

Vers de nouveaux inventaires d'émissions des composés à effet de serre

Ph. Ciais, C. Granier, D. Serça,
G. Dedieu,
C. Liousse et J.F. Soussana

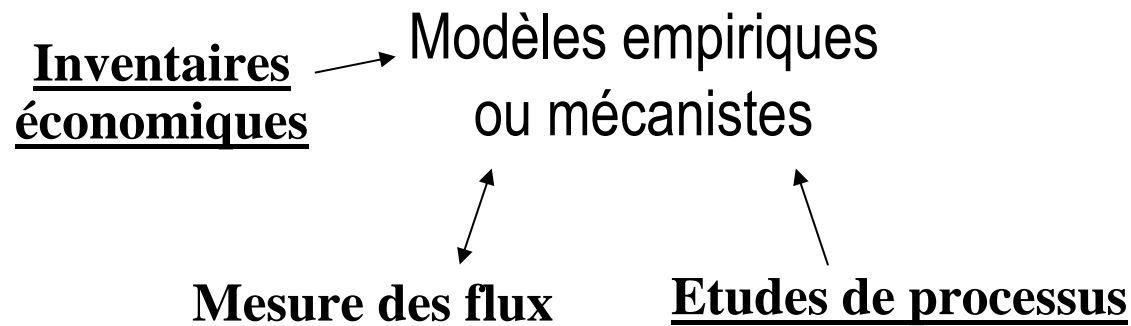
Régionaliser les sources de composés à effet de serre

Modélisation inverse du transport
atmosphérique



Problème mal posé
Amplification des erreurs

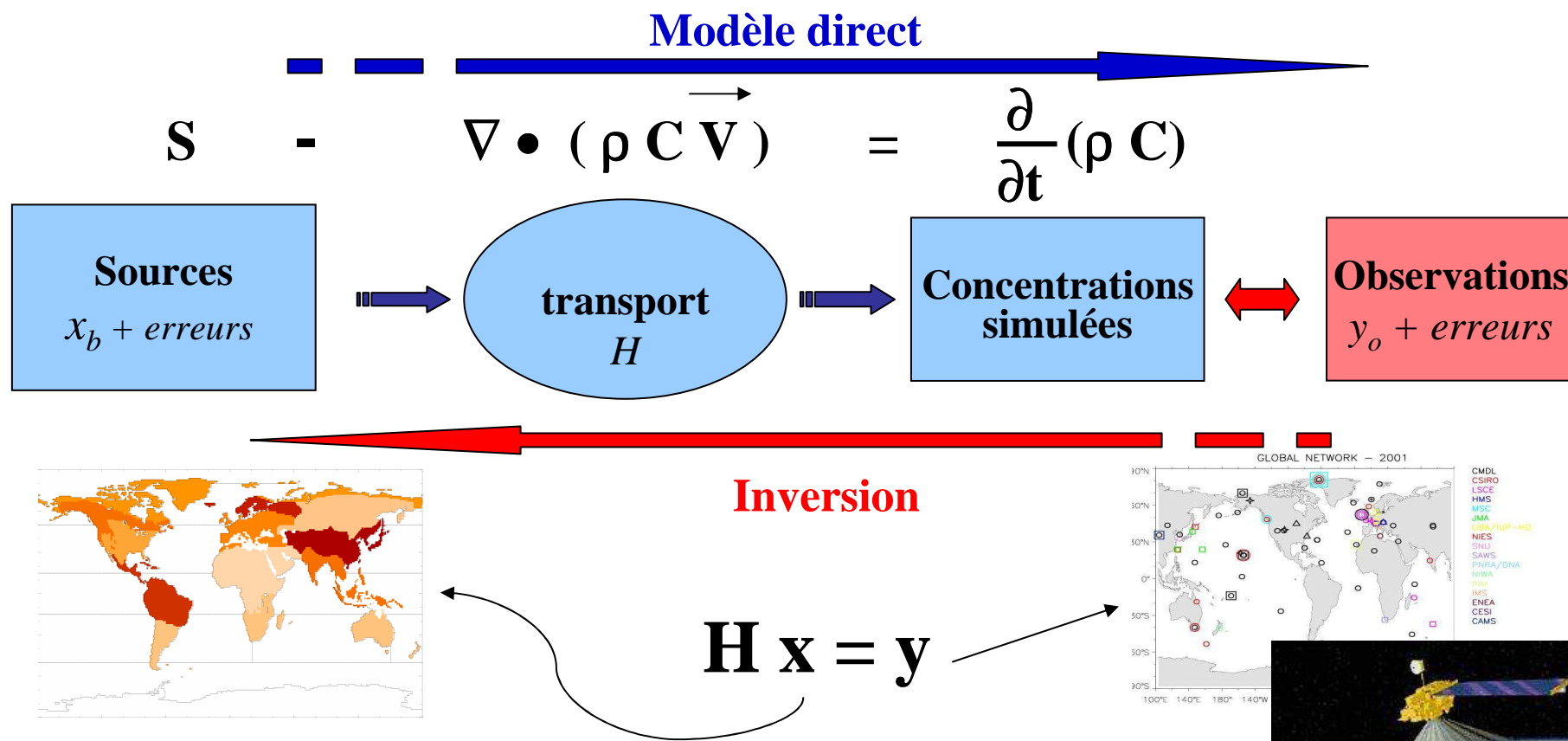
Approche
Descendante



Approche
Montante

Extrapolation
Hétérogénéités
Omissions

Inversions

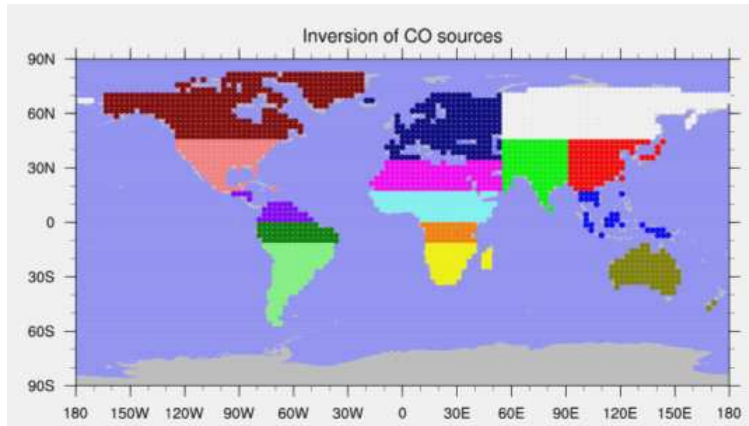


Estimation des flux x_a qui produisent le meilleur accord modèle / mesure

Estimation : $X_a = x_b + (H^T R^{-1} H + P^{-1})^{-1} H^T R^{-1} (y_0 - H x_b)$

Erreur : $P_a = (H^T R^{-1} H + P^{-1})^{-1}$

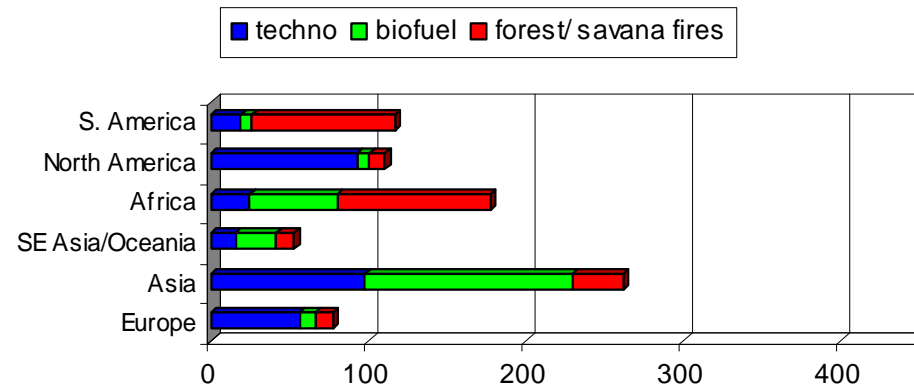
Inversion des sources globales de CO avec les données du satellite MOPITT



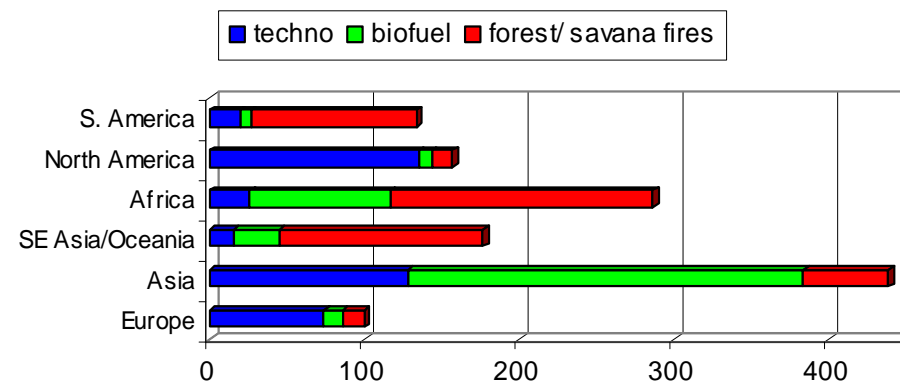
15 grandes regions continentales

Sous-estimation des émissions, en particulier des émissions des biocarburants en Asie et des feux de forêts/savanes en Afrique

sources de CO a priori

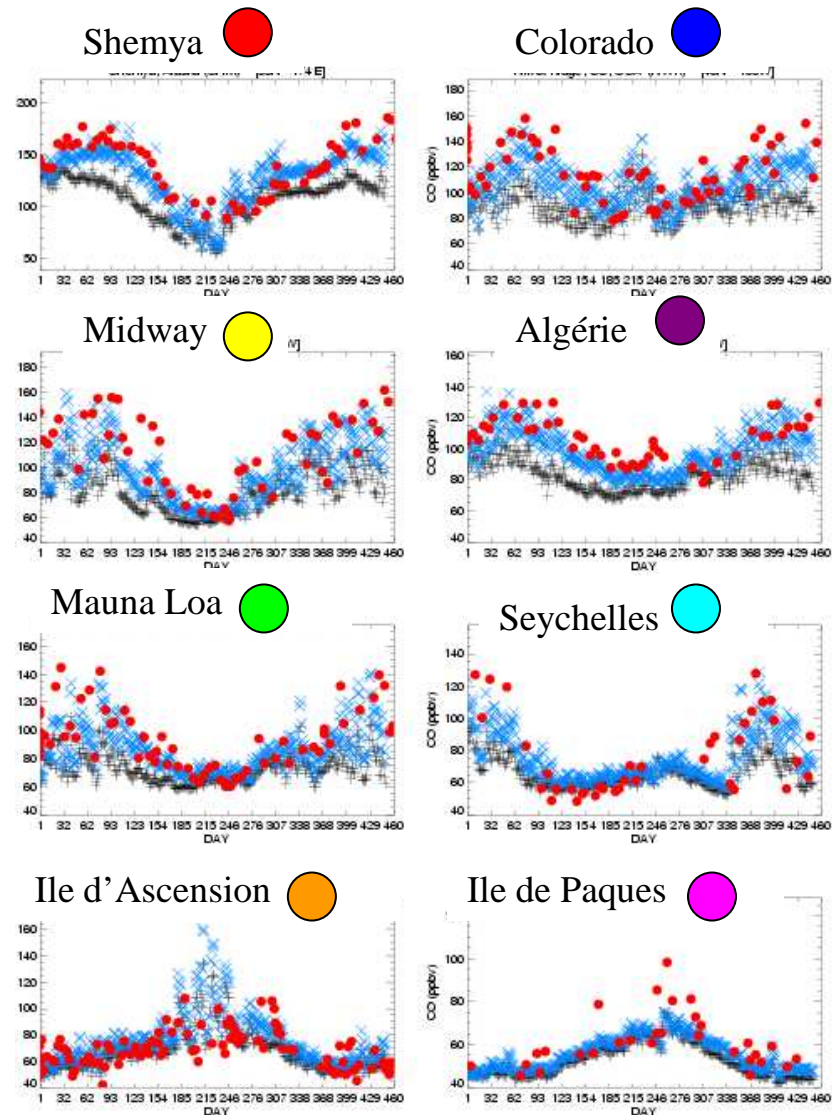
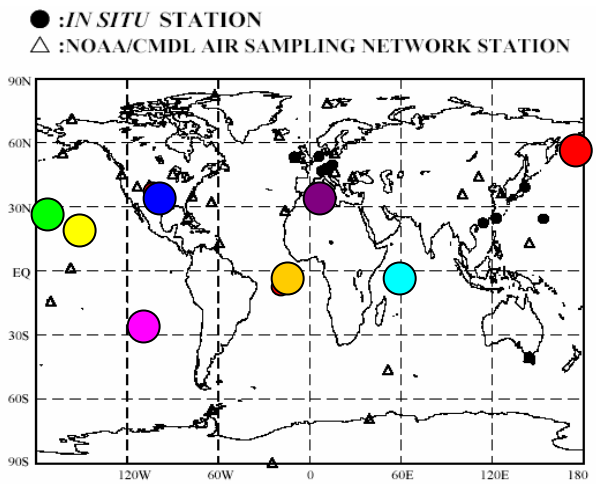


sources de CO a posteriori



Validation par comparaison des résultats du modèle avec des mesures indépendantes à des stations de surface

Réseau d'observation
NOAA/CMDL



+ [CO] simulé
a priori

* [CO] simulé
a posteriori

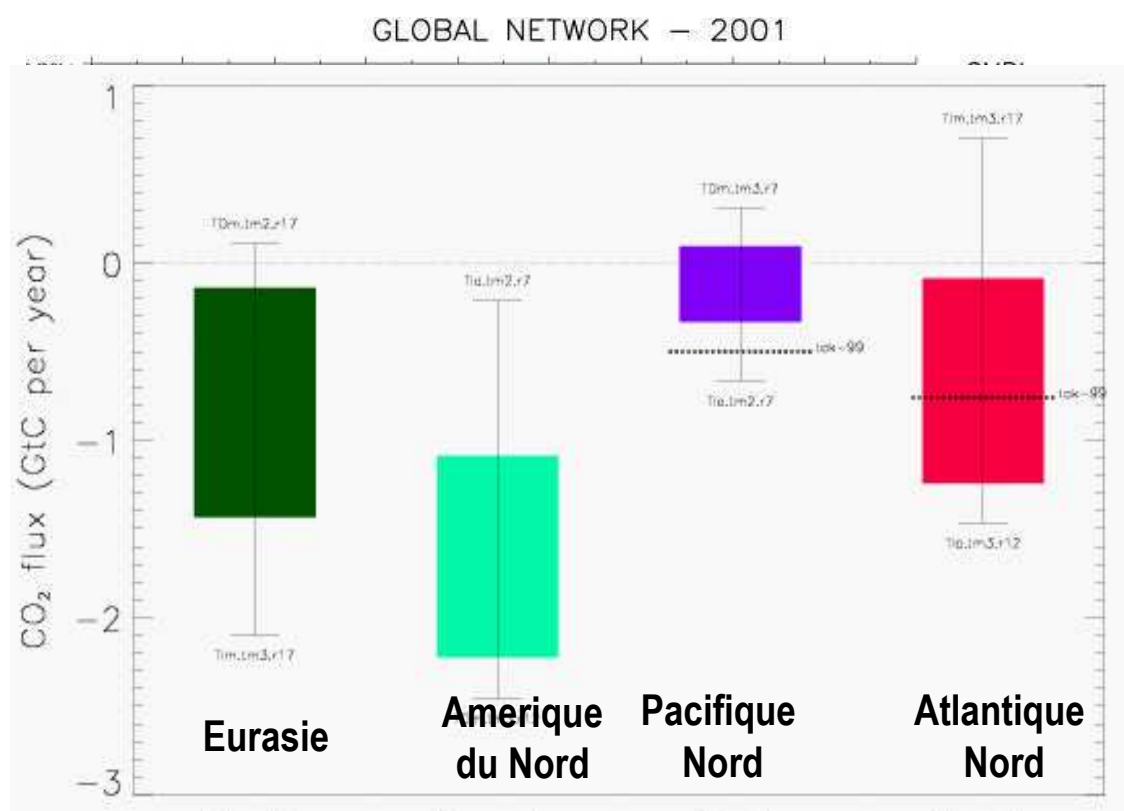
● données
CMDL

Inversion des sources et puits de carbone avec des mesures atmosphériques

Sources mensuelles sur de grandes régions

- Manque de données en atmosphère continentale
- Incertitudes sur le transport saisonnier

Puits de carbone dans l'hémisphère Nord



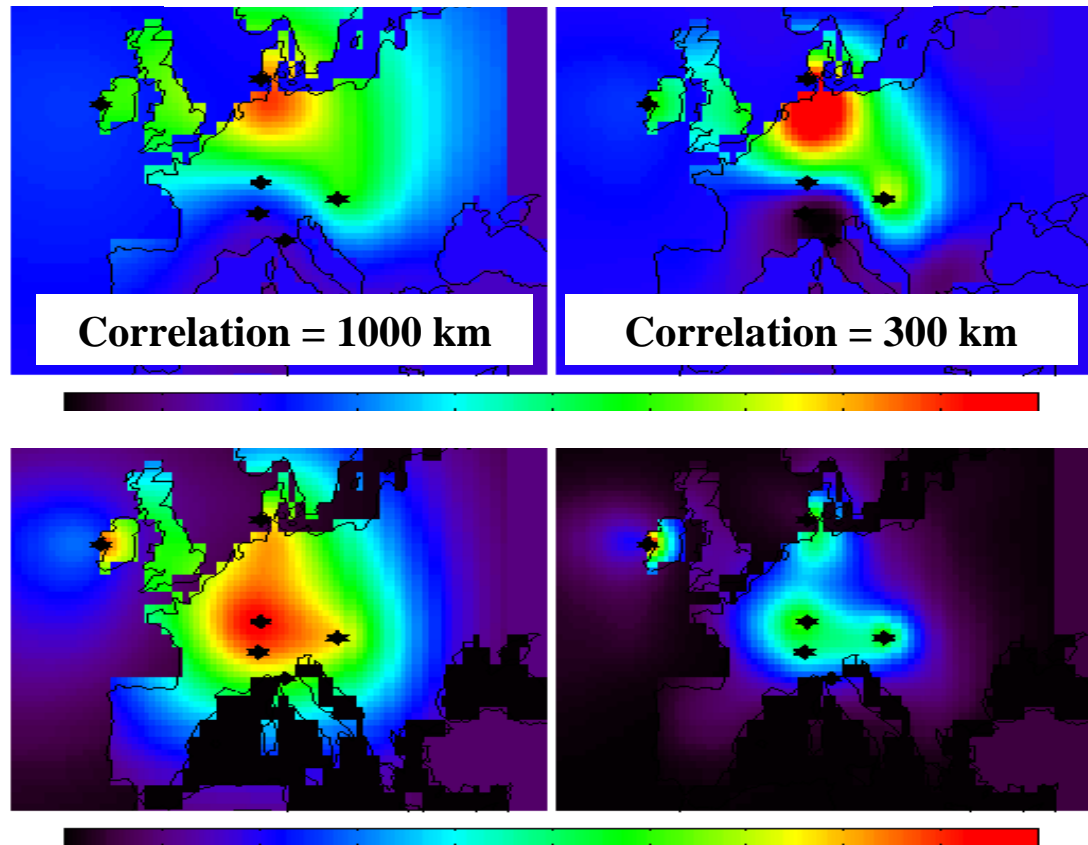
Peylin, Backer et al. (2002)

Inversion des sources régionales avec des mesures de concentration en continu

Correction des flux

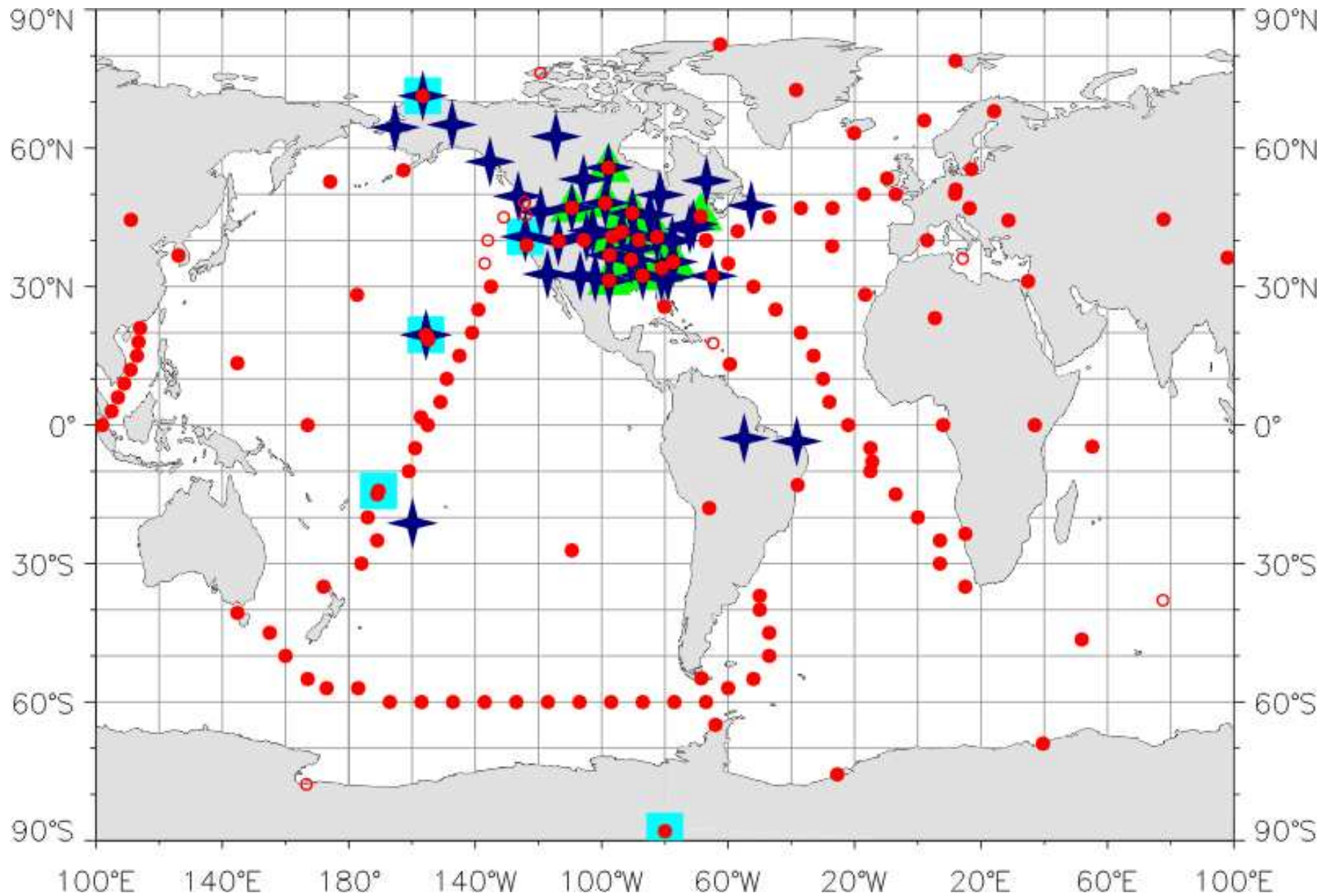
Sources journalières sur la grille du modèle (50 km)

- Transport diurne et synoptique
- Densité du réseau
- Qualité de l'ébauche

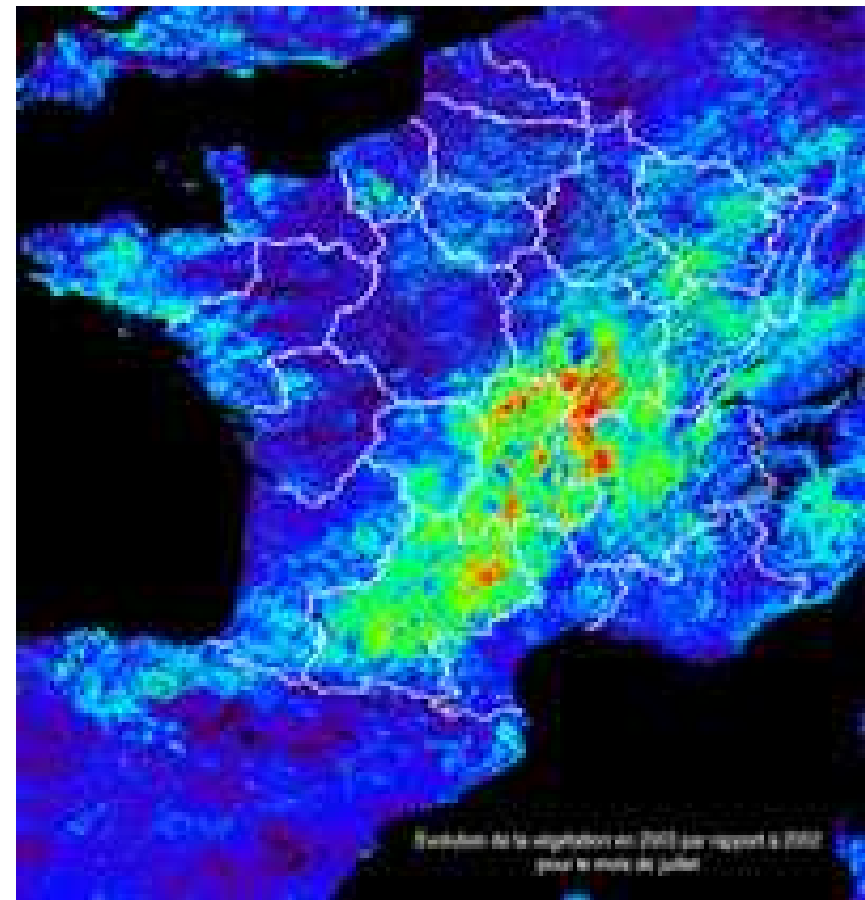
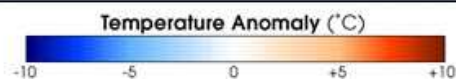
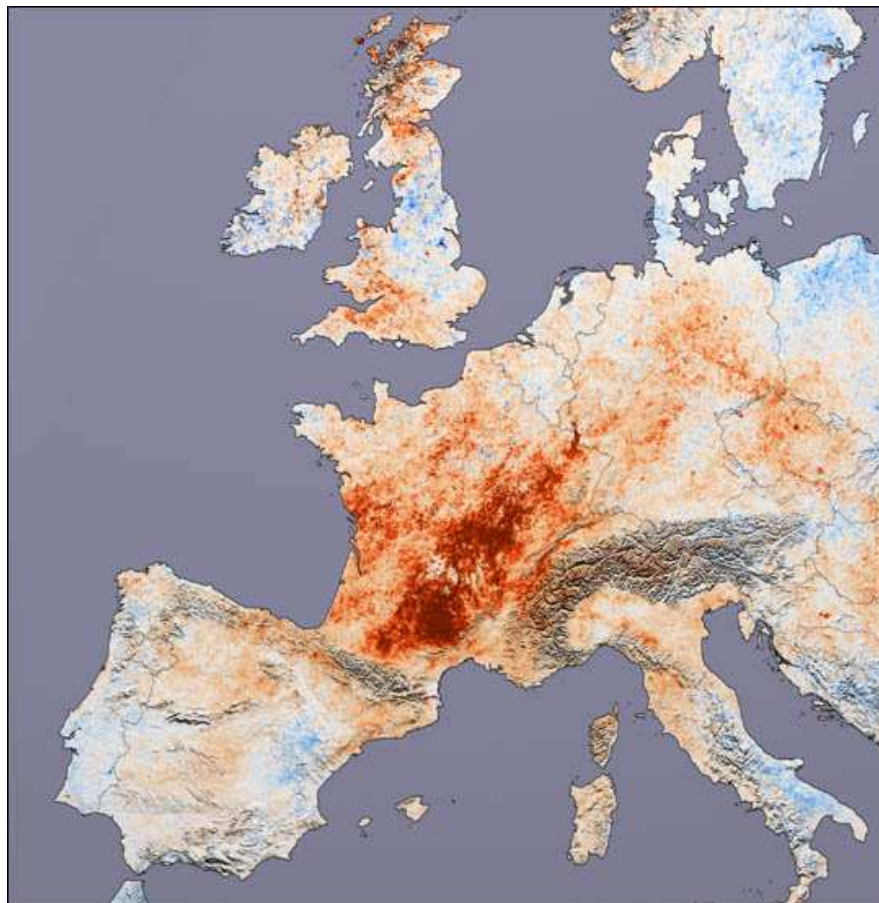


Reduction des erreurs (%)

NOAA CMDL Carbon Cycle Greenhouse Gases MEASUREMENT PROGRAMS - 2007



Approche montante : intégrer des observations aux différentes échelles exemple de l'été 2003





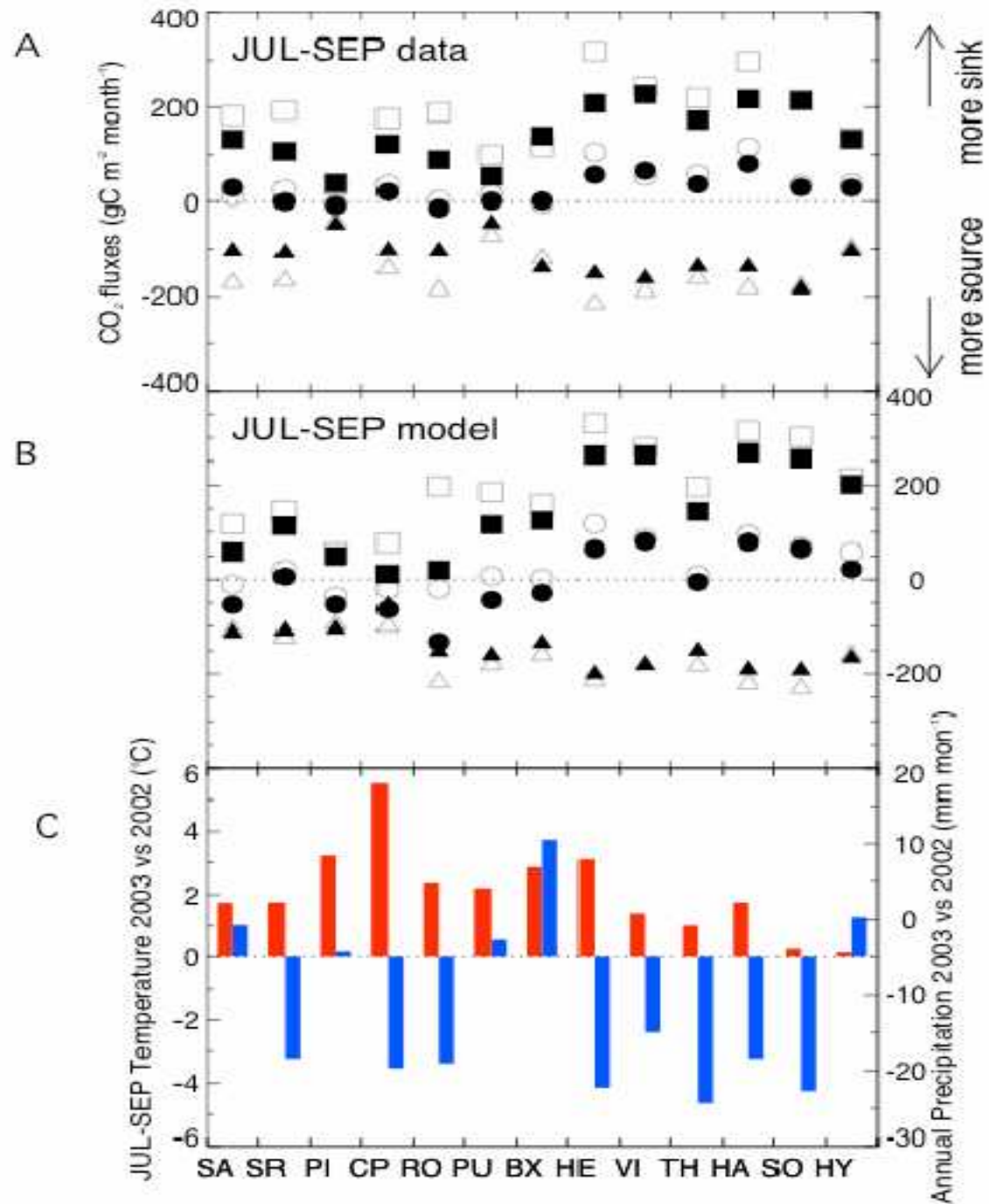
Observations reliées aux bilans de carbone

	Représentativité spatiale	Résolution Temporelle	Information sur les processus	Mesures à long terme
Flux turbulents	-	+++	+++	-
Rendements agricoles	+ (intégré)	--	---	+++
Télédétection	+++	+++	--	+(+)

Suivi des flux de CO₂ en continu:

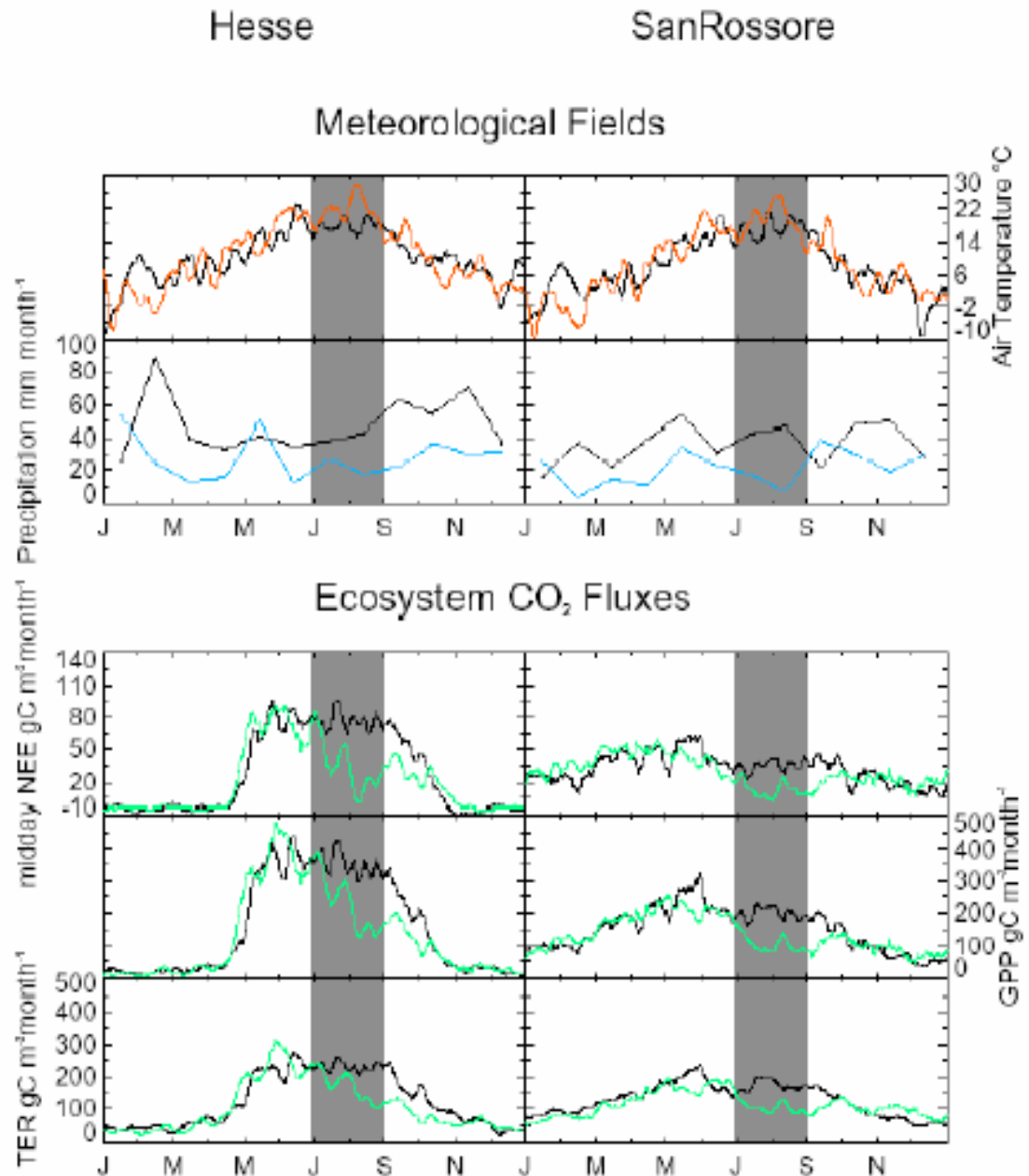
Comprendre la réponse des écosystèmes aux extrêmes

Baisse de 30% de la productivité végétale en Europe



Suivi des flux de CO_2 en continu:

Comprendre les couplages carbone-climat pour chaque écosystème

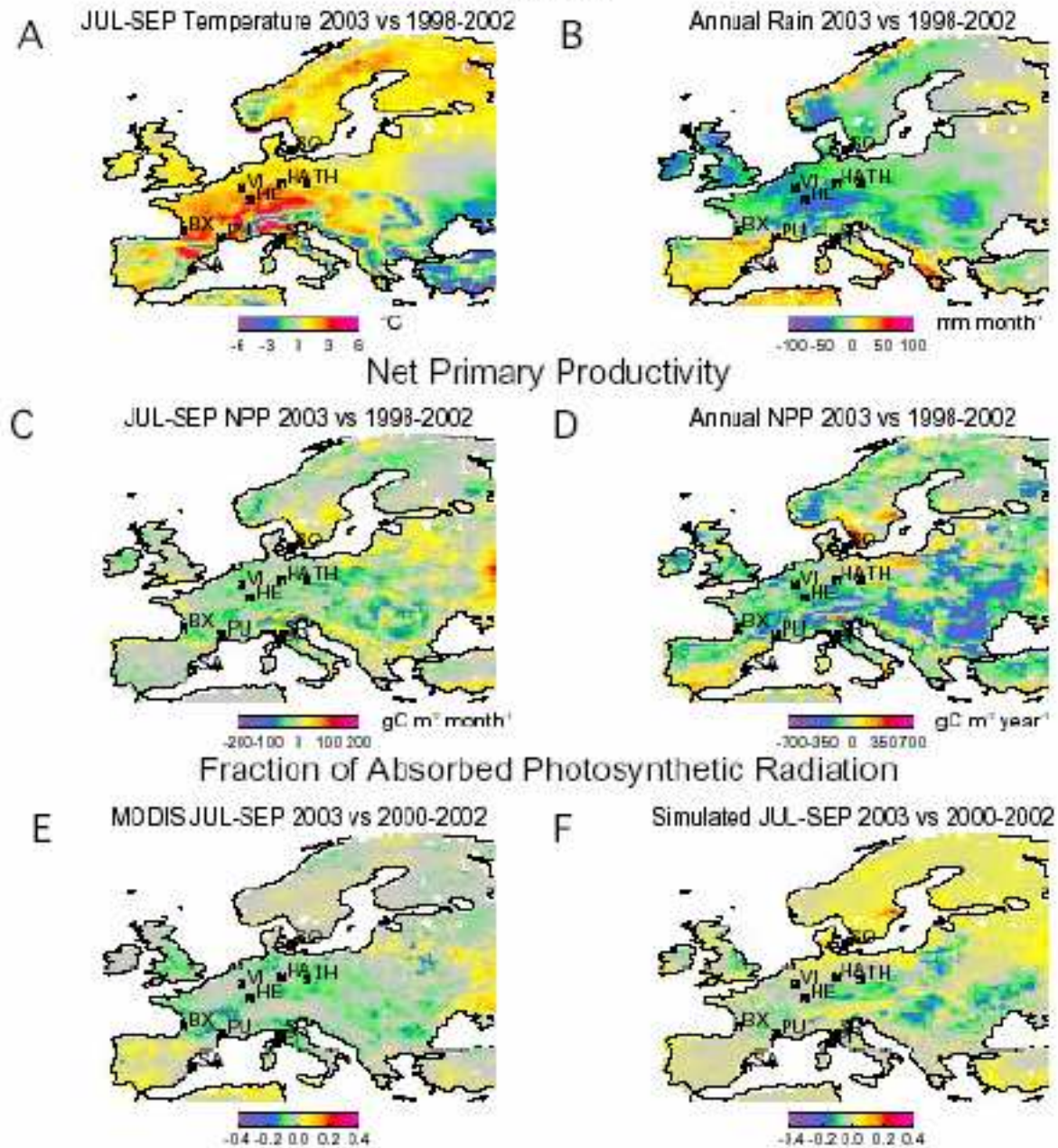


Modèles
prognostiques

Evaluer les
impacts régionaux

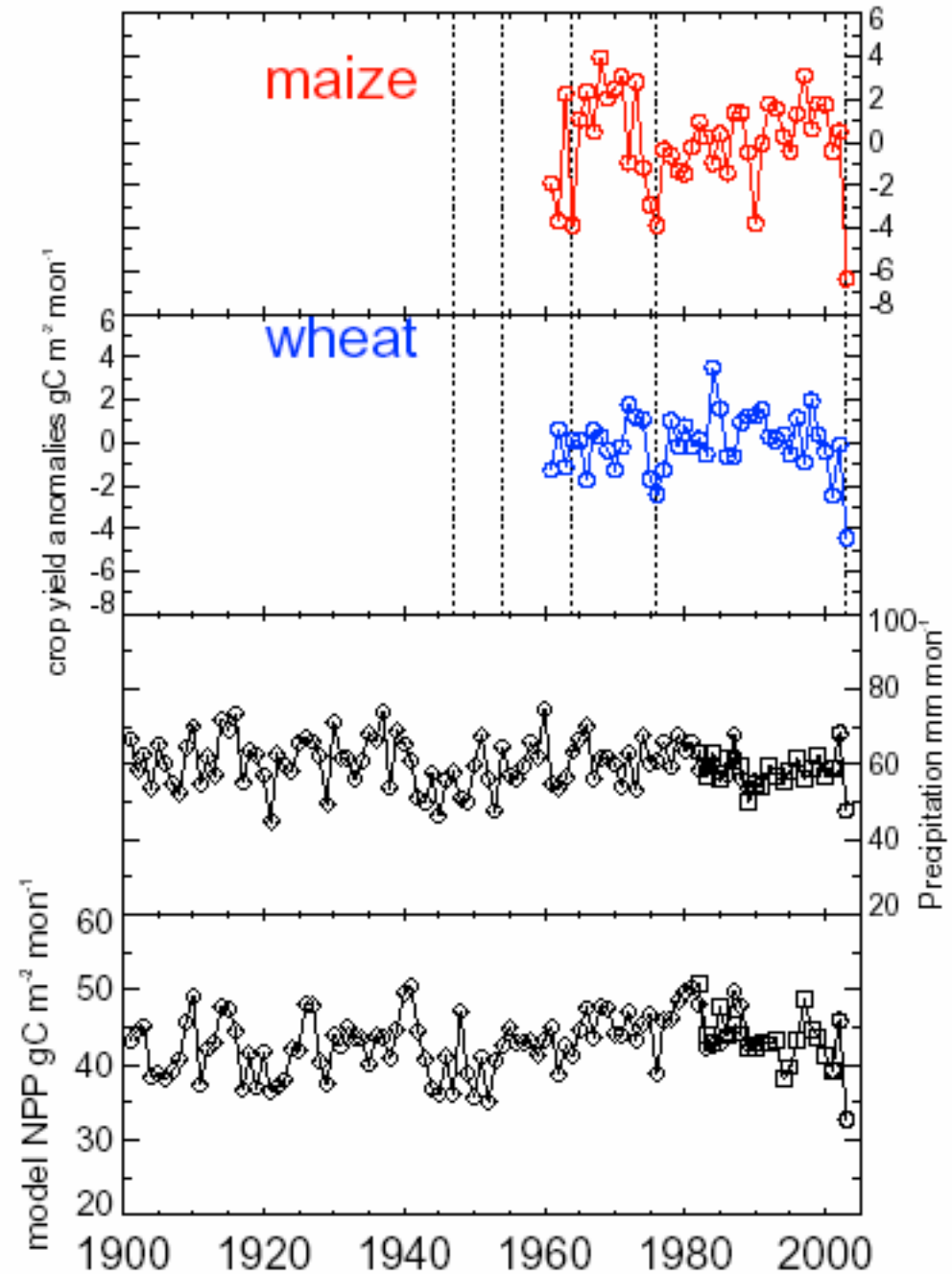
Séparer les
facteurs

Climate



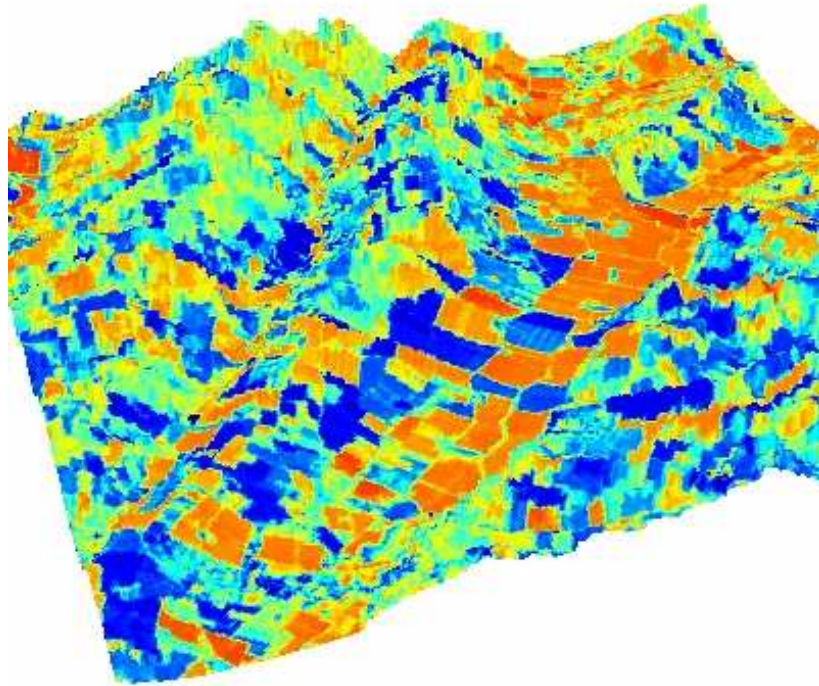
Modèles
prognostiques

Perspective historique
: existe t'il des
analogues de 2003 au
20^{ème} siècle ?

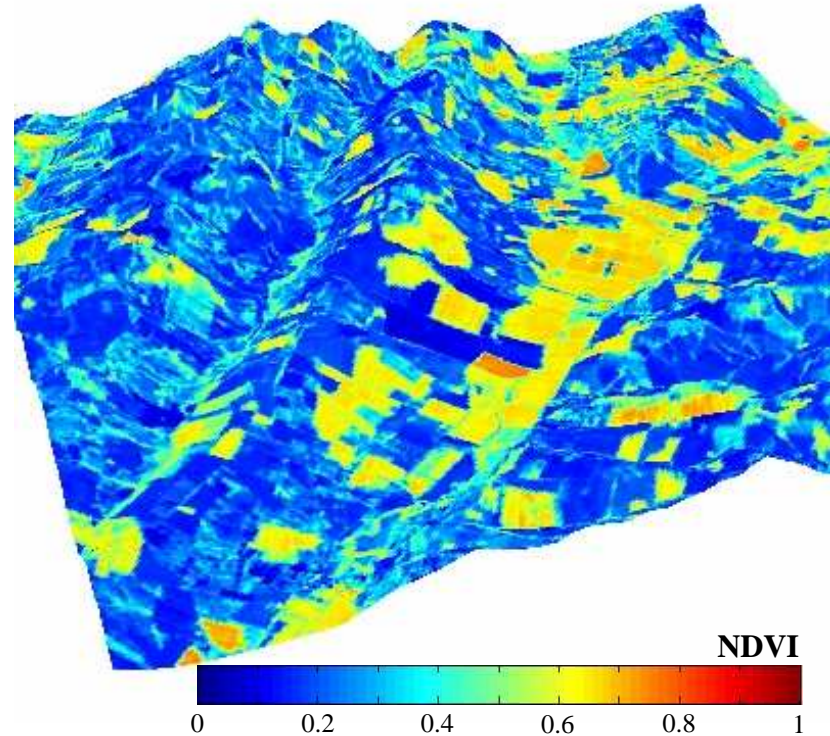


Variabilité des impacts

Août 2002



Août 2003

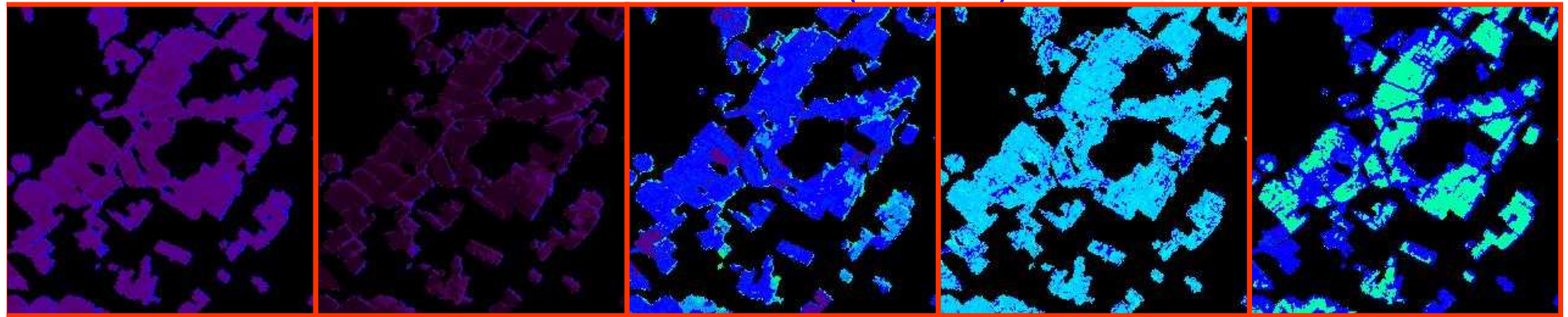


Indices de végétation SPOT en Août 2002 et 2003

En 2003, seules les cultures irriguées et les bois conservent un potentiel de fixation du CO₂

(G. Dedieu)

Impact climatique sur les besoins en irrigation Zone de Maïs dominant (5x5 km)



2002

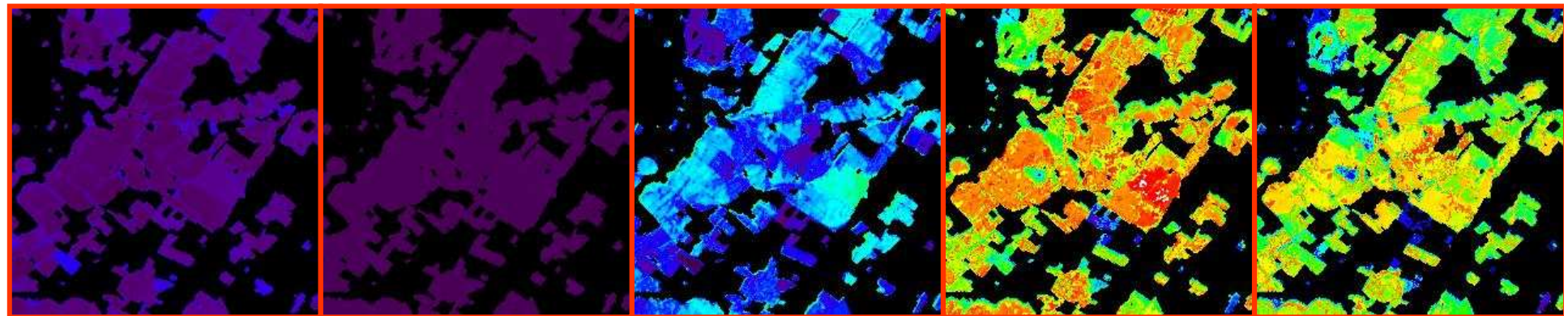
Avril

Mai

Juin

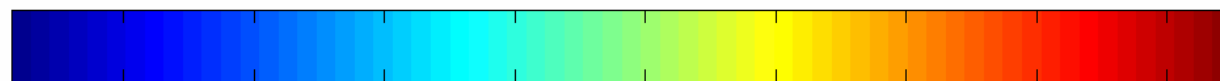
Juillet

Août



2003

Juillet 2003 vs. 2002: besoins multipliés par un facteur 2 à 3



20

40

60

80

100

120

140

160

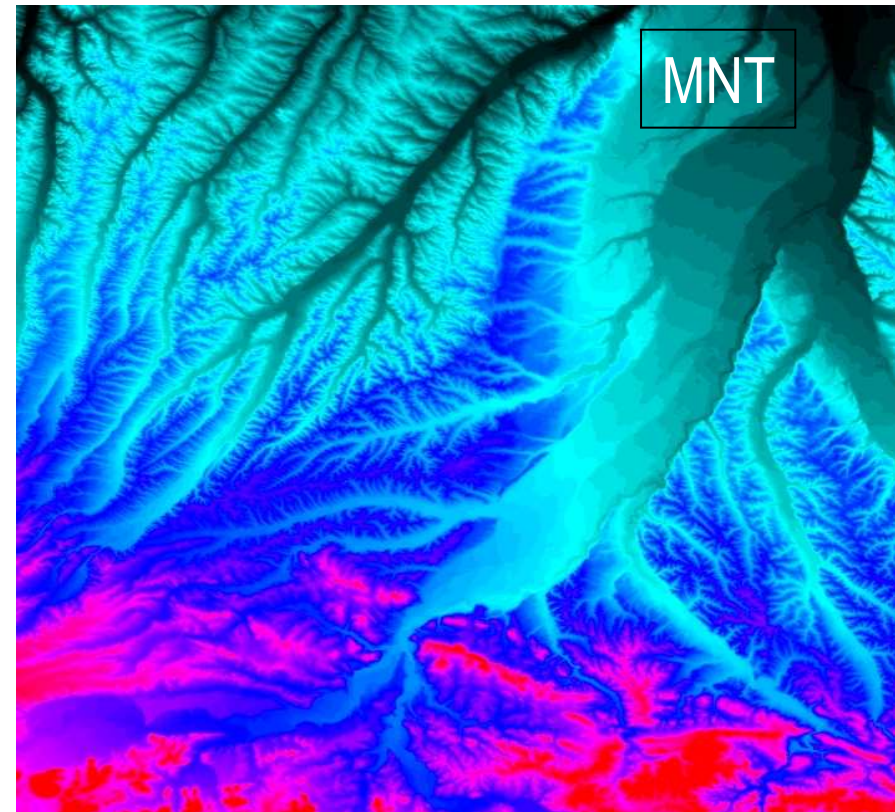
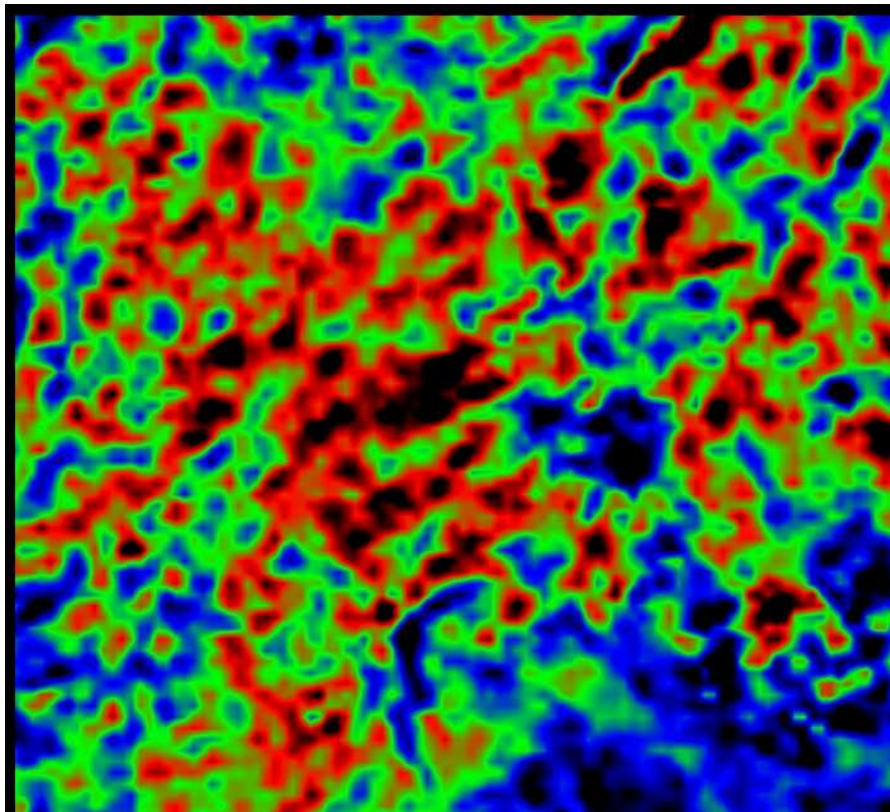
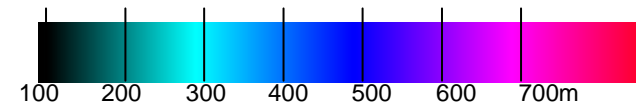
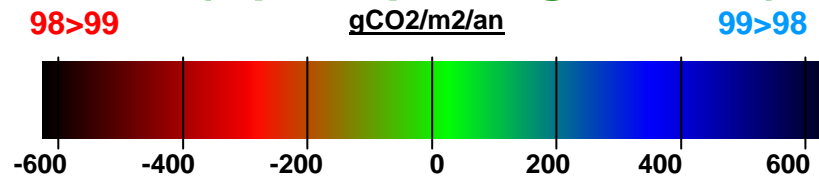
180

mm

(Maisongrande et al. 2002)

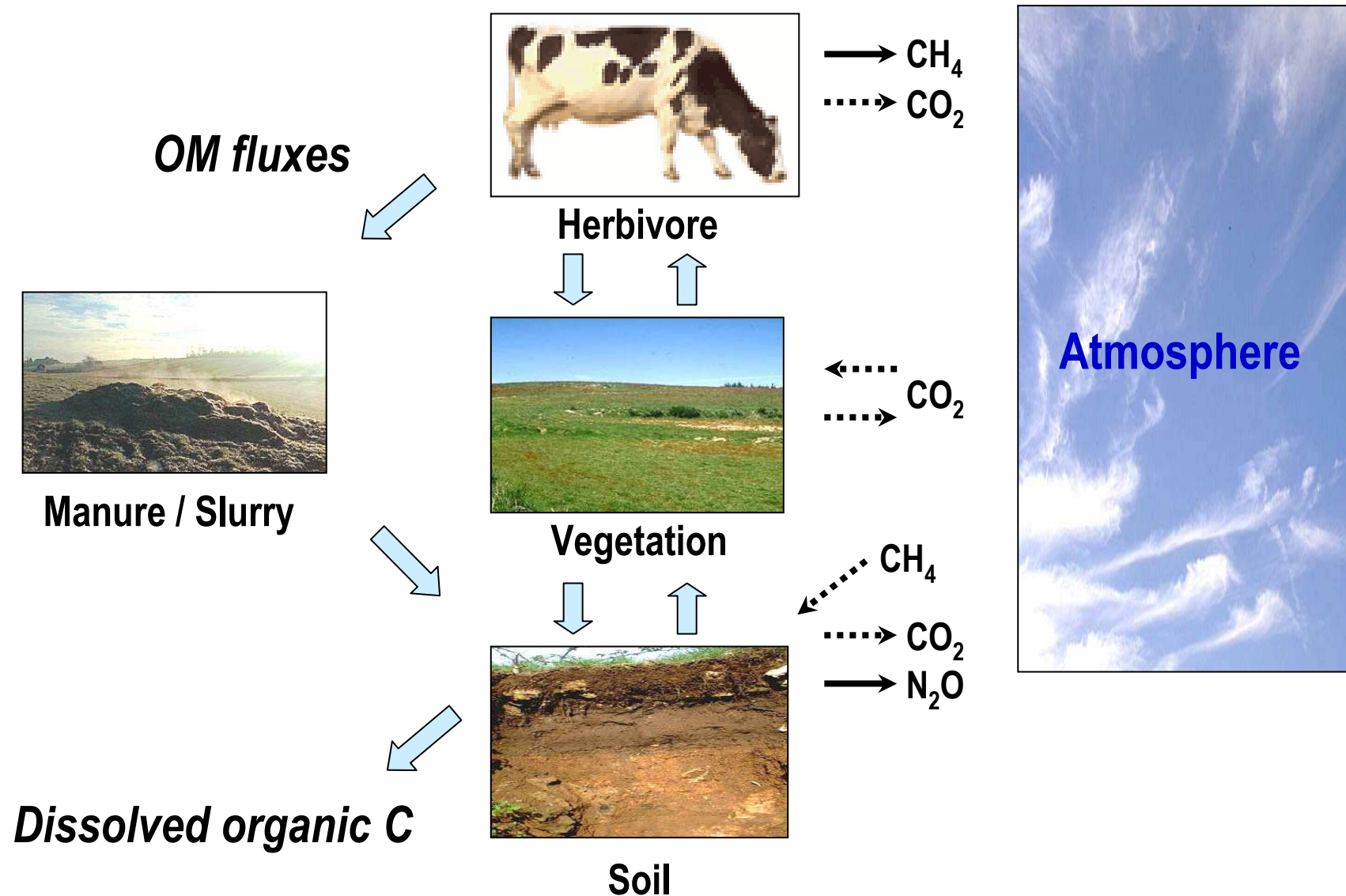
Variabilité interannuelle de la photosynthèse brute

L'impact de la variabilité du climat dépend de sa saisonnalité et est modulé par différents facteurs : occupation des terres (cultures d'été ou d'hivers), pratiques agricoles (irrigation), nature des sols et pentes, ...



(Maisongrande et al. 2002)

Comprendre les processus d'émissions Echanges de GES et de matière organique des prairies



Impact des modes de gestion sur les bilans de gaz à effet de serre

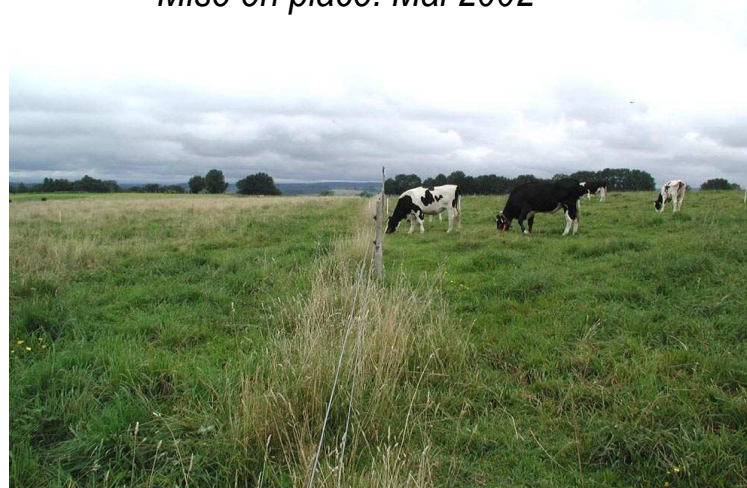
JF. Sousana

Effet d'une extensification sur les flux de GES d'une prairie pâturée (Site de Laqueuille, UE des Mont-Dore, ORE PCBB)

Mise en place: Mai 2002

Traitement « extensif »:

- Chargement animal = 0.5 UGBha^{-1}
- Absence de fertilisation



Traitement « intensif »:

- Chargement animal = 1 UGB ha^{-1}
- Fertilisation N, P, K ($170, 50, 75 \text{ U ha}^{-1} \text{ an}^{-1}$)

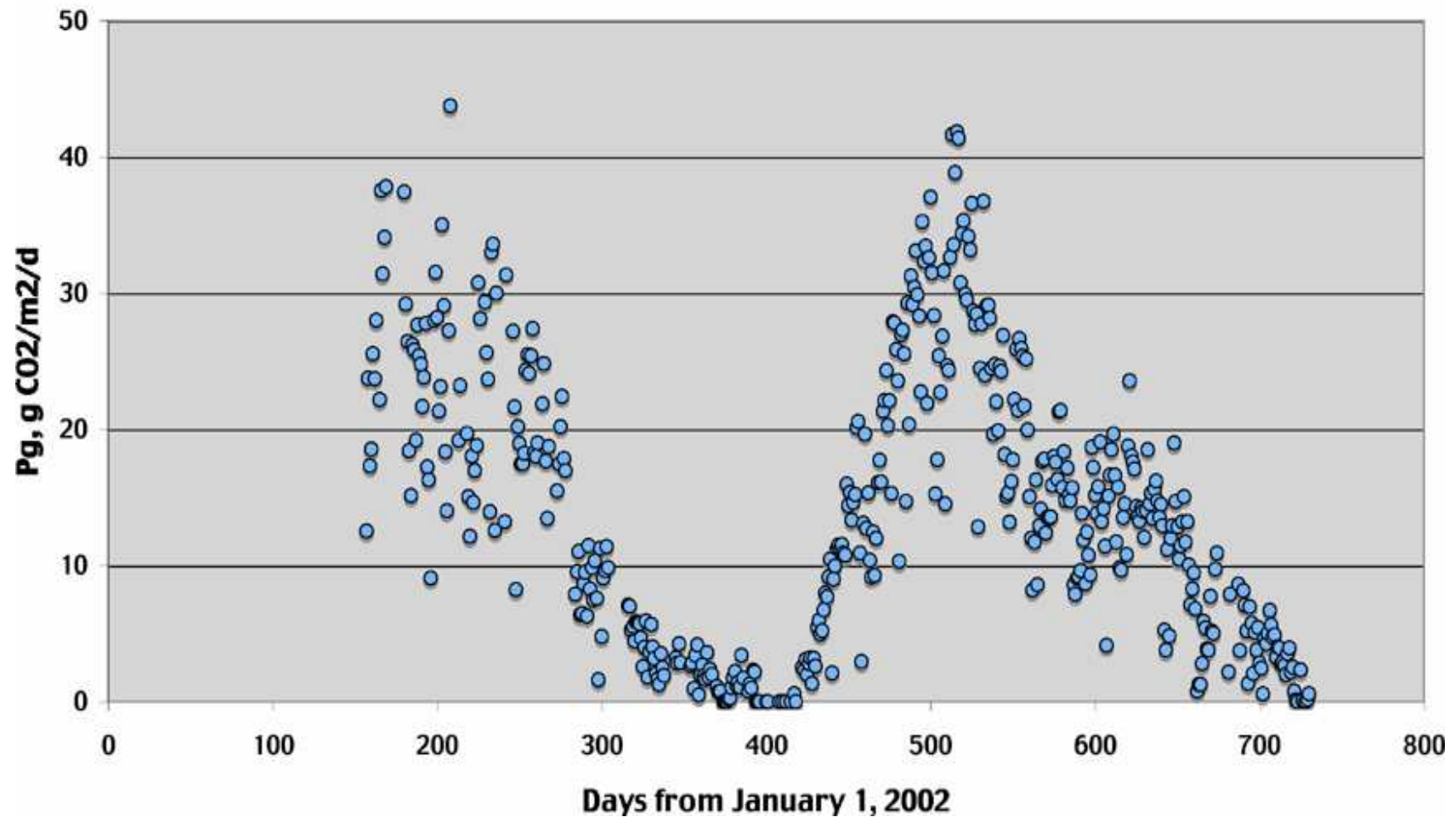
Les deux parcelles sont maintenues à:

- Indice de nutrition minérale constant
- Production potentielle constante

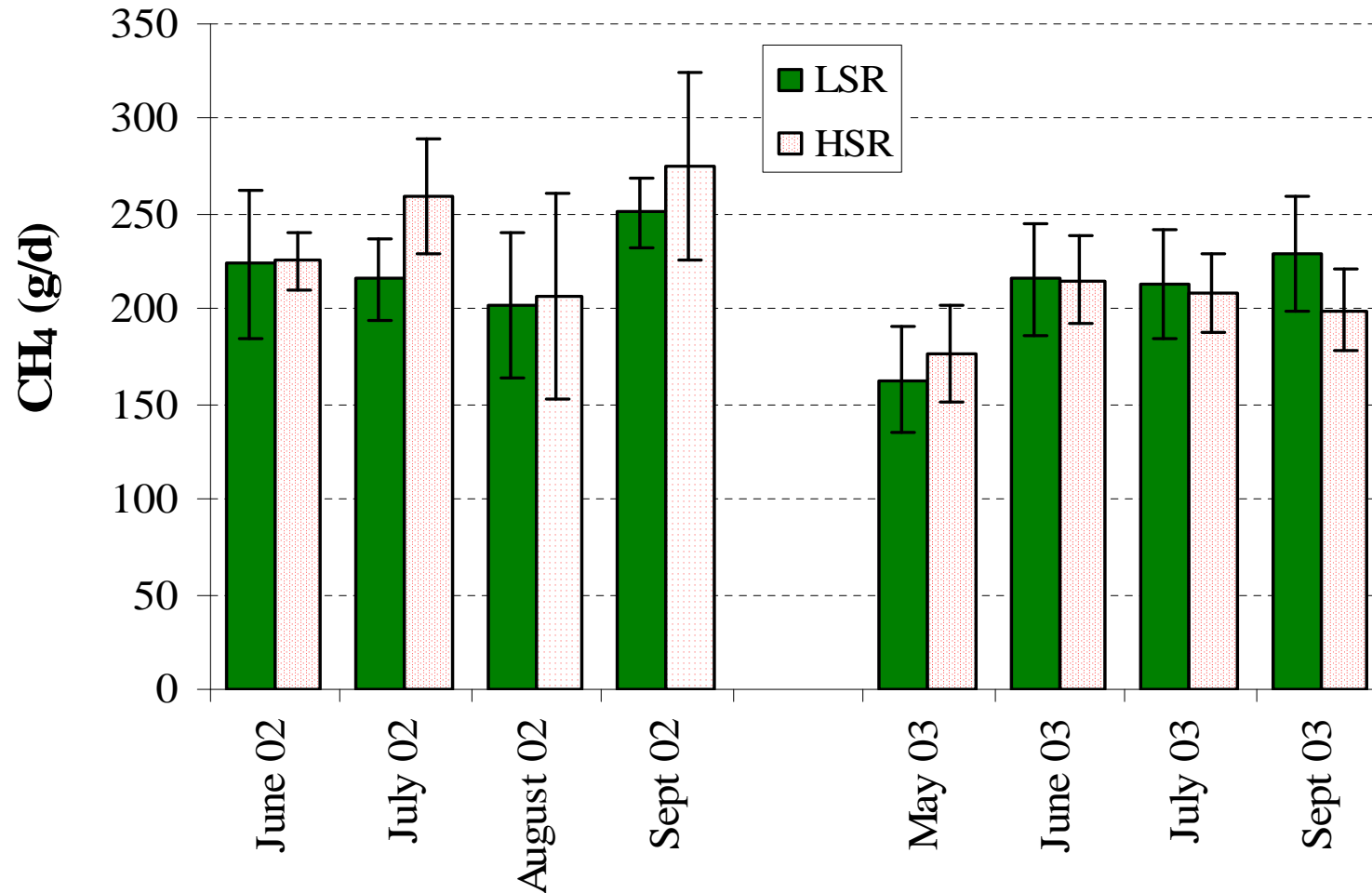
Elles ne divergent **que** par leur biomasse végétale sur pied

Productivité Primaire Brute à Laqueuille gestion extensive, 2002-2003

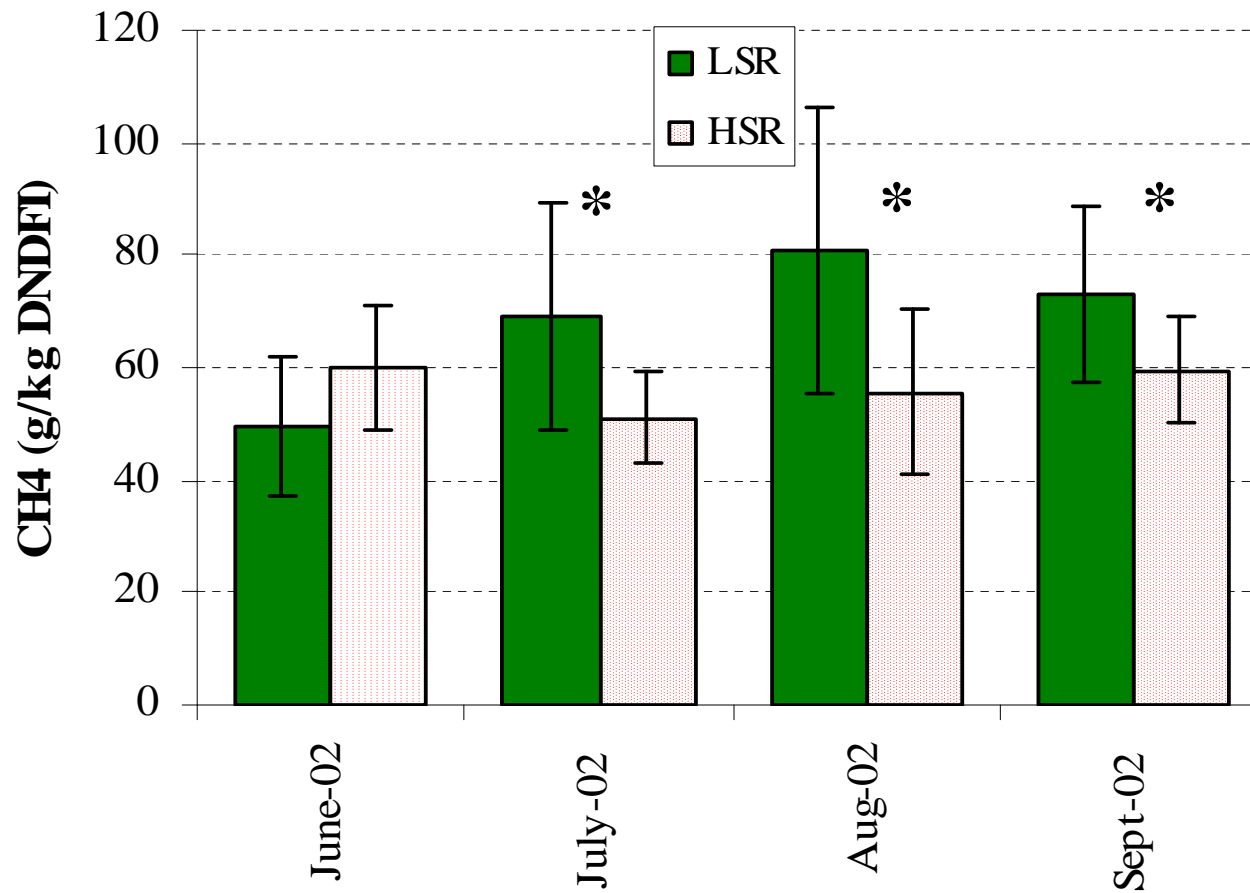
Pg(t), Laqueuille ext, 2002-2003



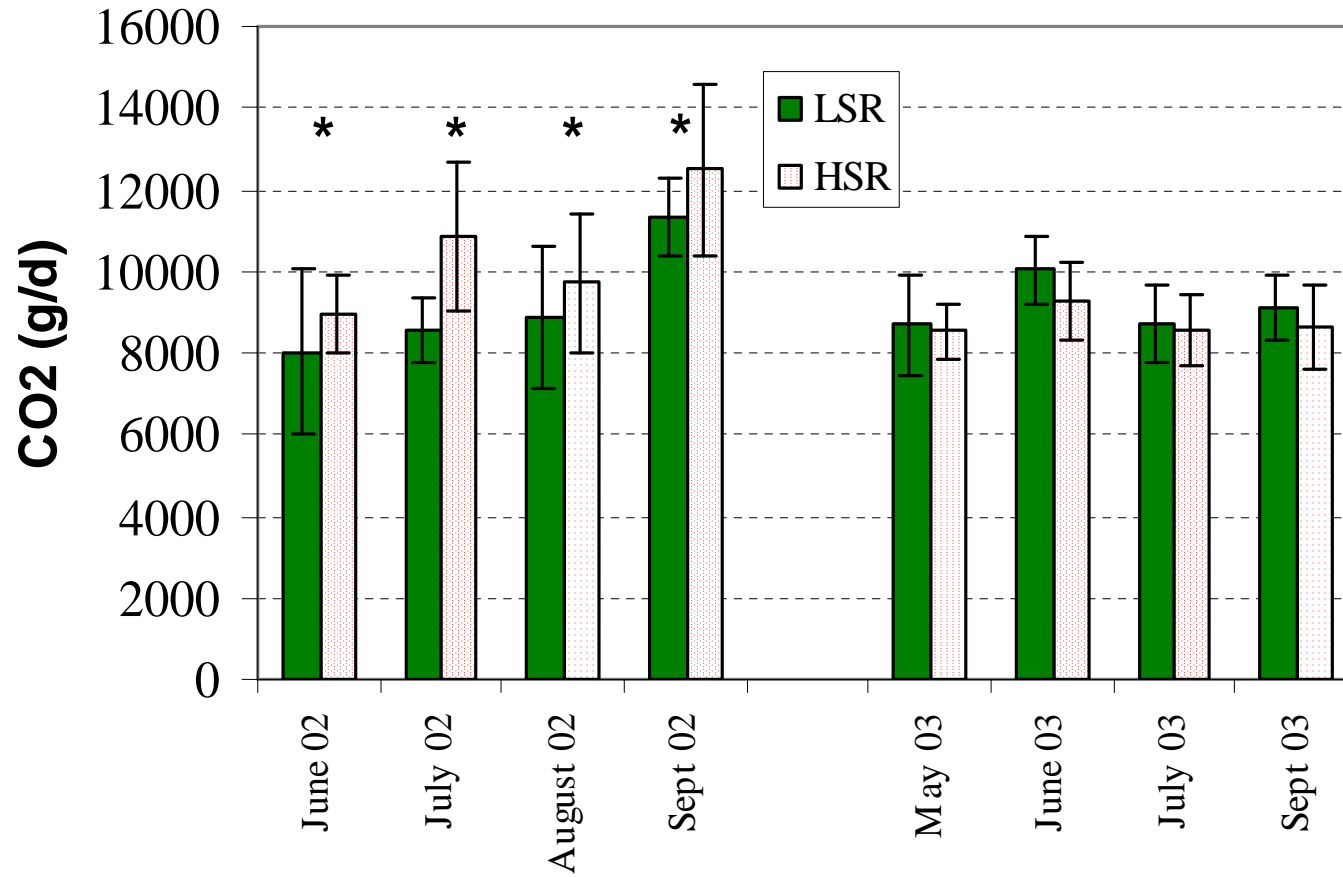
Production de CH_4 ($\text{g jour}^{-1} \text{ animal}^{-1}$) par des génisses pour un paturage extensif (LSR) et intensif (HSR)



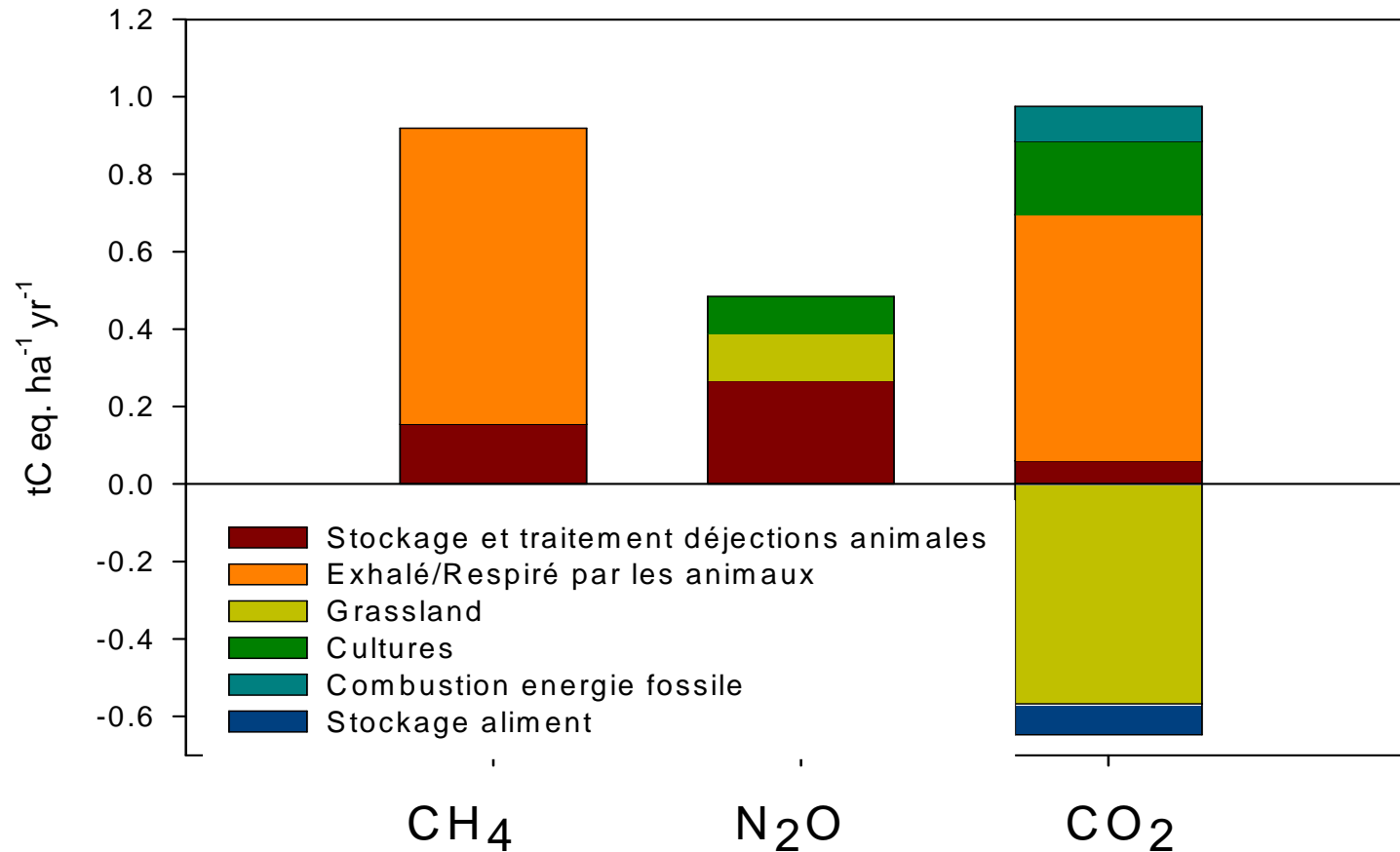
Production journalière de CH₄ par unité de fibre digestible (g/kg) en paturage extensif (LSR) et intensif (HSR)



Production de CO₂ (g/d/animal)



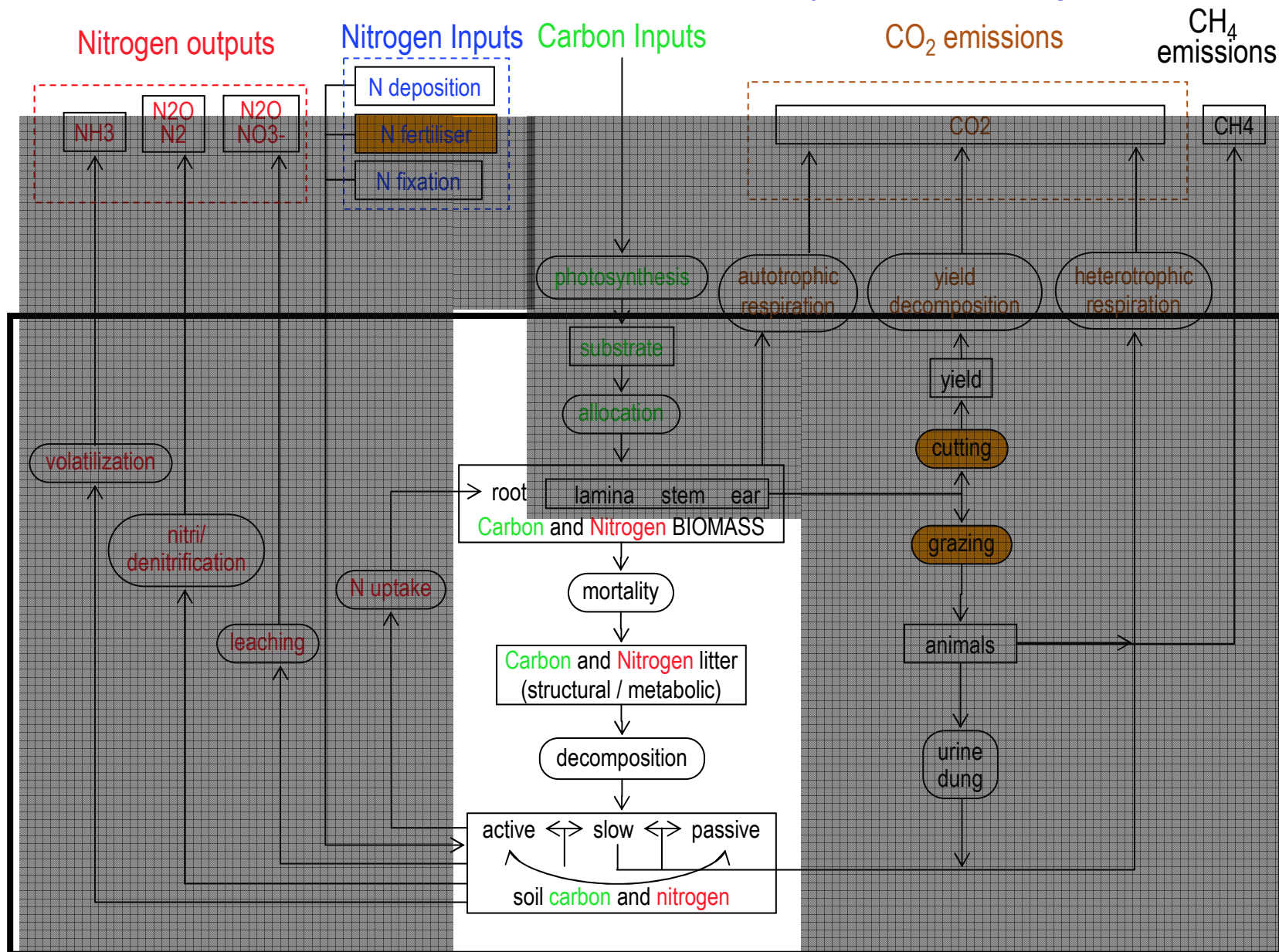
Bilan de GES d'une ferme d'élevage bovin mixte (100 ha SAU)



(Salètes et al., GHG Conference, Leipzig, 2004)

Etendre les processus aux échelles régionales

Collaborations FAL Zürich, LSCE Saclay, CEH, Edinburgh



Simulation du bilan de GES à l'échelle régionale

Climate drivers

Hourly values of

- irradiance
- temperature
- pressure
- humidity.
- wind speed

Climatology from ECMWF

Soil data

- Soil texture (Zoebler)
- Water content parameters (FAO)

Management drivers

dates of harvest. animal stocking rate and grazing periods. dates of application and amount of N-fertilizers

PaSim

Equilibrium run at a spatial resolution of 1 degree

Land cover map

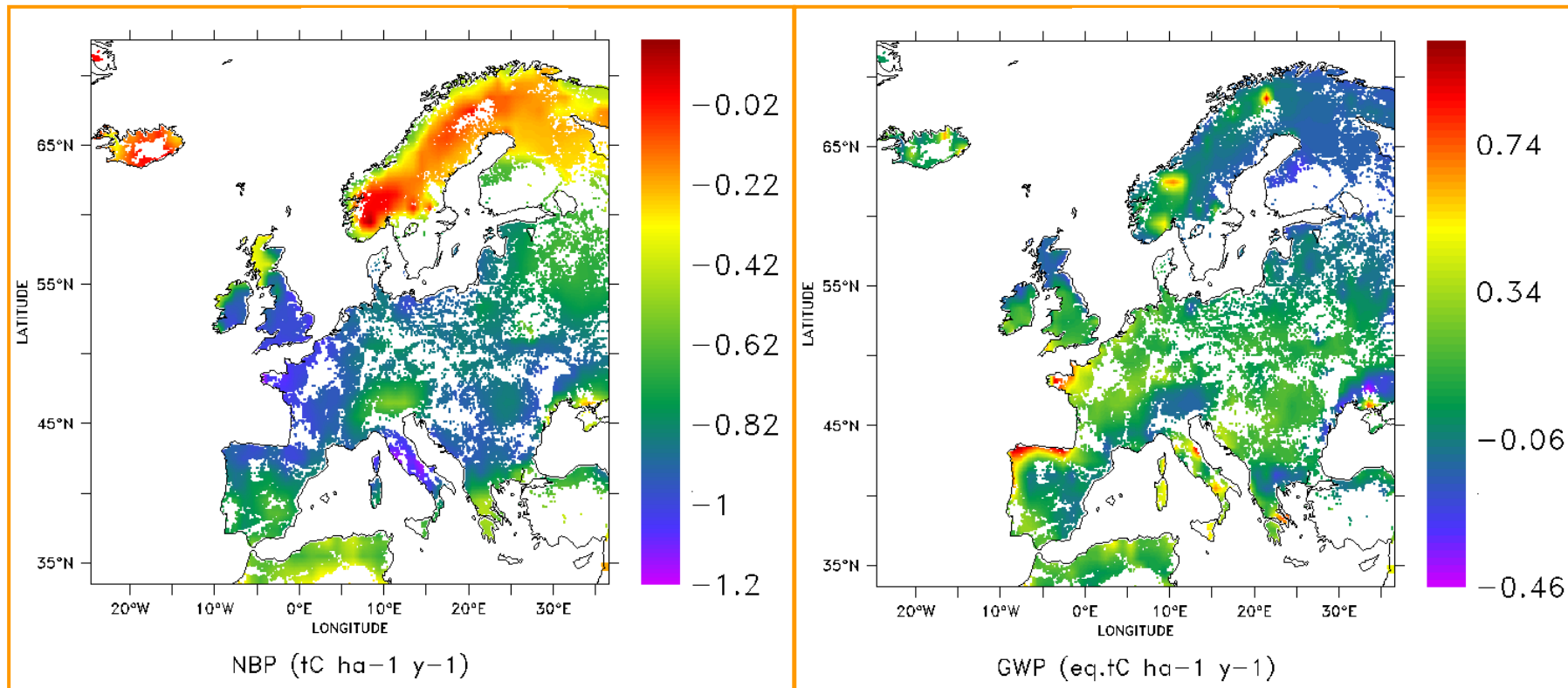
Grassland fractional coverage
Combined CORINE. PELCOM

- GPP
- Respirations
- N2O emissions
- CH4 emissions
- ...

Model outputs

Gestion théorique
(fonction du potentiel pédo-climatique
Mode fauche, pâture et mixte

Bilan de GES multigaz des écosystèmes prairiaux en Europe



Vuichard et al., LSCE

Émissions NO par les sols

Mesures in situ et en laboratoire, modélisation, cadastre et inventaire.
Impact sur la qualité de l'air

Dominique Serça¹, Patricia Laville², Matthias Beekmann³,
Catherine Hénault⁴, Benoît Gabrielle², François Ravetta³,
Jérôme Cortinovis¹

¹ LA Laboratoire d'Aérodologie, Toulouse

² INRA-EGC Environnement et
Grandes Cultures, Thiverval-Grignon

³ SA Service d'Aéronomie, Paris

⁴ INRA-LMS UMR Microbiologie des
Sols-Géosol, Dijon



Mesures en laboratoire

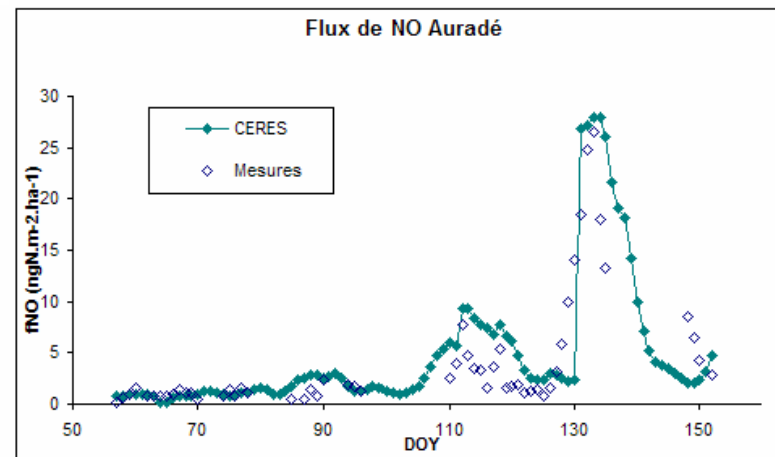
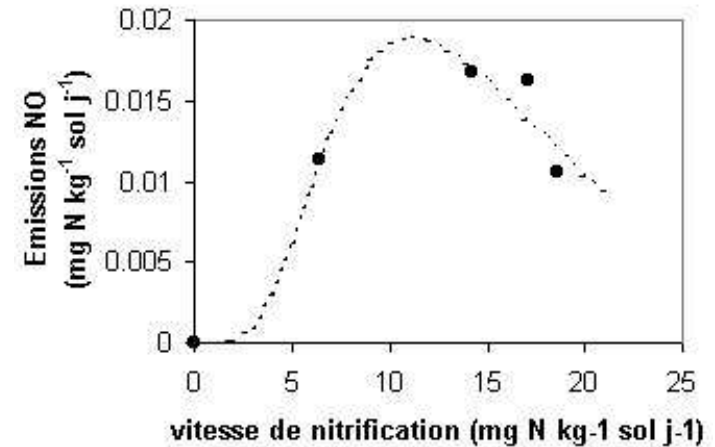
Paramétrisation émissions NO – **nitrification**

Fonction de: T, H₂O et NH₄ sol

=> Construction algorithme d'émission

Couplage algorithme- modèle de culture

CERES: simulation émissions sur cycle cultural complet (cf. figures).



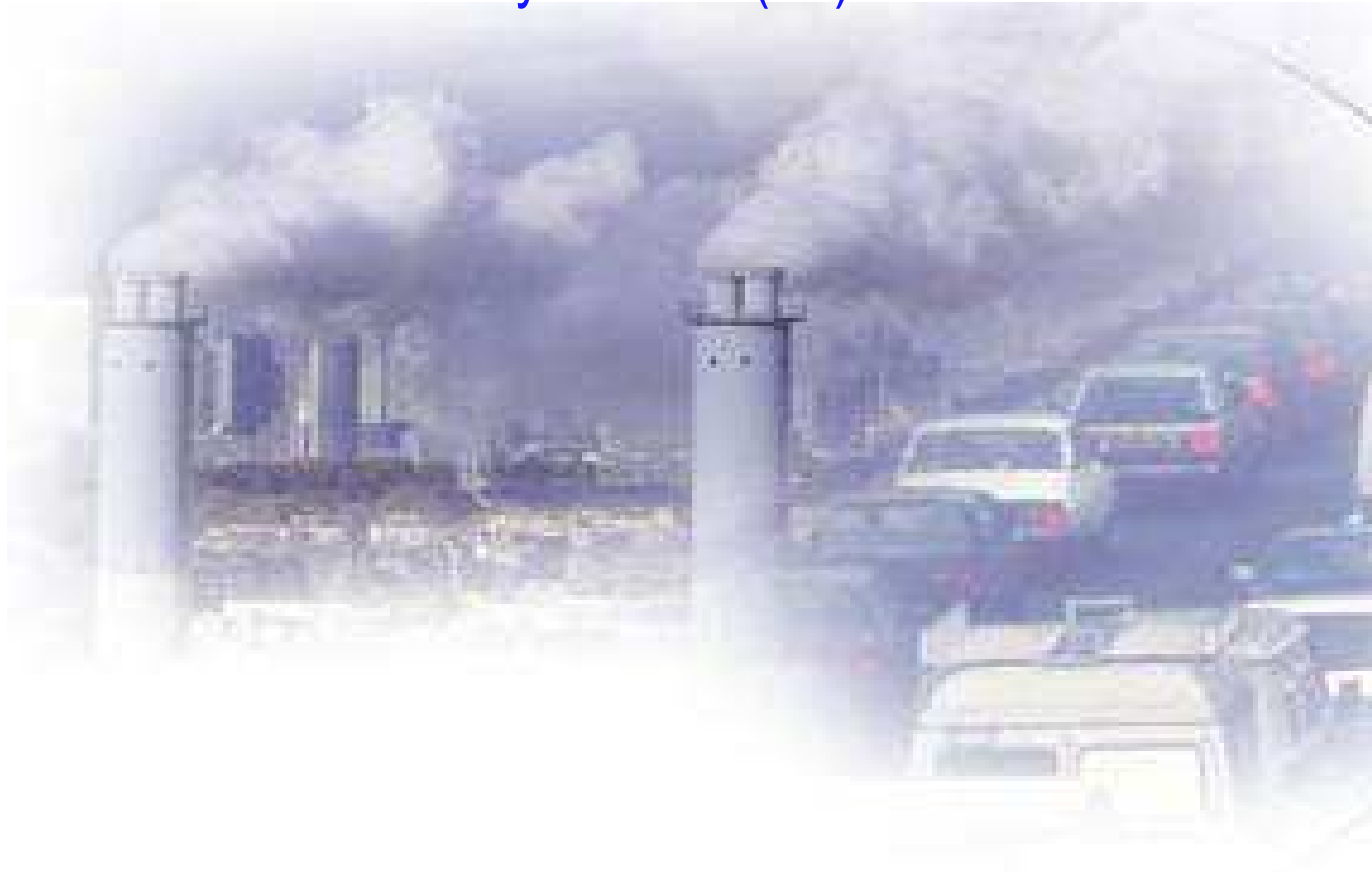
Étude de sensibilité des émissions aux paramètres: activité microbienne sol, type de cultures, climat, texture sol => **prépondérance activité microbienne**

Calcul facteur d'émissions (pourcentage émissions liées à la fertilisation) => **spatialisation**

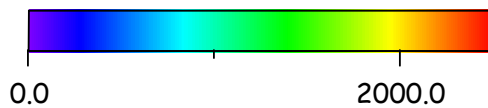
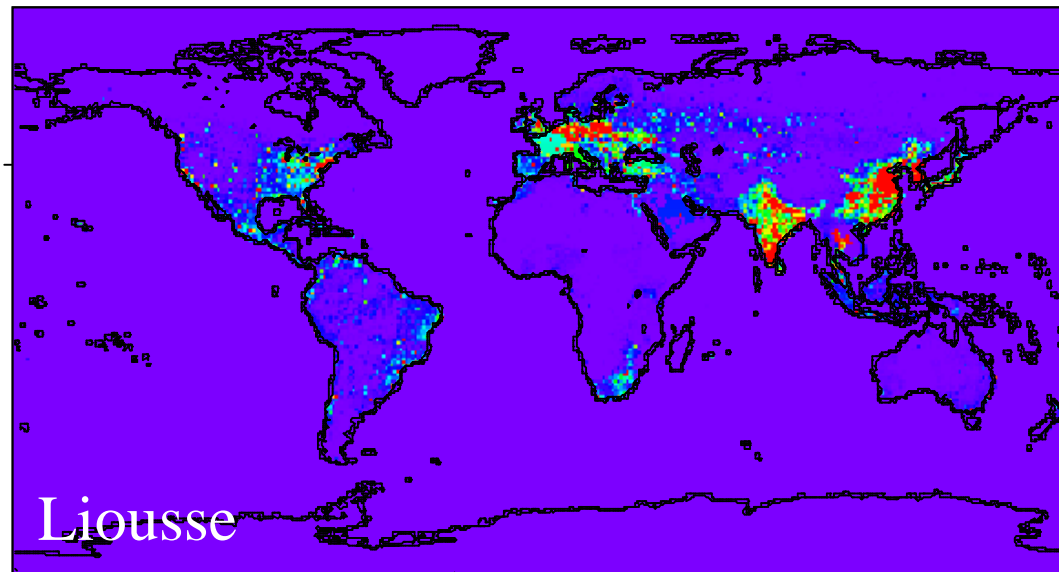
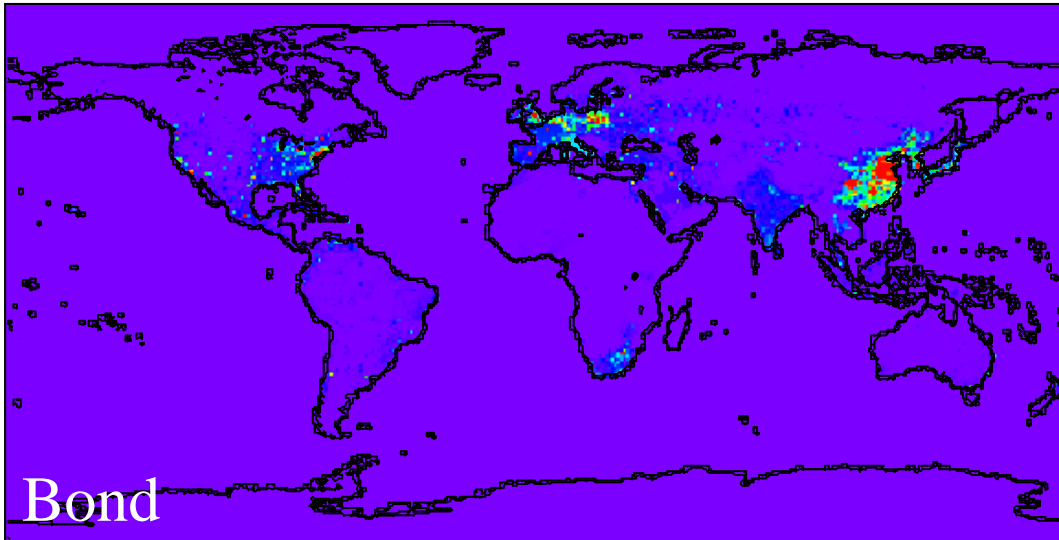
Sources anthropiques

Inventaire d'émissions d'aérosols carboné de 1860 à 2100

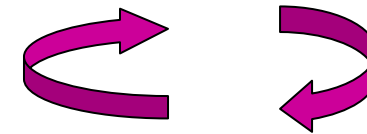
Cathy Liousse (LA)



Hélène Cachier (LSCE), Patrick Criqui (IEPE)



Exemples de
différence dans les
émissions
Globales d'aérosols
carbonés



Incertitude des
facteurs
d'émission

Modélisation du changement de forçage radiatif des émissions d'aérosols carbonés et organiques entre 1950-1997 à partir d'inventaires globaux (1°x1°)



-1.0 0.0 1.0
TOA DRF for BC and OC in 1970 (W/m²)

Fortes différences régionales

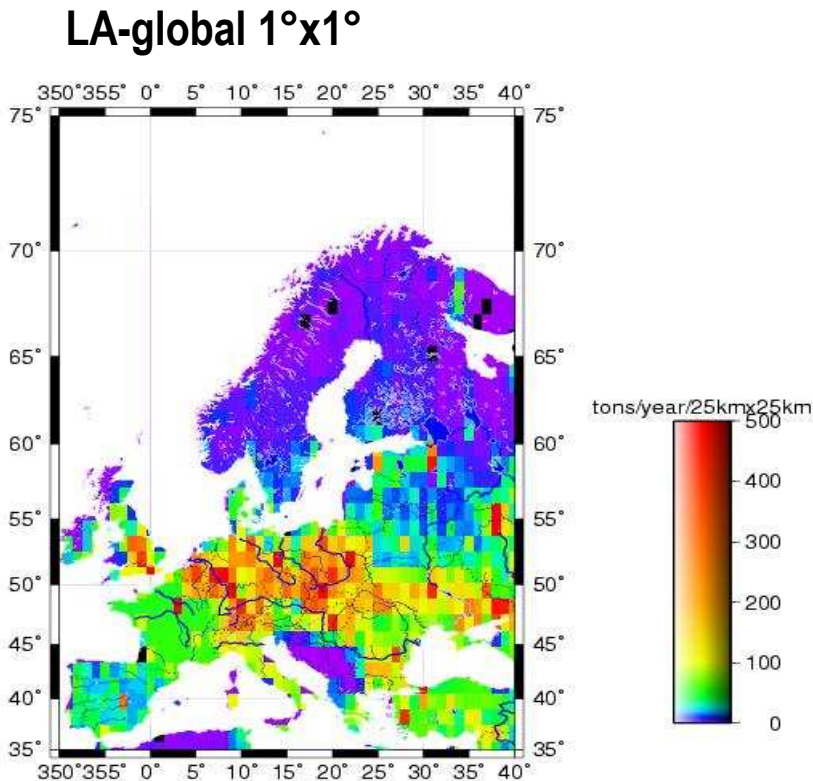


-1.00 0.00 1.00
TOA DRF for BC and OC in 1997 (W/m²)

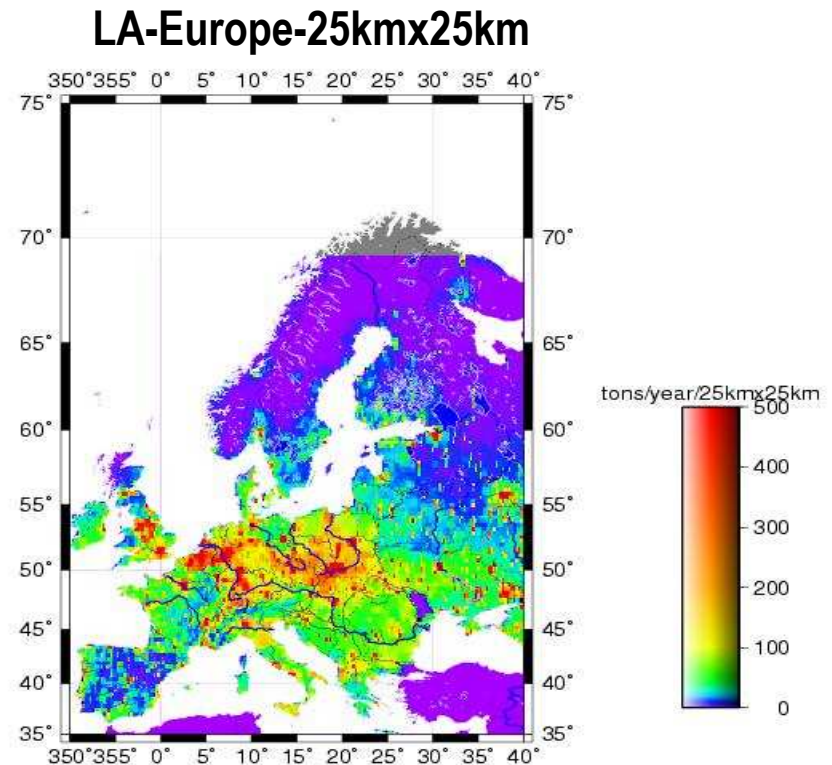
Vers des inventaires à haute résolution

(25kmx25km) des émissions de BC et OC pour 1990, 1995, 2000, 2010

=> étude de l'impact des normes d'émissions



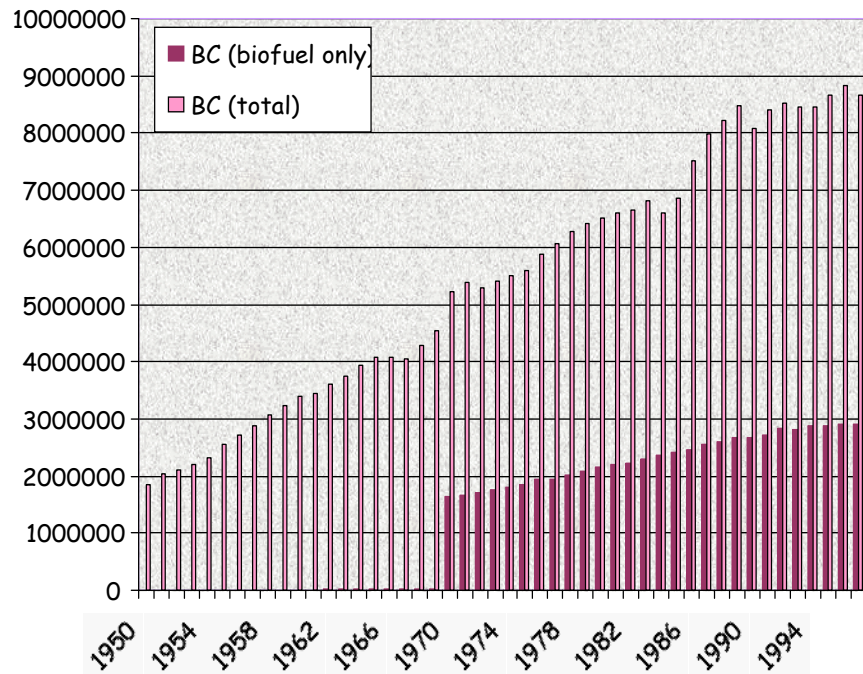
Annual BC : 1.5 TgC
Annual OCp : 2.21 TgC



Annual BC : 1.21 (1.48) TgC
Annual OCp : 1.51 (1.93) TgC
(Avec ou Sans normes d'émission)

Etendre les inventaires aux biocarburants

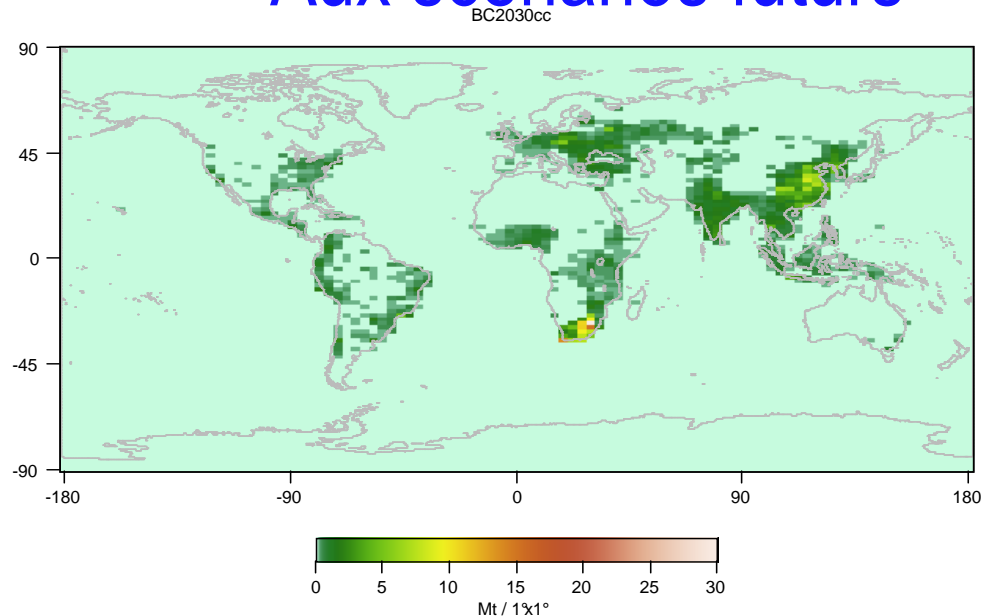
Tendance des émissions par combustion de biocarburants



BioFuel/FossilFuel = 30% de la moyenne
26% en Chine
60 to 45% en Inde

Fuel : UNSTAT database coupled with
POLES database (P. Criqui data)

Aux scénarios futurs



Remerciements

