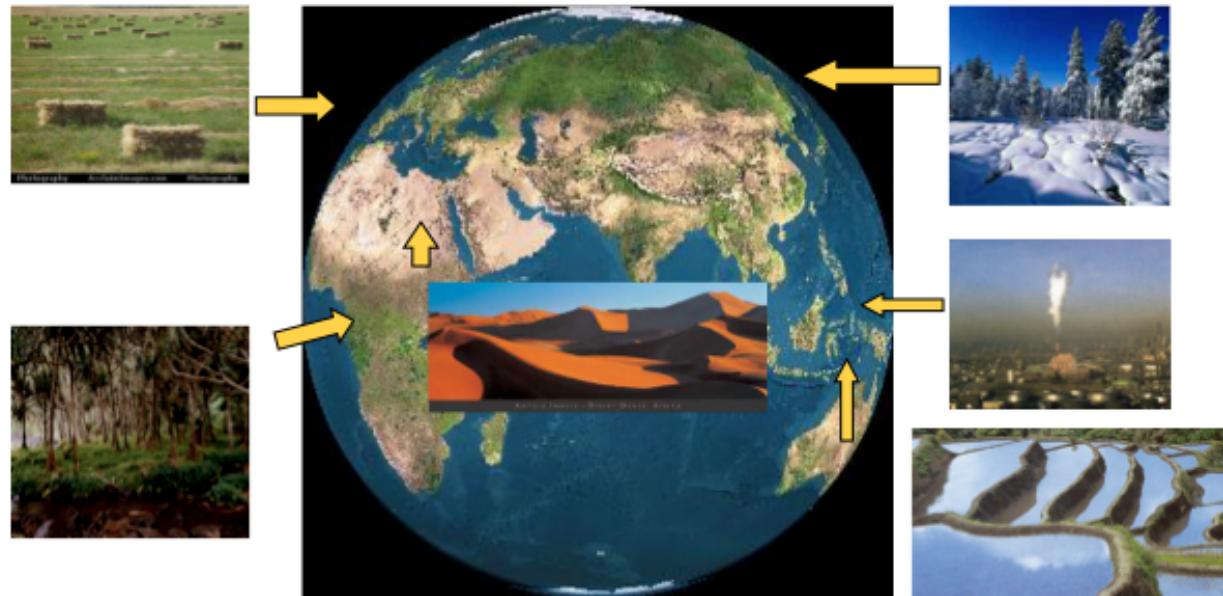


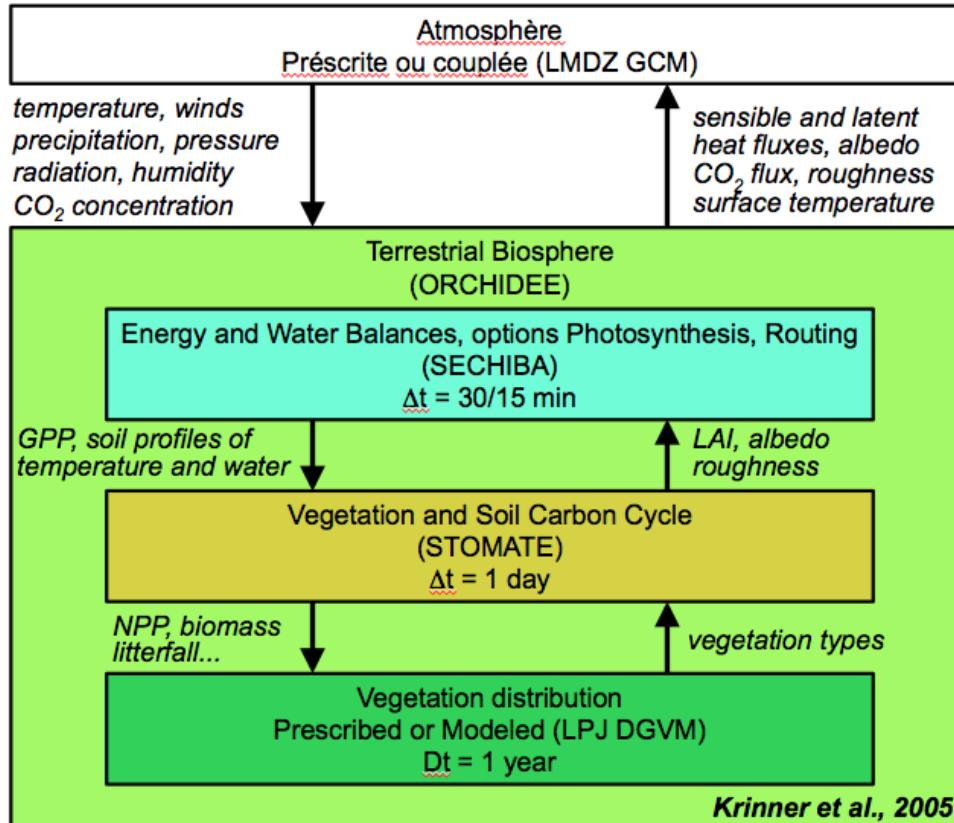
# Utilisation du modèle de végétation ORCHIDEE

**Philippe Peylin, Daniel McInerney, Ben Poulter, Nicolas Viovy, Valentin Bellassen, Sebastiaan Luyssaert, Philippe Ciais**

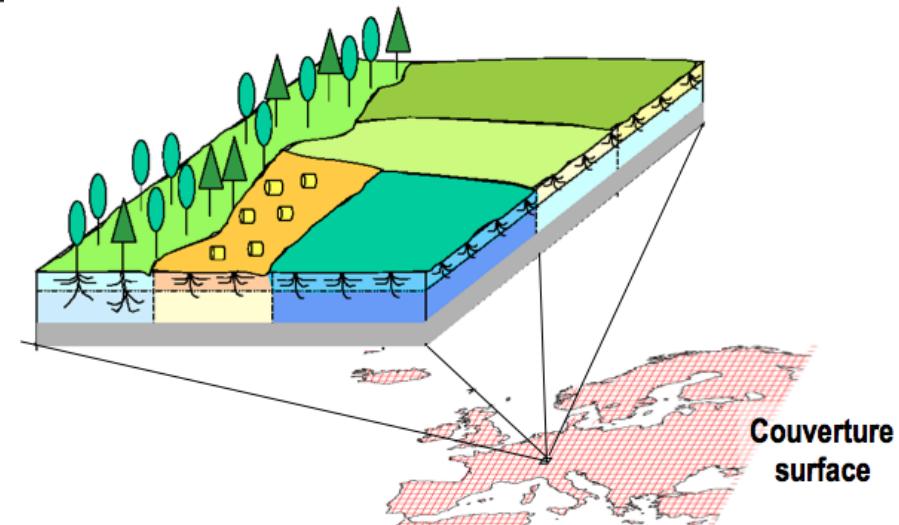
**Simule les bilans d'eau, de carbone, et d'énergie  
Composante du modèle “système terre” de l'IPSL**



# ORCHIDEE

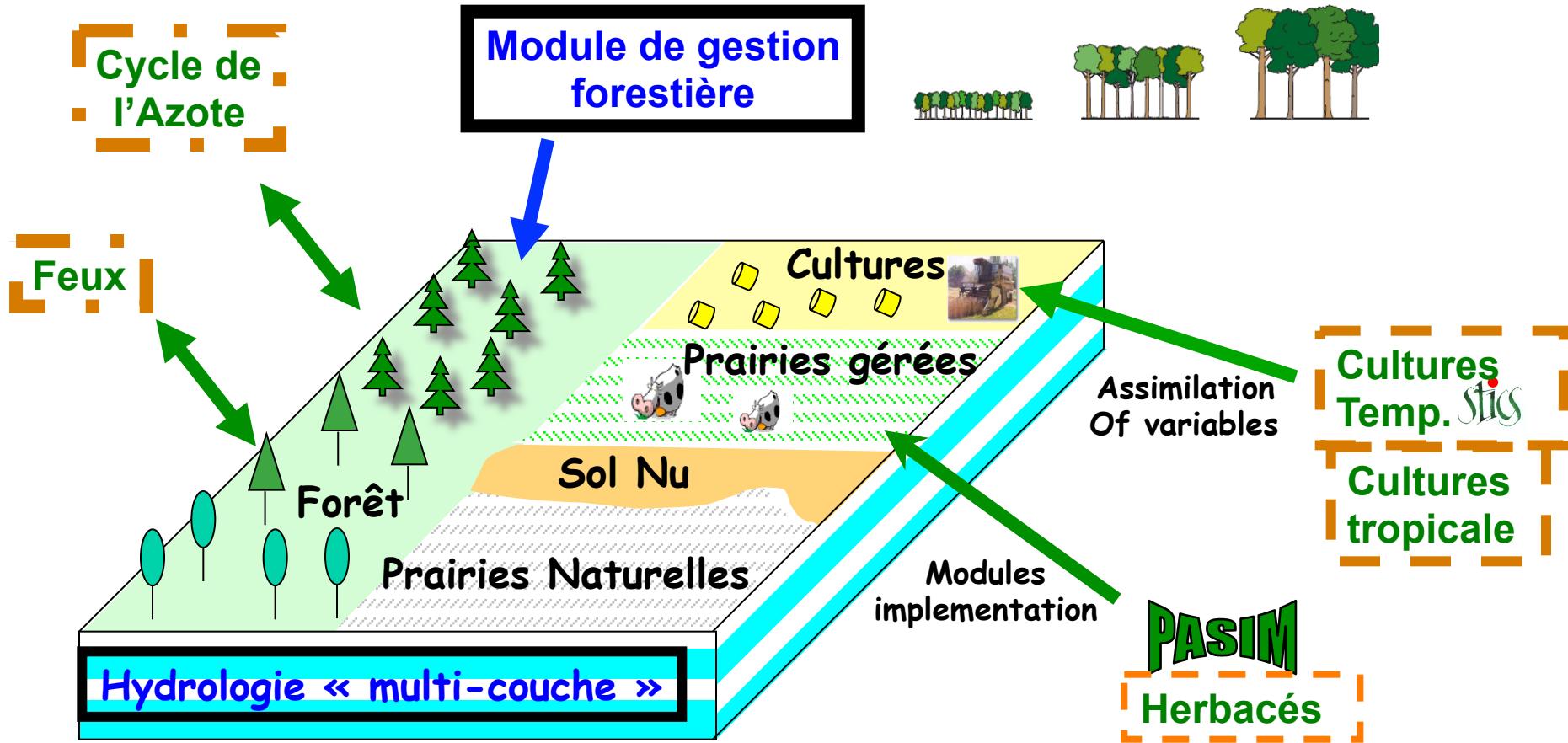


- 13 Types fonctionnels de plantes différents



- Mosaïque de végétation

# Récentes améliorations du modèle ORCHIDEE



- Généralisation du nombre de PFT (espèces spécifique)
- Hydrologie 11 couches
- Documentation scientifique

# Module de gestion forestière..

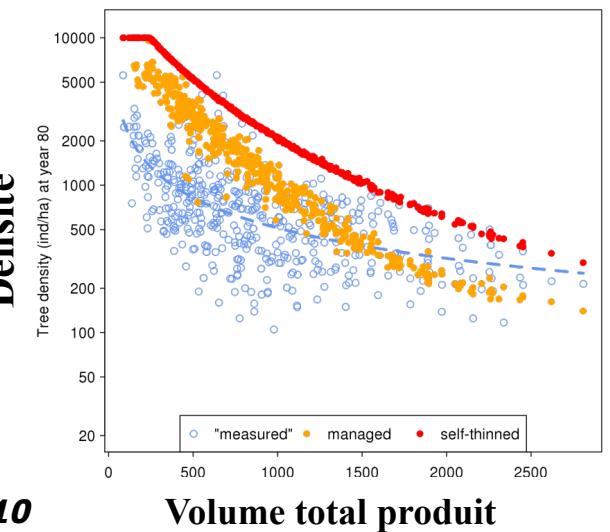
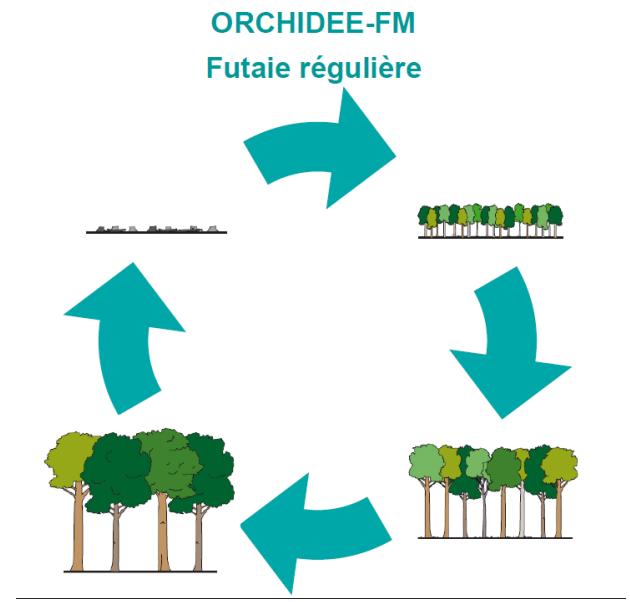
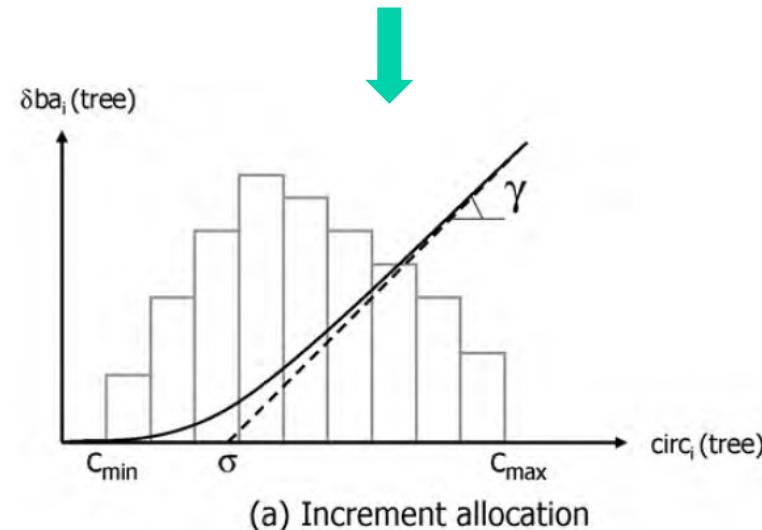
→ Ajout d'un module de gestion forestière

- Traitement d'une population d'arbres



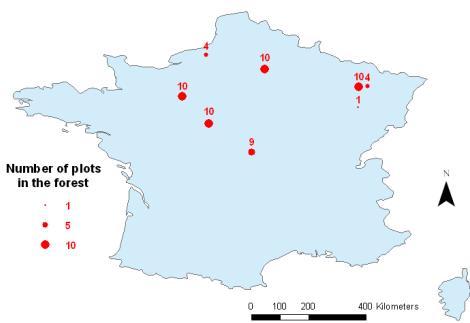
- Mortalité variable: auto-éclaircie ou gestion forestière.

- Distribution de la croissance entre arbres (Dhôte 2000)



# Validation du module de gestion (FM)

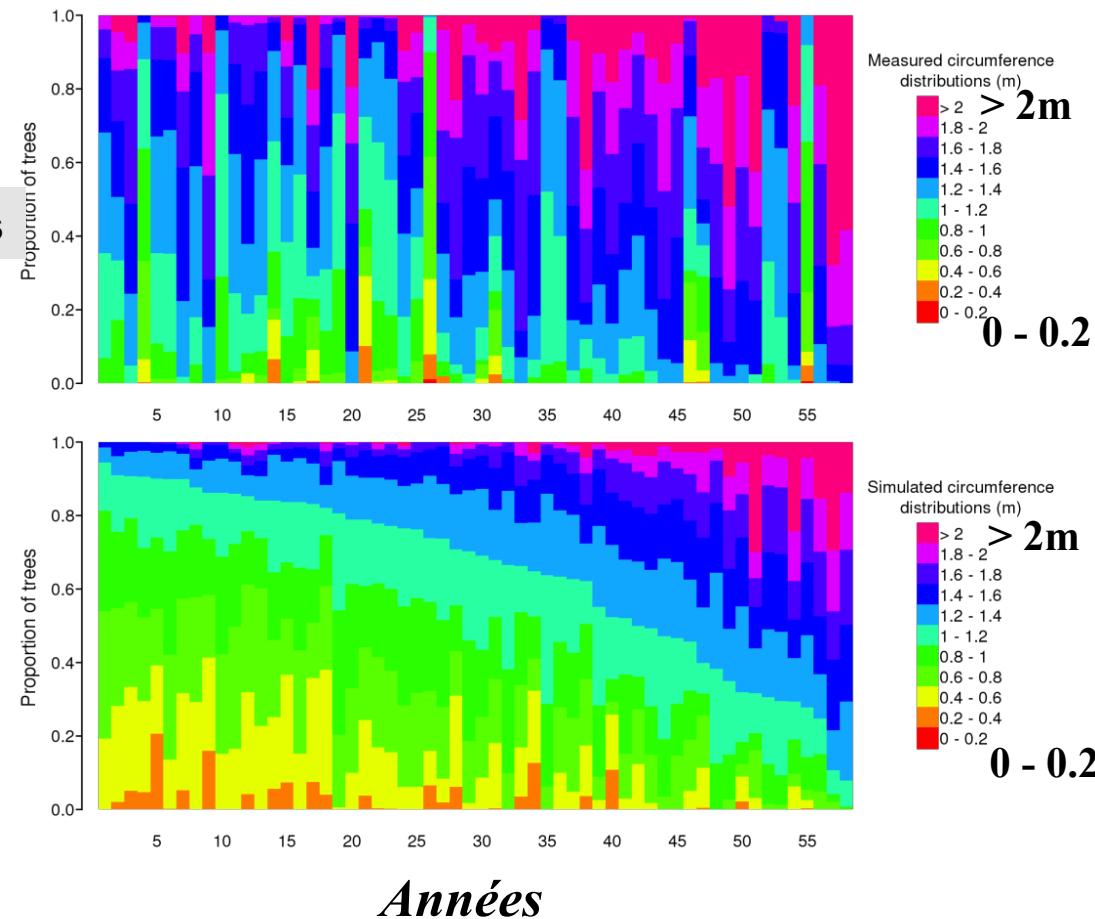
## Sites permanents: réseau du LERFOB



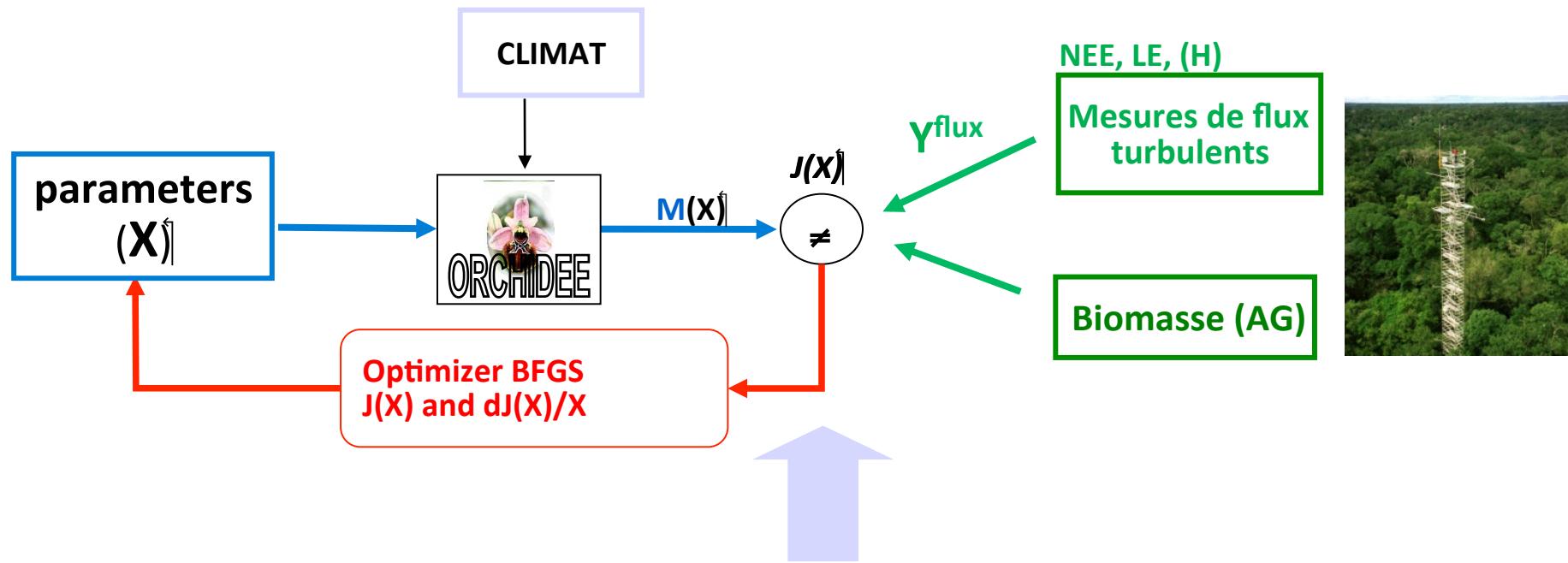
Données

Modèle

### Distribution en circonference (m)



# Calibration du modèle sur le site de Hesse (forêt de Hêtre)



**Fonction de cout:** 
$$J(x) = \frac{1}{2} \left[ (y - M(x))^T R^{-1} (y - M(x)) + (x - x_b)^T P_b^{-1} (x - x_b) \right]$$

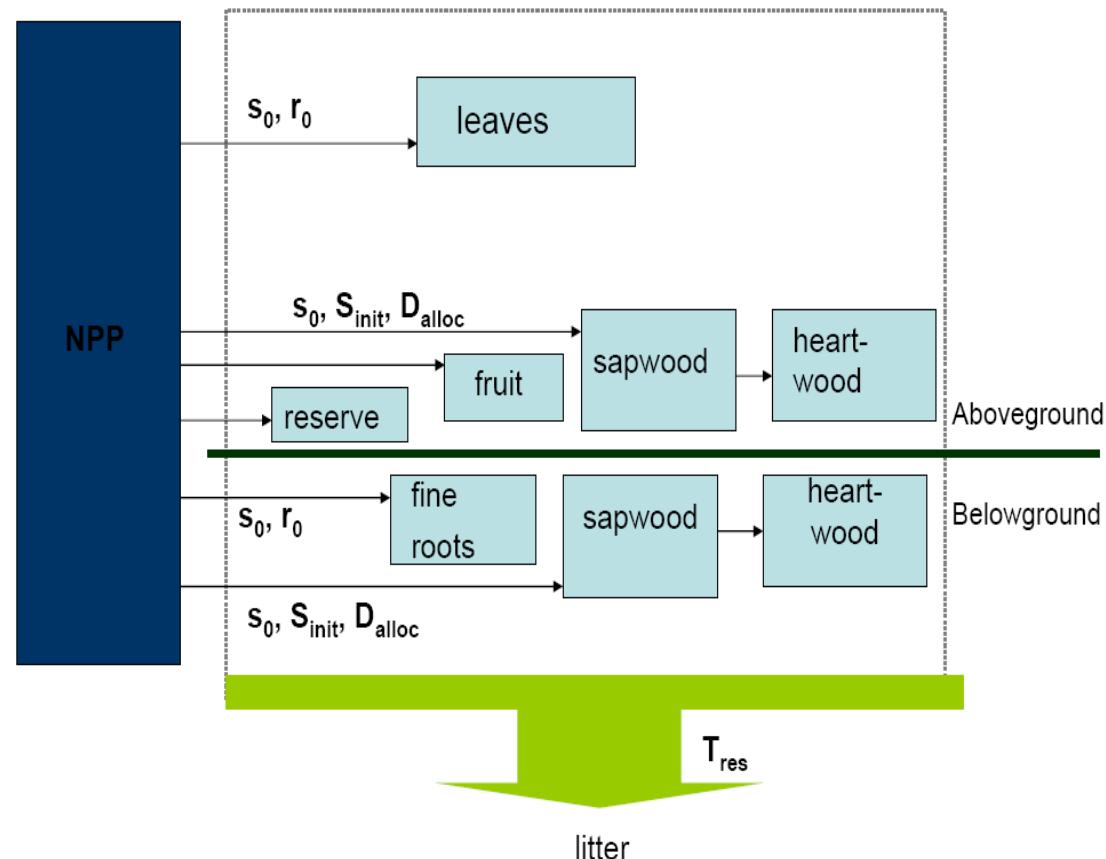
- Minimisation d'une fonction de cout (approche variationnelle)
- Optimisation d'environ 20 paramètres du modèle ORCHIDEE

# Paramètres Optimisés dans ORCHIDEE..

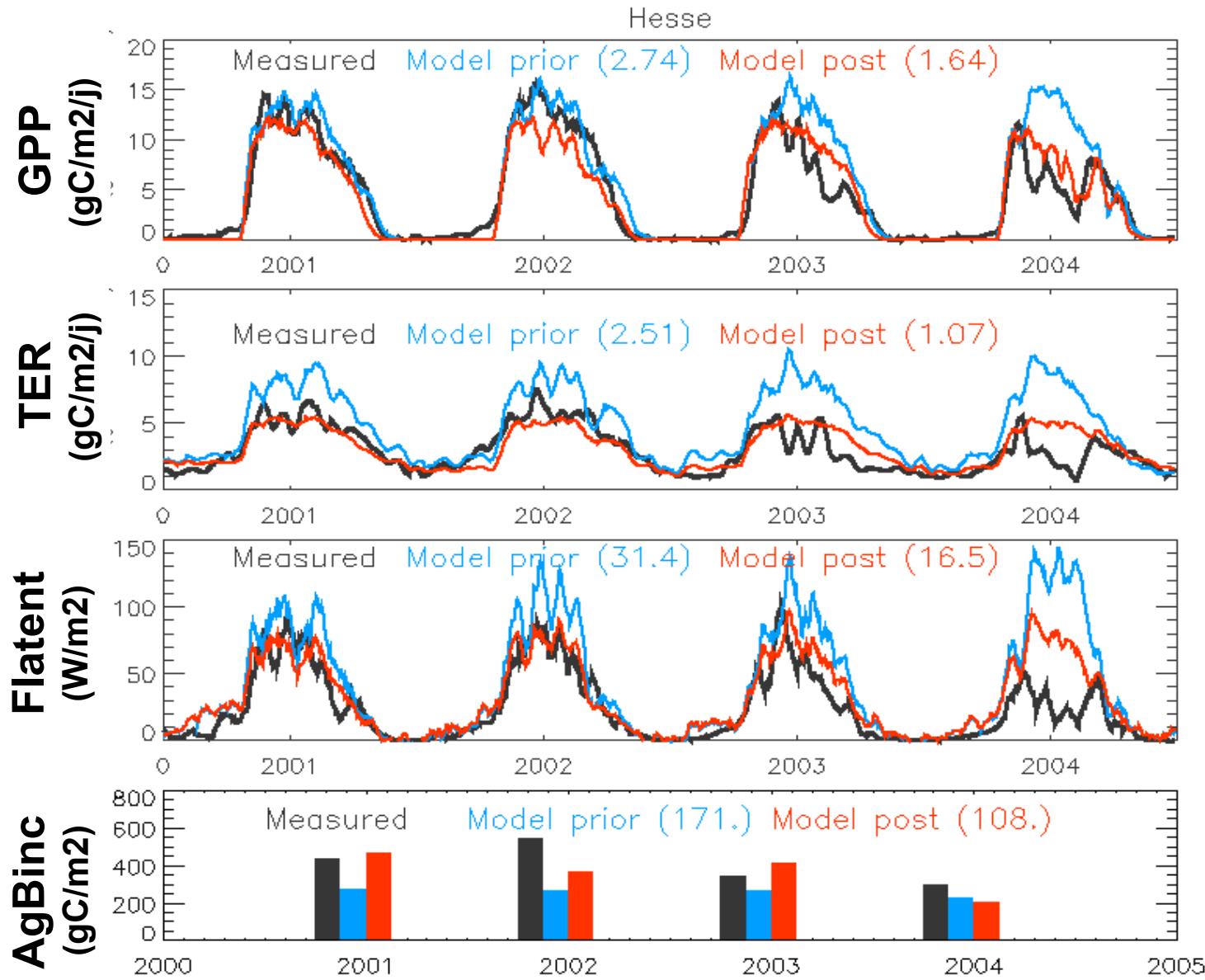
## Paramètres de photosynthèse et de respiration

- Taux photosynthétiques
- Temp. optimales
- Q10
- Stress hydrique
- ....

## Paramètres d'allocation du carbone dans la plante



# Résultat de la calibration pour le site Hesse



**Obs**  
**Prior**  
**Posterior**

# Effet fertilisant du CO<sub>2</sub> dans ORCHIDEE

- Modèle standard: Augmentation forte de la Photosynthèse avec un doublement du CO<sub>2</sub> (modèle de Farquhar et al.)
- NON prise en compte des limitations par l'Azote dans la version utilisée, pas d'effet d'acclimatation.
- Besoin de calibrer la sensibilité du taux photosynthétique maximal en fonction de la teneur en CO<sub>2</sub>!

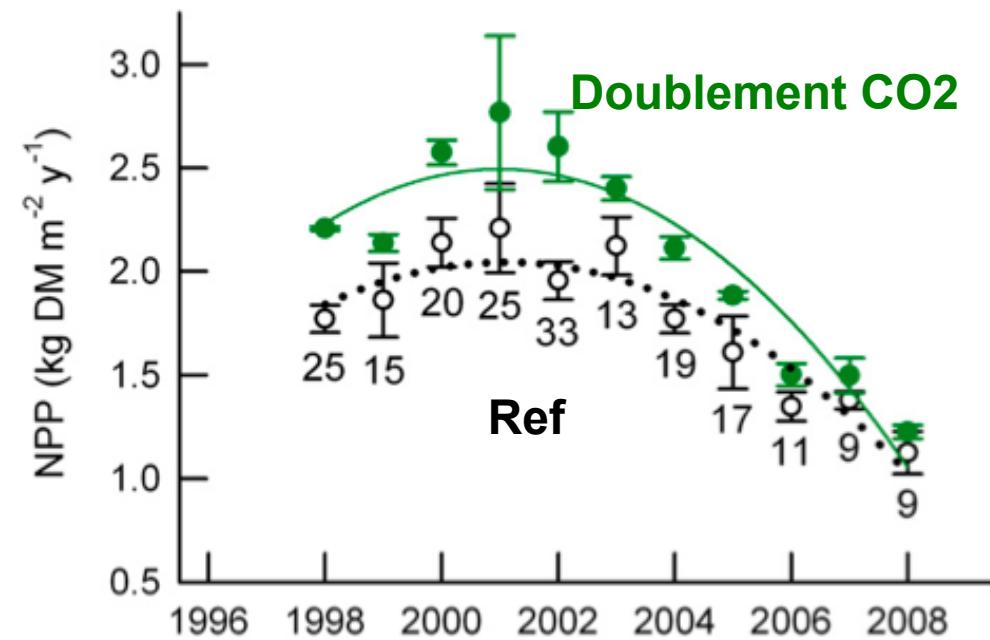
# Effet fertilisant du CO<sub>2</sub> surestimé !

*Simulation à l'horizon 2100 avec un doublement  
du CO<sub>2</sub> atm → NPP augmente de + 60%*

Forest response to elevated CO<sub>2</sub> is conserved across  
a broad range of productivity

Richard J. Norby<sup>a,b</sup>, Evan H. DeLucia<sup>c</sup>, Birgit Gielend<sup>d</sup>, Carlo Calfapietra<sup>e</sup>, Christian P. Giardina<sup>f</sup>, John S. King<sup>g</sup>, Joanne Ledford<sup>h</sup>, Heather R. McCarthy<sup>h</sup>, David J. P. Moore<sup>i</sup>, Reinhart Ceulemans<sup>d</sup>, Paolo De Angelis<sup>e</sup>, Adrien C. Finzi<sup>j</sup>, David F. Karnosky<sup>k</sup>, Mark E. Kubiske<sup>l</sup>, Martin Lukac<sup>m</sup>, Kurt S. Pregitzer<sup>k</sup>, Giuseppe E. Scarascia-Mugnozza<sup>n</sup>, William H. Schlesinger<sup>b,h</sup>, and Ram Oren<sup>h</sup>

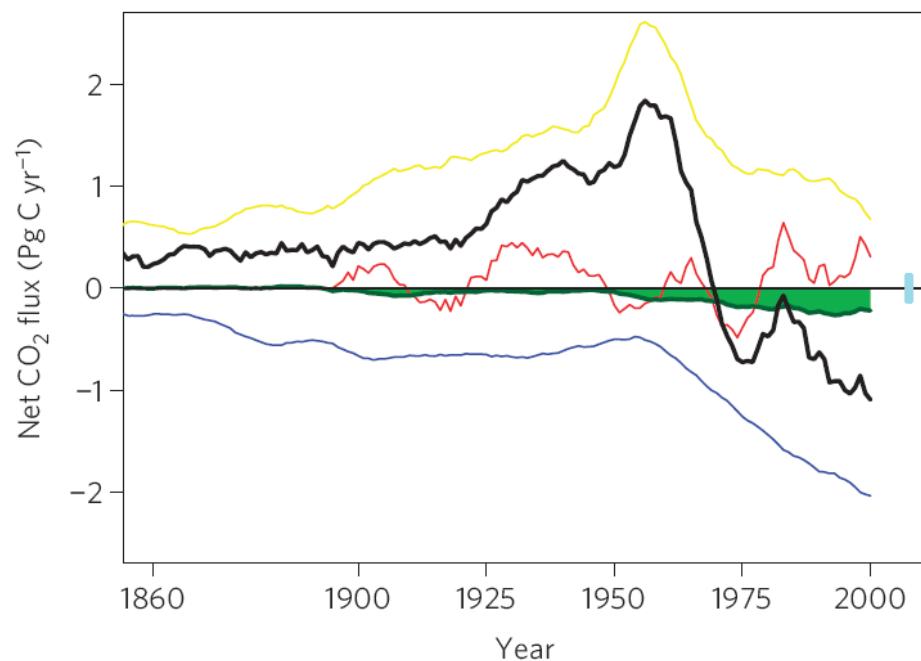
→ Calibration  
supplémentaire du  
taux de  
photosynthèse  
maximal  
pour avoir  
seulement  
+ 25%



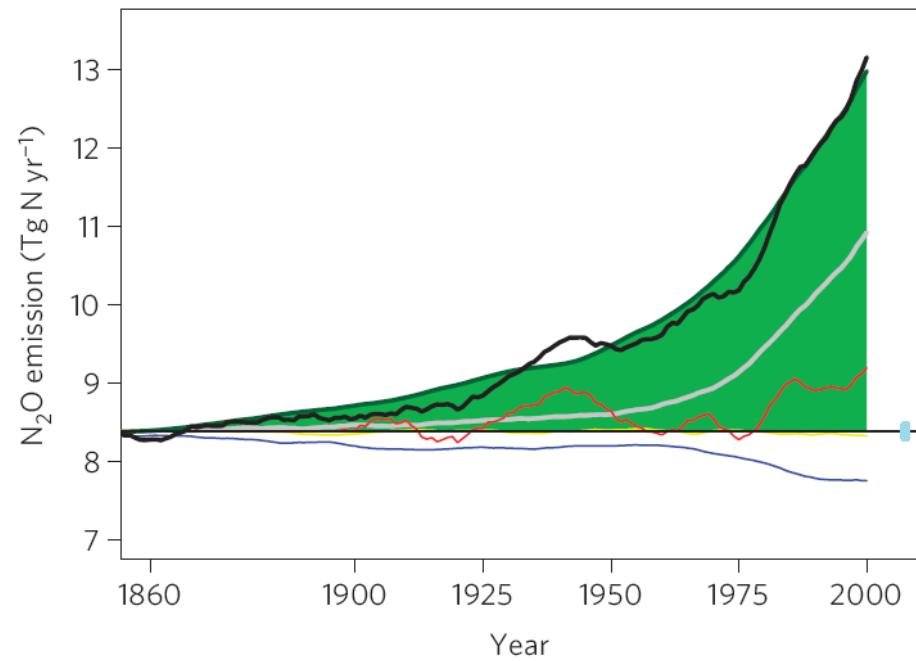
# Evolution du flux net de CO<sub>2</sub> & N<sub>2</sub>O sur le 20<sup>eme</sup> siècle (globale)

Moyenne mobile sur 10 ans

Emissions CO<sub>2</sub>



Emissions N<sub>2</sub>O



— All factors  
— Anthr. Nr (all)

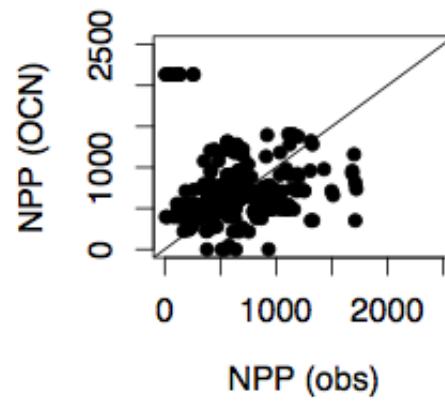
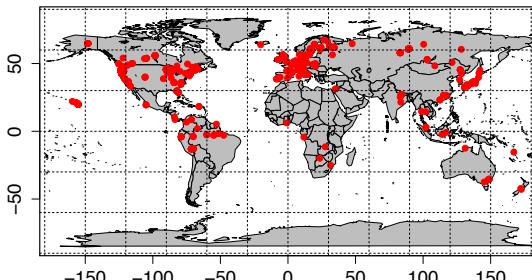
— Anthr. Nr (direct)  
— Nr effect

— Land-use change  
— Climate

— CO<sub>2</sub>  
— Nat. variability

# Bilan de l'optimization d'ORCHIDEE

- Modèle générique globale incluant la gestion forestière
- Modèle calibré sur le site de Hesse avec des mesures de flux
- Calibration des paramètres de
  - photosynthèse
  - Respiration
  - Allocation du carbone dans la plante
- Limitation de l'effet fertilisant du CO<sub>2</sub> selon des games réalistes (expériences FACE).
- Evaluation du modèle sur les sites où l'on dispose de mesures de NPP et de biomasse



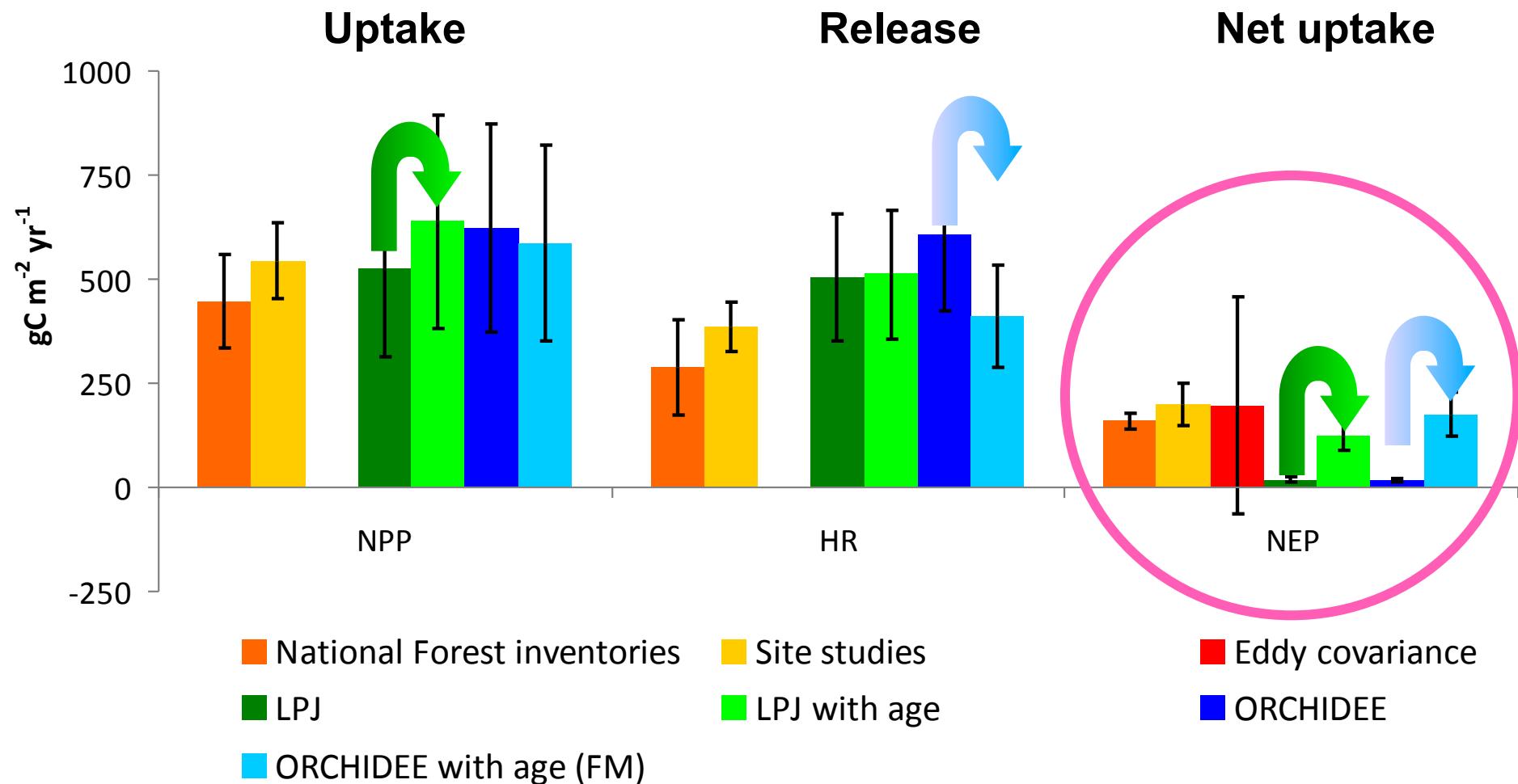
- Première approche spatialisé très générique !
- Evolution vers une prise en compte de la spécificité des espèces en cours (*projet ADEME*)

**Résultats spatialisés dans la présentation suivante..**

# Caractérisques générales d'ORCHIDEE

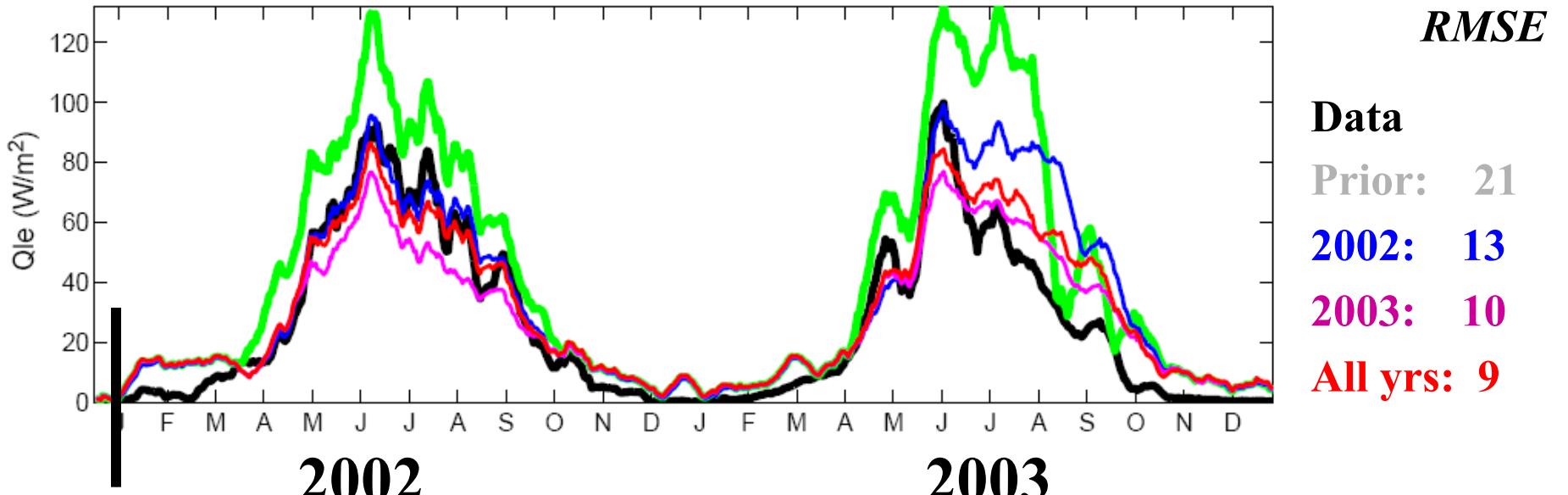
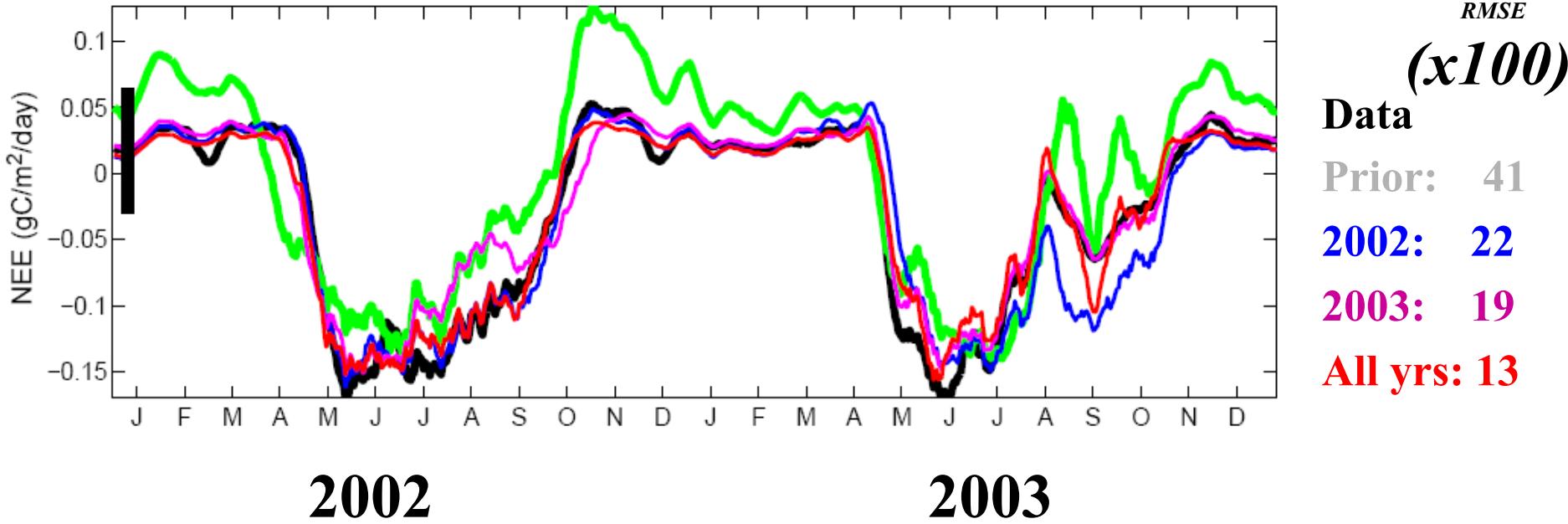
- Fraction de 13 type de plantes par point de grille
- Une approche « grosse feuille »
  - Un bilan d'énergie pour tout le point de grille
  - Couplage implicite possible avec un modèle d'atmosphère
  - Couplage, neige, eau du sol, bilan d'énergie
- Hydrologie et énergie dans le sol
  - Equation de diffusion de la chaleur; 7 layers ; up to 5.5m
  - Fully coupled with the calculation of surface temperature
  - “New” 11-layers soil hydrology scheme
- Photosynthèse / Phénologie
  - Farquhard & Ball and Berry modèle
  - Calcul sur plusieurs niveaux (profil de PAR) → intégration

# Simulation of carbone fluxes for UE 25



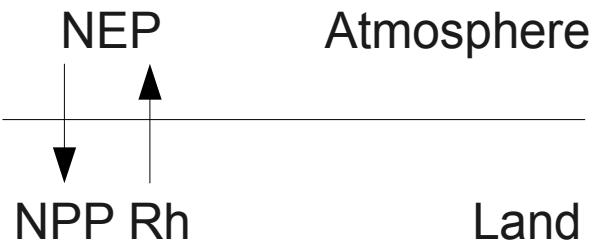
Source: Luyssaert et al., 2010; Bellassen et al., in prep

# Hesse site : Model – data fit (2 yrs)



# A Forest Management Module for ORCHIDEE

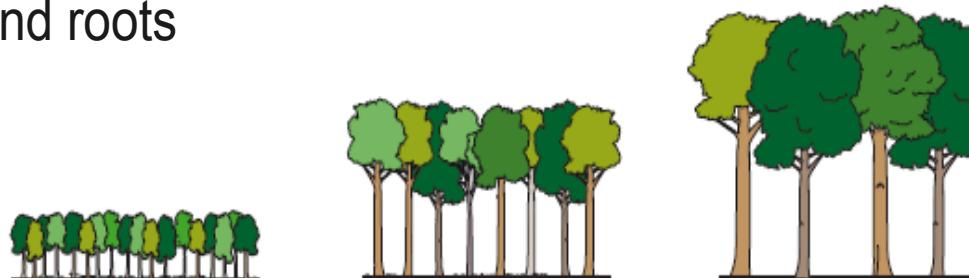
## ORCHIDEE



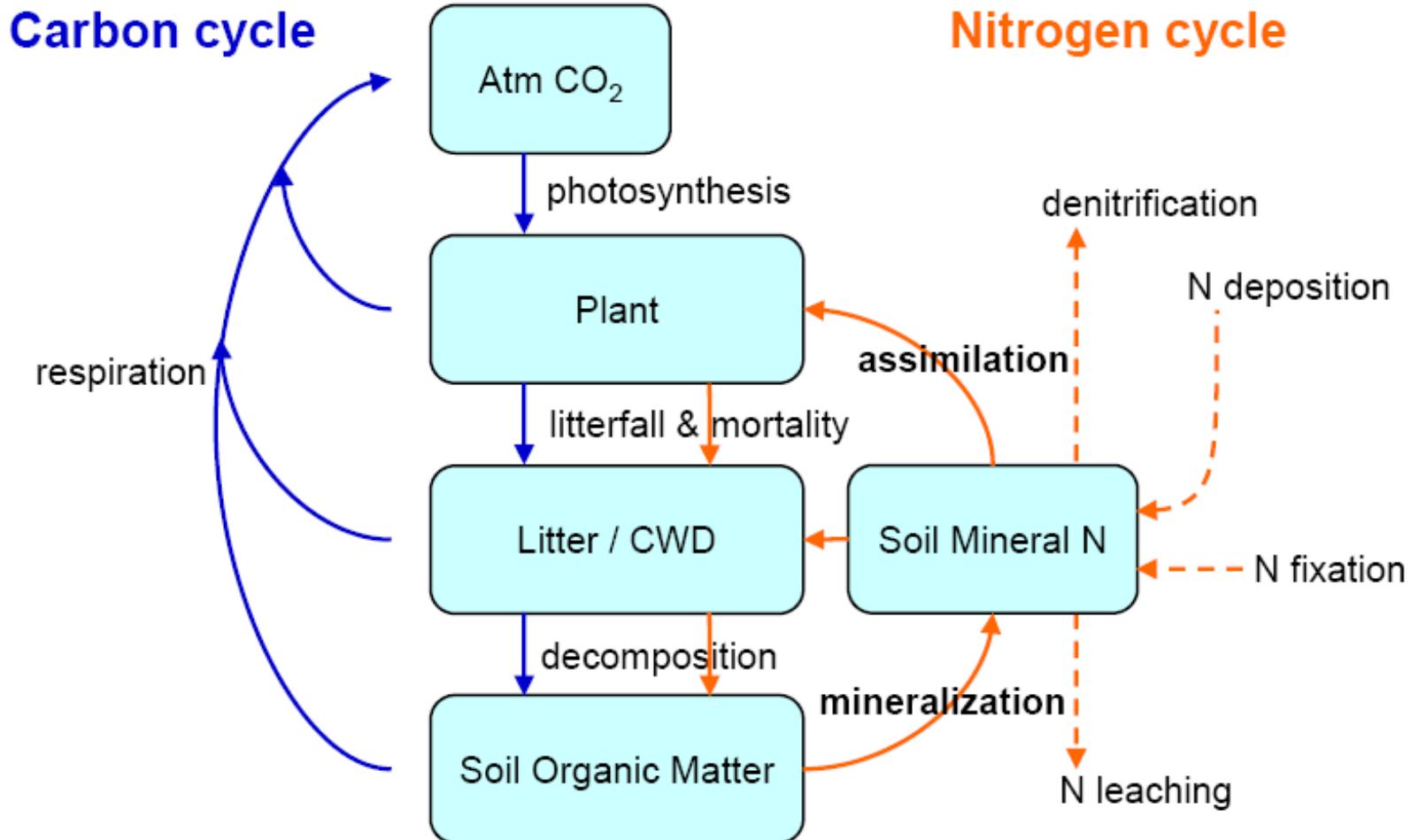
## ORCHIDEE - FM

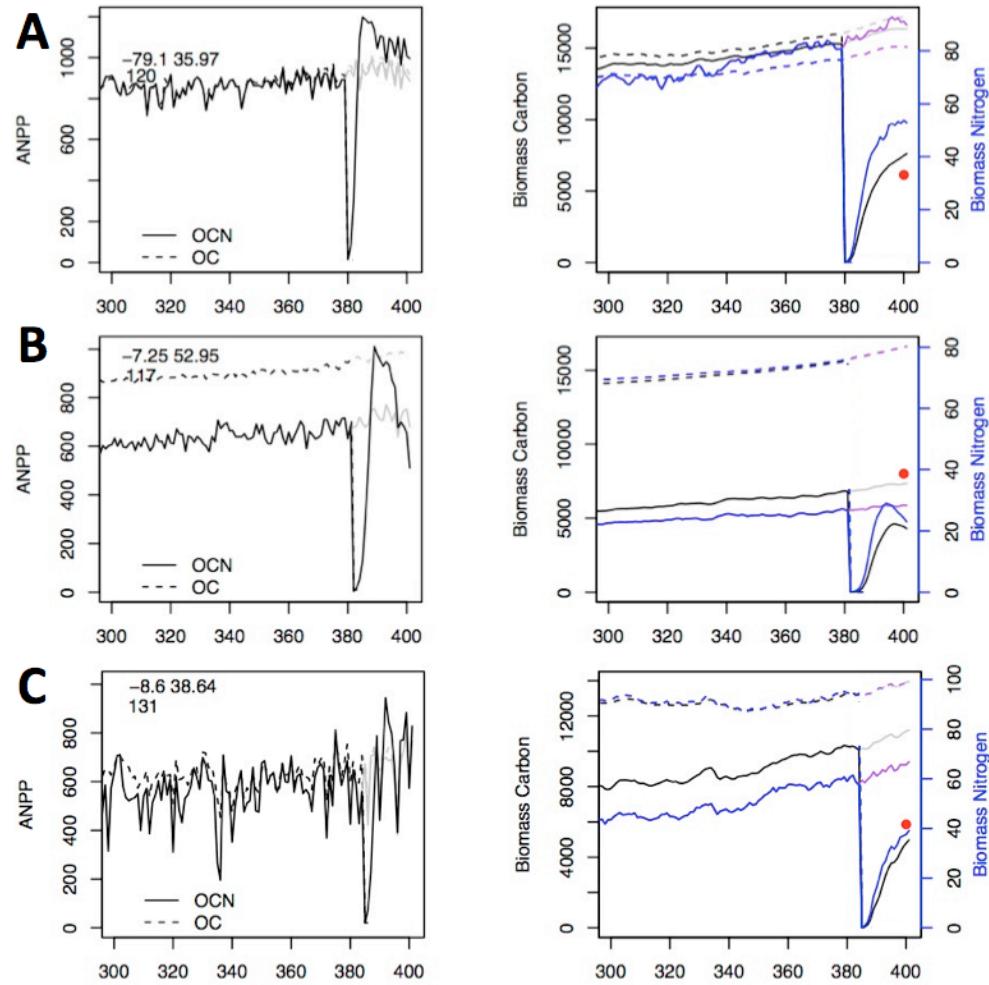


- Age related decline in NPP
- Age related limitation of LAI
- Age related allocation between stem and roots
- Branch mortality
- Coarse woody litter compartment
- Individual growth of trees
- Generic management



# Nitrogen Cycling in ORCHIDEE

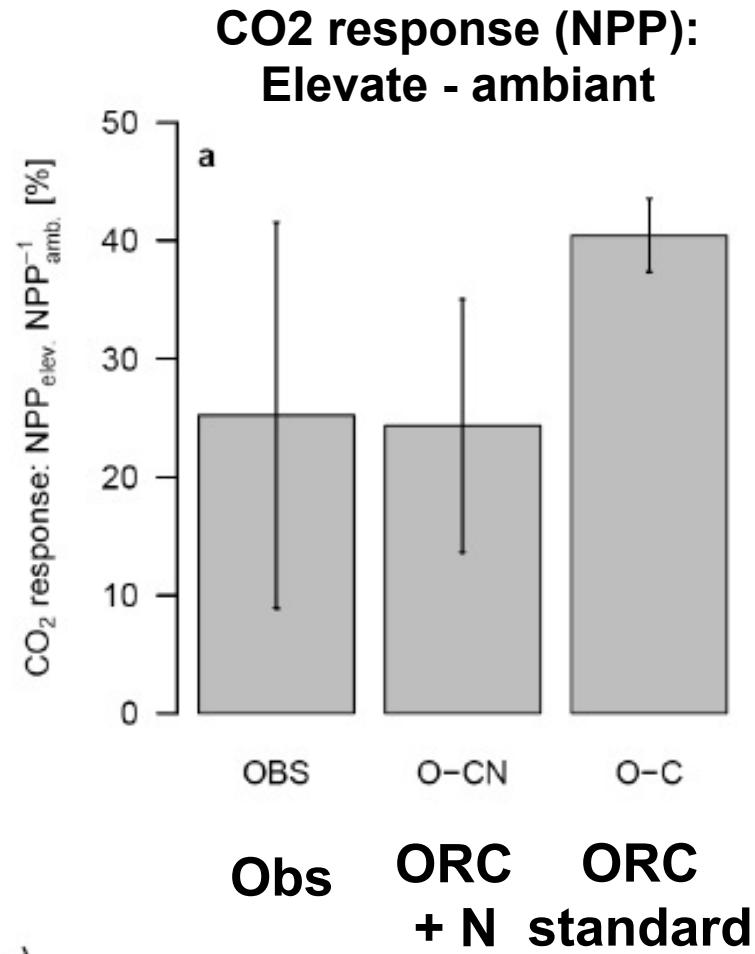




**Figure 5: Time evolution of the Above NPP (left panels) in gC/m<sup>2</sup> and Aboveground Biomass (right panels) in gC/m<sup>2</sup> simulated by O-C, O-CN and O-CN with the clearcut effect, for three different sites. Dash line is for O-C and plain lines for O-CN. The Blue lines represent the Nitrogen content while the black line represents the carbon content. Biomass carbon observations are in red.**

# Nitrogen Cycling in ORCHIDEE

Sensitivity to elevated CO<sub>2</sub> (Duke forest: *Pinus taeda*)



- CO<sub>2</sub> enrichment since 1997 in 3 paired rings
- Control: ambient (~365 ppmv)
- Elevated: ambient + 200 (~565 ppmv)