



Effets des facteurs du changement climatique sur les espèces forestières

Dizengremel



Pierre

*Professeur émérite, UMR SILVA,
Université de Lorraine/
AgroParisTech/INRA*



Salvador DALI : les trois sphinx de Bikini (1947) *Morohashi Museum of Modern Art, Fukushima (Japan)*
Kerdonis.fr; Jean-Claude Gautron



Sylvothérapie *(Joëlle Pierrard, Plantes & Santé, 01/07/2020)*

Travaux effectués par le professeur Qing Li, fondateur de la société japonaise de sylvothérapie et médecin immunologiste à l'université de médecine de Tokyo



**Auprès de mon arbre,
Je vivais heureux,
J'aurais jamais dû m'éloigner de mon
arbre...
Auprès de mon arbre,
Je vivais heureux,
J'aurais jamais dû le quitter des yeux...**

Georges Brassens



Chêne de la forêt de Montmorency, juin 2020

Facteurs environnementaux auxquels l'arbre doit faire face

- le dioxyde de carbone, CO₂, normalement positif car aliment de la photosynthèse donc de la croissance par assimilation de carbone
- l'azote sous diverses formes, normalement fertilisant
- les composés gazeux polluants, primaires et secondaires, présents dans l'atmosphère et généralement toxiques : SO₂, O₃
- la température dont les excès peuvent être nuisibles
- la sécheresse qui impacte durement la croissance
- les facteurs biotiques, principalement les insectes mais aussi champignons

Il est clair que ces facteurs interviennent très souvent en combinaison et qu'il est difficile, dans la nature, d'établir clairement des relations cause-effet, sauf dans certains cas. Les chercheurs soumettent donc des arbres placés en conditions contrôlées à ces facteurs environnementaux.



Escoute, bucheron, arreste un peu le bras

Ce ne sont pas des bois que tu jettes à bas ,

Ne vois-tu pas le sang, lequel dégoute à force

Des Nymphes qui vivoyent dessous la dure
escorce?

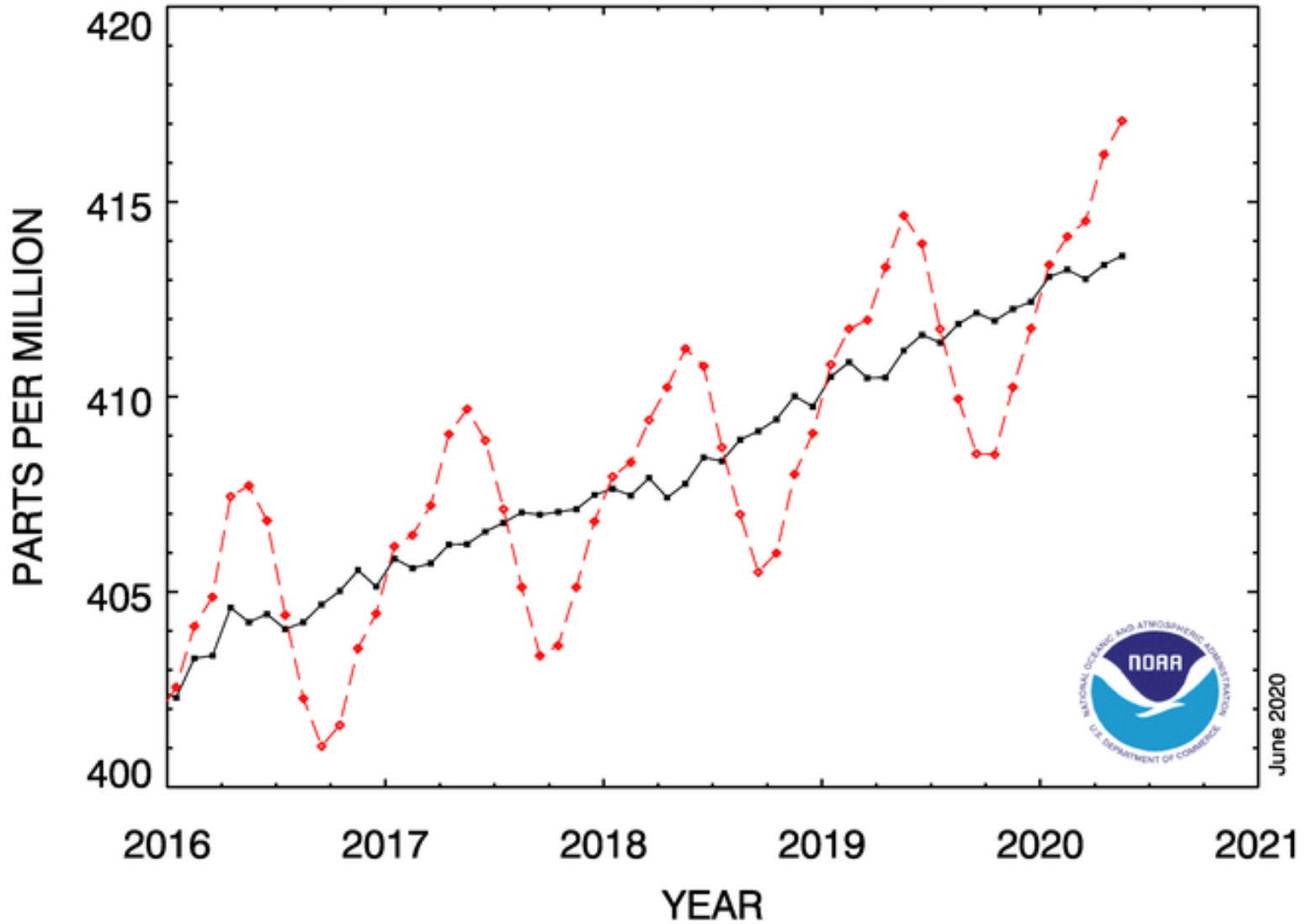
Pierre de Ronsard

*(Contre les bucherons de la forest de Gastine
entre 1578 et 1584)*



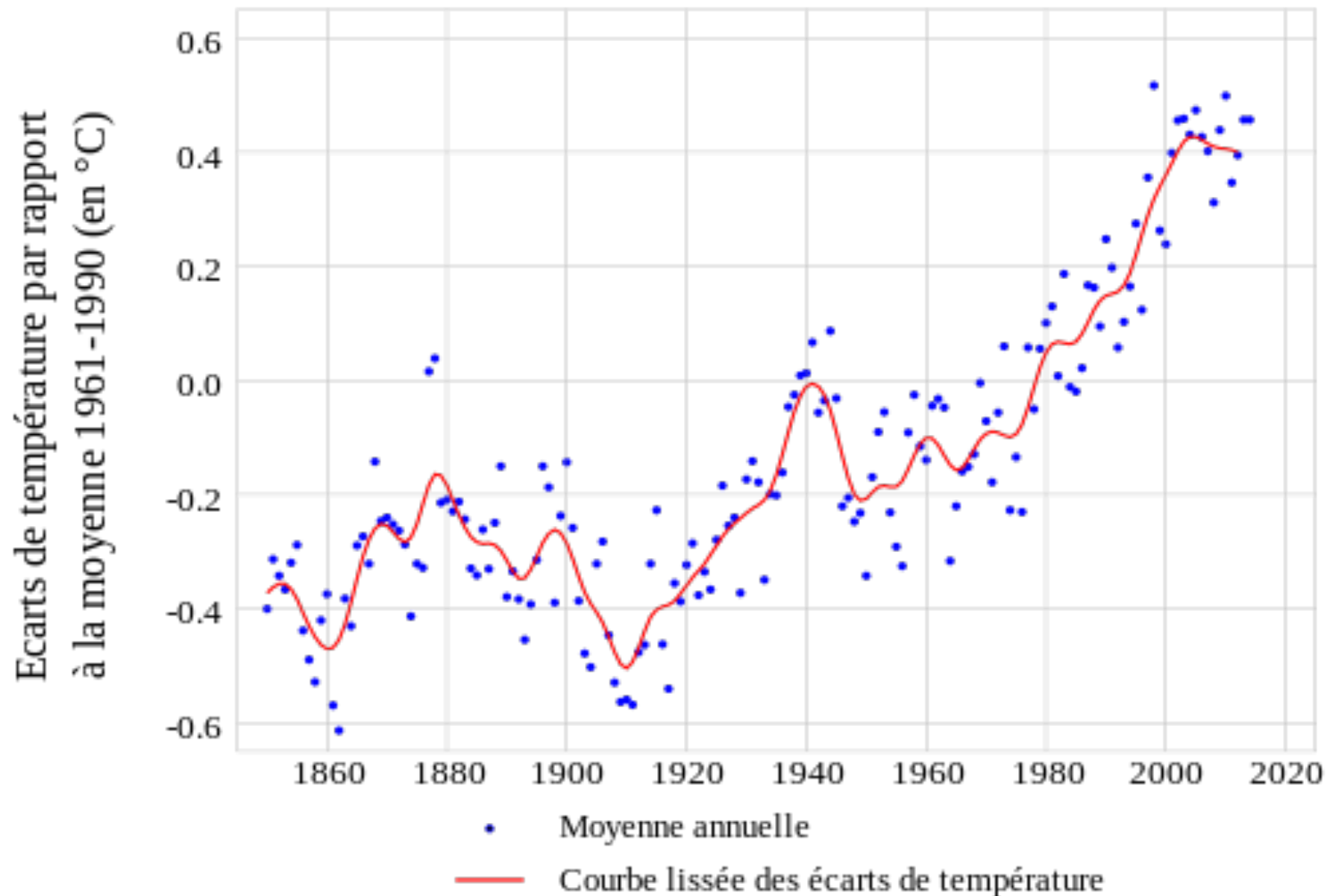
Incendies en Amazonie – 22/08/2019 - *France Inter*

RECENT MONTHLY MEAN CO₂ AT MAUNA LOA



Concentrations moyennes mensuelles (en rouge) et corrigées (sans l'effet saisonnier - en noir) de CO₂ relevées à l'observatoire de Mauna Loa – Hawaii © [NOAA](https://www.noaa.gov/) ; 06/2020

Écarts des températures globales de surface (1850-2014)



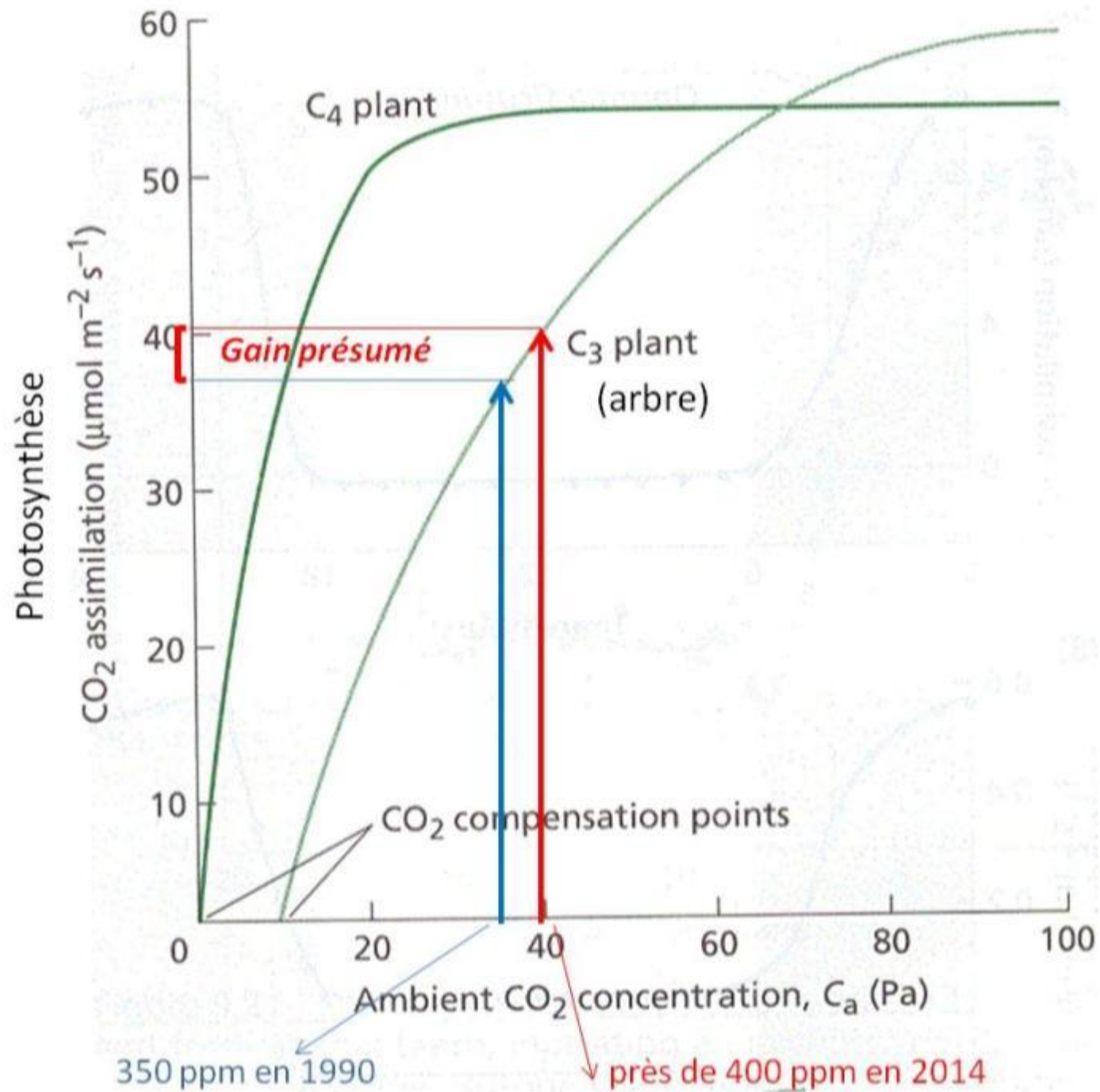
BILAN ANNUEL MOYEN de CARBONE pour les périodes 1980-1989, 1989-1998, 1999-2008

et 2007-2016 (*les années 2015 et 2016 sont mentionnées à part*)

(en Gigatonnes = 10⁹ tonnes de carbone par an)

	1980-1989	1989-1998	1999-2008	2007-2016	2015	2016
Emissions à partir de combustibles fossiles	5,5 (0,5)	6,4 (0,4)	7,7 (0,5)	9,4 (0,5)	9,9 (0,5)	9,9 (0,5)
Emission par déforestation et changement d'usage des terres	1,6 (1,0)	1,6 (0,8)	1,4 (0,7)	1,3 (0,7)	1,3 (0,5)	1,3 (0,7)
Fixation par la végétation (fertilisation C, N..)	1,9 (0,5)	2,6 (0,9)	2,7 (1,0)	3,0 (0,8)	2,0 (0,9)	2,7 (1)
<i>Fixation nette (végétation)</i>	0,3	1,0	1,3	1,7	0,7	1,4
Fixation par les océans	2,0 (0,8)	2,2 (0,4)	2,3 (0,5)	2,4 (0,5)	3,0 (0,5)	2,6 (0,5)
Stockage dans l'atmosphère	3,2 (0,2)	3,2 (0,1)	4,1 (0,1)	5,3/4,7	6,2 (0,2)	5,9/6,1

D'après Schimel et al., 1996 ; IPCC, 2002 ; Le Quéré 2010 ; Canadell et Carlson, 2017 ; Le Quéré et al., 2018



CARBON ROCK STARS: LARGE, OLDER TREES AND FORESTS

How many oak trees does it take to store 8 tons of carbon?



30m x 1,4m

12m x 0,15m



Source: Leverett R.T. 2021. Carbon Storage in Large vs Small Trees – an Example. Unpublished Text.

Also See: Leverett R.T., Masino S.A, and Moomaw W.R. 2021. Older eastern white pine trees and stands accumulate carbon for many decades and maximize cumulative carbon. *Frontiers in Forests and Global Change* 4: 620450. doi: 10.3389/ffgc.2021.620450

FIGURE 1 *Dans* Rees, W.E., Rhodes, C.J., Ripple, W.J., Semiletov, I.P., Talberth, J., Tucker, C., Wysham, D., Ziervogel, G. 2021, WORLD SCIENTISTS' WARNINGS INTO ACTION, LOCAL TO GLOBAL, Journal Science Progress, in press

Prepared in 2021 by:



For the Apple Country Natural Climate Solutions Project, a collaboration of the Towns of Bolton, Harvard and the Devens Regional Enterprise Zone.

Funded by the Massachusetts Municipal Vulnerability Preparedness Program.





Pollution à Los Angeles le 26 Juillet 1943.

Source : <http://www.wired.com/thisdayintech/2010/07/0726la-first-big-smog/>

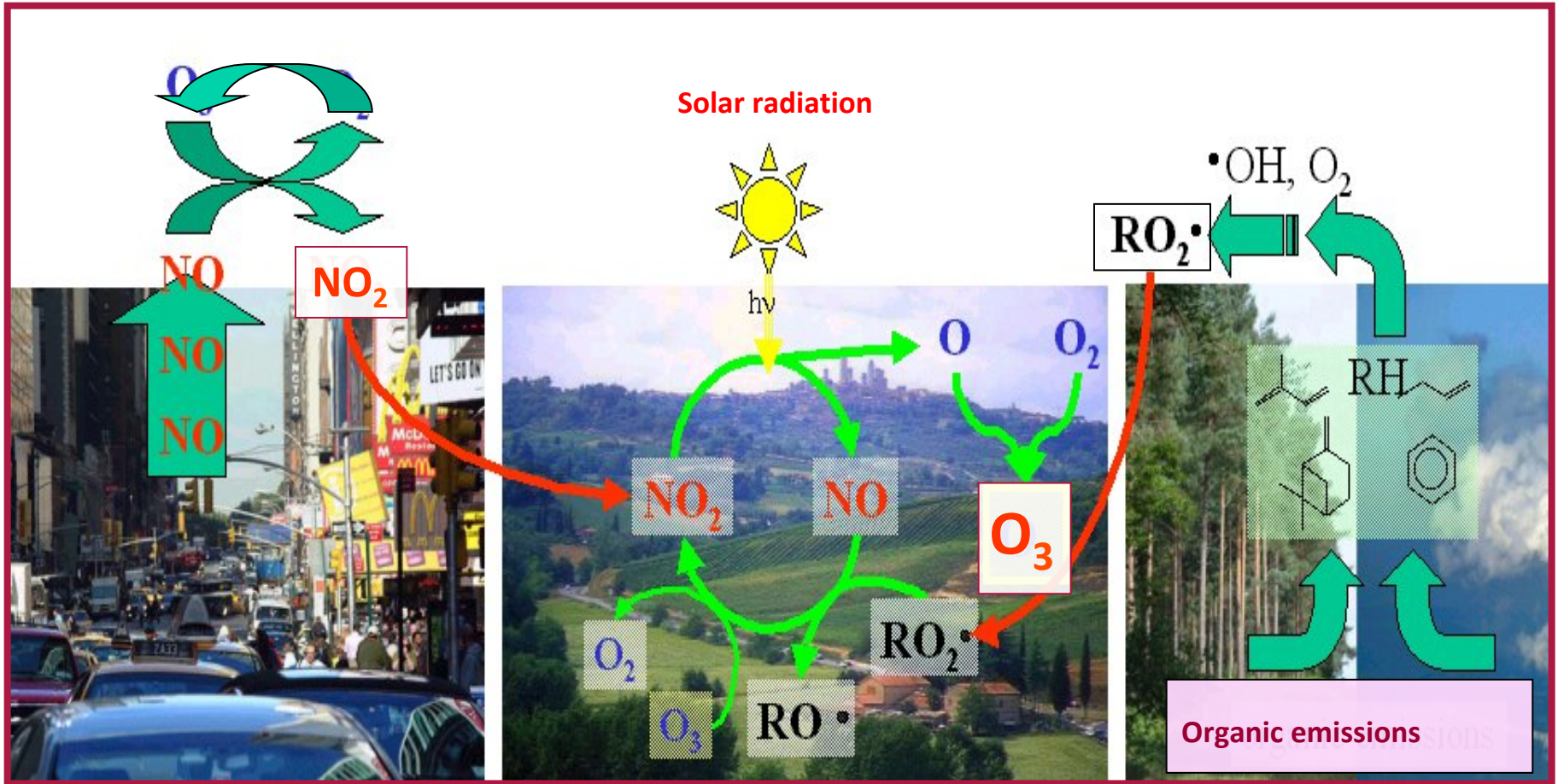


Pollution à Los Angeles en Mai 2017.

Source : Pixabay, Jose Aitor Pons Buigues.



Formation de l'ozone troposphérique



Urban area

Suburbs

Forests

Industry

Source : Elmar Uherek, <http://www.atmosphere.mpg.de>

Découverte de la présence de l'ozone dans le smog de Los Angeles et de ses effets nocifs sur les végétaux par Haagen-Smit en 1952



control

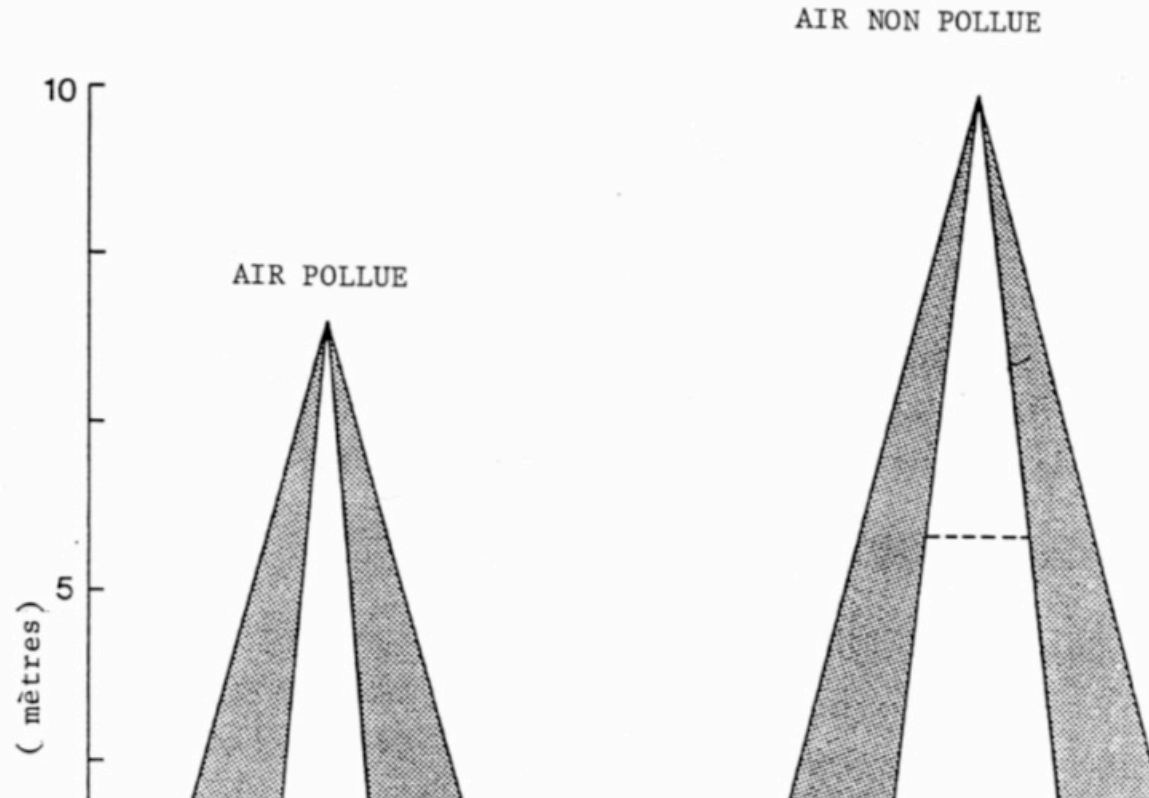


ozone

Pin Ponderosa

PINS PONDEROSA (USA) AGES DE 30 (1910-1940)
(D'APRES MILLER et collaborateurs, 1977)

(1941-1971)



HAUTEUR (mètres)

Croissance moyenne de pins ponderosa (Californie) âgés de 30 ans entre 1910 et 1940 (air non pollué) et entre 1941 et 1971 (air pollué). La croissance est représentée par la hauteur (m), le diamètre à hauteur de poitrine (cm) et le volume total de bois (m³).
(d'après MILLER et al., 1977)



Smog sur Athènes (1995)



Pin d'Alep



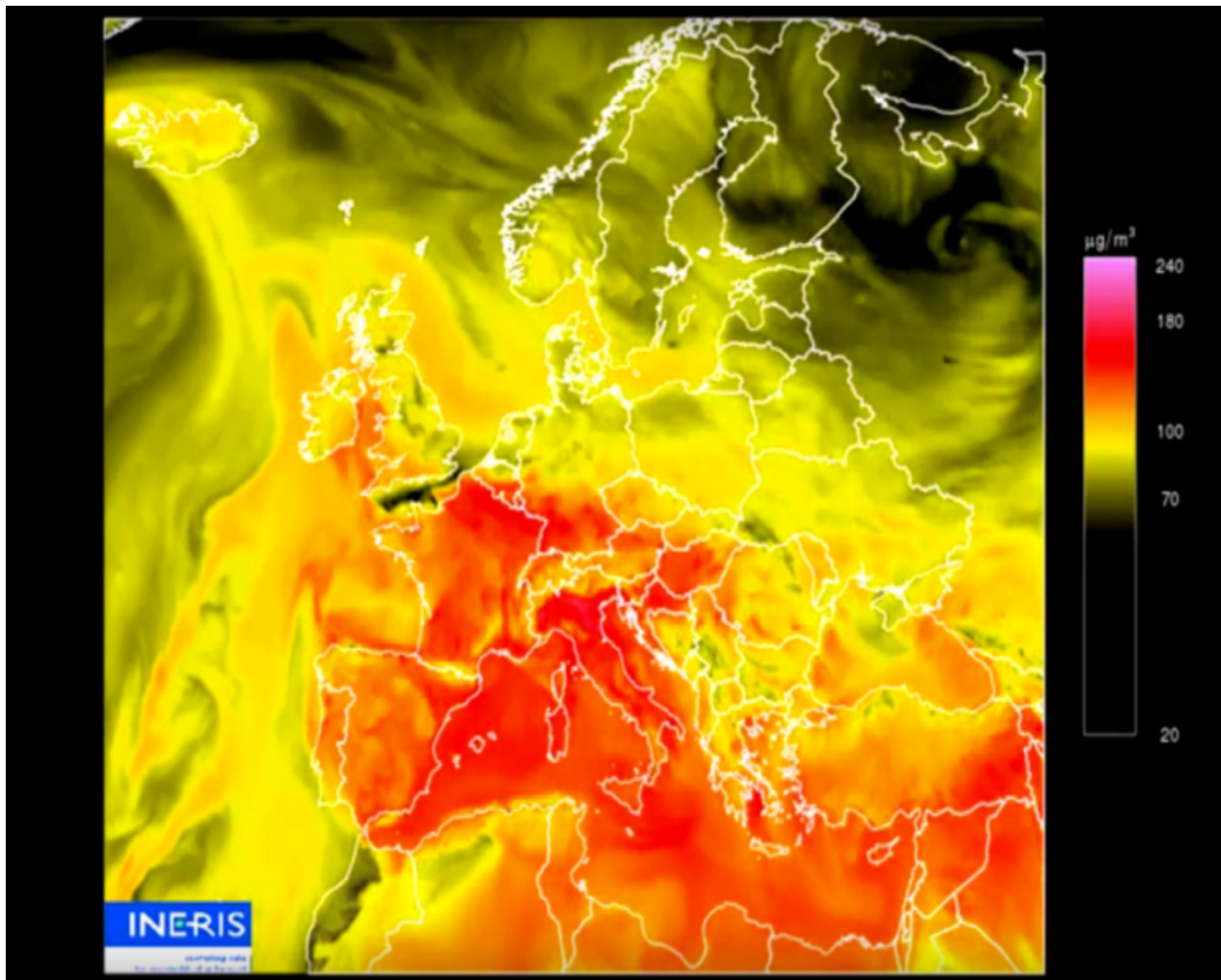
Nancy (2003)

Vue de la Cure
d'Air

Par temps clair



Sous le smog



Pollution ozone en Europe la 3^{ème} semaine de Juin 2017 - INERIS

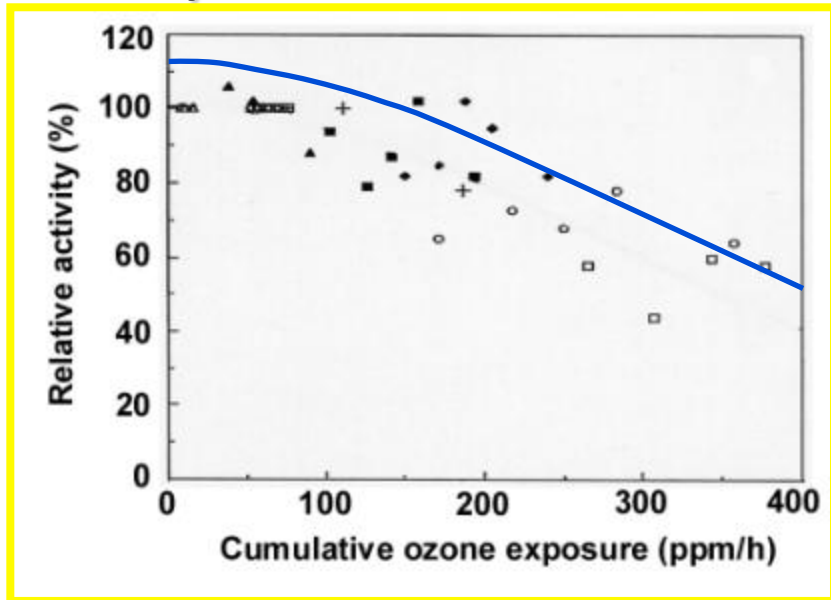


Effet de l'ozone sur la photosynthèse et l'activité de la Rubisco dans des aiguilles de pin loblolly (*Pinus taeda*) à Duke site, Durham, NC, USA (1990)

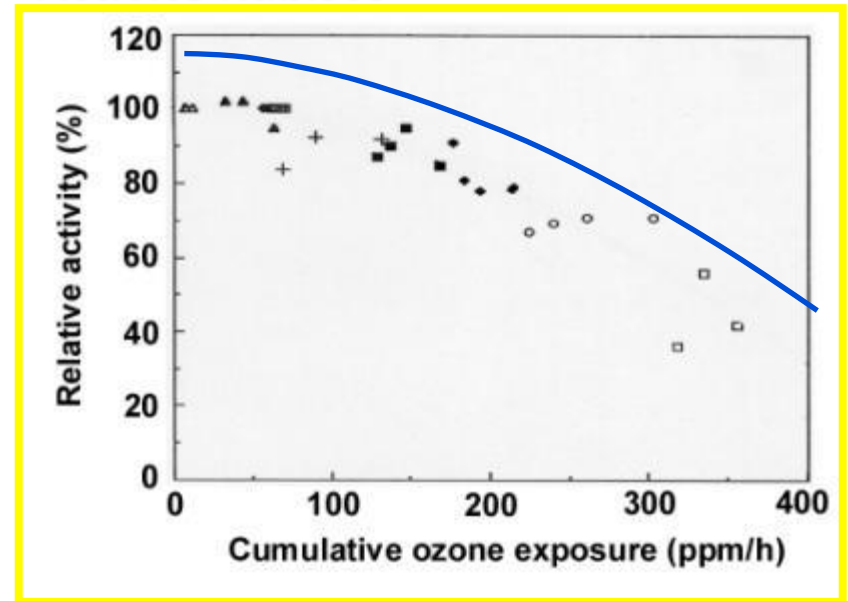
Les arbres âgés de 3 ans ont été soumis dans des OTC's à de l'air filtré (CF), non filtré (NF) et enrichi 2 X en ozone par rapport à l'air ambiant (2xO3).

(Dizengremel et al., 1994)

Photosynthèse

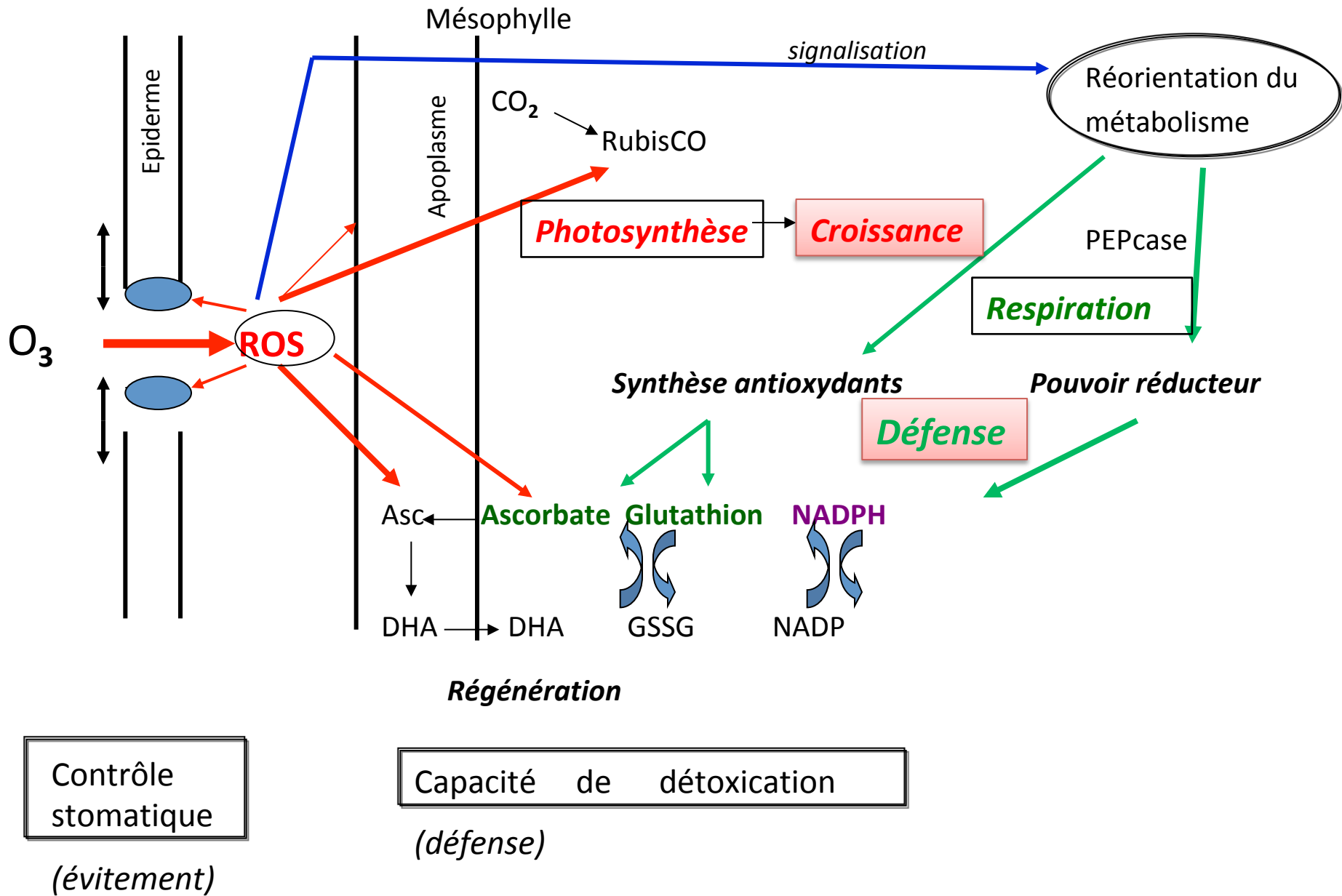


Activité Rubisco



- | | | |
|-----------|-----------|-----------|
| ■ 89-1 CF | ◇ 89-3 CF | ▲ 90-1 CF |
| ● 89-1 NF | ■ 89-3 NF | ▲ 90-1 NF |
| □ 89-1 2x | ○ 89-3 2x | + 90-1 2x |

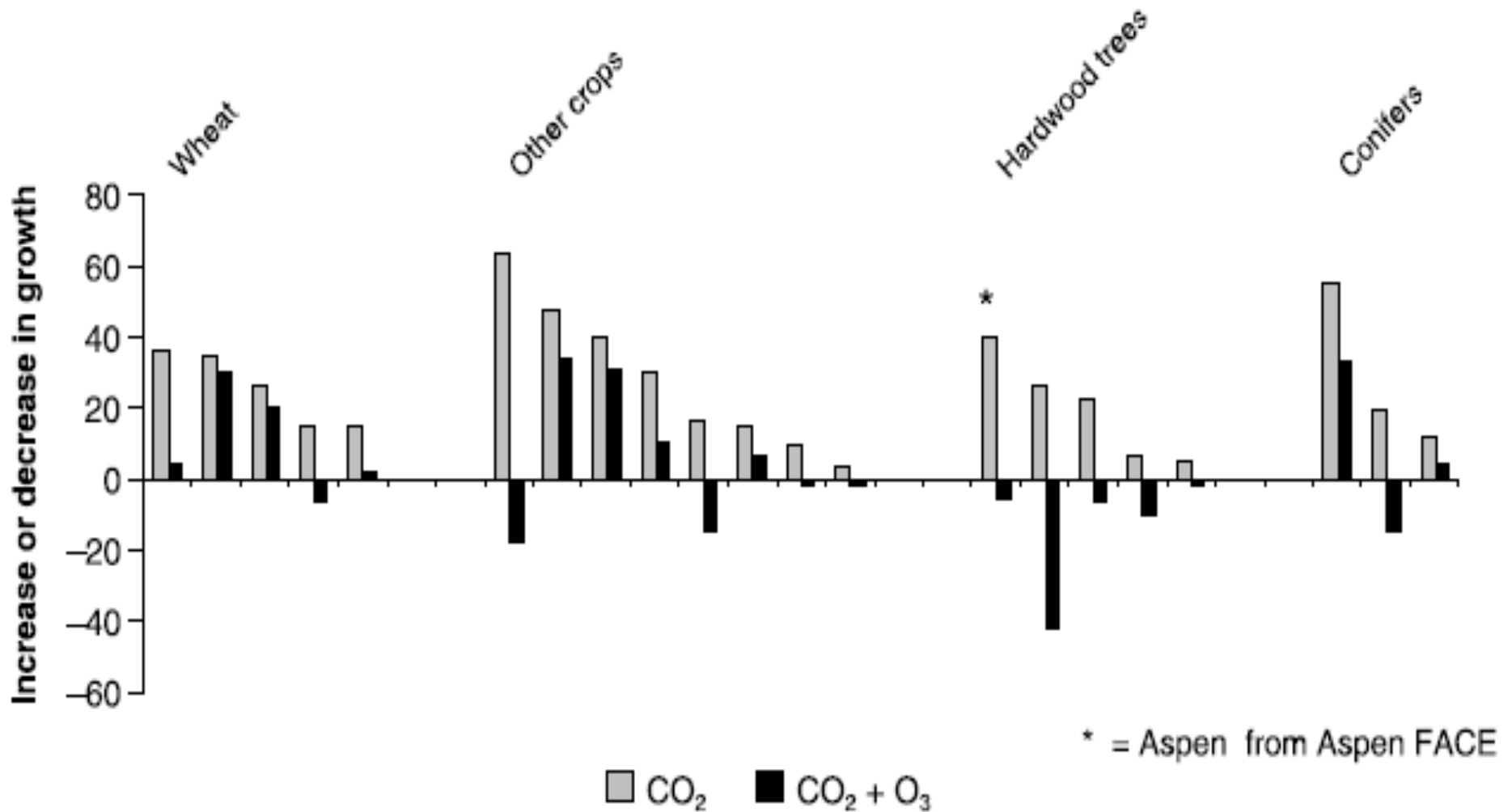
↪ Inhibitions parallèles de la photosynthèse et activité Rubisco





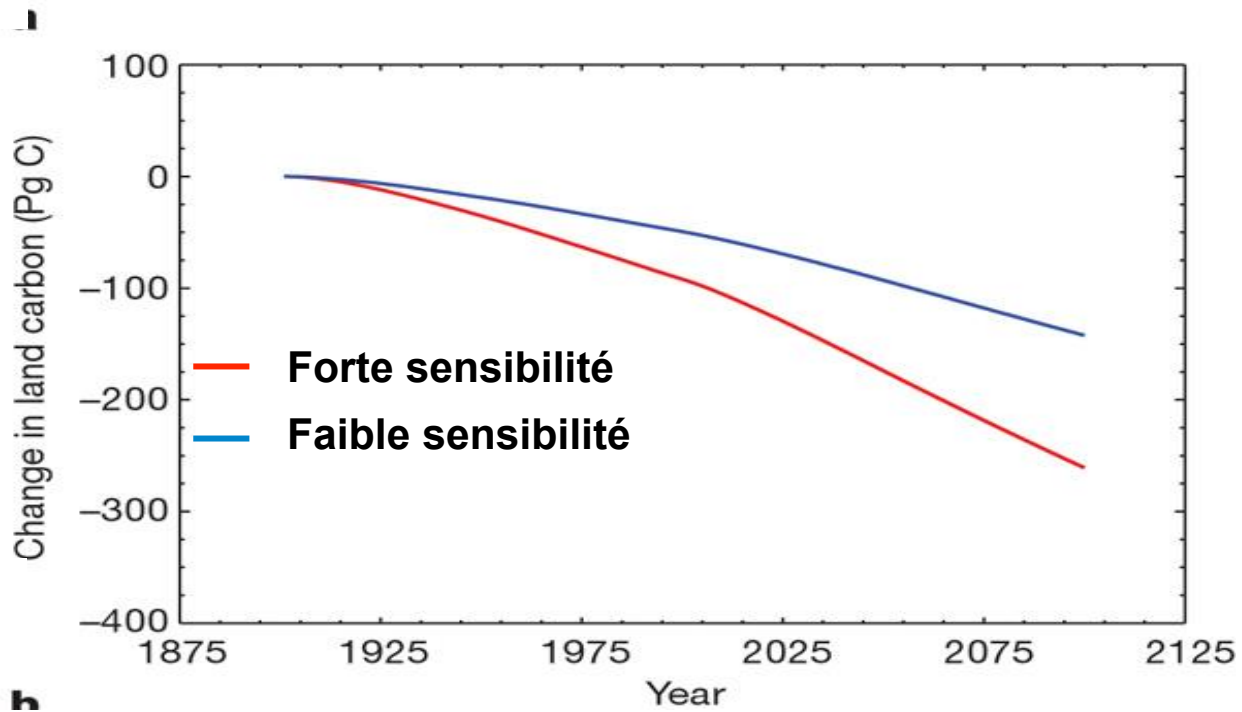
Dispositif Aspen FACE : Free Air CO₂ Enrichment, Rhinelander, Wisconsin, USA

(Northern Forest Ecosystem Experiment, financé par US Forest Service). (<http://aspenface.mtu.edu/index.html>).



Effets relatifs d'une forte concentration en CO₂ (500 à 700 μ mole/mole CO₂) et CO₂ + Ozone sur la croissance de plantes cultivées et d'arbres feuillus et conifères. (Karnosky et al., 2003)

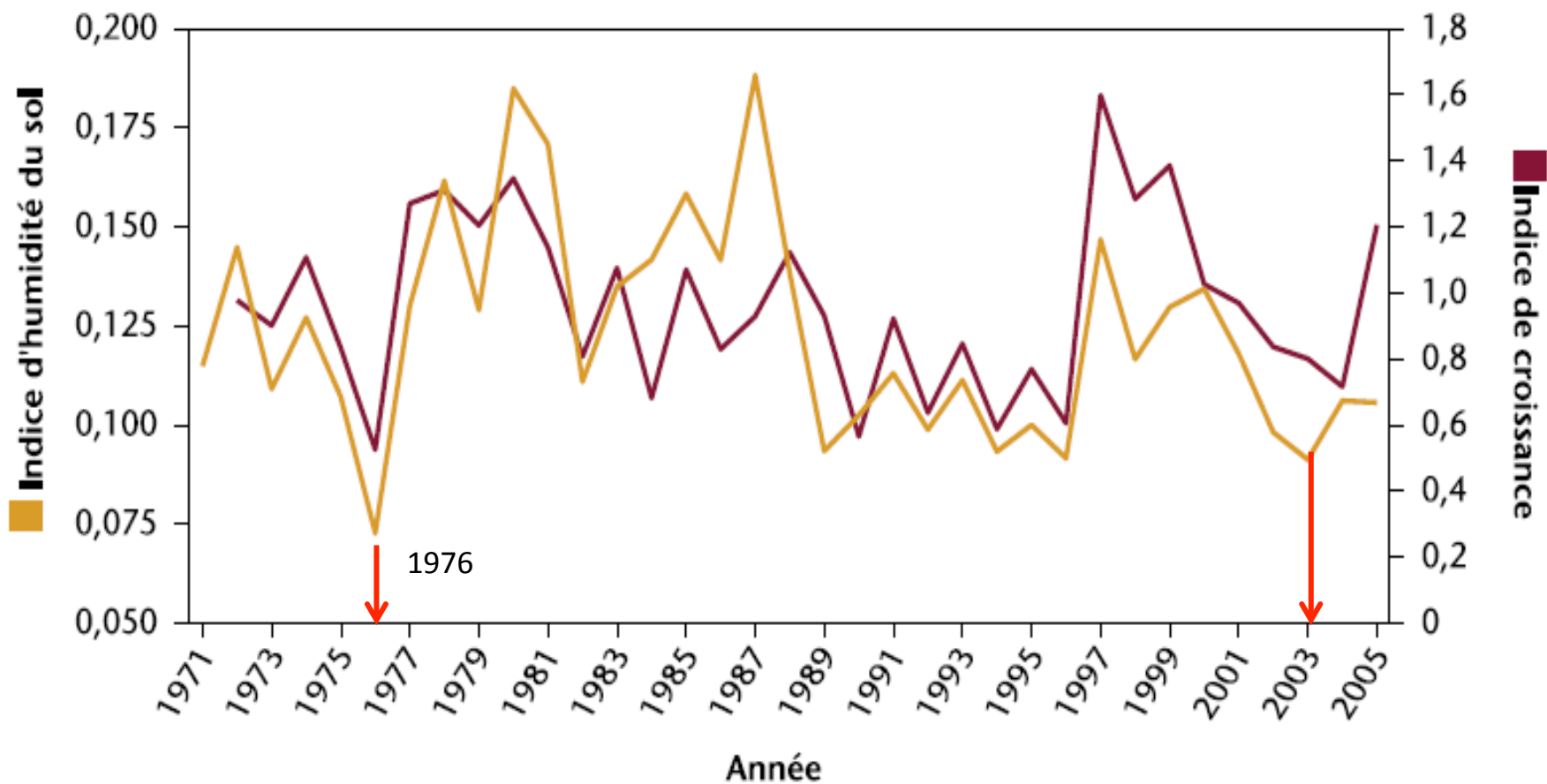
L'Ozone est liée aux changements de stockage de carbone



Simulation du stockage de carbone dans la végétation en fonction de l'augmentation de l'ozone (Sitch et al., 2007 Nature, 448, 791-95)

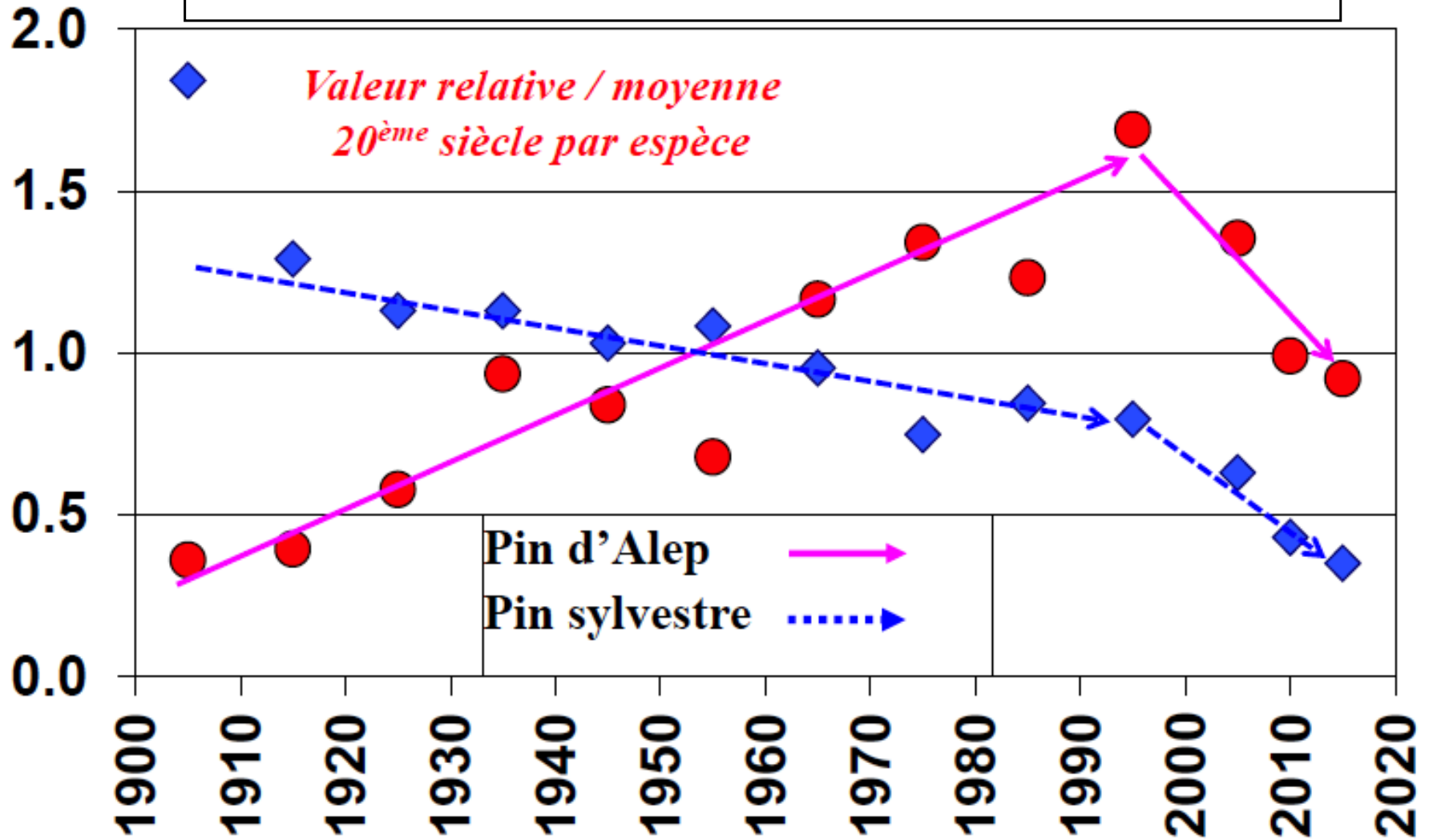
L'augmentation de l'ozone dans l'atmosphère diminue la productivité des plantes

L'Ozone abaisserait la capacité des plantes à séquestrer la concentration croissante de carbone (augmentation du CO₂ atmosphérique)



Relation entre l'humidité en eau du sol en été et la croissance de l'épicéa
(Latte et al., 2012)

Evolution de la productivité des peuplements en forêt méditerranéenne





Aspect typique d'une forêt de pins ponderosa affaiblis par le smog et attaqués par les insectes (scolyte dendroctone) dans la montagne de San Bernardino (est de Los Angelès) (Stark et Cobb, 1969)

**Mont Mitchell, 2037m
North Carolina, USA; 1994**



Domages causés au sapin de Fraser (*Abies fraseri*) et à l'épicéa rouge (*Picea rubens*) par la combinaison de conditions climatiques difficiles (vent) avec des pollutions acides et l'ozone ainsi que l'attaque d'insectes (puceron laineux, *Adelges piceae*)

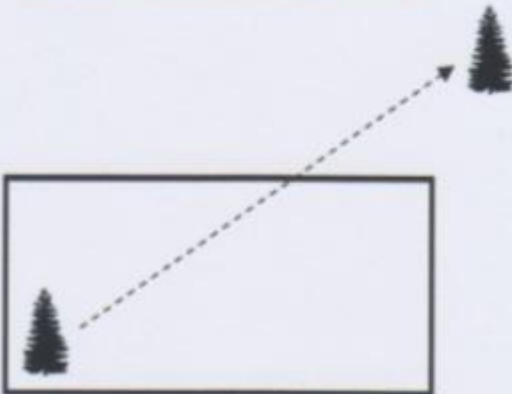
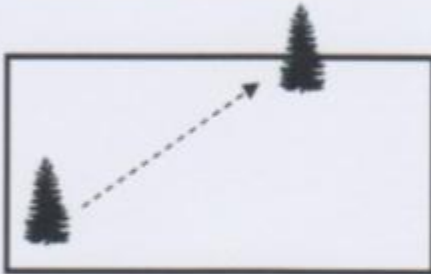


Haute Saône –
Mille Etangs
août 2020



Epicéas affaiblis par sécheresse,
attaqués par scolytes

Le concept de MA englobe des pratiques à plusieurs échelles.



Migration assistée des populations	Le mouvement, assisté par l'humain et en réponse aux changements climatiques, de populations (génotype) à l'intérieur de l'aire de distribution de l'espèce	Risque relatif faible
Expansion assistée de la distribution	Le mouvement, assisté par l'humain et en réponse aux changements climatiques, d'espèces juste à l'extérieur de l'aire de distribution actuelle de façon à faciliter ou mimer l'expansion naturelle de la distribution.	Risque intermédiaire
Migration assistée sur de longues distances	Le mouvement, assisté par l'humain et en réponse aux changements climatiques, d'espèces à l'extérieur de l'aire de distribution actuelle, sur des distances supérieures à celles accessibles par dispersion naturelle.	Risque relatif élevé



Natural Resources
Canada

Ressources naturelles
Canada

Canada

Noyer noir



Dans un essai de migration assistée à Claremont en Ontario mené par Ressources naturelles Canada et le ministère des Richesses naturelles de l'Ontario, six essences feuillues provenant de quatre différentes sources de semences ont été plantées sur le terrain avec cinq répétitions. Les essences et les sources de semences sélectionnées provenaient d'environ 500 km (Pennsylvanie), 900 km (Kentucky) et 1400 km (Tennessee) au sud du site de plantation de Claremont. Une source locale de semences a aussi été utilisée comme témoin.



Les vignes qui croissent en Grande-Bretagne – principalement au sud de Londres - auront le même climat que la Champagne aujourd’hui

(Alastair Grant/AP-The Atlantic Daily, Euny Hong, sep.2012)

Remarques en guise de conclusion

Les réflexions sur le sujet des changements climatiques et de la biodiversité au niveau forestier doivent être de nature quantitative et qualitative

- Les effets souvent délétères de divers facteurs environnementaux sur les arbres et les forêts peuvent conduire à proposer des solutions de reboisement à outrance sans prendre les indispensables précautions (nature de l'espèce, nature et ressources du sol, environnement climatique,...). Planter plein d'arbres pour créer un puits de carbone peut être une fausse bonne idée.
- Les espèces forestières présentent des degrés différents de sensibilité aux facteurs environnementaux....ce qui doit amener à une politique maîtrisée de plantation future d'espèces adaptées dans un environnement changeant: remplacement d'espèces actuellement en place dans un processus de migration assistée, nécessitant un travail approfondi sur l'adéquation entre les nouvelles espèces introduites, les espèces indigènes et l'environnement global incluant les relations biotiques (insectes, oiseaux, etc....).



MERCI POUR VOTRE ATTENTION

