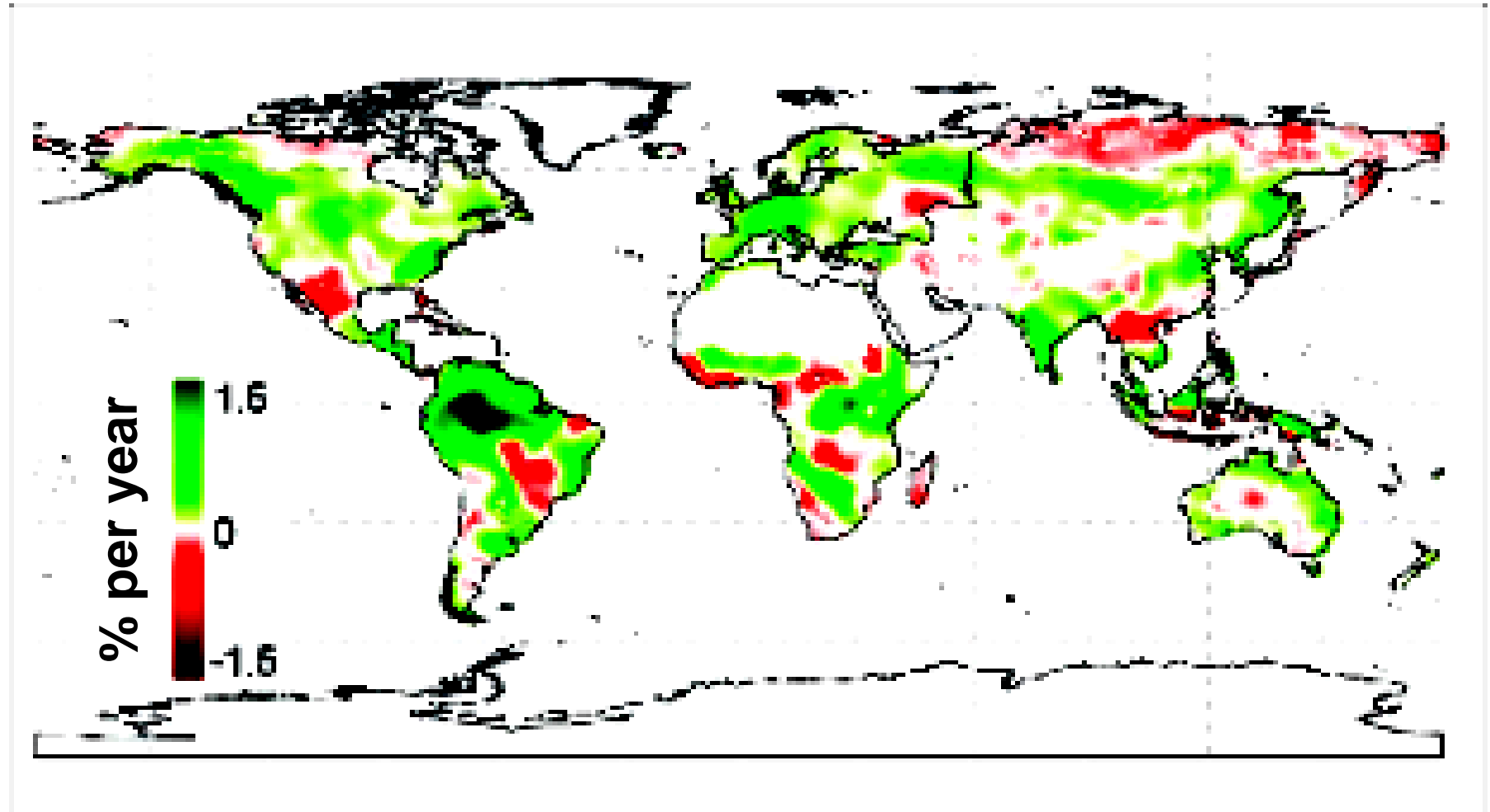


Impacts du changement climatique sur la production primaire forestière à l'échelle du territoire métropolitain: prédictions

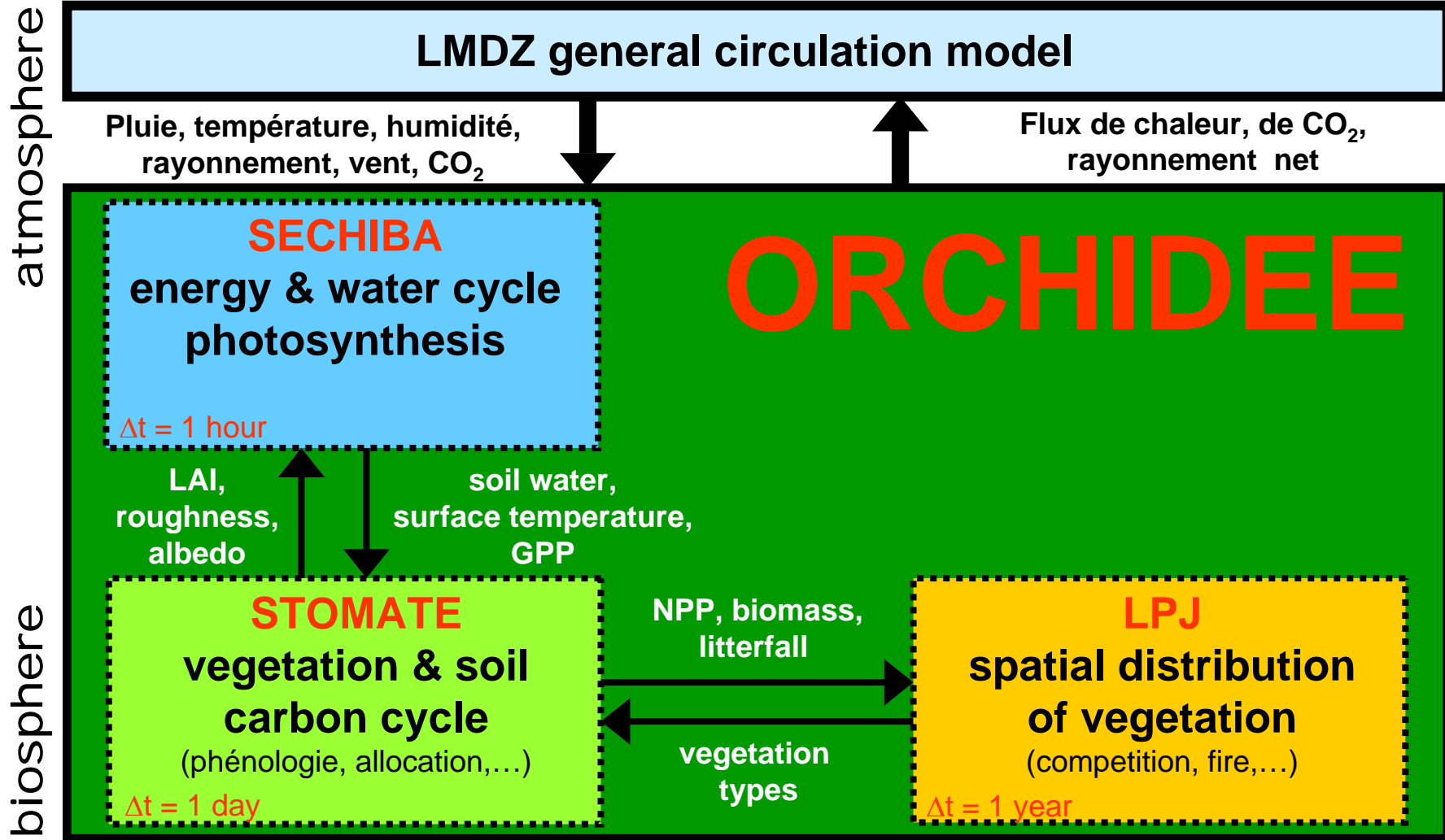
**J. Ogée, N. Viovy, F. Delage, P. Ciais
(LSCE, CEA, Saclay, France)**

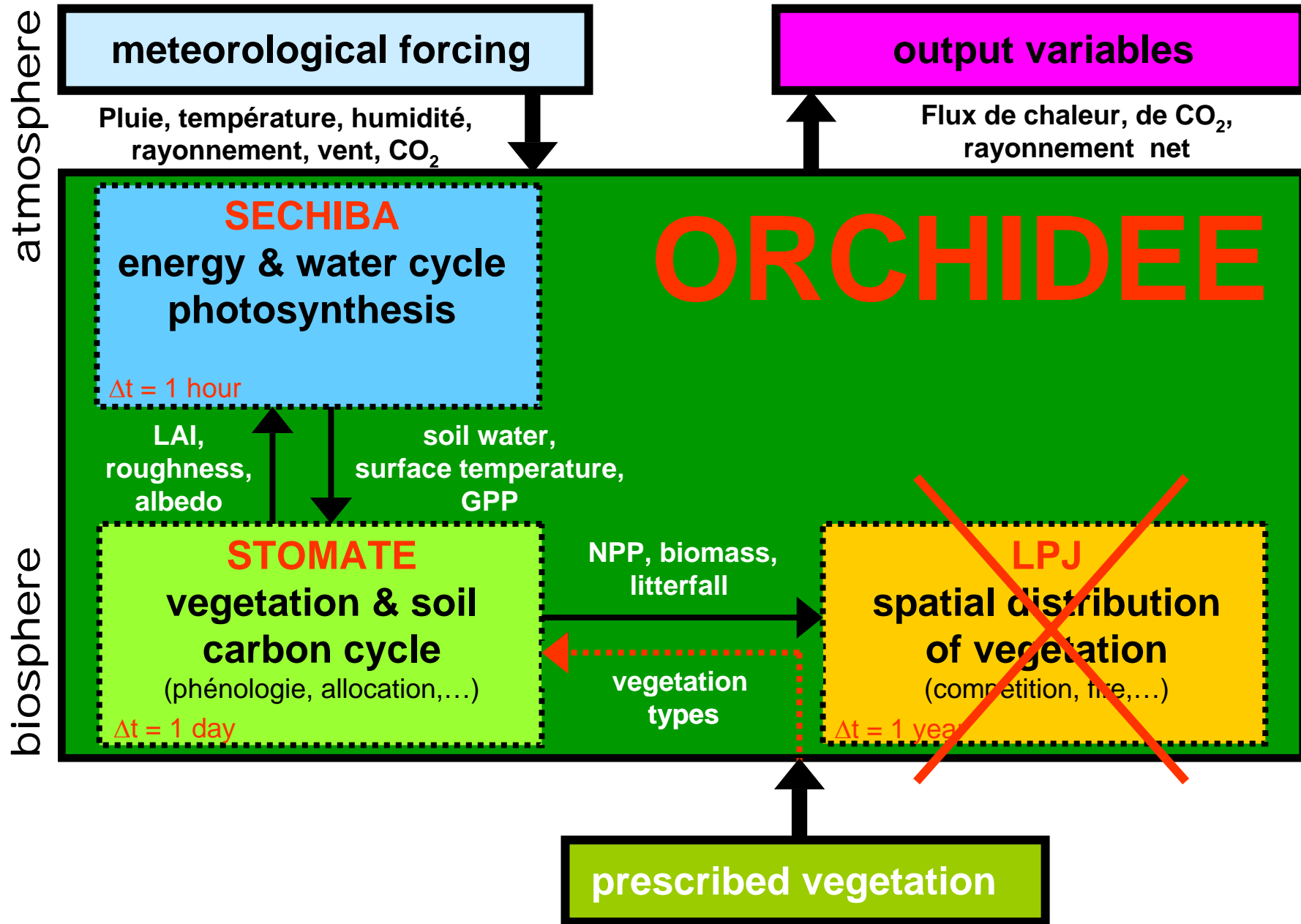
Observations satellites (NDVI) sur 25 ans

Nemani et al. Science 2003



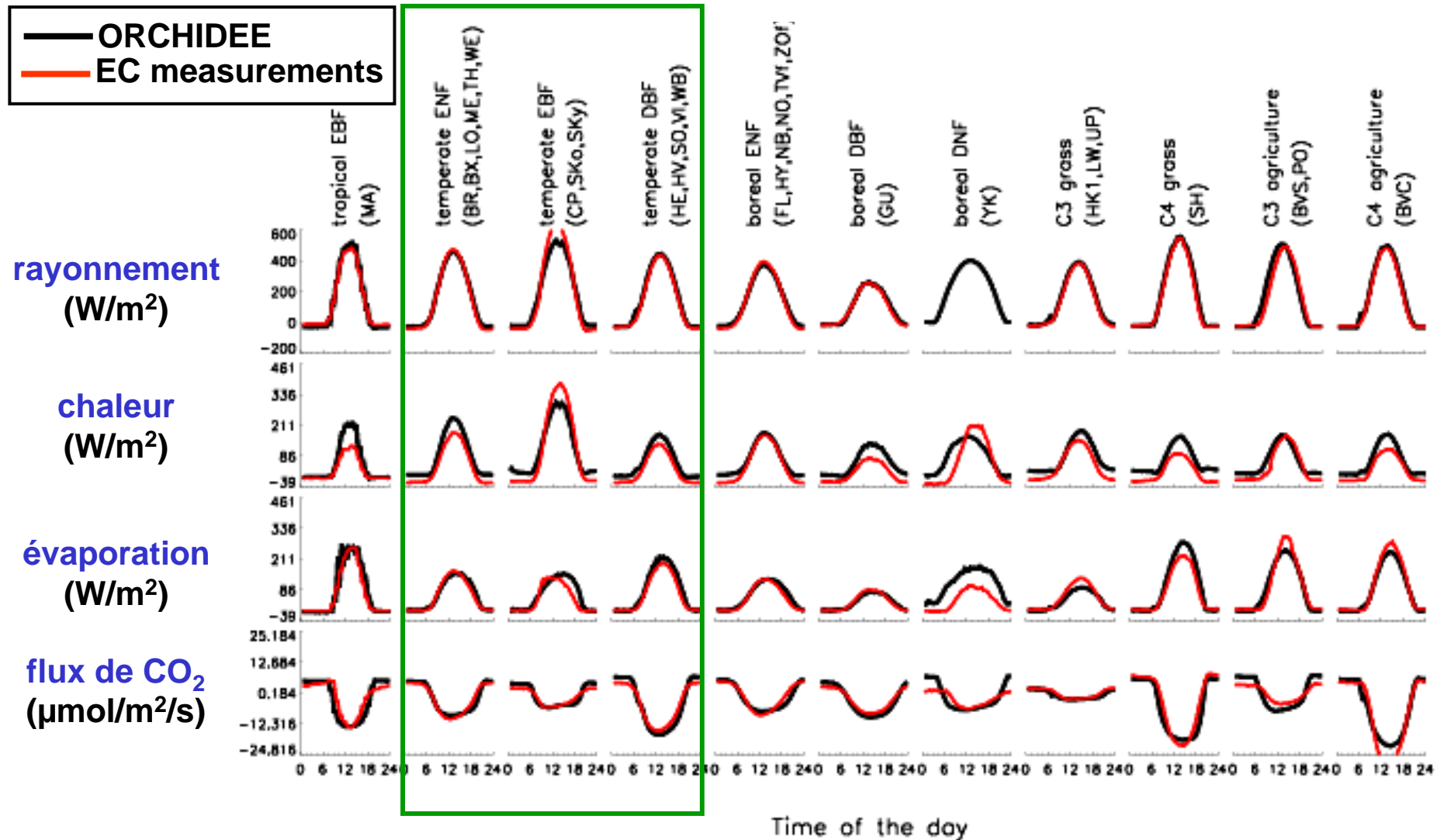
Le modèle ORCHIDEE





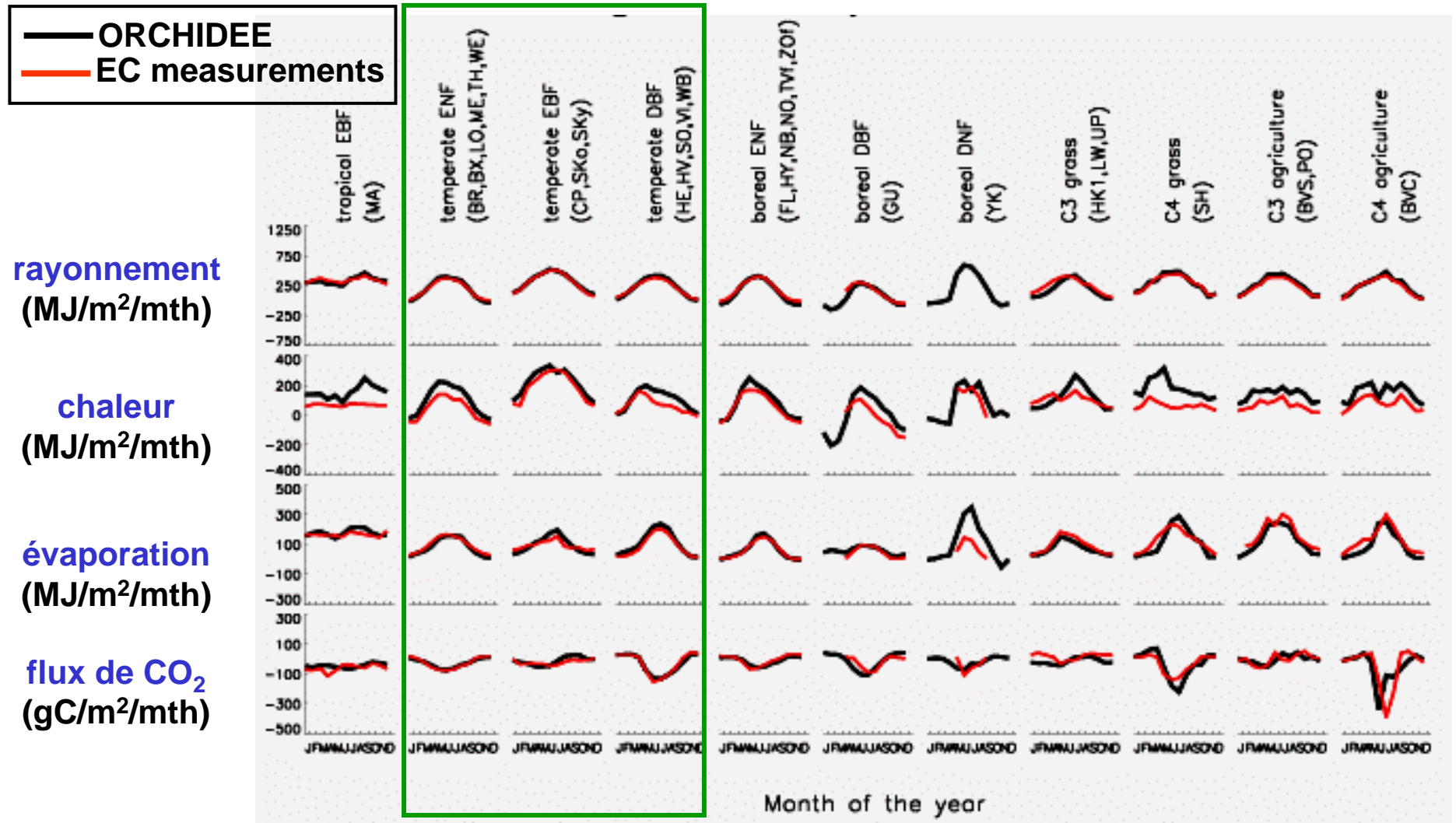
Validation sur des mesures de flux in situ

Cycles diurnes moyens (JJA)



Validation sur des mesures de flux in situ

Cycles mensuels moyens



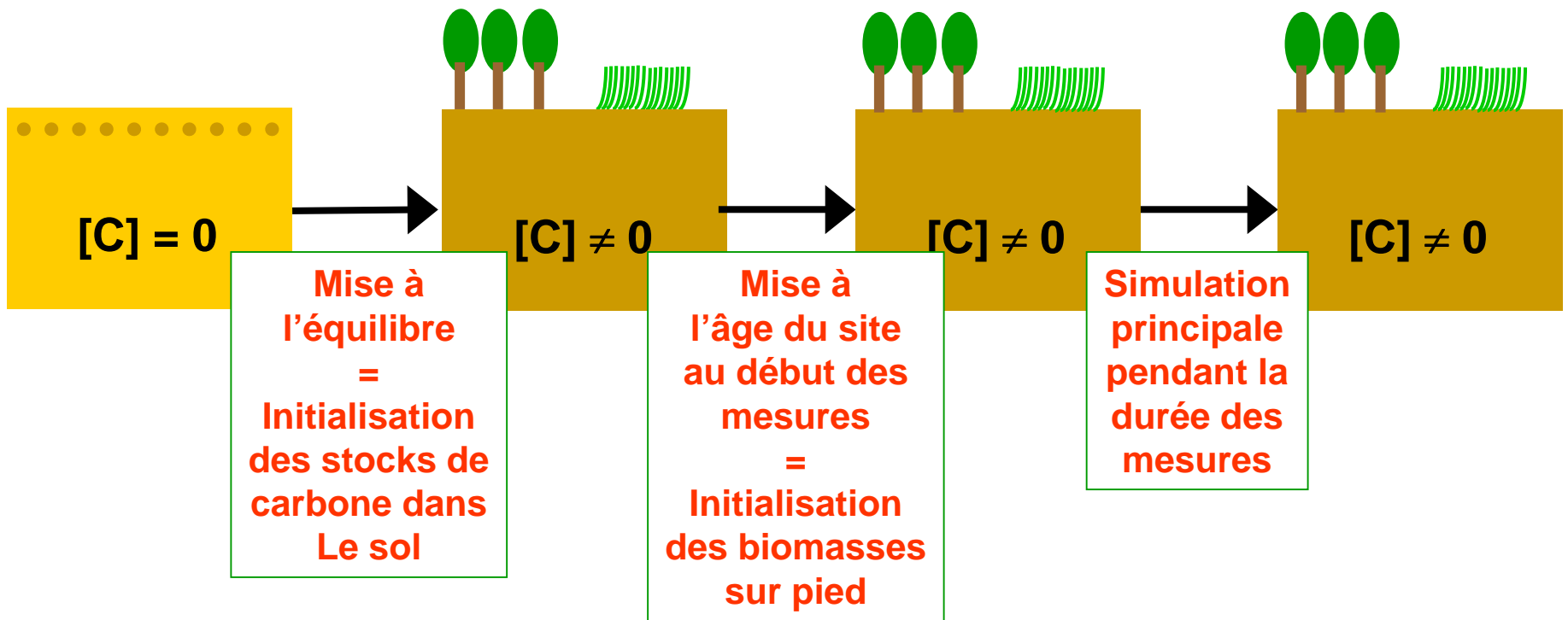
ORCHIDEE et Carbofor

Simulations ORCHIDEE pour Carbofor




- ❑ **5 sites:**
 - Le Bray (pin maritime)
 - Hesse (hêtre)
 - Puéchabon (chêne vert)
 - Fontainebleau (hêtre)
 - Fontainebleau (chêne)

- ❑ **3 exercices:**
 - validation sur données flux
 - validation sur données de biomasse
 - calcul de tendance climatique sur France Entière




- ❑ **3 types de simulation:**
 - mise à l'équilibre
 - mise à l'âge de la parcelle
 - simulation principale



Tableaux des simulations (ex. Le Bray)

Le Bray	validation flux	validation biomasse	tendance climatique
mise à équilibre durée forçage utilisé CO ₂	246 site 1996-2001 350		
mise à l'âge site durée forçage utilisé CO ₂	 24 site 1996-2001 350		29 Arpege 1970-1999 f(an), an=1970,...
simulation principale durée forçage utilisé CO ₂	 6 site 1996-2001 350	32 Arpege 1970-2002 f(an), an=1970,...	 15 Arpege 1960-2100 f(an), an=1960,...

Tableaux des simulations (ex. Le Bray)

Le Bray	validation flux	validation biomasse	tendance climatique
mise à équilibre durée forçage utilisé CO ₂	246 site 1996-2001 350		
mise à l'âge site durée forçage utilisé CO ₂	 24 site 1996-2001 350		29 Arpege 1970-1999 f(an), an=1970,...
simulation principale durée forçage utilisé CO ₂	 6 site 1996-2001 350	32 Arpege 1970-2002 f(an), an=1970,...	 15 Arpege 1960-2100 f(an), an=1960,...

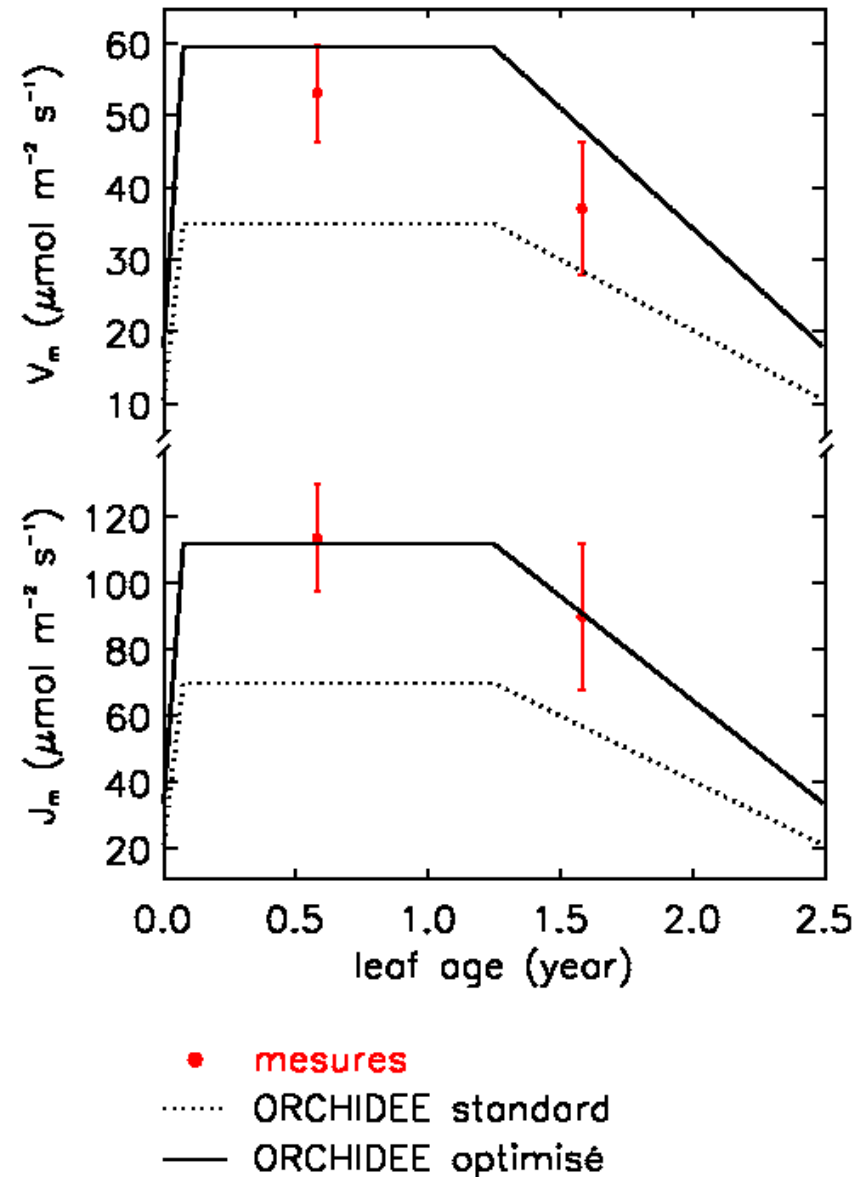
Principe

❑ Validation:

- ORCHIDEE vs. flux mesurés
- ORCHIDEE vs. autres modèles

❑ 2 versions d' ORCHIDEE:

- version « standard »
- version « optimisée »
(sur paramètres photosynthétiques)

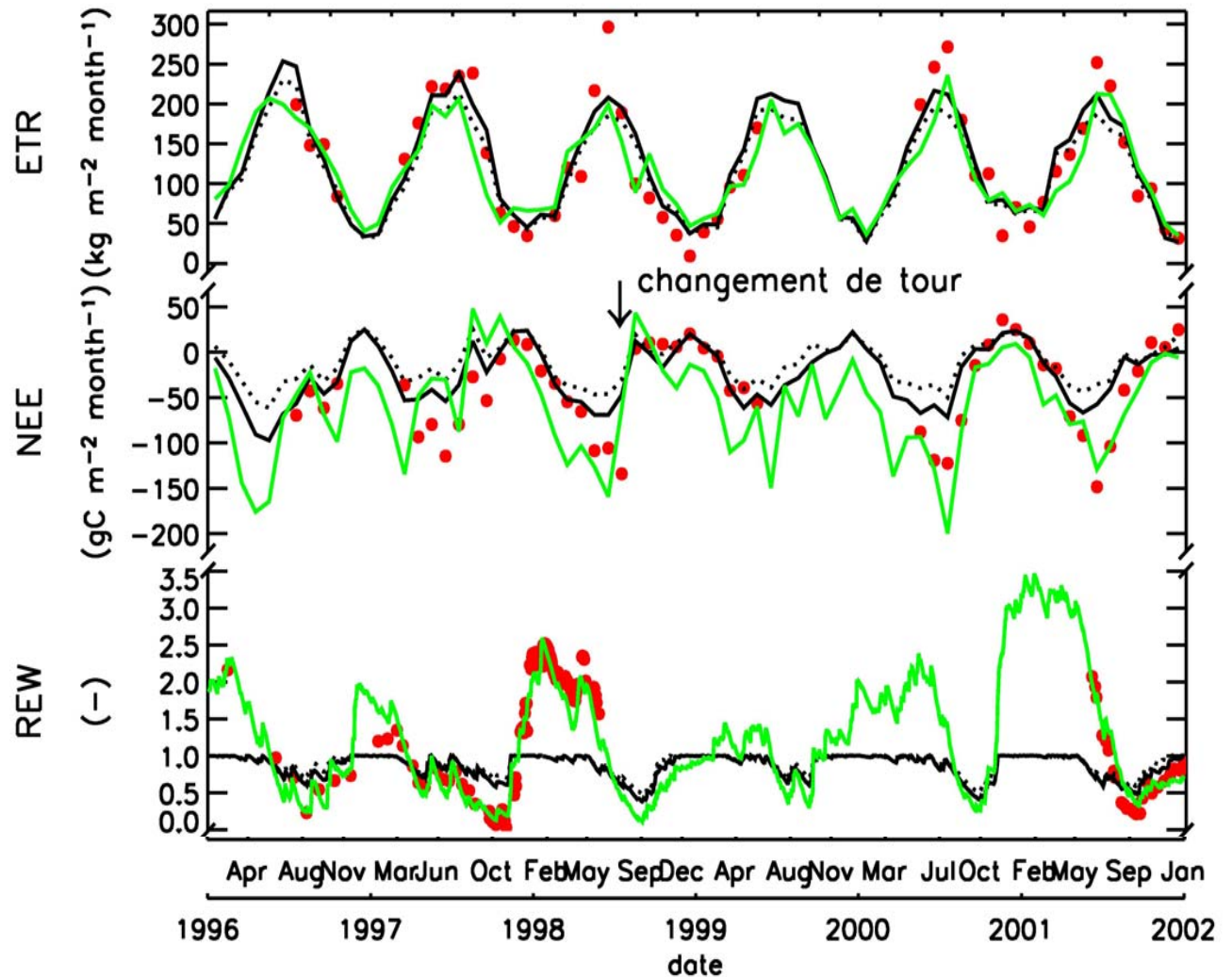


Résultats Bray (pin maritime)

évaporation
($\text{kg/m}^2/\text{mth}$)

flux de CO_2
($\text{gC/m}^2/\text{mth}$)

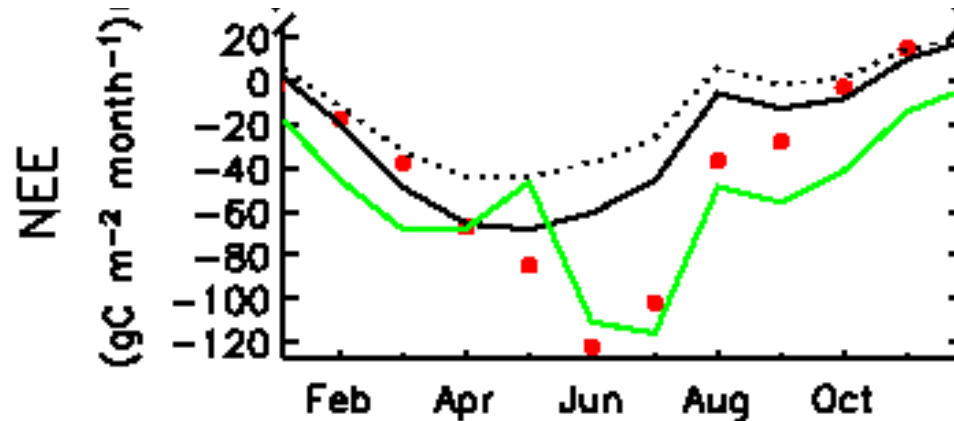
disponibilité en eau
(-)



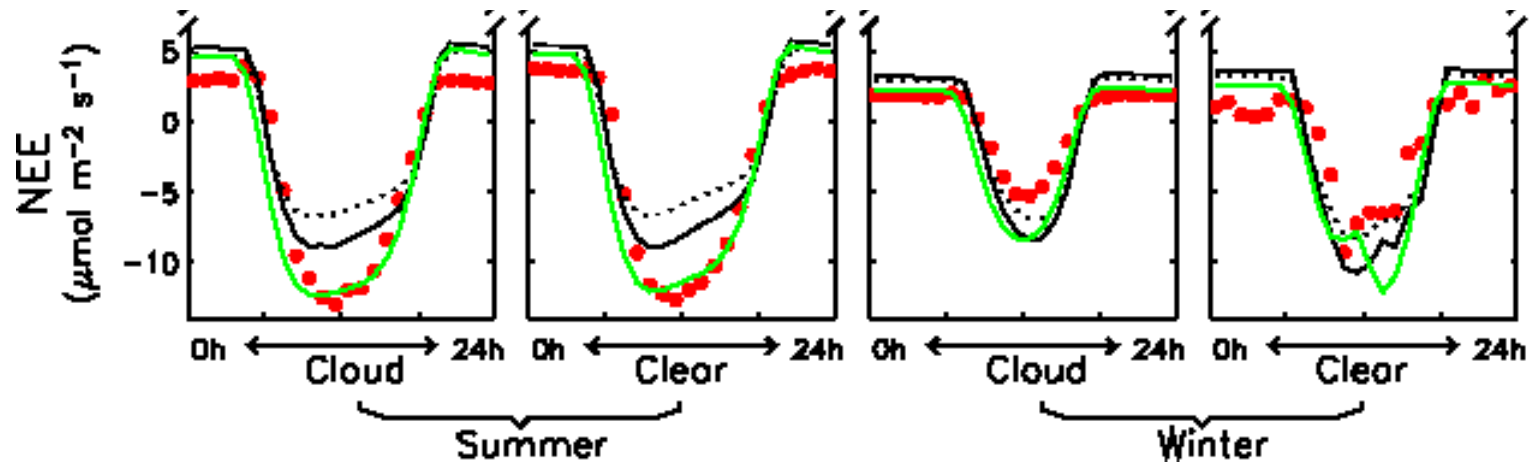
- mesures
- ORCHIDEE standard
- ORCHIDEE optimisé (V_{max} et J_{max} augmentés de 35%)
- GRAECO

Résultats Bray (pin maritime)

cycle saisonnier moyen



cycles diurnes moyens



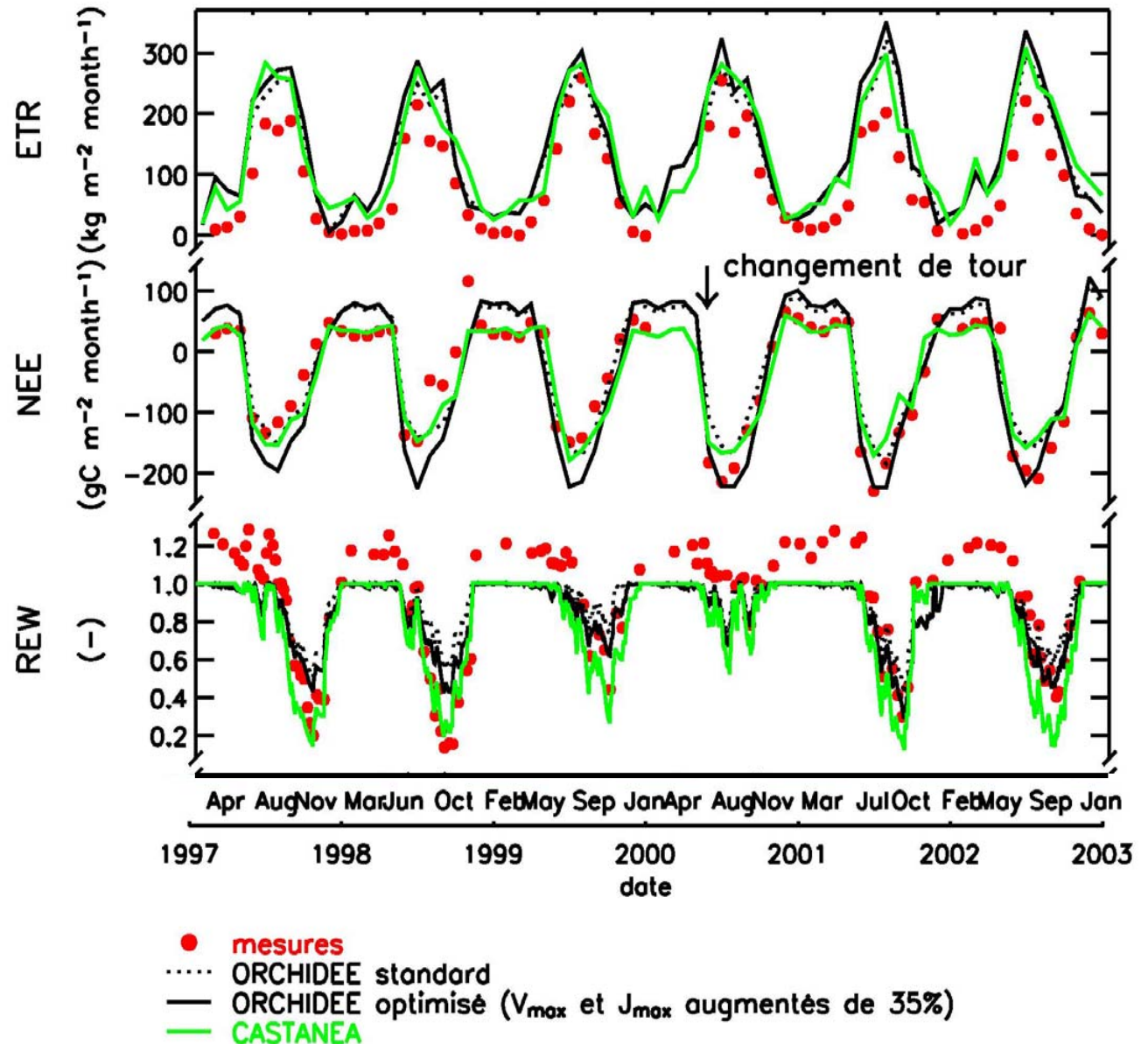
- mesures
- ORCHIDEE standard
- ORCHIDEE optimisé
- GRAECO

Résultats Hesse (hêtre)

évaporation
(kg/m²/mth)

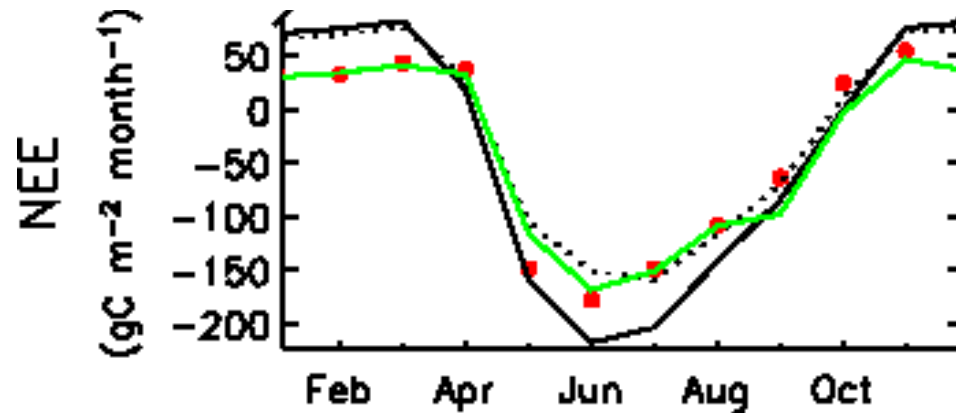
flux de CO₂
(gC/m²/mth)

disponibilité en eau
(-)

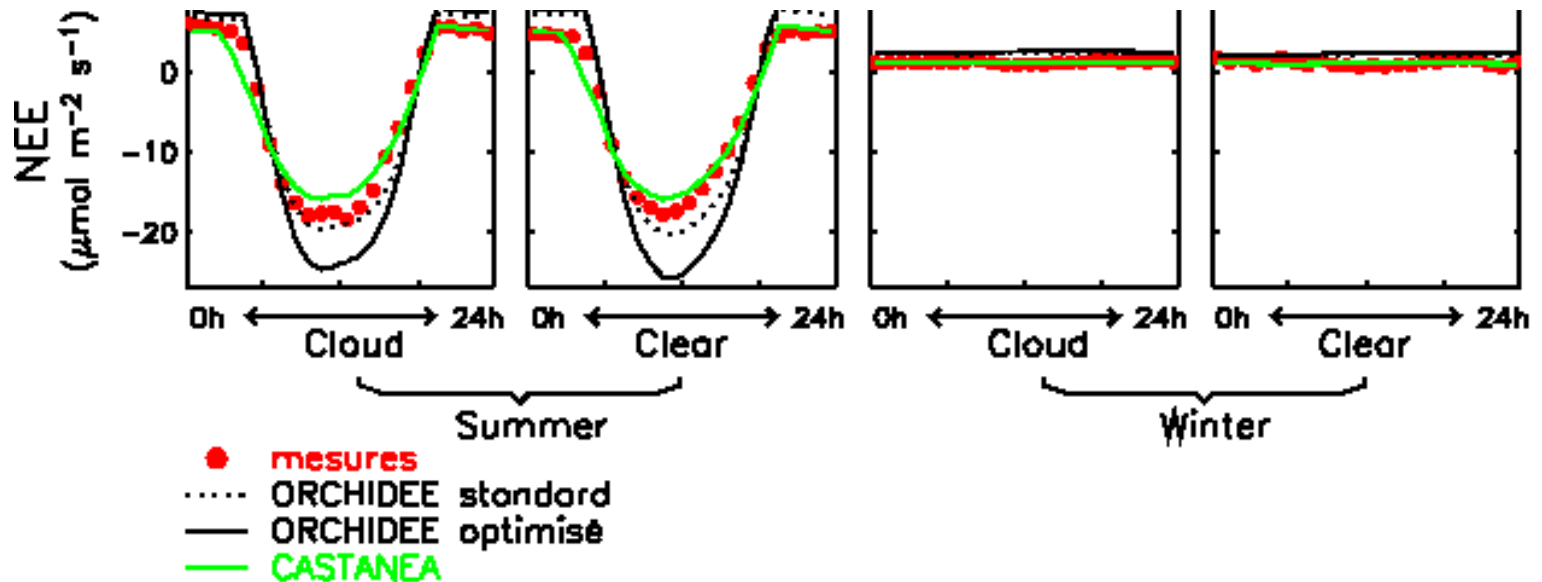


Résultats Hesse (hêtre)




cycle saisonnier moyen



cycles diurnes moyens



Tableaux des simulations (ex. Le Bray)

Le Bray	validation flux	validation biomasse	tendance climatique
mise à équilibre durée forçage utilisé CO ₂	246 site 1996-2001 350		
mise à l'âge site durée forçage utilisé CO ₂	 24 site 1996-2001 350		29 Arpege 1970-1999 f(an), an=1970,...
simulation principale durée forçage utilisé CO ₂	 6 site 1996-2001 350	32 Arpege 1970-2002 f(an), an=1970,...	 15 Arpege 1960-2100 f(an), an=1960,...

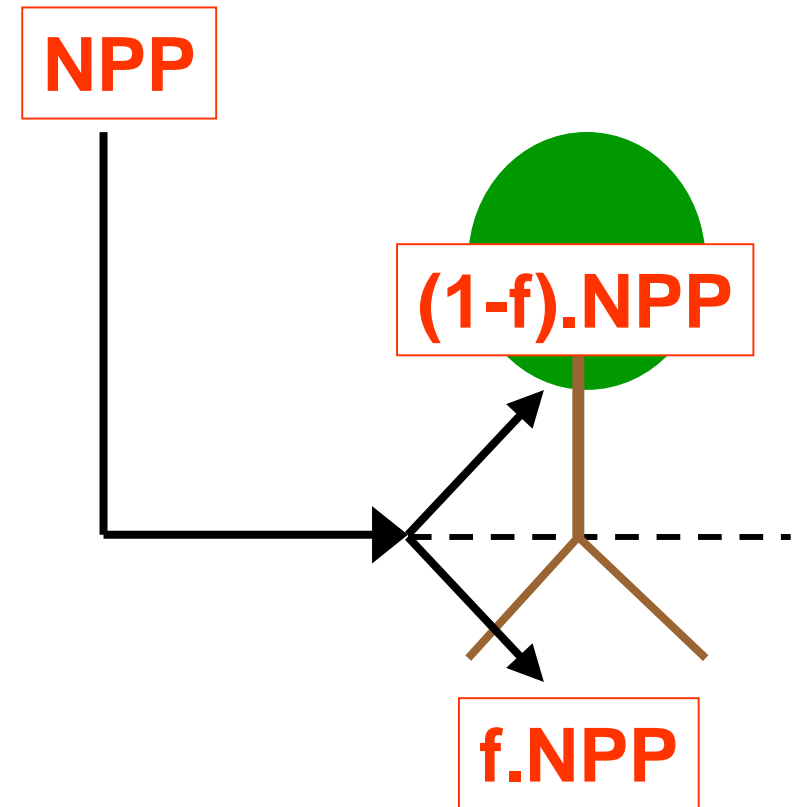
Principe

❑ Validation biomasse:

- ORCHIDEE vs. biomasses mesurées
- ORCHIDEE vs. autres modèles

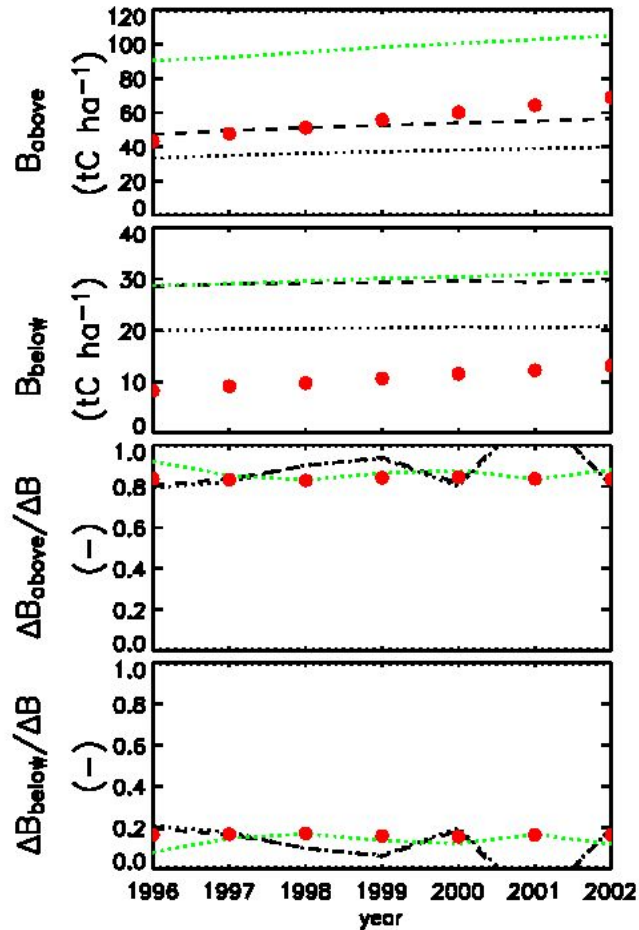
❑ 2 versions d' ORCHIDEE:

- version « standard »
- version « optimisée »
(sur paramètre photosynthétiques)

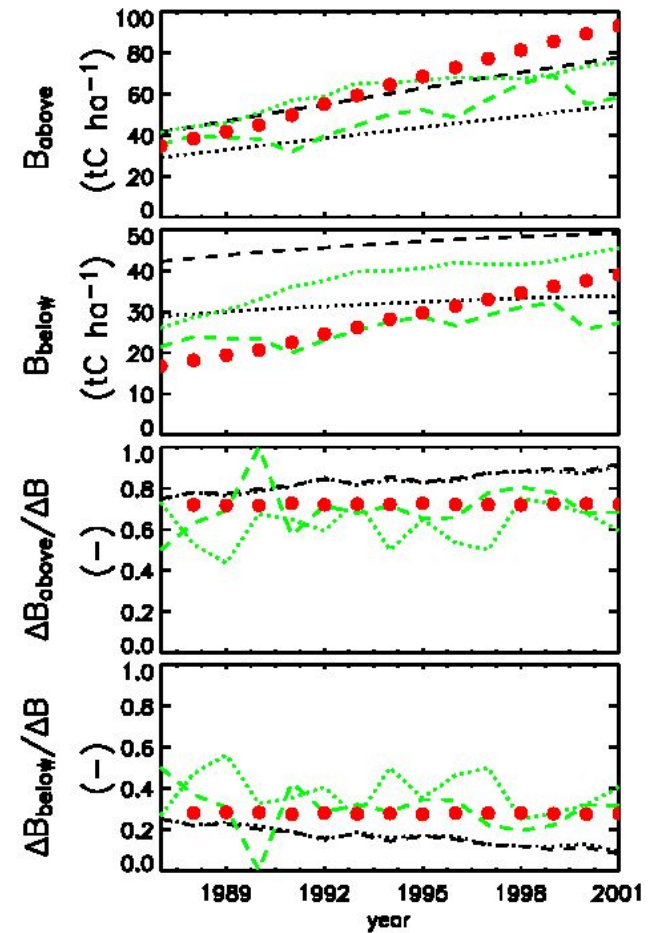


Validation sur données biomasse

Le Bray (pin maritime)






Hesse (hêtre)



- ORCHIDEE (standard)
- ORCHIDEE (Vmax optimised)
- GRAECO (Le Bray) CASTANEA (Hesse)

Tableaux des simulations (ex. Le Bray)

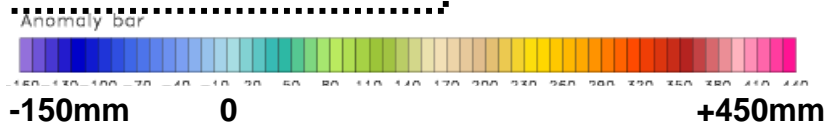
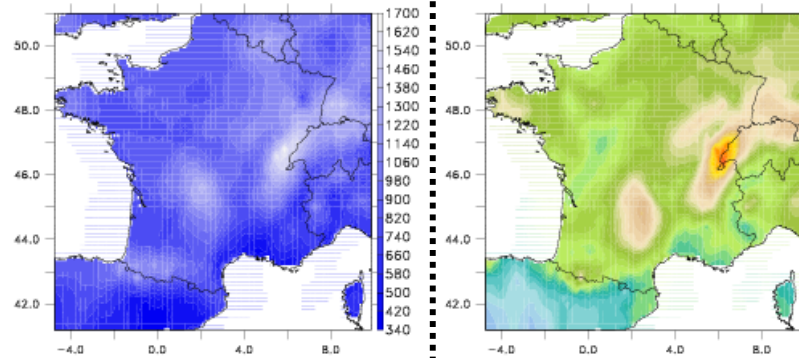
Le Bray	validation flux	validation biomasse	tendance climatique
mise à équilibre durée forçage utilisé CO ₂	246 site 1996-2001 350		
mise à l'âge site durée forçage utilisé CO ₂	 24 site 1996-2001 350		29 Arpege 1970-1999 f(an), an=1970,...
simulation principale durée forçage utilisé CO ₂	 6 site 1996-2001 350	32 Arpege 1970-2002 f(an), an=1970,...	 15 Arpege 1960-2100 f(an), an=1960,...

Scénario climatique 1960-2100

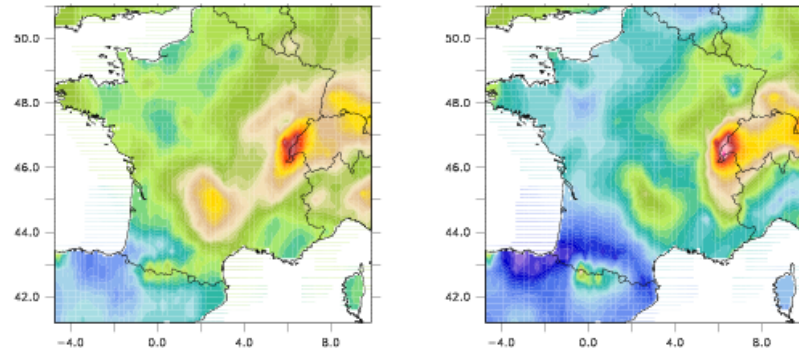
cf. Déqué et al.

Précipitation (mm)

Référence 1961-1975 Anomalie 2001-2015

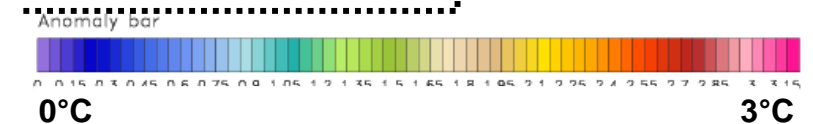
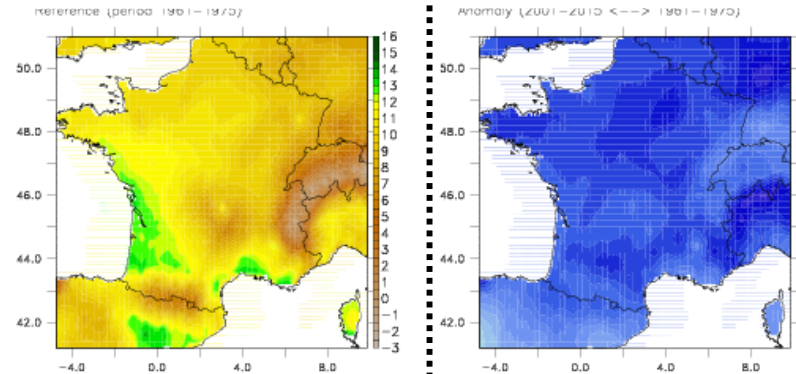


Anomalie 2041-2056 Anomalie 2081-2096

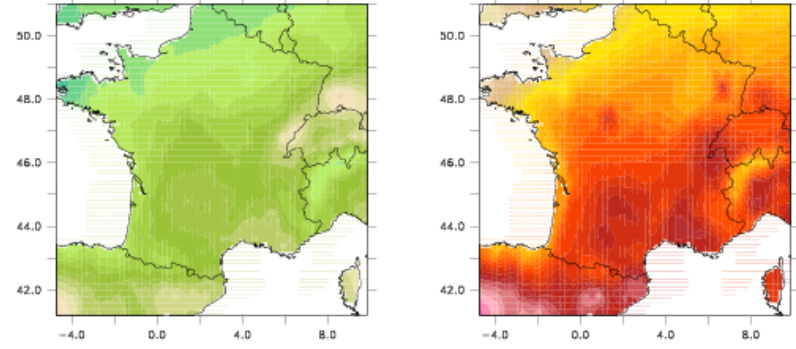


Température (°C)

Référence 1961-1975 Anomalie 2001-2015



Anomalie 2041-2056 Anomalie 2081-2096

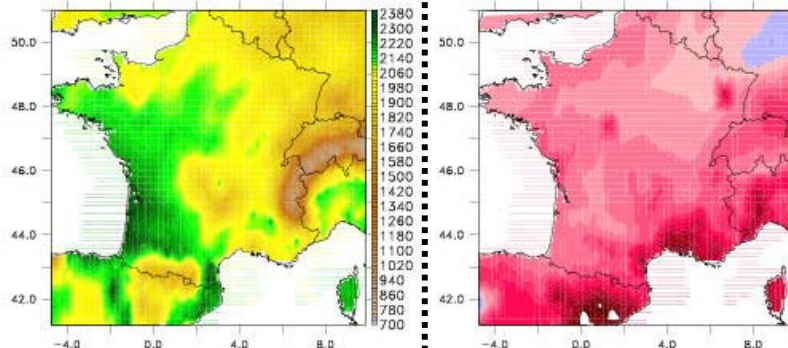


Différences GPP/NPP conifères // RU = 200mm

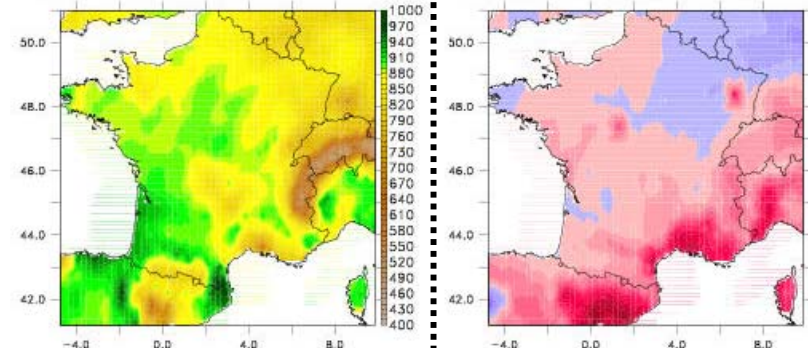
GPP

NPP

Référence 1961-1975 Anomalie 2001-2015

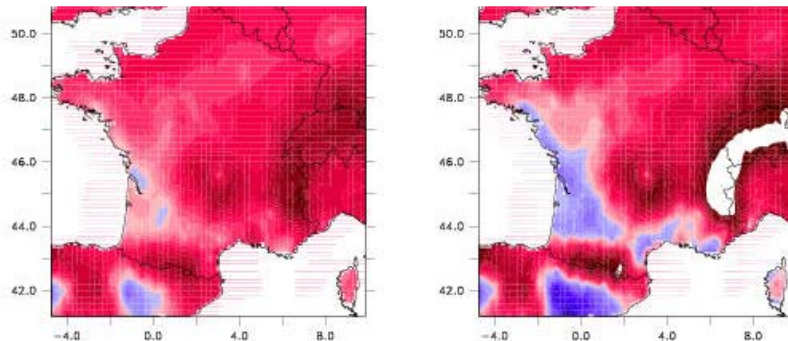


Référence 1961-1975 Anomalie 2001-2015



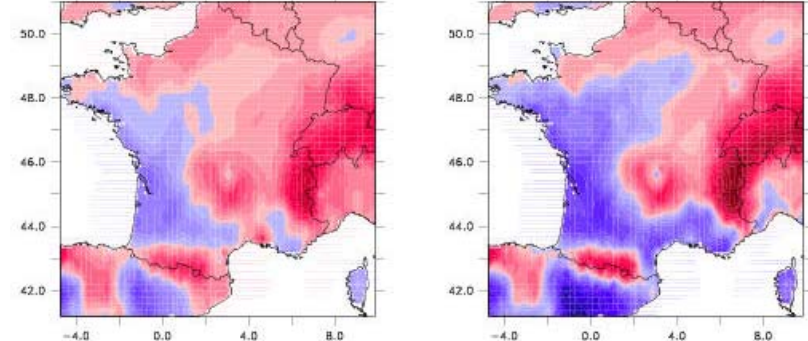
-150gC/m² 0 +150gC/m²

Anomalie 2041-2056 Anomalie 2081-2096



-150gC/m² 0 +150gC/m²

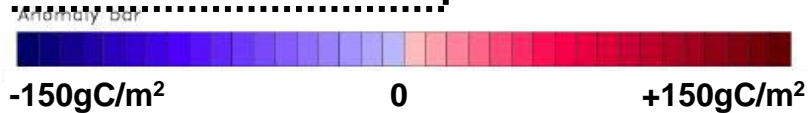
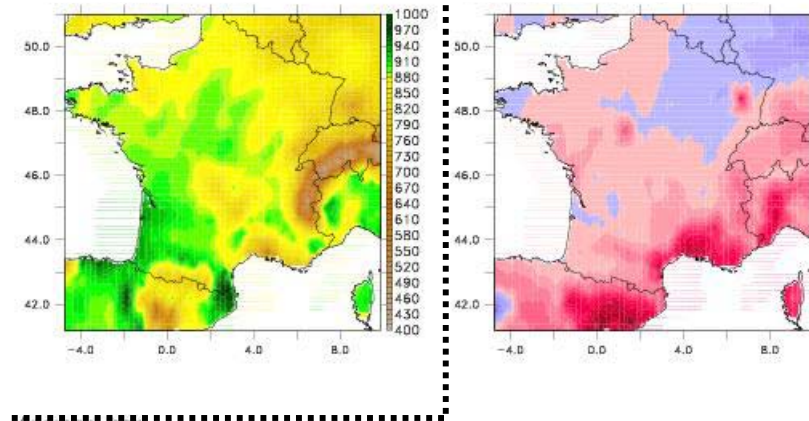
Anomalie 2041-2056 Anomalie 2081-2096



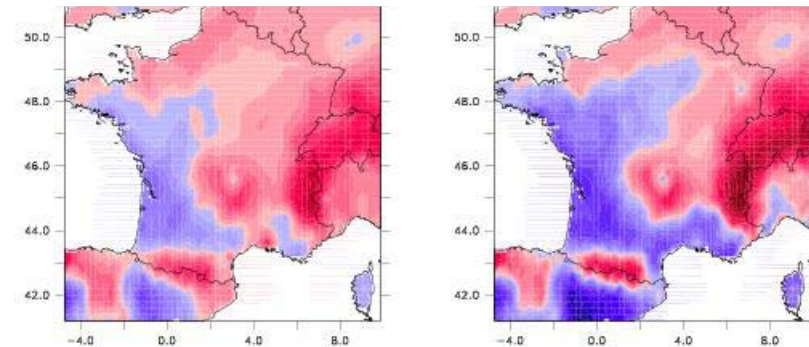
Rôle de la réserve utile du sol conifères // NPP

$$RU = 0.1 \text{ cm}^3/\text{cm}^3$$

Référence 1961-1975 Anomalie 2001-2015

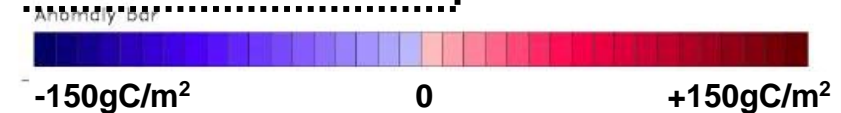
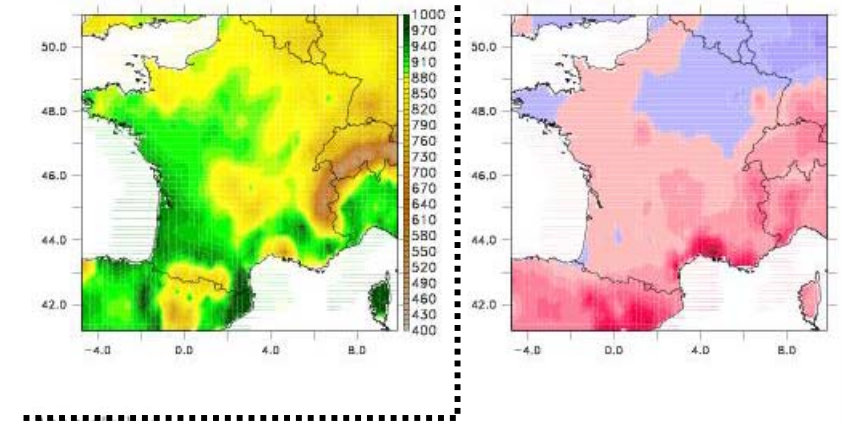


Anomalie 2041-2056 Anomalie 2081-2096

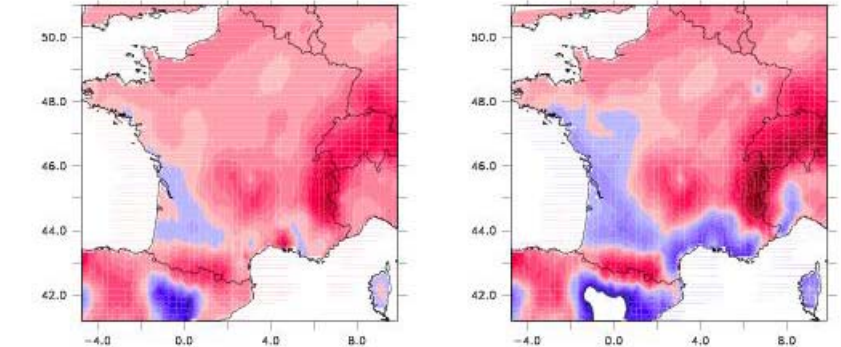


$$RU = 0.2 \text{ cm}^3/\text{cm}^3$$

Référence 1961-1975 Anomalie 2001-2015



Anomalie 2041-2056 Anomalie 2081-2096

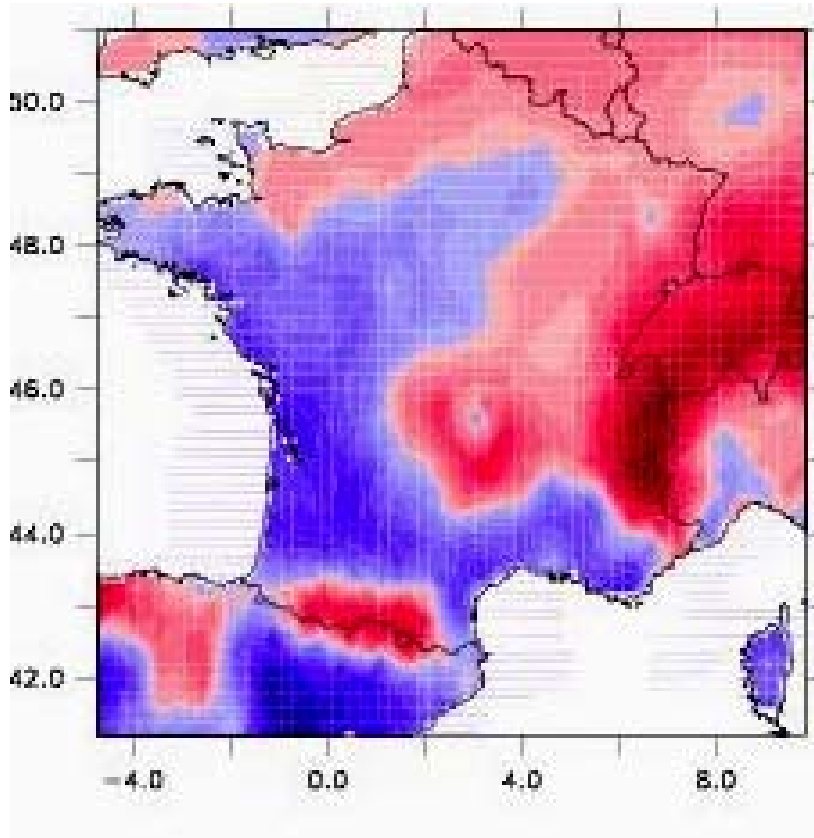


Rôle des précipitations d'été

$$RU = 0.1 \text{ cm}^3/\text{cm}^3$$

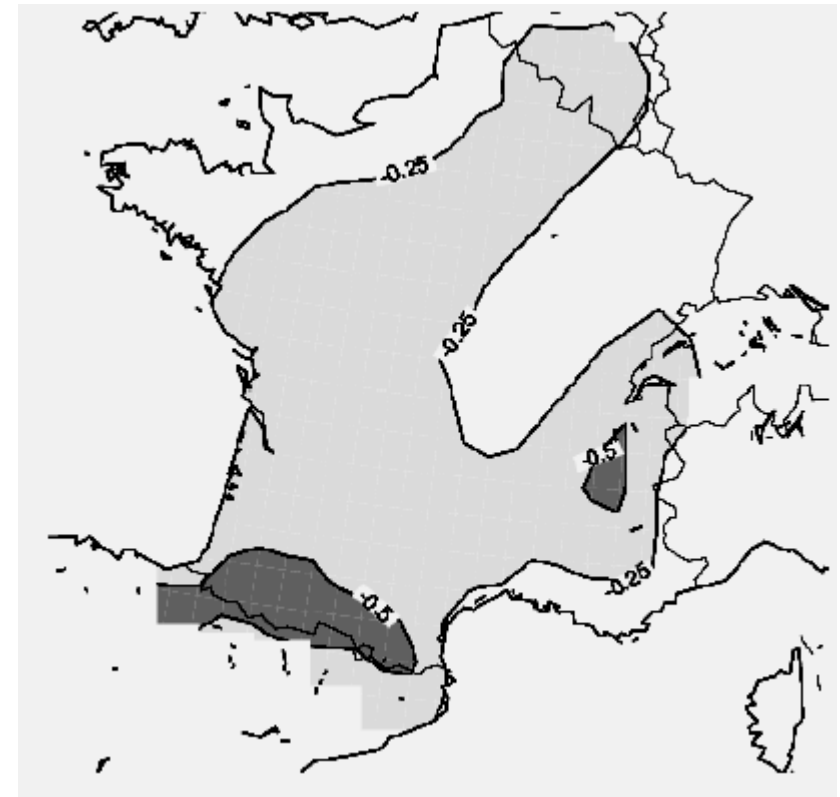
NPP Conifères

Anomalie 2081-2096

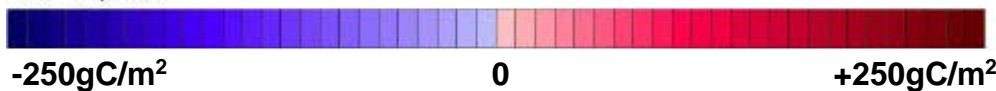


Précipitations d'été

Anomalie 2070-2099



Anomaly bar

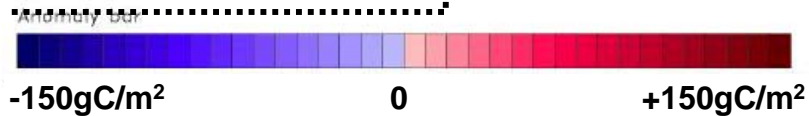
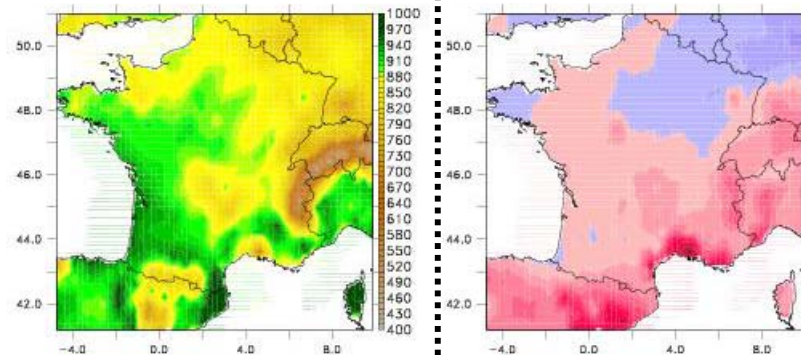


Différences entre types fonctionnels

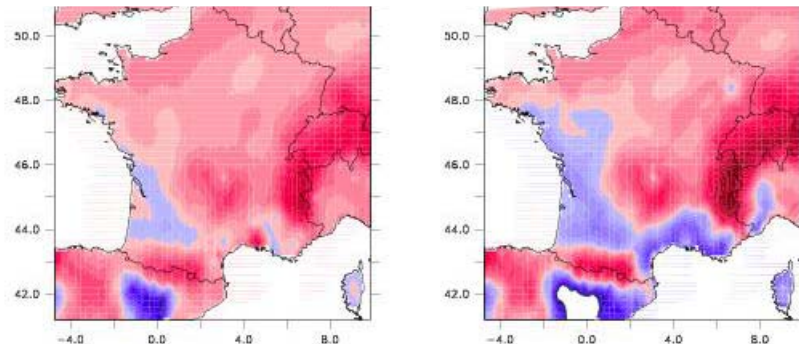
$$\text{NPP} // \text{RU} = 0.2 \text{ cm}^3/\text{cm}^3$$

Conifères

Référence 1961-1975 Anomalie 2001-2015

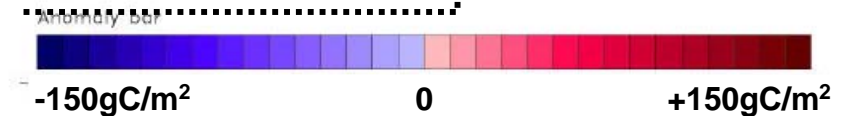
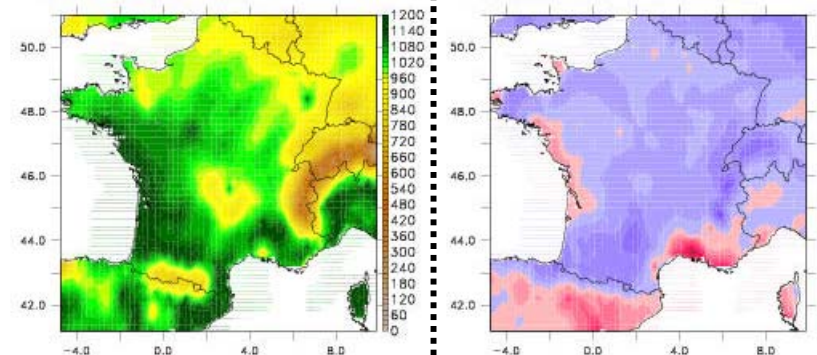


Anomalie 2041-2056 Anomalie 2081-2096

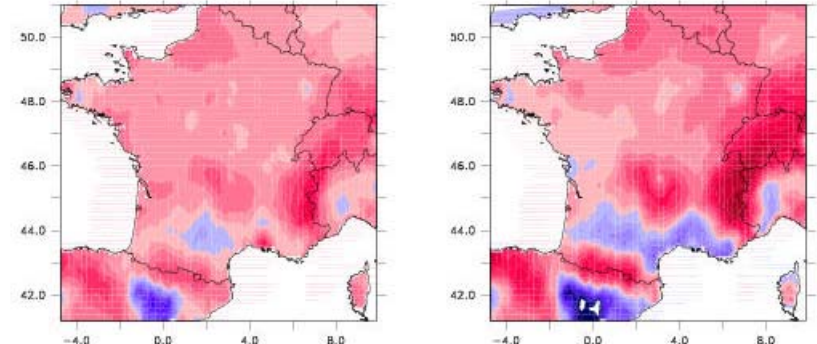


Feuillus sociaux

Référence 1961-1975 Anomalie 2001-2015



Anomalie 2041-2056 Anomalie 2081-2096

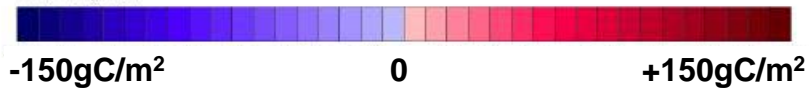
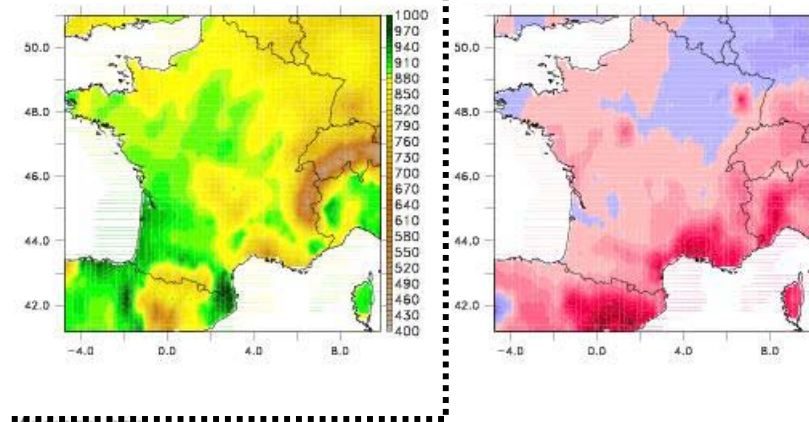


Différences entre types fonctionnels

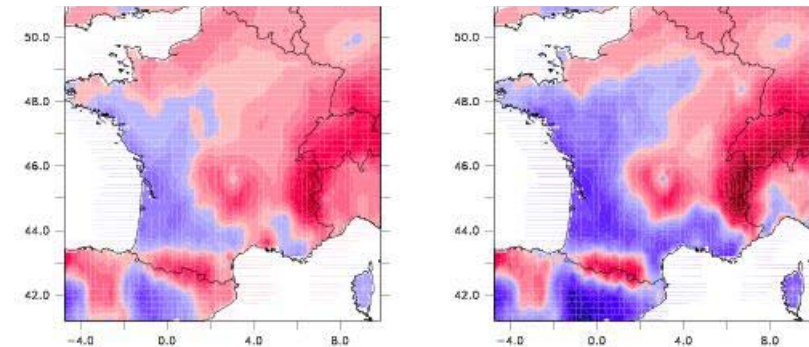
$$\text{NPP} // \text{RU} = 0.1 \text{ cm}^3/\text{cm}^3$$

Conifères

Référence 1961-1975 Anomalie 2001-2015

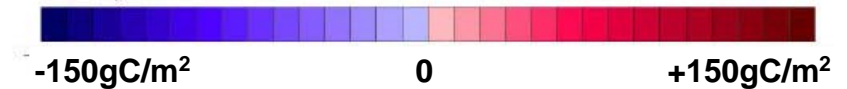
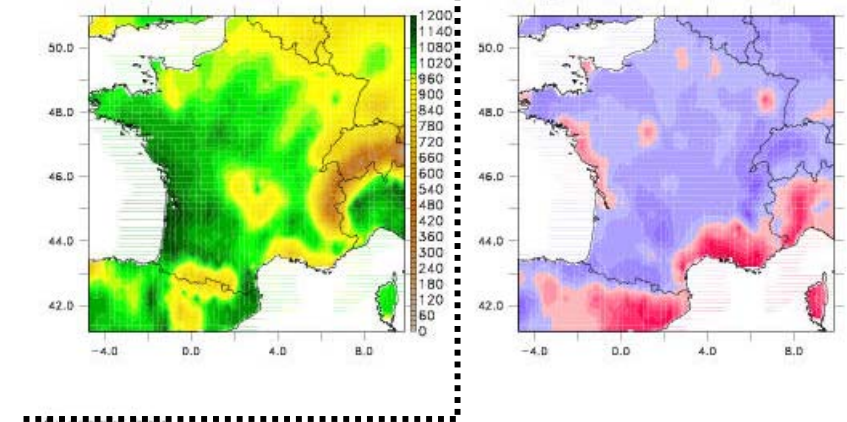


Anomalie 2041-2056 Anomalie 2081-2096

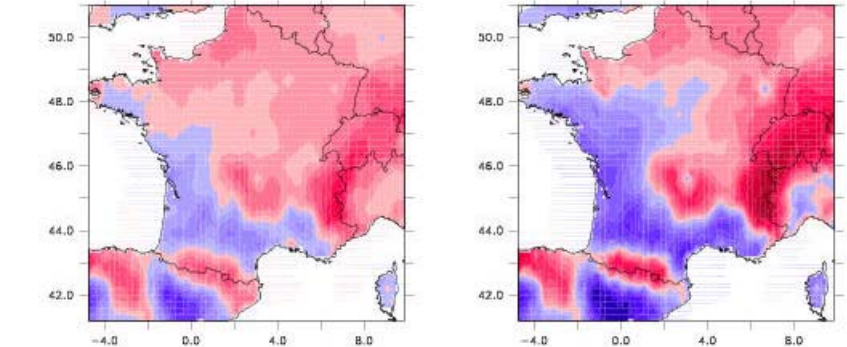


Feuillus sociaux

Référence 1961-1975 Anomalie 2001-2015



Anomalie 2041-2056 Anomalie 2081-2096



Lien avec les aires de répartition

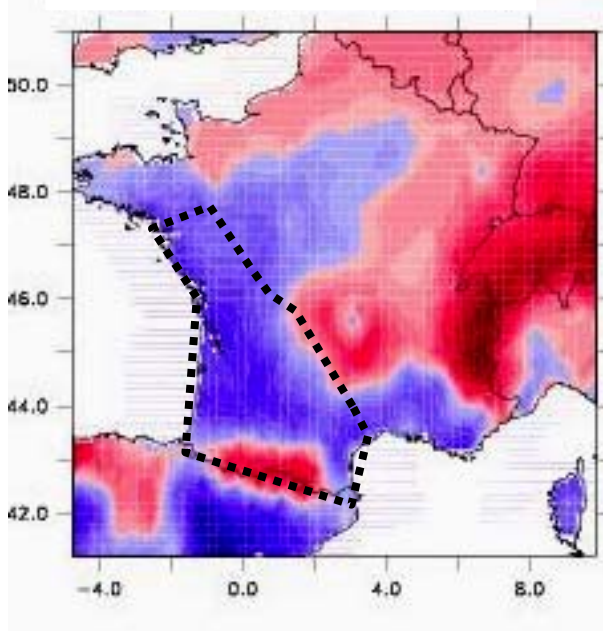
anomalie NPP 2081-2096 // RU = 0.1 cm³/cm³

Conifères

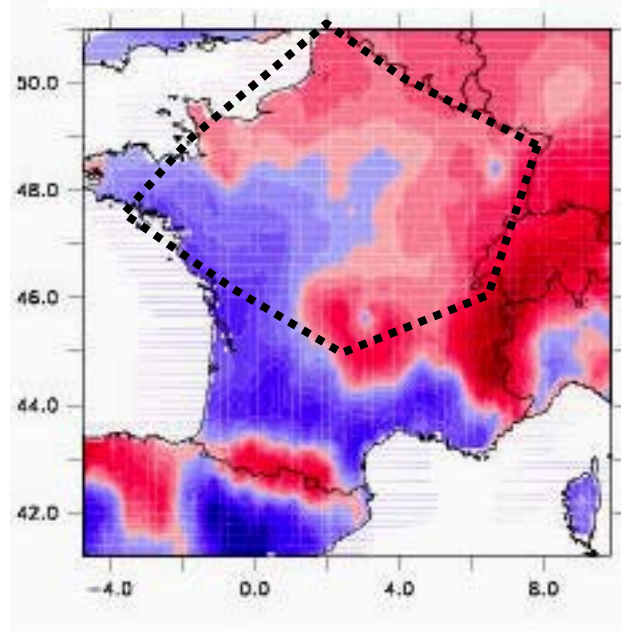
Feuillus sociaux

Forêts
méditerranéennes

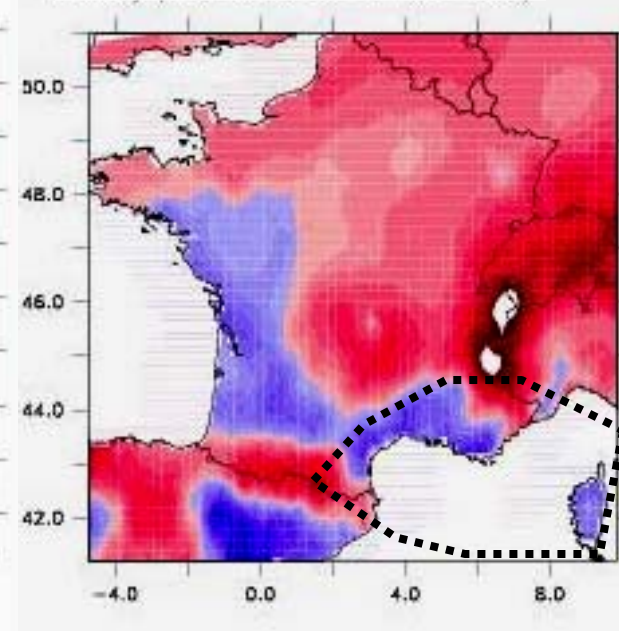
Anomalie 2081-2096



Anomalie 2081-2096



Anomalie 2081-2096

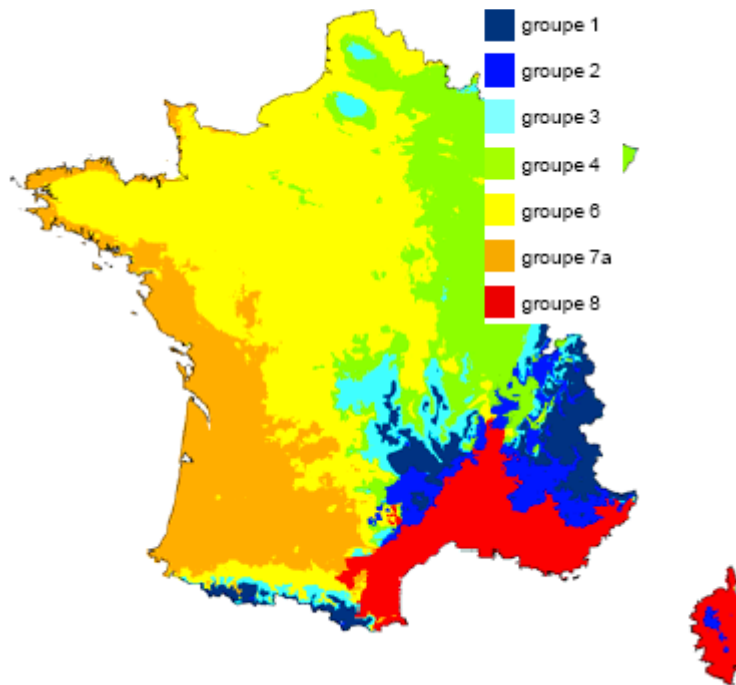


Anomaly bar

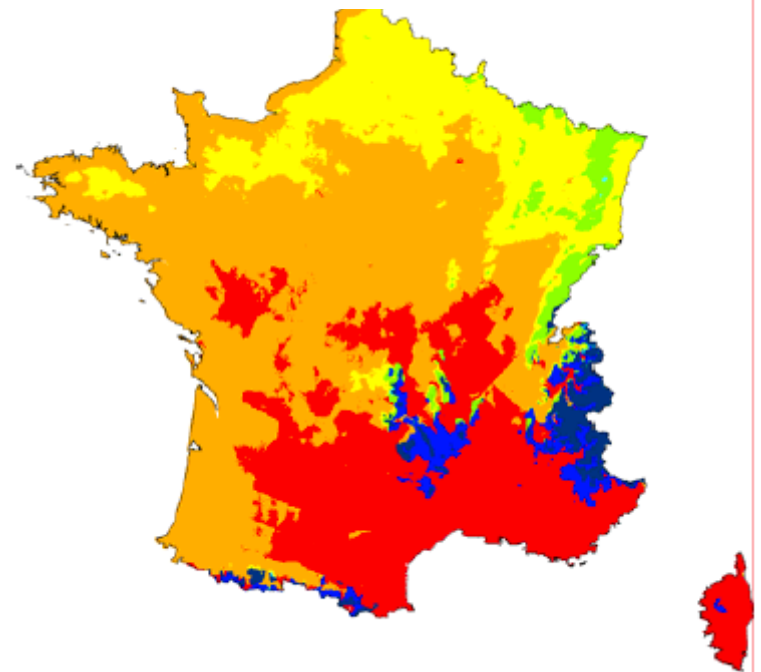


Changement des aires de répartition cf. Dupouey et al.

Climat actuel



Climat 2100

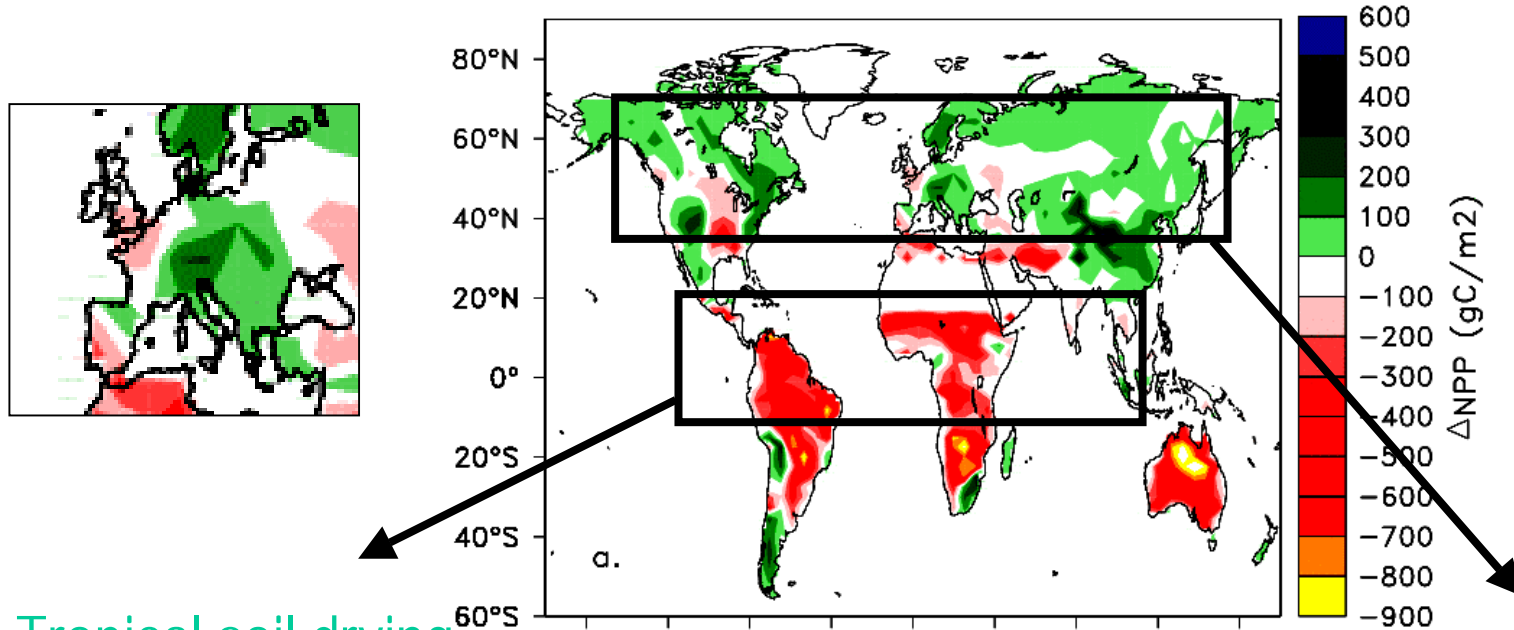


Perspectives

- ☐ Inclure le cycle de l'azote dans ORCHIDEE
- ☐ Prendre en compte les scénarii sylvicoles

Modélisation couplée climat-végétation

Berthelot et al. GBC 2002



Tropical soil drying

Longer growing seasons

