

# Le cycle du carbone et les enjeux de séquestration : Quel rôle de la Forêt française Méditerranéenne?

Thierry Gauquelin  
Journée GREC-SUD  
15 Oct 2018  
Roquefort la Bedoule



Institut PYTHEAS  
Observatoire des Sciences de l'Univers  
Aix-Marseille Université



16. Chris Drury  
*Carbon Pool*

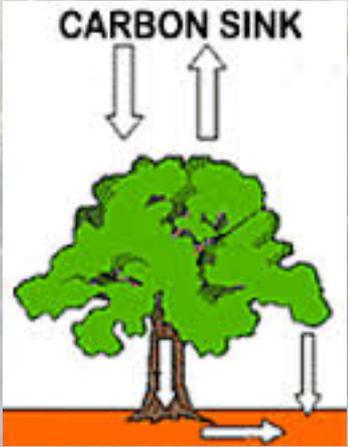
# Comment la forêt peut-elle participer à l'augmentation de la fixation de carbone?? La forêt française, un puits de carbone ???

**Les forêts tropicales humides sont-elles un puits de carbone?**  
Recherche bibliographique  
Séminaire interne AgroParisTech-ENGREF  
Blasco - Halton - Lovero - Mazzoni 18<sup>e</sup> septembre 2012

**Les puits de carbone**  
Guy Jacques  
Bernard Saugier  
Lavoisier

Science et Impacts du Changement Climatique  
Décembre 2002  
**Partie 7**  
**Atténuation par les puits de carbone**

120 cm  
**Les océans, puits de carbone**



carbon sink

Simon MARTEL    Luc CASSET    Olivier GLEIZES  
**FORÊT ET CARBONE**  
COMPRENDRE, AGIR, VALORISER

FRANCOIS  
CNIF

**PUITS DE CARBONE FORESTIER**

## Communiqué de Presse CNRS

### **La capacité des puits de carbone a augmenté entre 1998 et 2012 avec l'évolution de l'usage des sols**

La masse de carbone fixée sur les surfaces continentales (autrement dit le puits de carbone terrestre) a augmenté sur la période 1998-2012, pendant laquelle le climat a connu un lent réchauffement. Le triplement de cette valeur par rapport à la période précédente (1980–1998) reste mal compris. Cette intensification du puits ne peut être expliquée ni par la seule fertilisation associée à l'augmentation du CO<sub>2</sub> atmosphérique, ni par le seul changement climatique.

Dans *Nature Geoscience* [3], une équipe internationale à laquelle est associé le LSCE démontre par modélisation que l'évolution de l'usage des sols est la principale cause du phénomène. Elle l'explique par un reboisement dans les régions tempérées de l'hémisphère Nord, ainsi que par des pertes moindres de surfaces de forêts tropicales.

[Accueil](#) / [Actualités](#) / [Planète](#) / [Agriculture](#) / Les forêts européennes ne peuvent pas freiner davantage le réchauffement

# Les forêts européennes ne peuvent pas freiner davantage le réchauffement

Par : [Aline Robert](#) | [EURACTIV.fr](#)

📅 11 oct. 2018 (mis à jour: 📅 11 oct. 2018)

Advertisement



Les feux de forêt comme ici en Grèce contribuent à détruire les forêts européennes, qui devraient être mieux protégées selon une nouvelle étude. EPA-EFE/ALEXANDROS VLACHOS

Langues : [English](#)



Commentaires



Imprimer



11



**Un recours massif au puits de carbone forestier serait contre-productif selon une étude française.**

## Supporters

**Airil**



Action co-financed by  
the European Commission



## Popular articles

[Le Medef européen prépare le sabotage des objectifs climatiques européens](#)

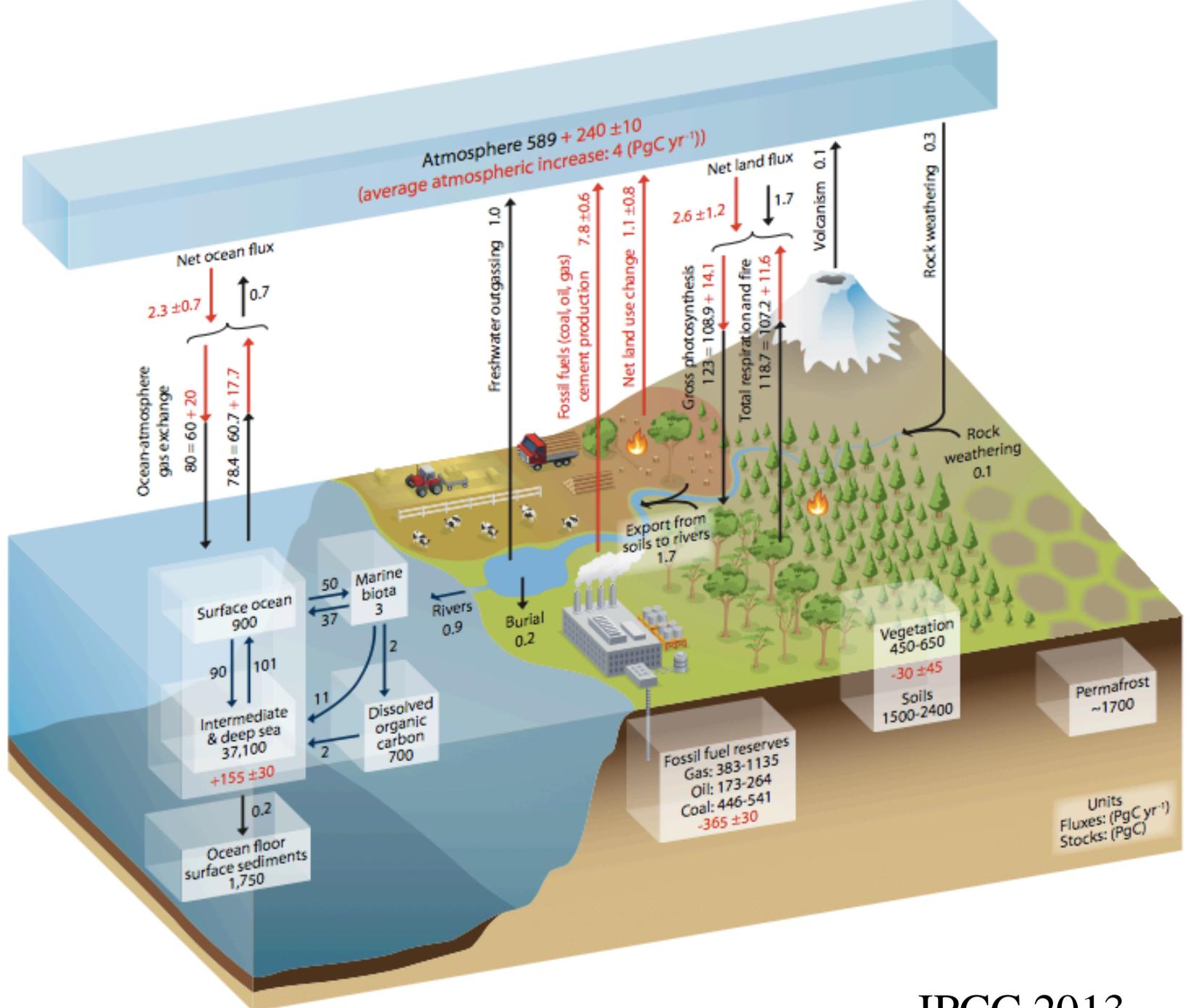
1

[Le patronat européen continue son travail de sape sur le climat](#)

2

[Le meurtre d'une journaliste bulgare déclenche l'indignation](#)

3



**1 Gigatonne (Gt) = 1 Milliard de tonnes = 1 Ptg**

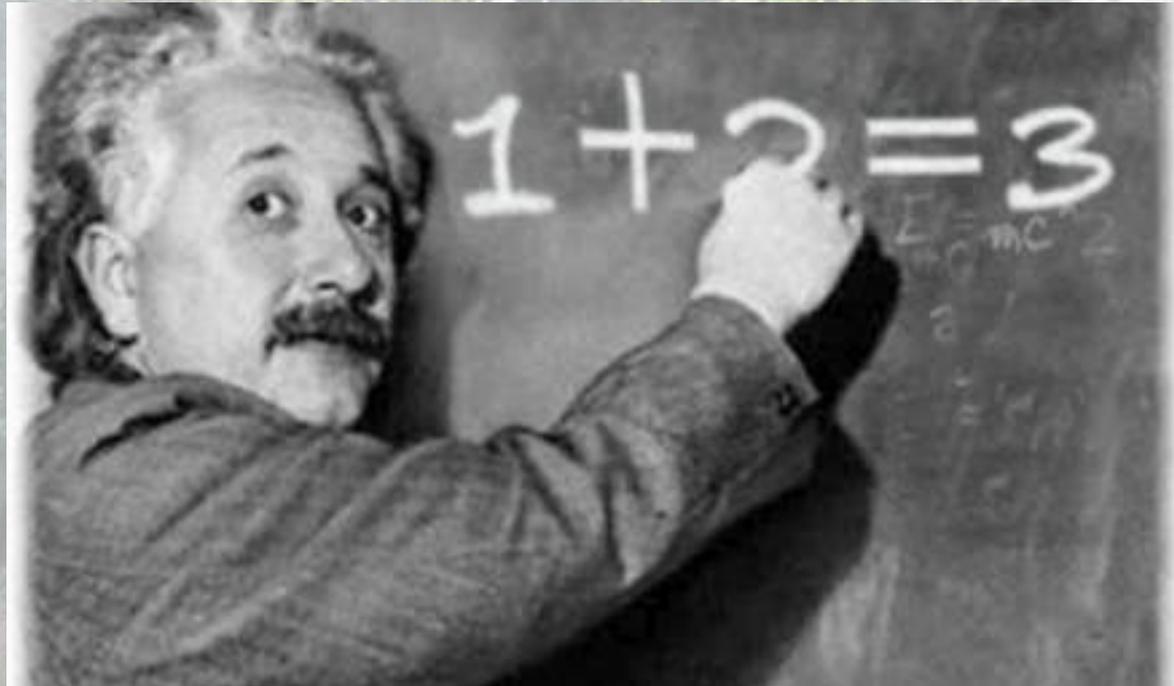
Attention!!

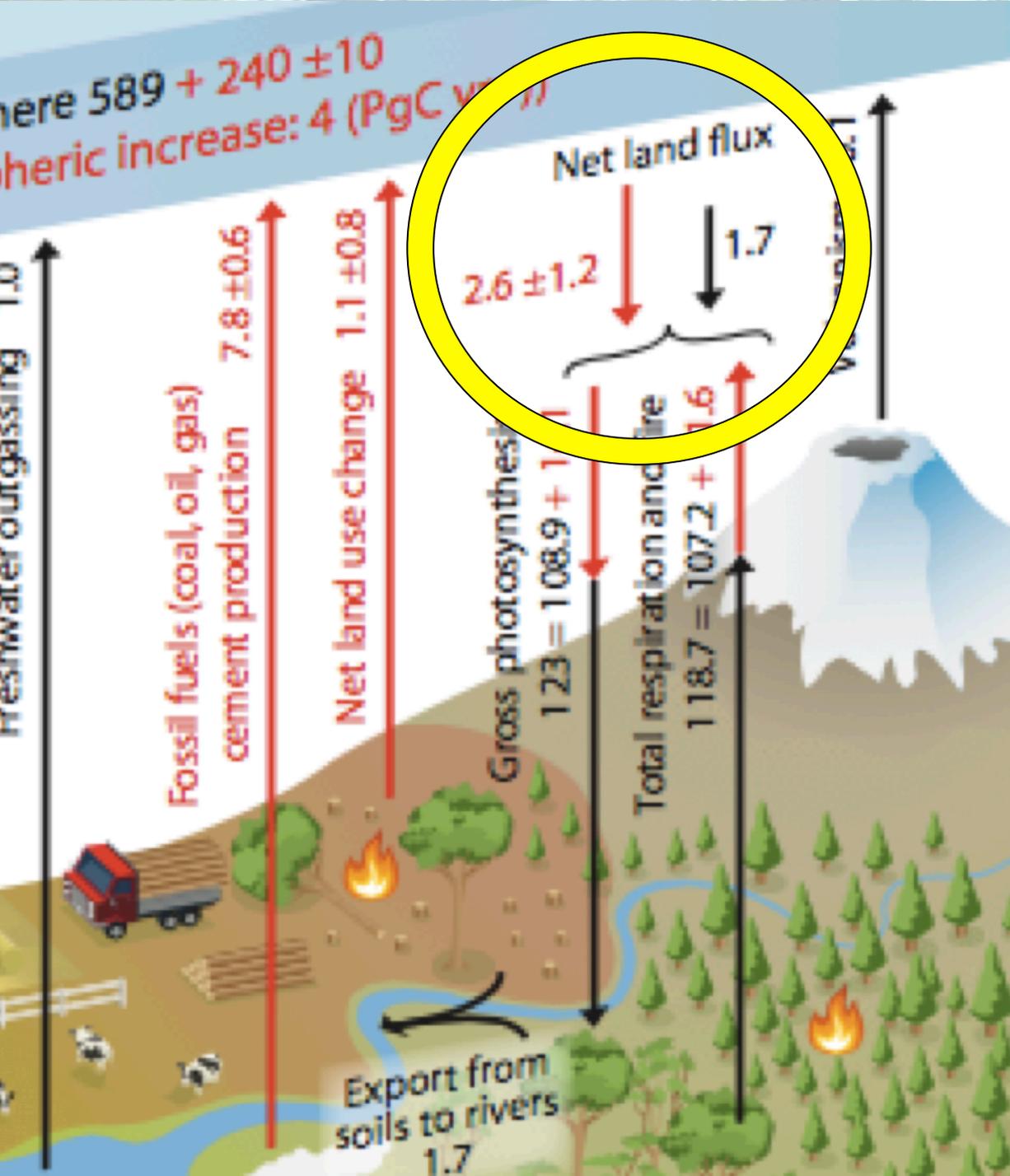
10 Gt de C = 36,6 Gt de CO<sub>2</sub>

C = 12

O = 16

CO<sub>2</sub> = 44

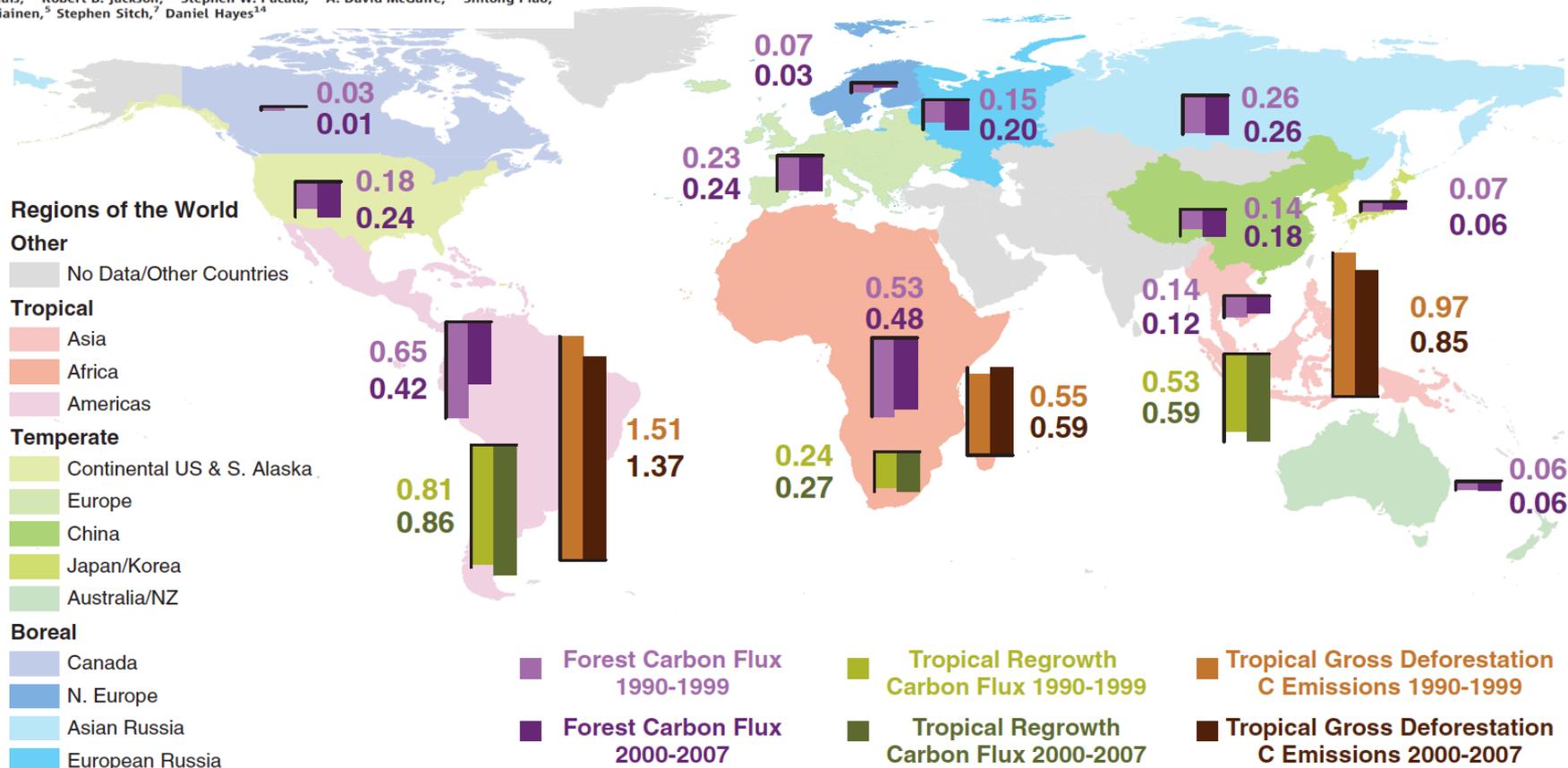




Puits : 2,6 Gt/an

# A Large and Persistent Carbon Sink in the World's Forests

Yude Pan,<sup>1\*</sup> Richard A. Birdsey,<sup>1</sup> Jingyun Fang,<sup>2,3</sup> Richard Houghton,<sup>4</sup> Pekka E. Kauppi,<sup>5</sup> Werner A. Kurz,<sup>6</sup> Oliver L. Phillips,<sup>7</sup> Anatoly Shvidenko,<sup>8</sup> Simon L. Lewis,<sup>7</sup> Josep G. Canadell,<sup>9</sup> Philippe Ciais,<sup>10</sup> Robert B. Jackson,<sup>11</sup> Stephen W. Pacala,<sup>12</sup> A. David McGuire,<sup>13</sup> Shilong Piao,<sup>2</sup> Aapo Rautiainen,<sup>5</sup> Stephen Sitch,<sup>7</sup> Daniel Hayes<sup>14</sup>



**Fig. 1.** Carbon sinks and sources (Pg C year<sup>-1</sup>) in the world's forests. Colored bars in the down-facing direction represent C sinks, whereas bars in the upward-facing direction represent C sources. Light and dark purple, global

established forests (boreal, temperate, and intact tropical forests); light and dark green, tropical regrowth forests after anthropogenic disturbances; and light and dark brown, tropical gross deforestation emissions.

Carbone, vous avez dit Carbone?

Mais quel carbone???

Organique?



Molécules  
organiques



Inorganique?



Cycle biogéochimique

Etres vivants (Matière organique)

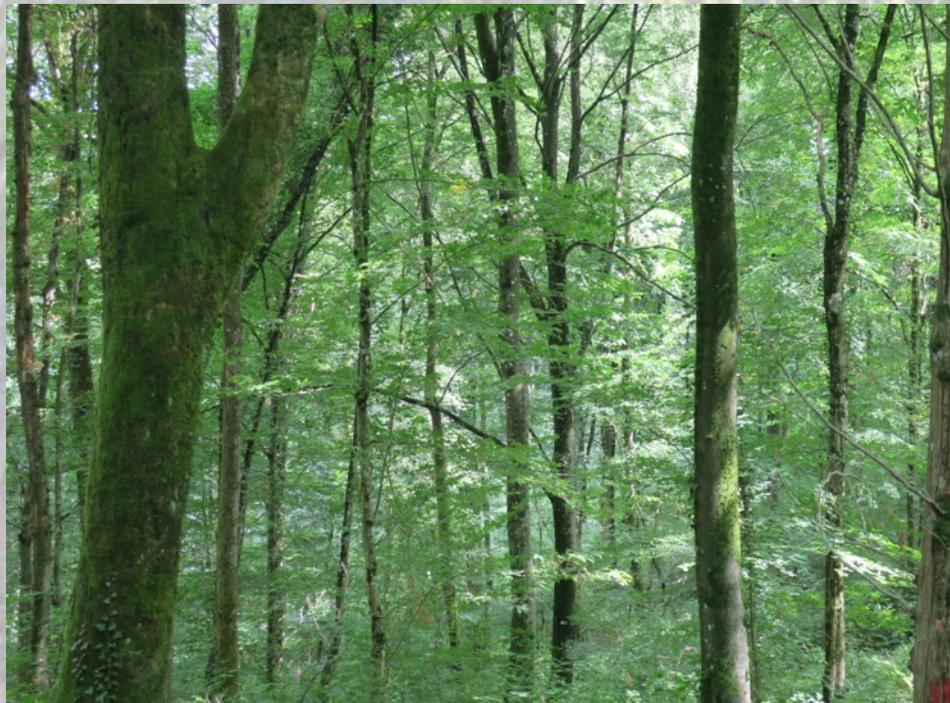
# Cycle, vous avez dit Cycle?

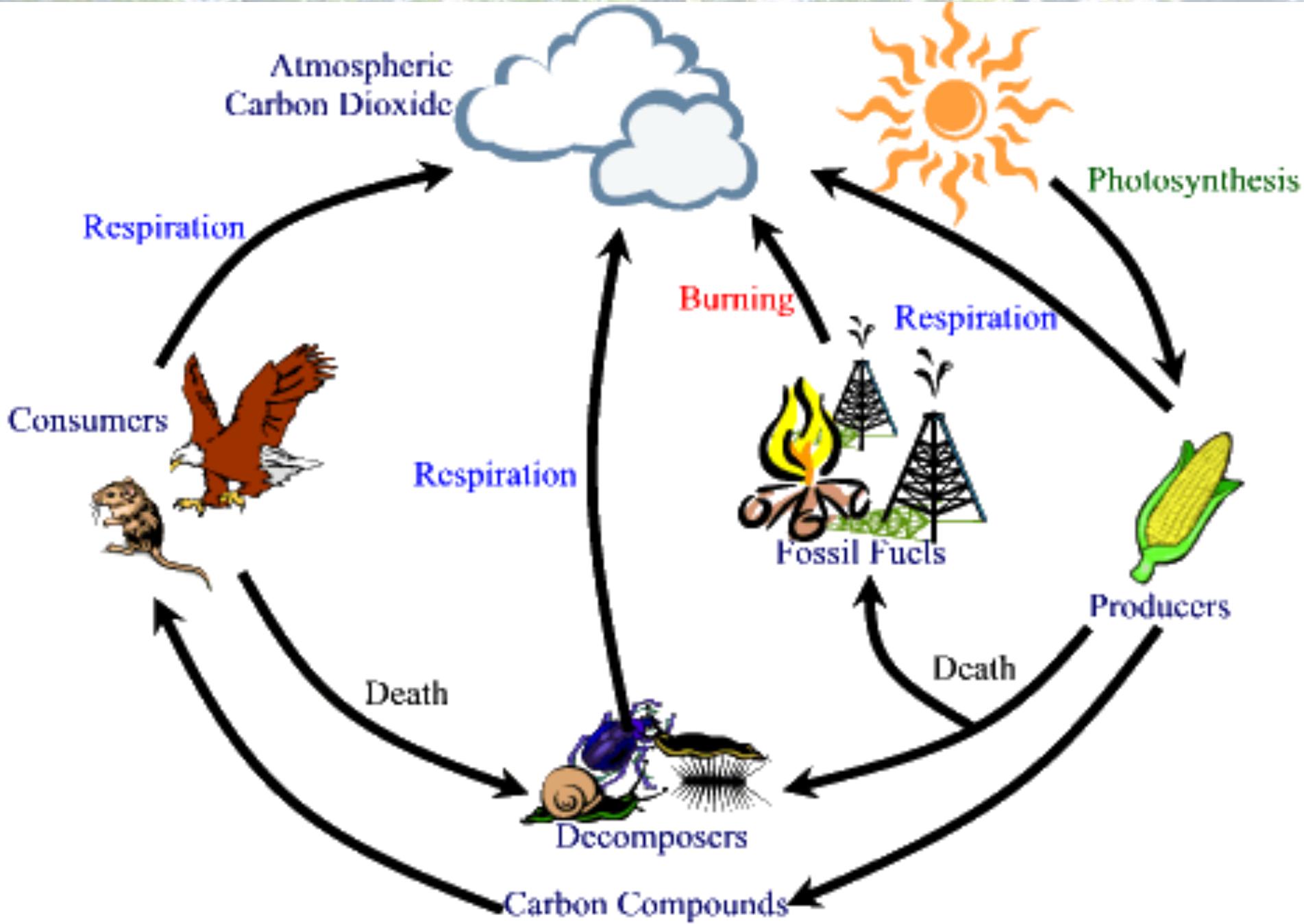
**Cycle court**

**Photosynthèse  
Respiration**

**Cycle long**

**Formation des  
roches carbonatées**





Les réservoirs de carbone sont constitués par :

-la **lithosphère** (sédiments et roches calcaires), essentiellement sous forme de  $\text{CaCO}_3$  mais aussi de dolomies ou autres formes (gypse, etc)

-l'**hydrosphère** (eaux océaniques), sous forme dissoute essentiellement  $\text{HCO}_3^-$

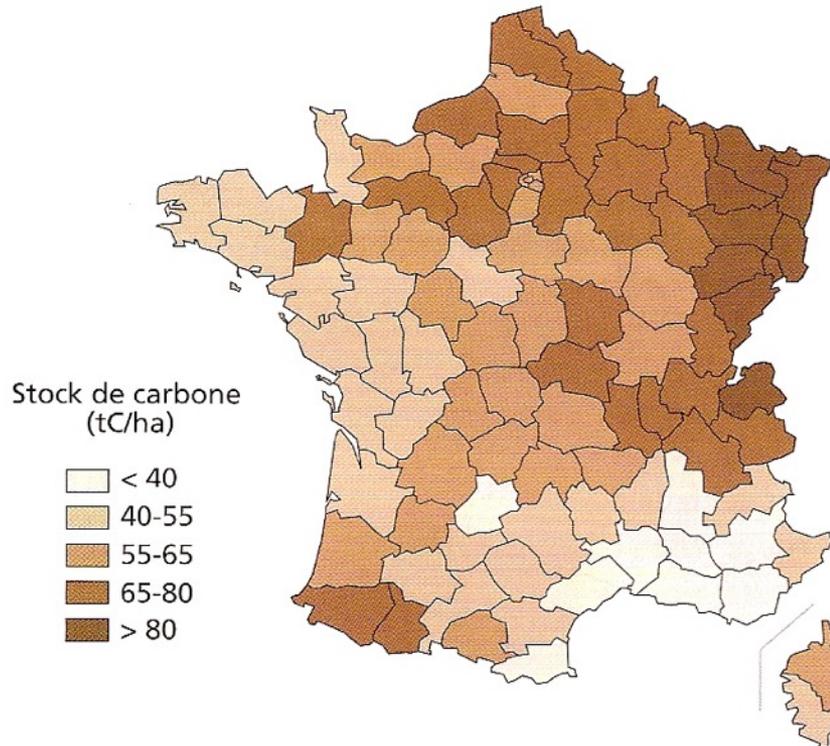
-l'**atmosphère**, sous forme de dioxyde de carbone ( $\text{CO}_2$ )

-la **biosphère** (végétation, animaux, sols (à l'interface atmosphère-biosphère-lithosphère))

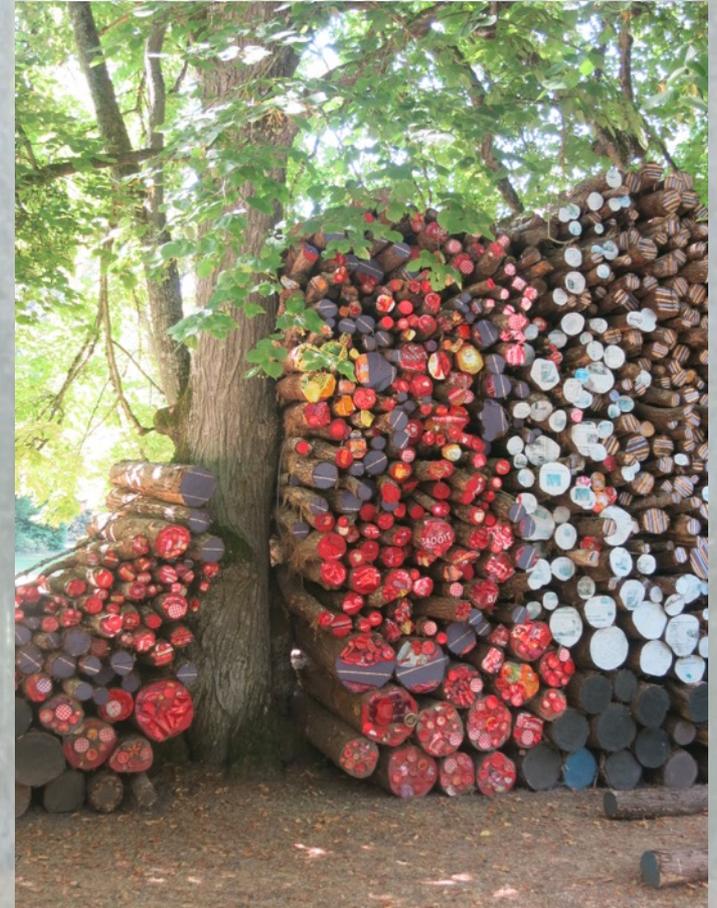
# Un hectare de forêt, c'est combien de carbone fixé?

La biomasse est constitué de C, H, O, N... et le C (le carbone)  
correspond en gros à 50% de cette biomasse

Donc une forêt de 150 t/ha de biomasse a fixé 75 t/ha de Carbone



*Stock moyen de carbone dans la biomasse forestière  
par unité de surface, par département  
moyenne des relevés IFN : 1991 - Source Dupouey et al. 1999*



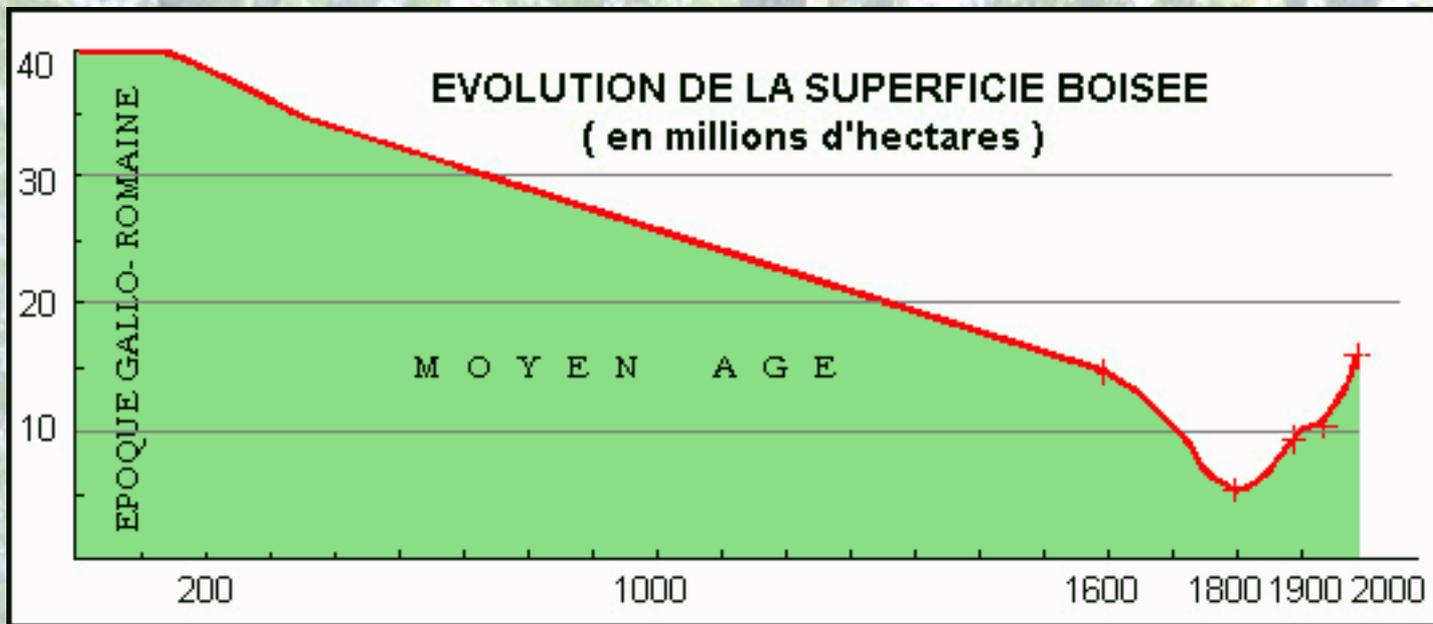
Pour que la forêt se comporte comme un puits de carbone, il faut donc augmenter la quantité de carbone fixé par les forêts:

2 voies:

-par une augmentation de la productivité et une diminution des prélèvements conduisant à une augmentation du stock existant

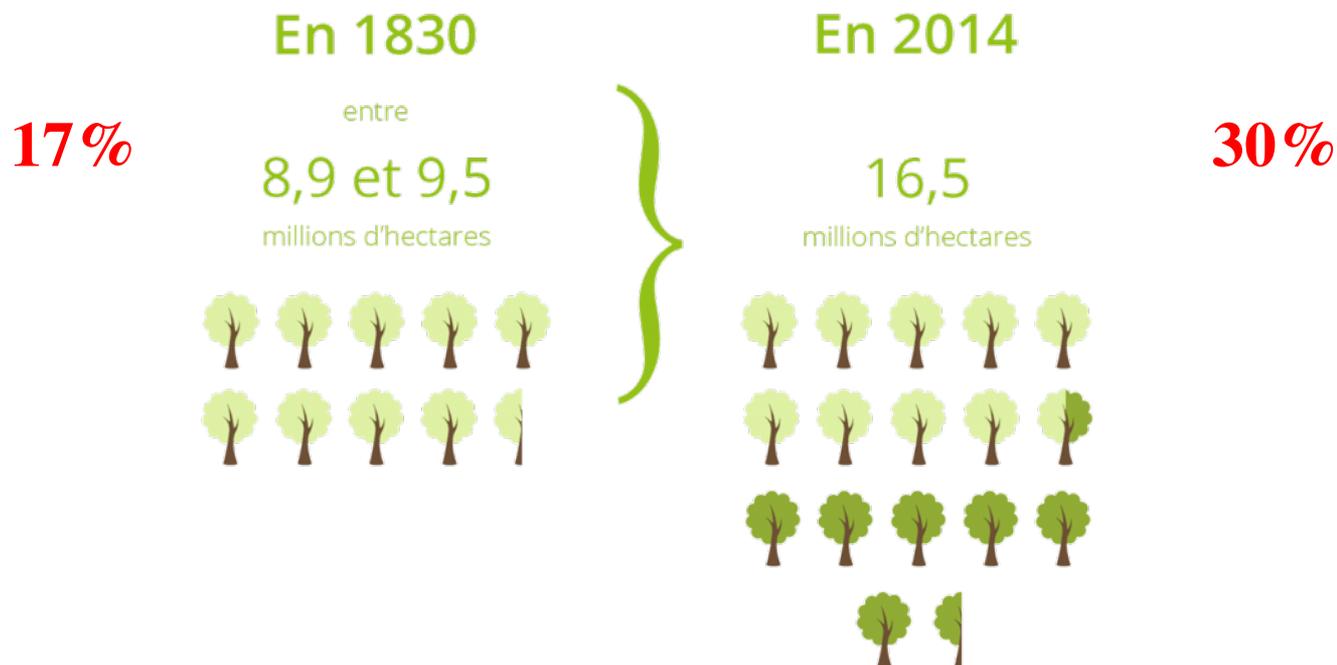
-par une augmentation des superficies forestières





<http://foret.chambaran.free.fr/index.php?page=historique>

La surface forestière en France métropolitaine représente



# Au niveau des paysages

- Augmentation des superficies forestières en France métropolitaine

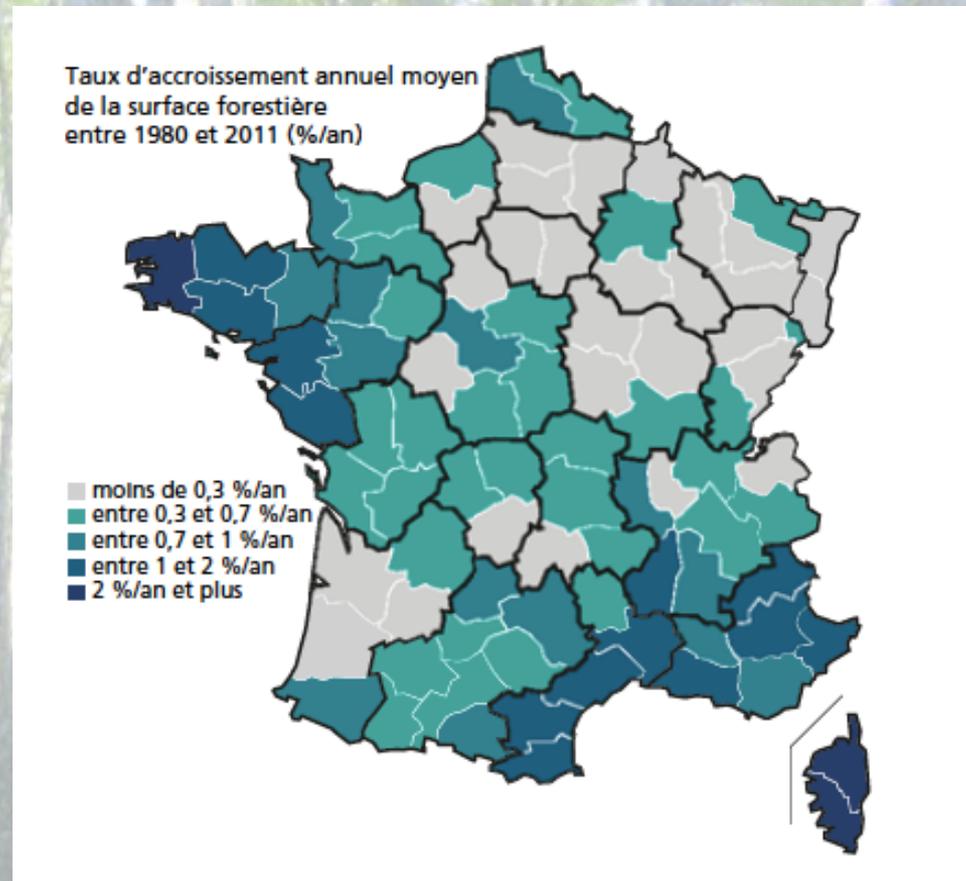
Depuis 1980 : 0,6% par an

... soit de 60000 à 80000 ha/an de forêt en plus tous les ans

30 km



20 km



Terres délaissées par l'agriculture et la pastoralisme  
Ralentissement actuel de cette augmentation....

# **Pour la forêt méditerranéenne (9% de la forêt française):**



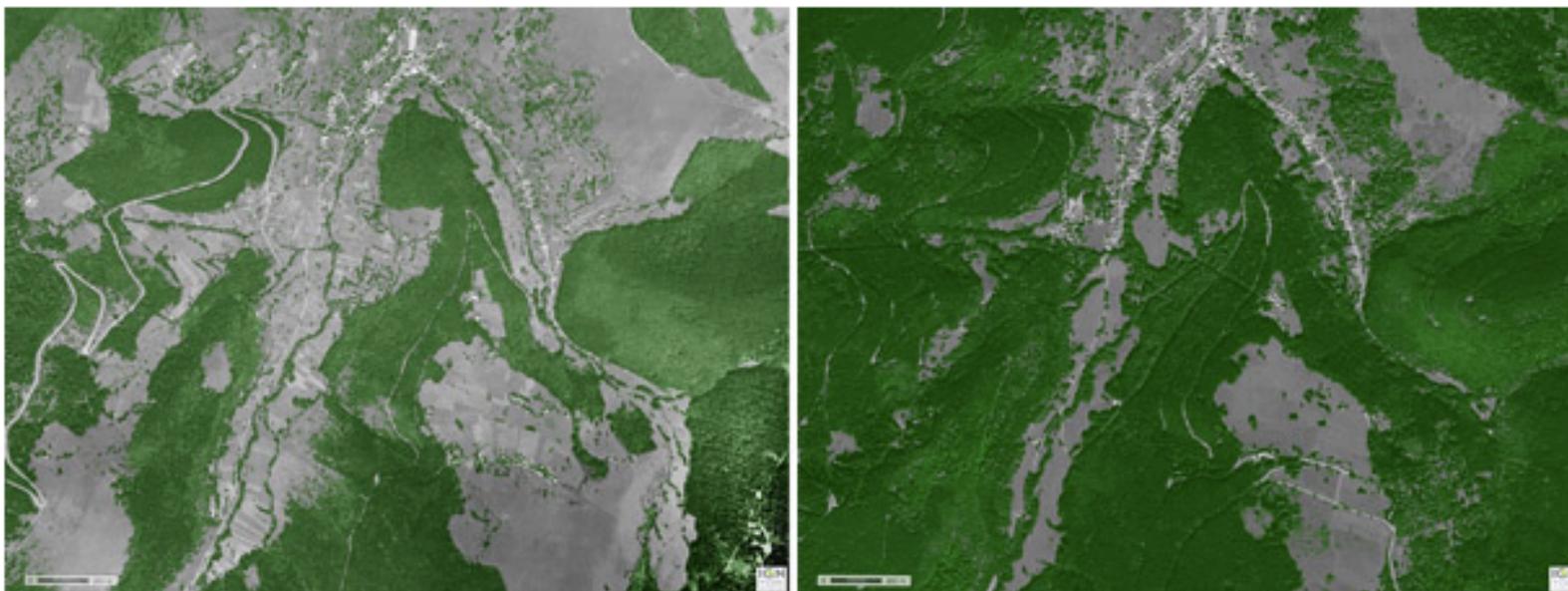
**1,33 millions ha en 1999**



**1,17 millions ha en 1989**



**Augmentation de  
15000 ha par an**



La déprise agricole et l'extension forestière ont entraîné une importante fermeture des paysages vosgiens. Sondernach, photographies aériennes de 1956 et 2012



Le déclin agricole est manifeste : les champs ( céréales , pomme de terre) ont disparu du paysage des Vosges, seuls se maintiennent des prés et des pâtures. La fermeture paysagère des versants est radicale. Fréland, carte postale du XIX<sup>e</sup> siècle (archive départementale du Bas-Rhin) et photographie de 2012

Par une augmentation de la productivité et une diminution des prélèvements conduisant à une augmentation du stock existant

Forêts  
en pleine  
croissance

Diminution du %  
prélevé et des  
feux de forêts

Impact  
favorable des  
dépôts  
d'azote

Allongement de la  
saison de  
végétation

Augmentation  
CO<sub>2</sub> et t°)



**En Europe, la saison de  
végétation s'est allongée de  
10 à 15 jours  
depuis les années 60**

*com. pers.*

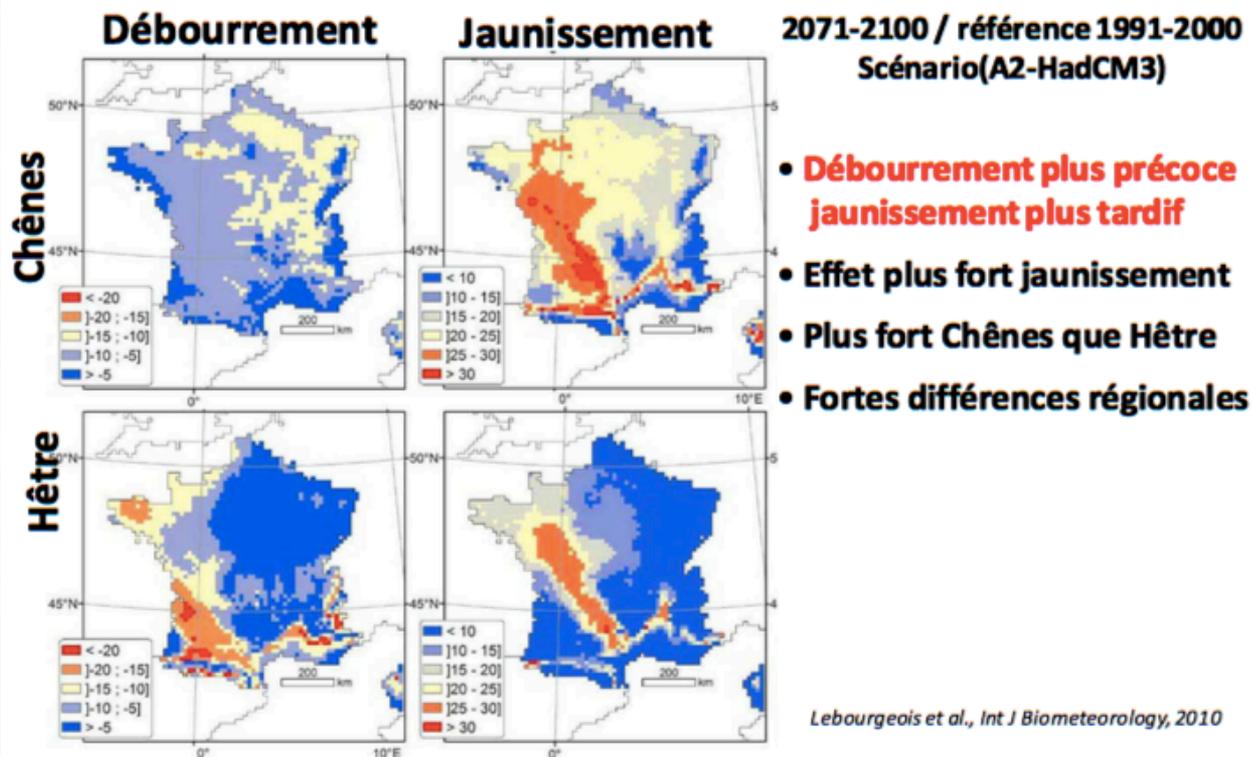
**Menzel & Fabian, 1999  
International Phenological  
Gardens**

3. Les conséquences sur les écosystèmes

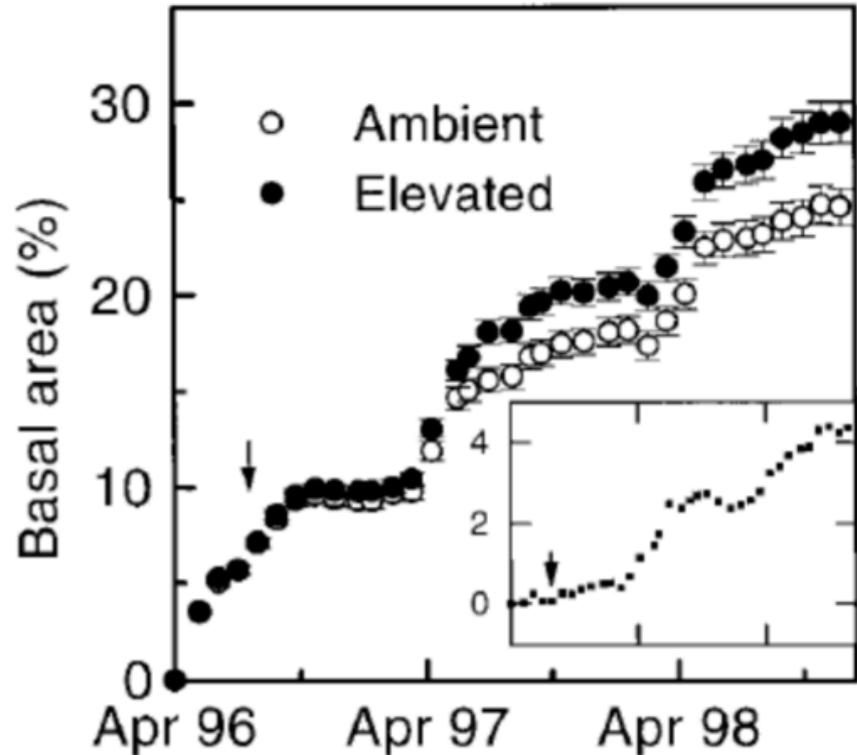
Impacts du changement climatique sur la phénologie des arbres – Lebourgeois et al. 2011 – SMF- 23 mars 2011

**Question 2 : Les cycles de développement vont-ils encore changer ?**

**Oui... mais dans quel sens ?**



Augmentation in situ de la teneur  $\text{CO}_2$  (+ 200 ppm)  
pendant 2 ans dans une forêt de pin (dispositif FACE)  
→ production primaire nette : + 25%



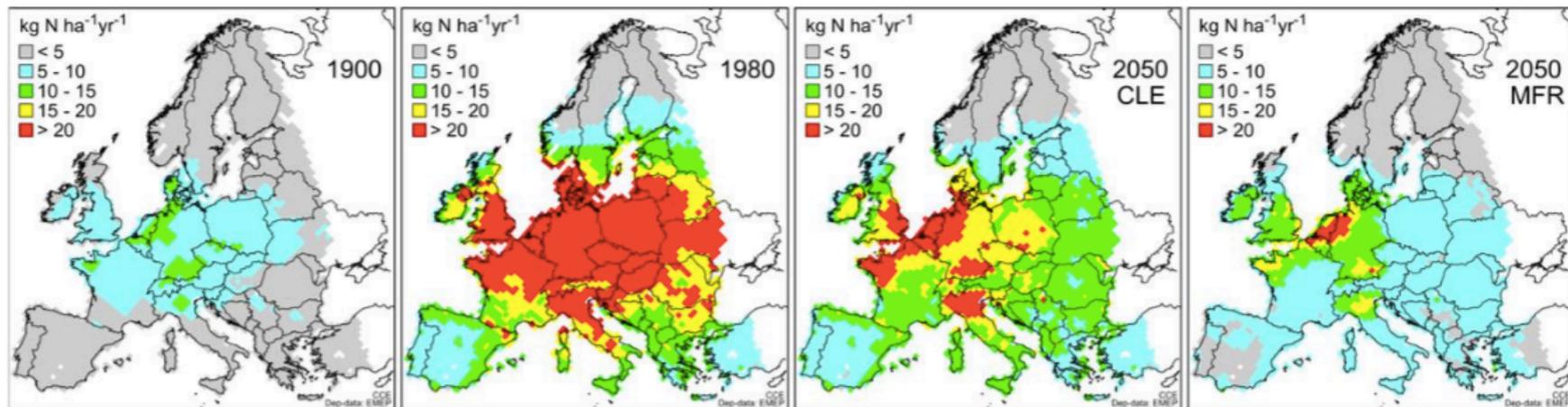
DeLucia *et al.*, *Science* (1999)

The Oak Ridge FACE facility in a *Liquidambar styraciflua* plantation

# Pollution

Dépôts azotés : acidification des sols... et fertilisation des forêts

## Régression en Europe et Amérique du nord



De Vries et Posch, *Environmental Pollution* (2011)

**Sols forestiers et changements climatique  
et atmosphérique**

Bruno FERRY, Antonio BISPO, Thomas EGLIN,  
Claire CHENU, Etienne DAMBRINE

## Stock de carbone de la biomasse ligneuse et des sols forestiers

(millions de tonnes - XXX : données non disponible)

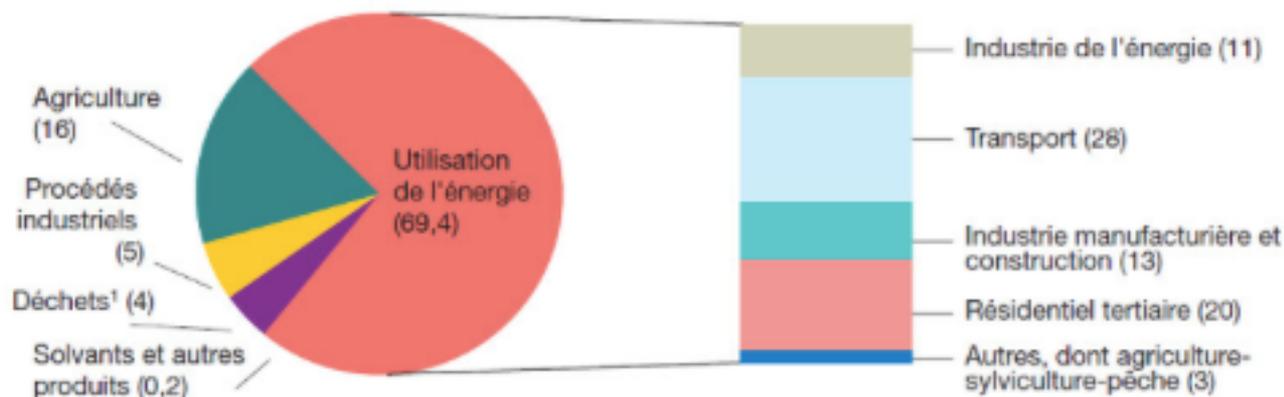
Forêts disponibles pour la production (hors peupleraies)

Source : IFN, hors peupleraies, pour les seules forêts inventoriées disponibles pour la production de bois

Compartiment	Stock de carbone		Puits de carbone
	1999	2004	millions de tonnes par an 1994-2004
Biomasse aérienne des arbres	714	765	11,1
Biomasse souterraine des arbres	204	219	3,2
Sous-total Biomasse forestière	918	984	14,3
rapporté à l'ha (t C/ha)	67	71	0,9
Sols forestiers (litière incluse)	1 074	1 074	XXX
<b>Total</b>	<b>1 991</b>	<b>2 058</b>	<b>XXX</b>
rapporté à l'ha (t C/ha)	146	149	XXX

## Répartition par source des émissions de GES en France en 2013 (DOM inclus) (491,1 Mt CO<sub>2</sub>éq. hors UTCF<sup>2</sup>)

En %

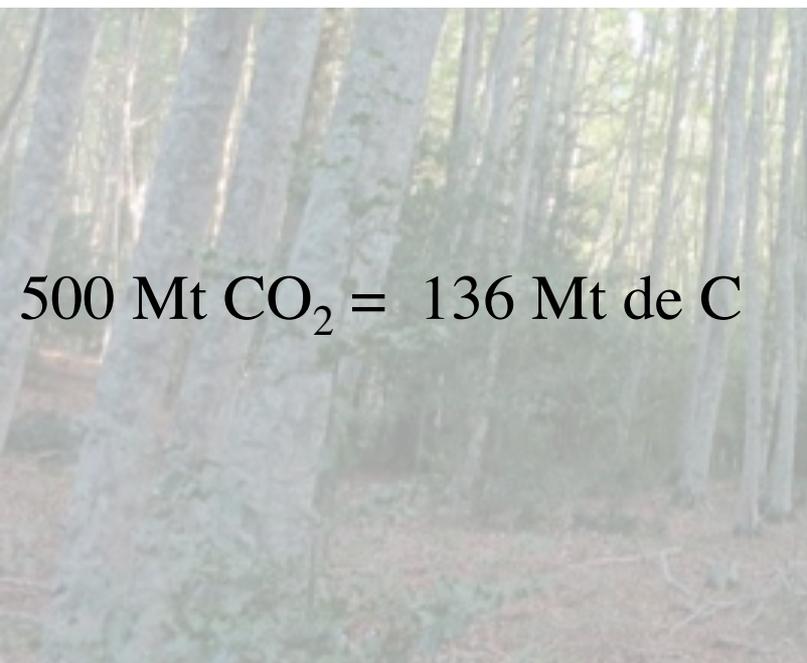


Source : Citepa, inventaire format Plan Climat (périmètre Koyto), avril 2015.

1. Hors incinération des déchets avec récupération d'énergie (incluse dans « Industrie de l'énergie »). Détail page 32.
2. Utilisation des terres, leur changement et la forêt (UTCF).

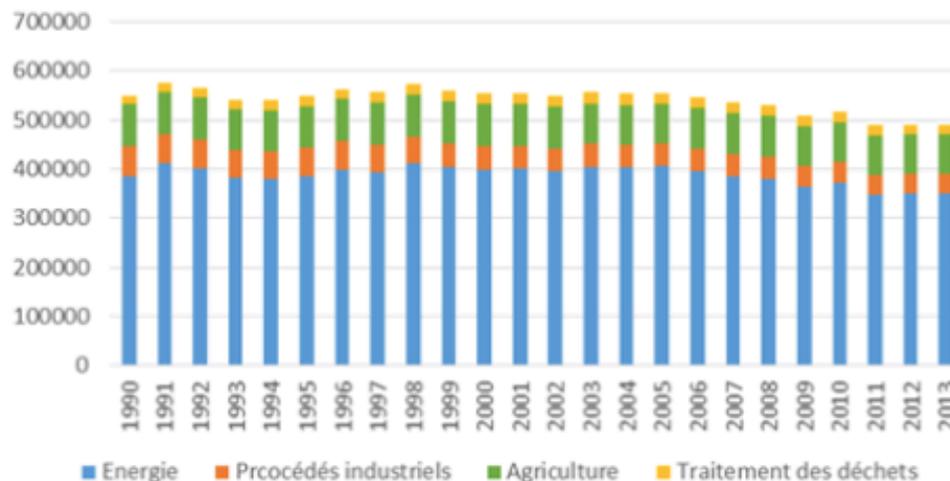


ndiales alors qu'elle contribue à hauteur de plus de 10 %, bien au-delà de ce qui était de ne pas les augmenter. Cela



500 Mt CO<sub>2</sub> = 136 Mt de C

## Emissions de GES en kt éq. CO<sub>2</sub>



Évolutions des émissions depuis 1990 en France (périmètre Convention)

14,3 Mt de C fixés par la forêt  
par an (entre 1994 et 2004)

et.....

136 Mt de Carbone émis par les  
français par an

En gros 10% de nos émissions  
sont compensées par  
l'augmentation de la superficie  
des forêts et l'augmentation de  
la productivité.... Sans tenir  
compte du sol!!!



Pour la forêt méditerranéenne... soit 9% de la forêt française  
mais ¼ de l'augmentation des superficies (15000 ha/an)

Estimation (productivité? – baisse de l'augmentation des  
surfaces?) de l'ordre de 1.5 Mt de C/an fixés par la forêt

Emissions de GES Région Sud + Languedoc Roussillon = 12 MtC

Donc ces deux régions compenseraient à hauteur de 15% leurs  
émissions de GES par la forêt et son augmentation.

Prudence sur ces estimations grossières !



# La construction en bois relancée par 24 projets de tours

MYRIAM CHAUVOT | Le 17/10 à 17:45 | Mis à jour le 18/10 à 10:04 |



La Tour Hypérion d'Eiffage, déjà en projet à Bordeaux. - Jean-Paul Viguier

Et le sol dans tout cela ???



# LE 4 POUR 1000

## LA SÉQUESTRATION DU CARBONE DANS LES SOLS POUR LA SÉCURITÉ ALIMENTAIRE ET LE CLIMAT

La quantité  
de carbone contenue  
dans l'**atmosphère**  
augmente  
chaque année de  
**4,3 milliards de tonnes**

**+4,3** Md t.  
carbone  
/ an

↑↑  
émissions de CO<sub>2</sub>



Forêts ⊖⊖

Océans ⊖⊖

Activités humaines ⊕⊕⊕⊕

Déforestation ⊕

⊖ absorption ⊕ émission

Les **sols** du monde  
contiennent sous forme  
de matières organiques  
**1 500 milliards de tonnes**  
de carbone

absorption de CO<sub>2</sub>  
par les végétaux



stockage de carbone  
organique dans les sols

**1500** Md t.  
carbone

**Si on augmente de 4‰ (0,4%)** par an  
la quantité de carbone contenue  
dans les sols, **on stoppe l'augmentation  
annuelle de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère**,  
en grande partie responsable  
de l'effet de serre  
et du changement climatique

augmentation  
de l'absorption  
de CO<sub>2</sub> par les  
végétaux :



sols cultivés,  
prairies,  
forêts...



stockage de **+4‰**  
de carbone dans les sols mondiaux  
= des sols + fertiles  
= des sols + adaptés aux effets  
du changement climatique

### COMMENT STOCKER PLUS DE CARBONE DANS LES SOLS ?

Plus on couvre les sols, plus les sols sont riches en matière organique, et donc en carbone.  
Jusqu'à présent, la lutte contre le réchauffement climatique s'est beaucoup focalisée sur protection  
et la restauration des forêts. En dehors des forêts, il faut favoriser le couvert végétal sous toutes ses formes.



Ne pas laisser  
un sol nu et moins  
travailler le sol ;  
ex. : les techniques  
sans labour



Introduire davantage  
de cultures  
intermédiaires,  
intercalaires et  
de bandes enherbées



Développer les haies  
en bordure  
des parcelles  
agricoles  
et l'agroforesterie



Optimiser la gestion  
des prairies,  
par exemple  
allonger la durée  
de pâturage



Restaurer  
les terres dégradées,  
par ex. les zones arides  
et semi arides  
du globe

« Cette initiative internationale permet de concilier  
les objectifs de **sécurité alimentaire** et de **lutte contre le changement climatique**,  
et donc d'engager dans la COP21 l'ensemble des pays concernés. »

Stéphane Le Foll, ministre de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt