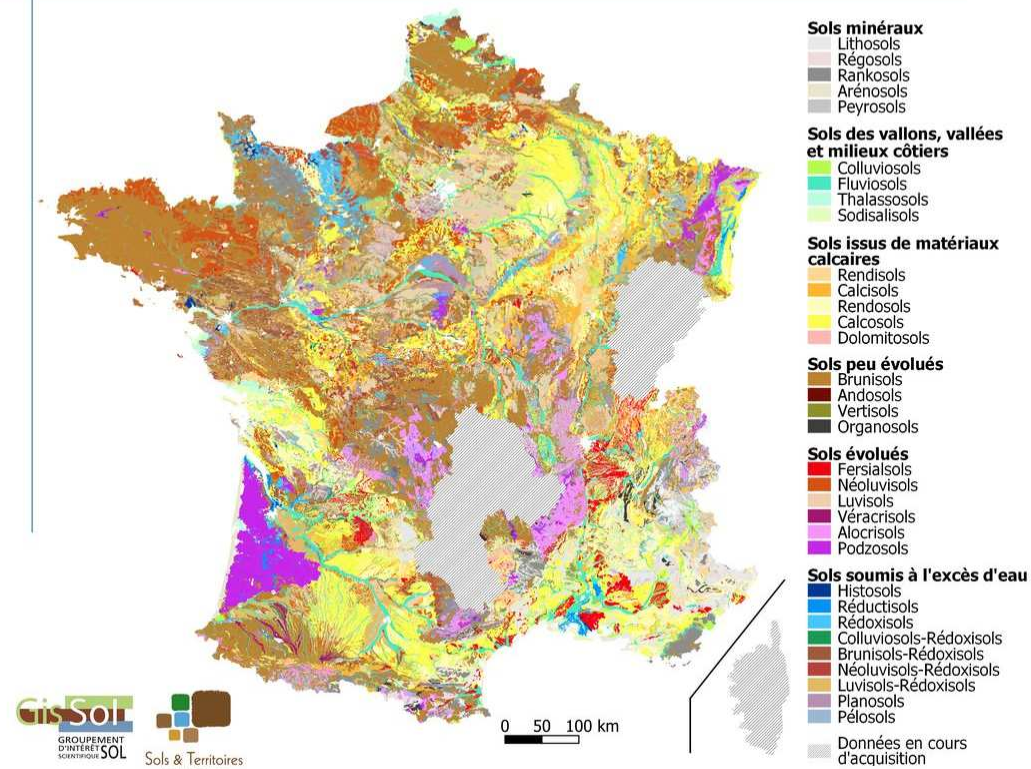
Diversité de climats



(www.meteocontact.fr)

Diversité de sols

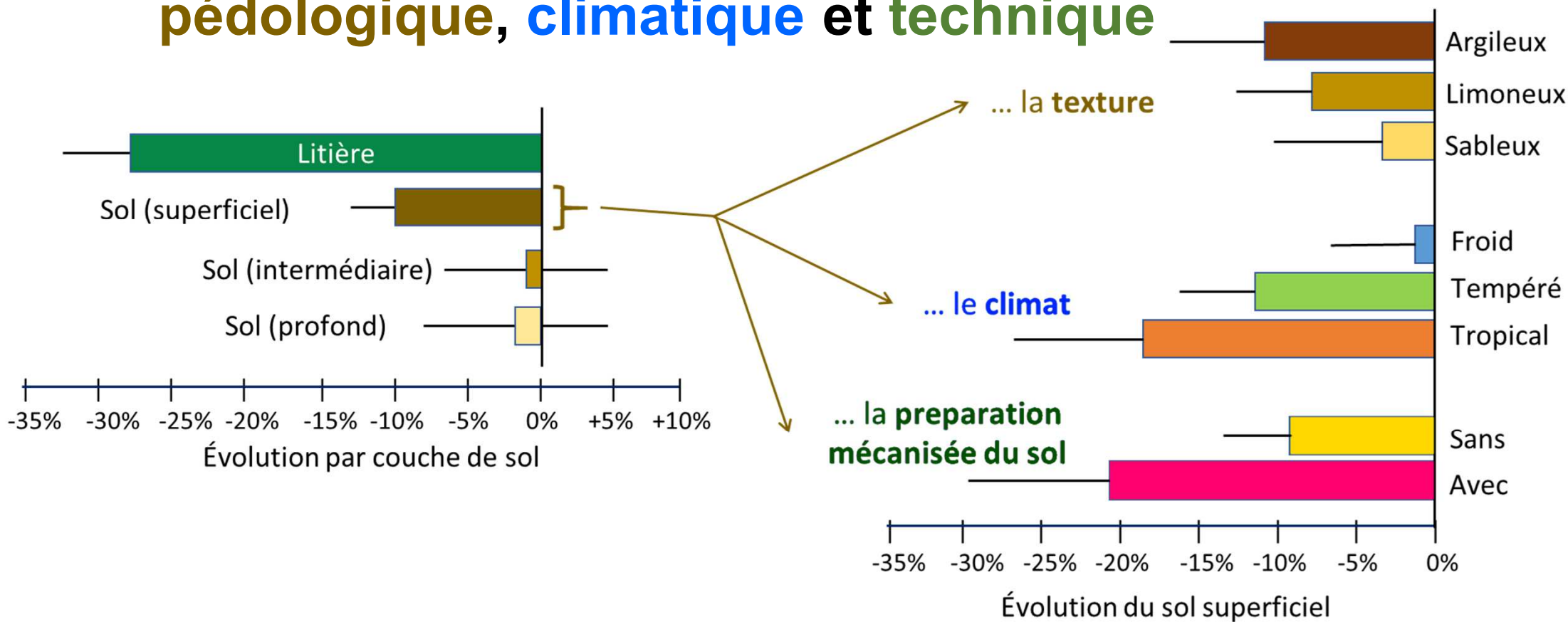
Carte des sols - représentation des différents types de sols dominants en France Métropolitaine



Source : Groupement d'Intérêt Scientifique sur les Sols et Réseau Mixte Technologique Sols et Territoires, 2019

(GIS Sol)

L'effet d'une coupe rase dépend du contexte **pédologique**, **climatique** et **technique**



(Expertise CRREF "Coupes Rases et REnouvellement des peuplements Forestiers en contexte de changement climatique", 2022, Paris)

Une importance généralisée des interactions



Sylviculture



Interactions

Récoltes d'arbres

→ à ↘↘↘

climat, sol, COS initial...

Travail du sol

→ à ↘↘↘

outil, surface, profondeur...

Réduction du sous-bois

→ à ↘

fréquence, composition...

Temps entre 2 récoltes

↗ à ↗↗

COS initial...

Essences

conifères : ↗ (stock)

feuillus : ↗ (stabilité)

mélanges : → à ↗



climat, fertilité

composition arborée

Le stock de matière organique des sols forestiers peut-il encore augmenter ?

- les stocks de carbone organique des sols (COS) forestiers
- les tendances du COS forestier français
- les effets de la sylviculture
- **les perspectives pour l'avenir**

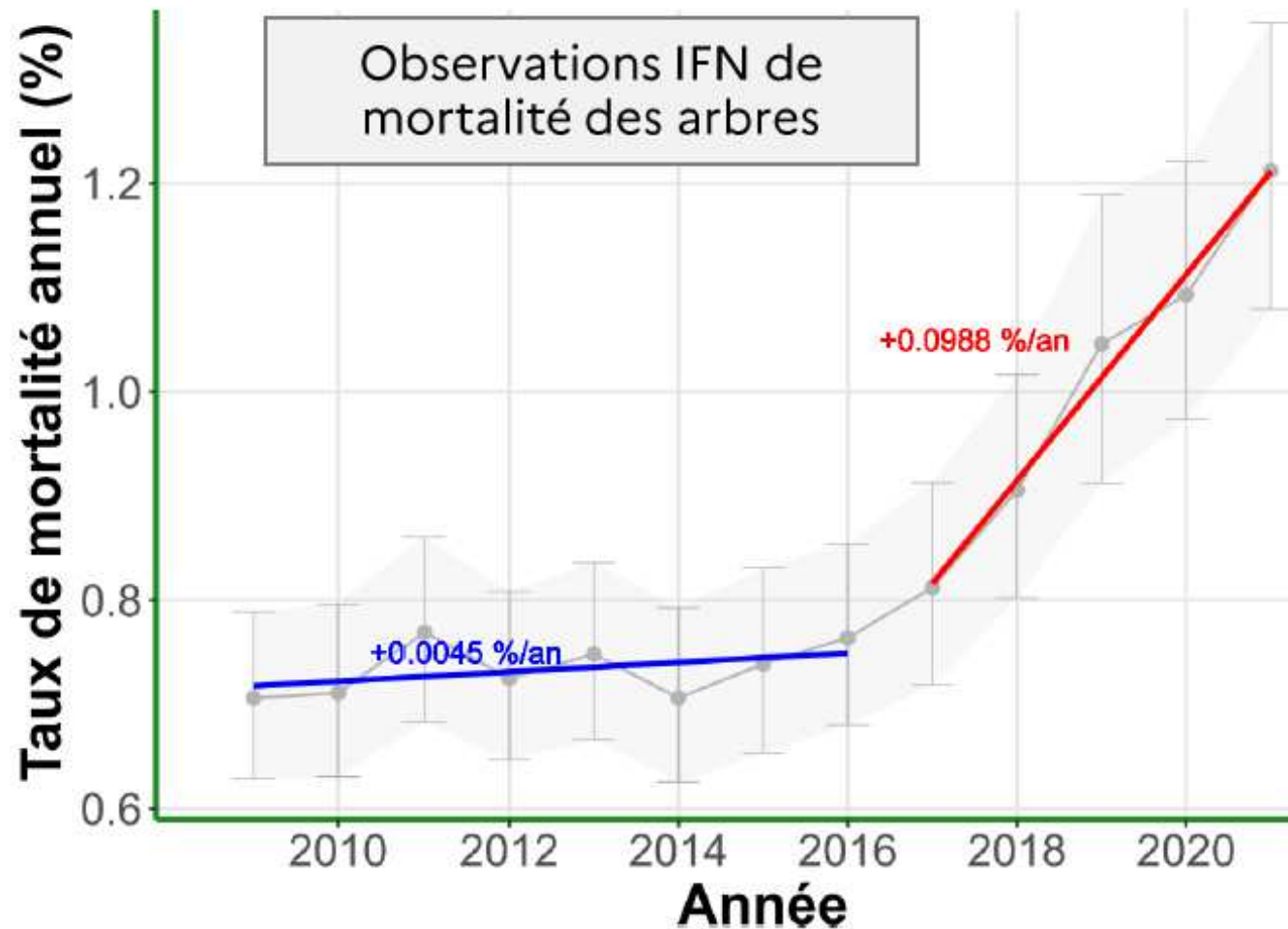
Séquestration dans les écosystèmes : des **menaces**



- Aléas climatiques (tempêtes, sécheresses, canicules, incendies, gels tardifs...)
- Changements climatiques tendanciels (température, distribution des précipitations)
- Pression des grands herbivores
- Maladies (chalarose du frêne, encre du châtaigner, *Phytophthora ramorum*...)
- Parasites (scolytes, nématode du pin ?)
- Insectes herbivores (punaise « tigre » du chêne)
- Essences invasives (ailante, cerisier tardif...)

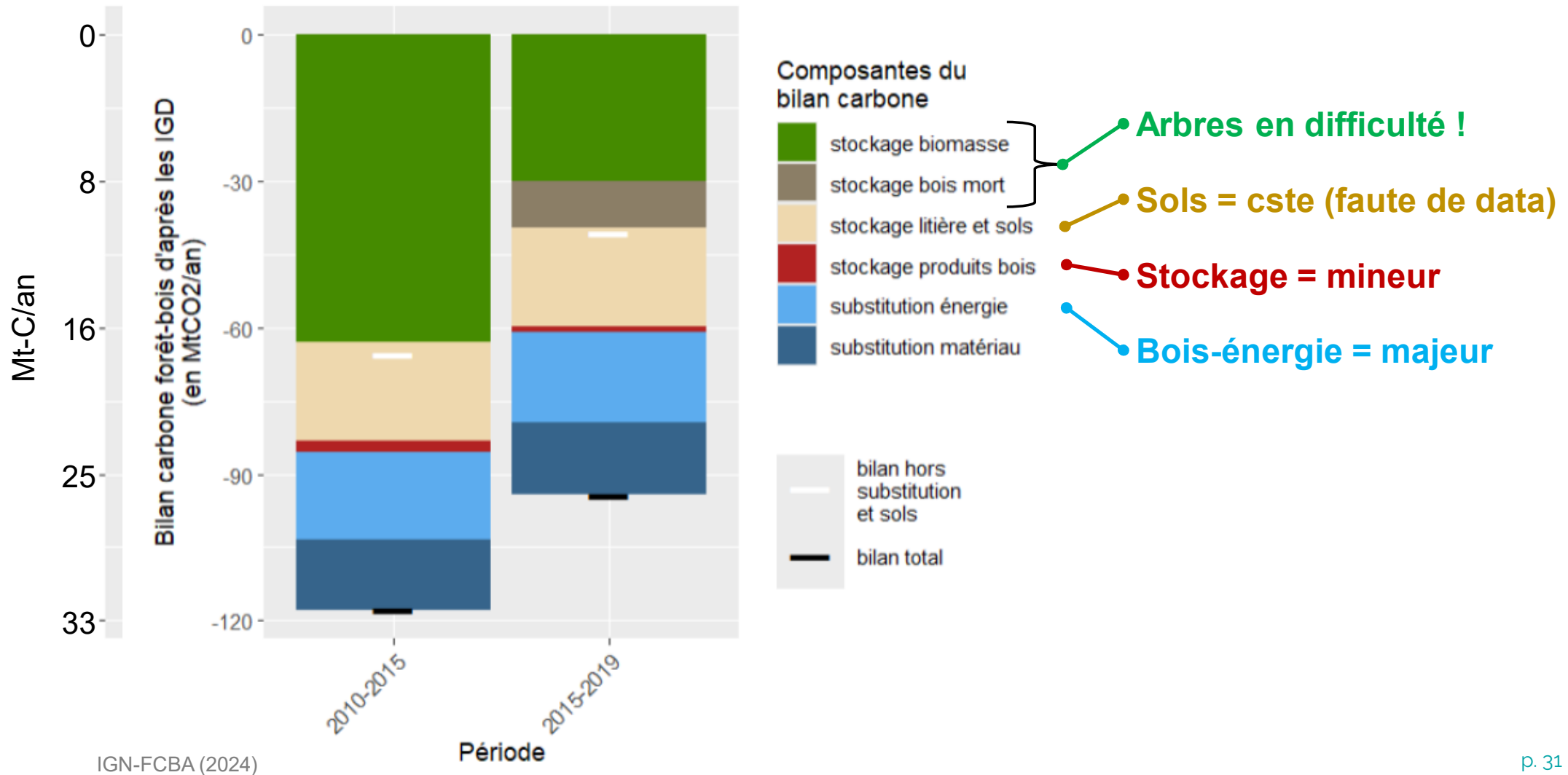
beaucoup d'espèces
introduites
⇔ Rôle des
échanges
commerciaux

Séquestration dans les écosystèmes : des **menaces**



IGN-FCBA (2024)

Effets combinés amont-aval :



Que retenir ?

- Les forêts sont des puits de carbone essentiels à l'échelle mondiale.
- Les forêts françaises (de l'Hexagone) ont, elles aussi, un rôle important dans le bilan de carbone national.
- La force de puits du COS forestier français est très incertain, mais probablement positif.
- La sylviculture influence fortement le COS.
- **/!** Des menaces multiples existent sur le puits forestier.
- On ne peut pas raisonner indépendamment l'amont et l'aval.

Pour aller plus loin :

