

Journée d'information Ecofor, 15 décembre 2005, Paris

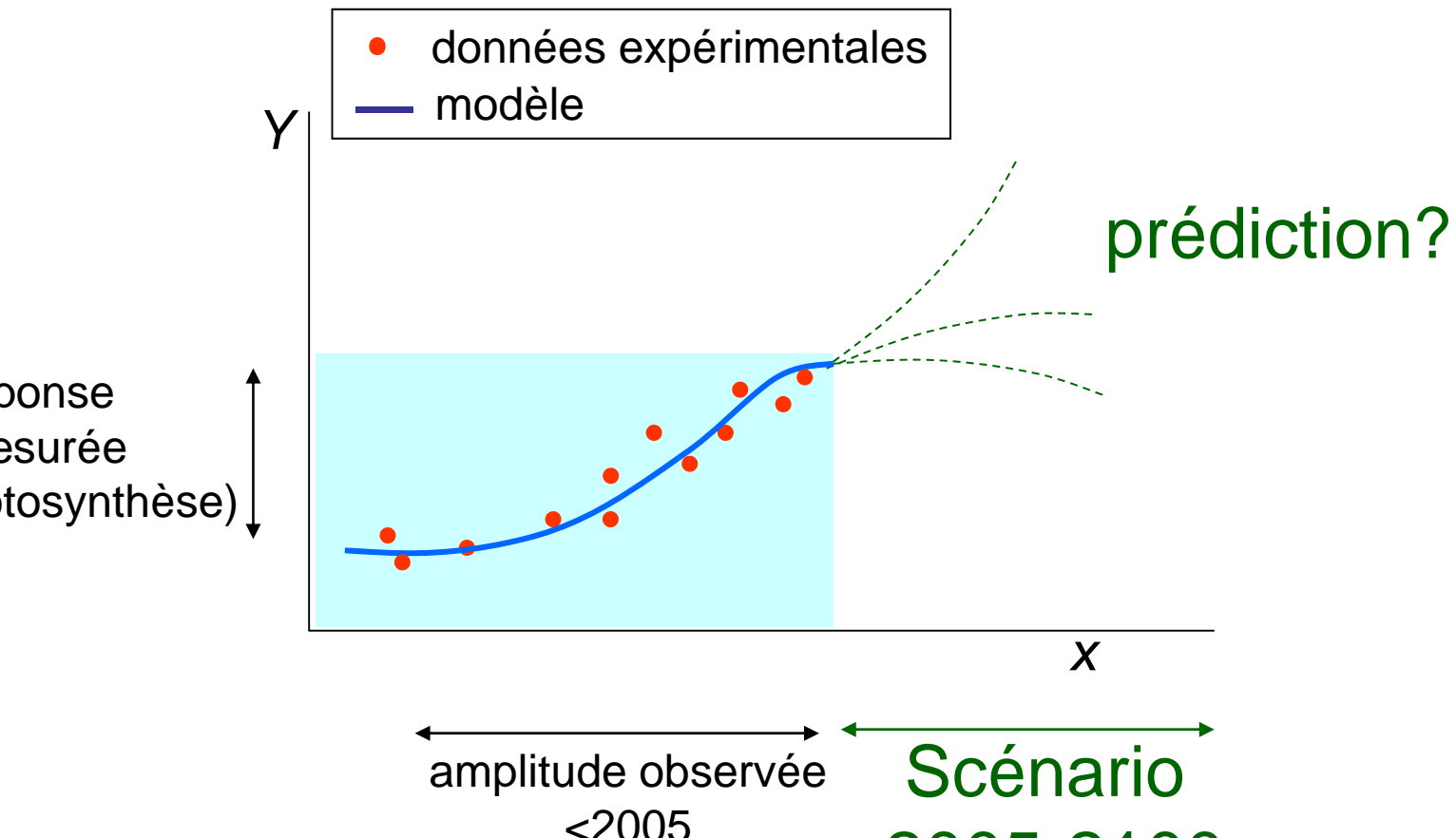
## Impacts régionalisés

cycle du carbone et production  
forestière des forêts de plaine

D. Loustau, A. Bosc, A. Colin,  
N. Bréda et A. Granier  
E. Dufrêne, C. François et H. Davi

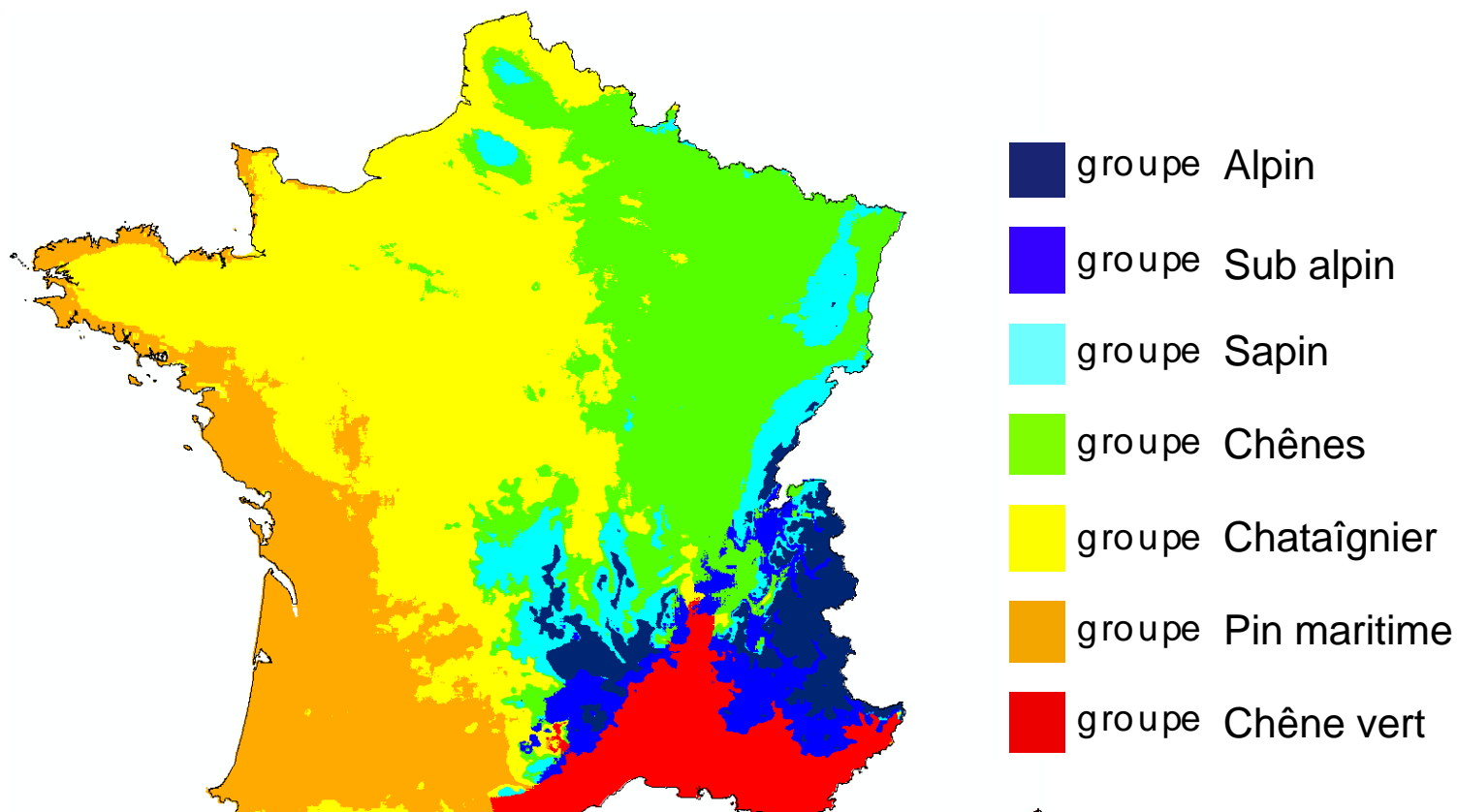
(INRA Ephyse Bordeaux)  
(INRA EEF, Nancy)  
(CNRS, U. Paris XI)

## La question posée



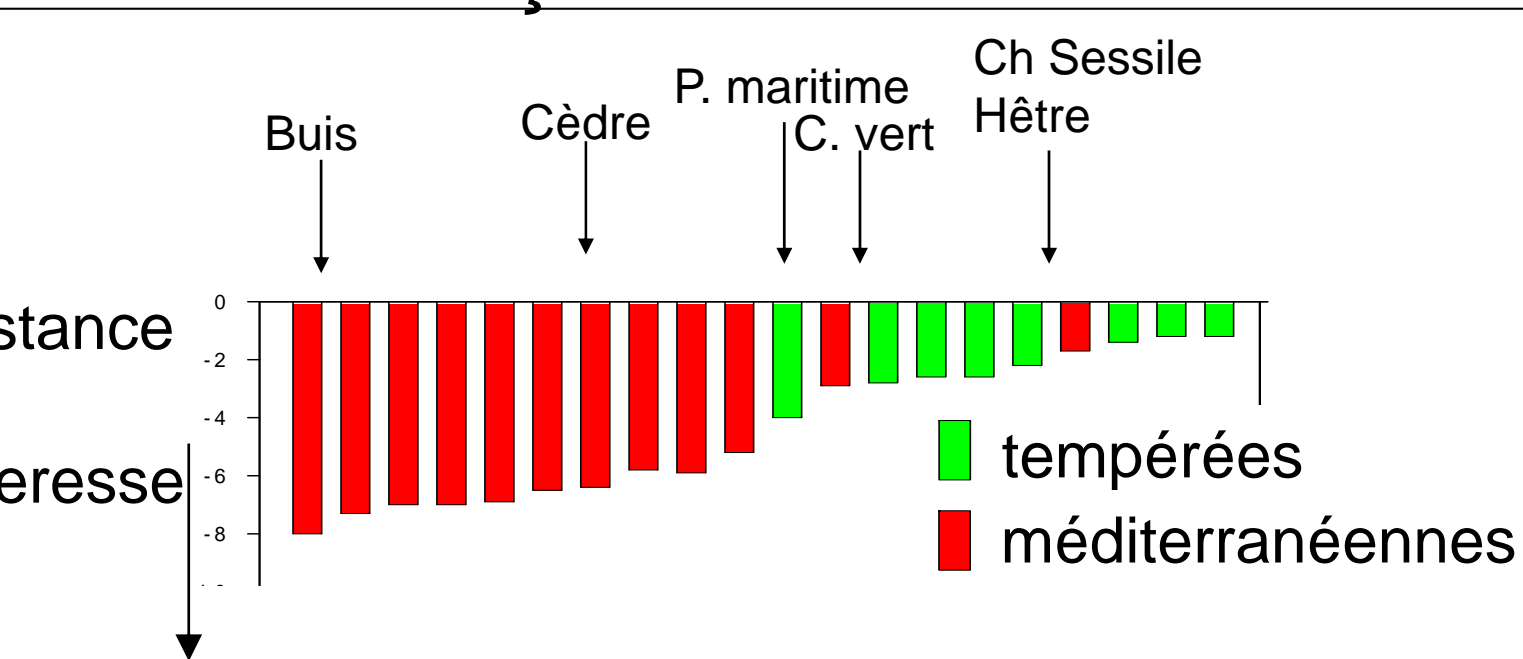
# écificité de la forêt française métropolitaine

Confluence de 4 zones bioclimatiques européennes:  
tempéré atlantique, continental, méditerranéen, alpin.



## Spécificité de la forêt française métropolitaine

Les espèces forestières ne répondent pas de la même façon aux contraintes climatiques

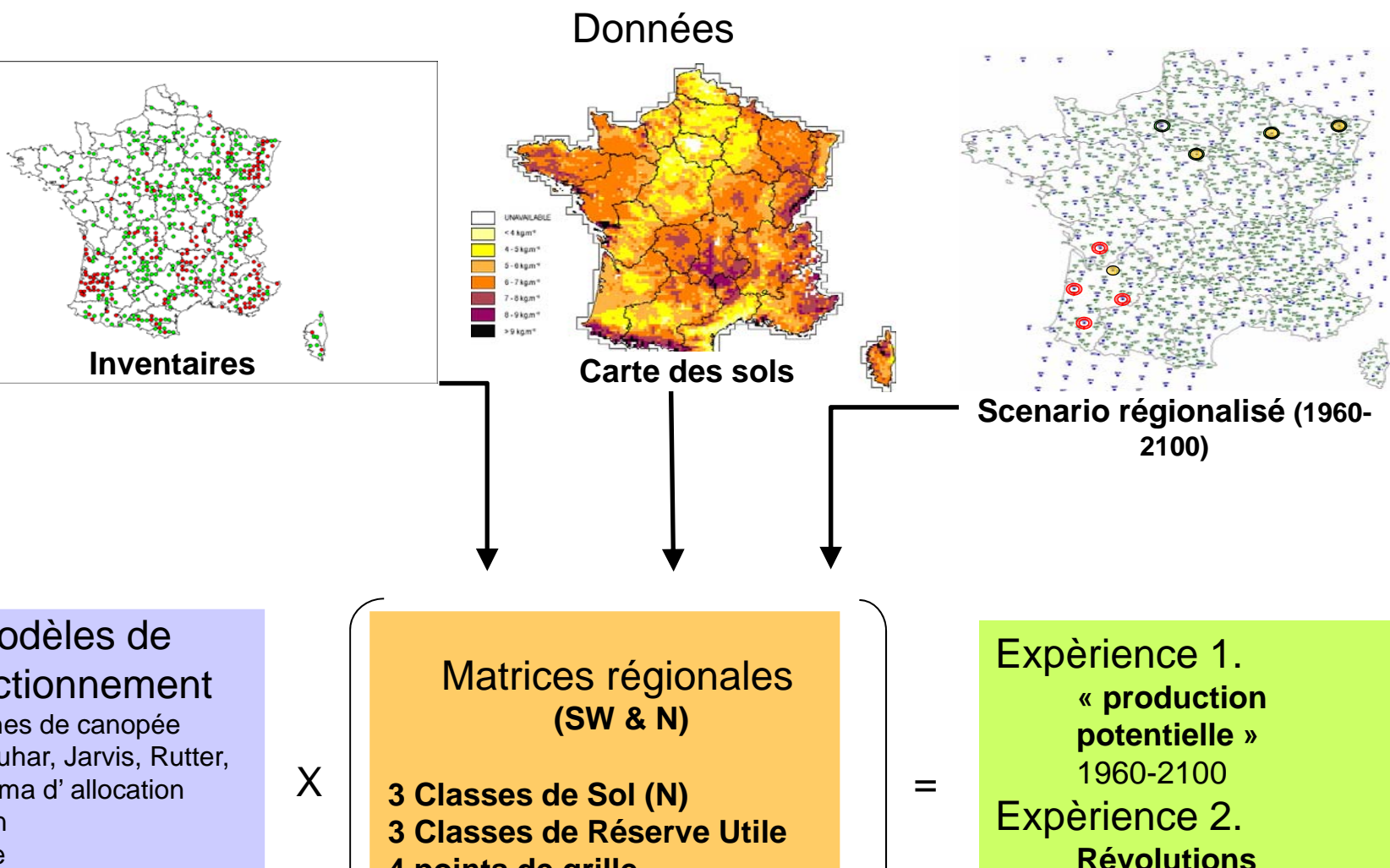


## Effets potentiels des variables considérées

saison de croissance  
photosynthèse brute  
respiration  
production primaire nette

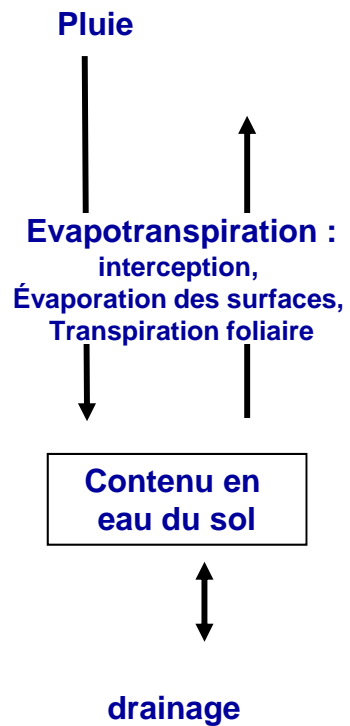
O <sub>2</sub>		+		+
T°	+	+/-	+	?
humidité		+		+/-

# Données utilisées pour la prédiction des impacts – projet CARBOFOR

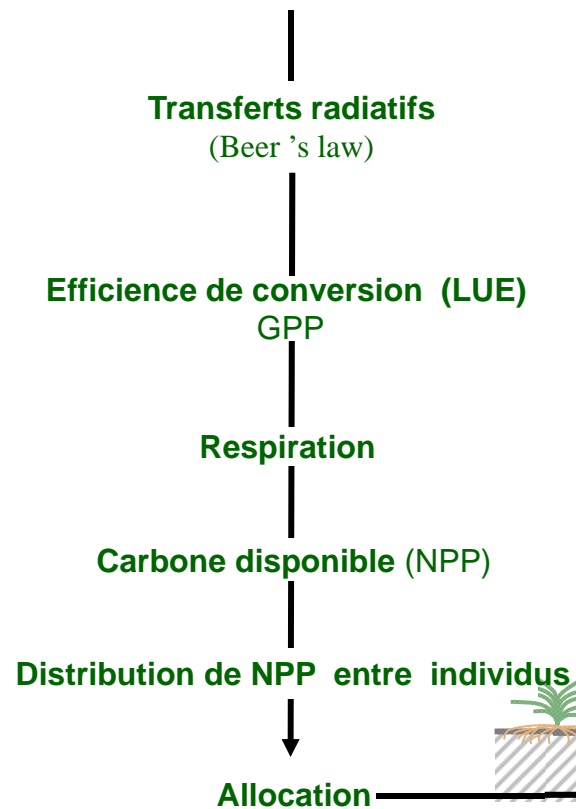


# Modèles: GRAECO & CASTANEA

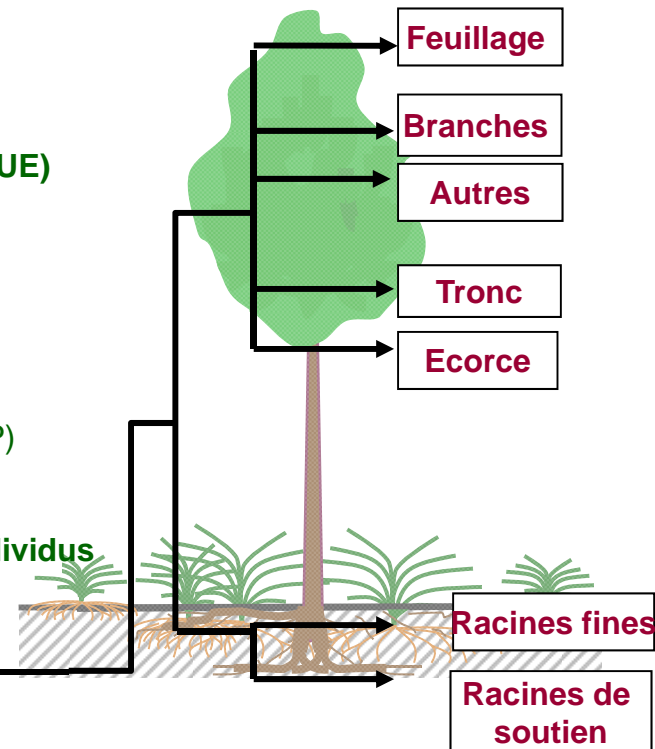
## Bilan Hydrique



## Bilan de Carbone

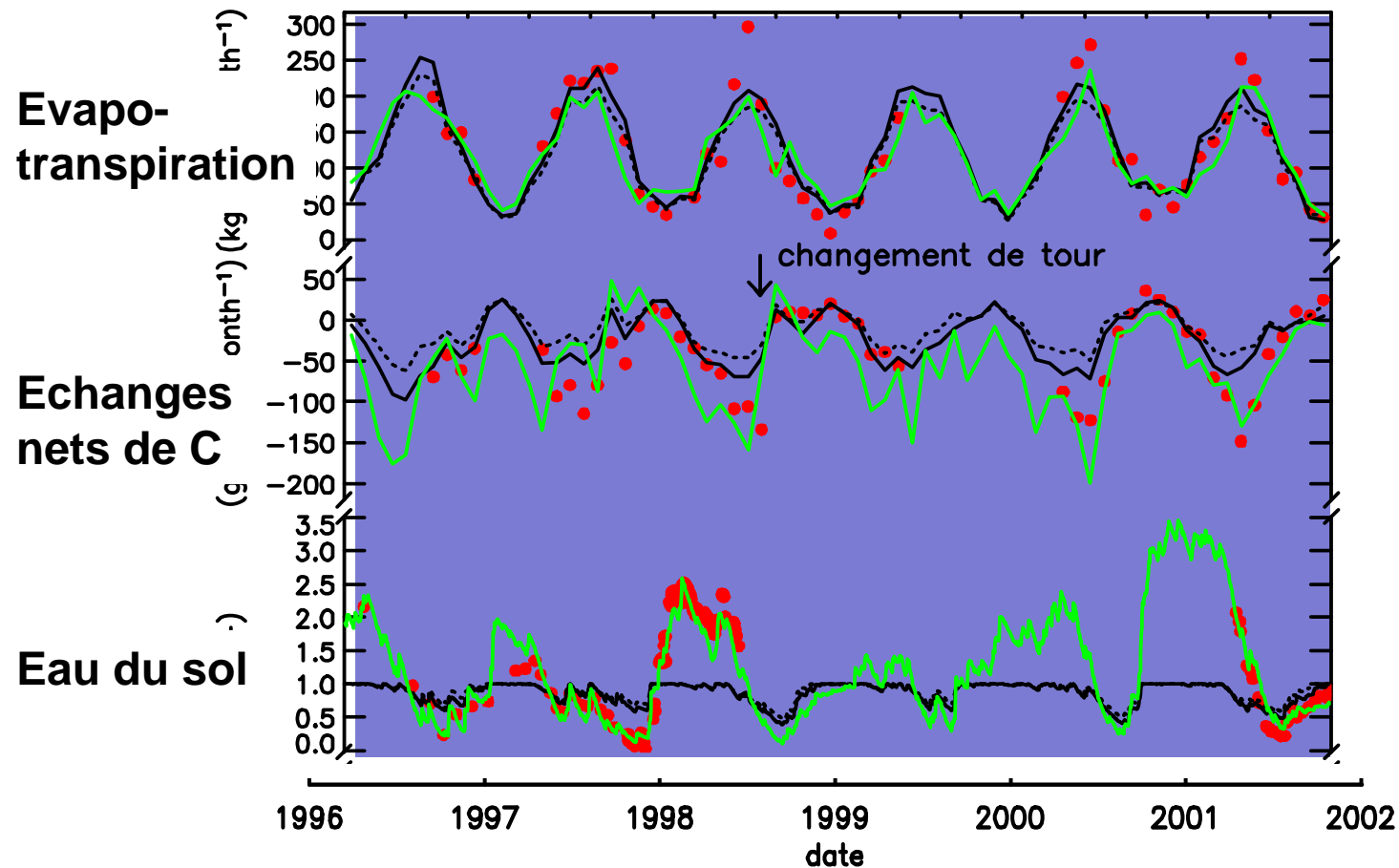


## Croissance





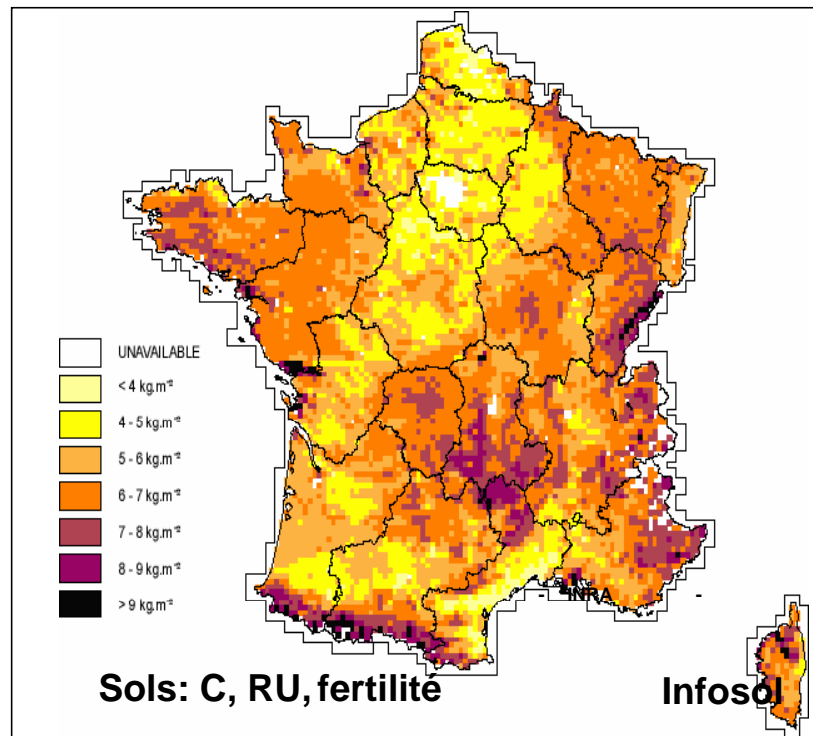
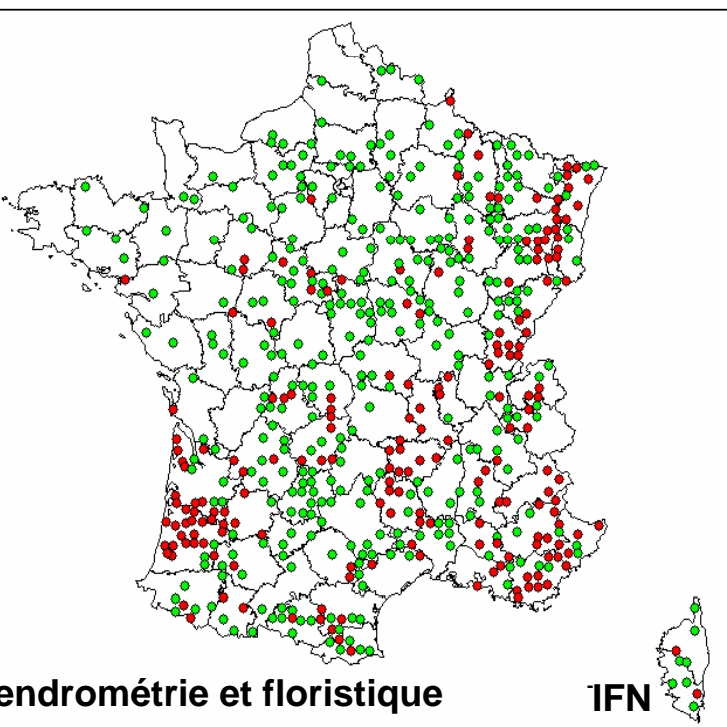
évaluation rétrospective des modèles à partir des  
données d'observation à long terme (5-20 ans).



● Mesures



# Conditions stationnelles

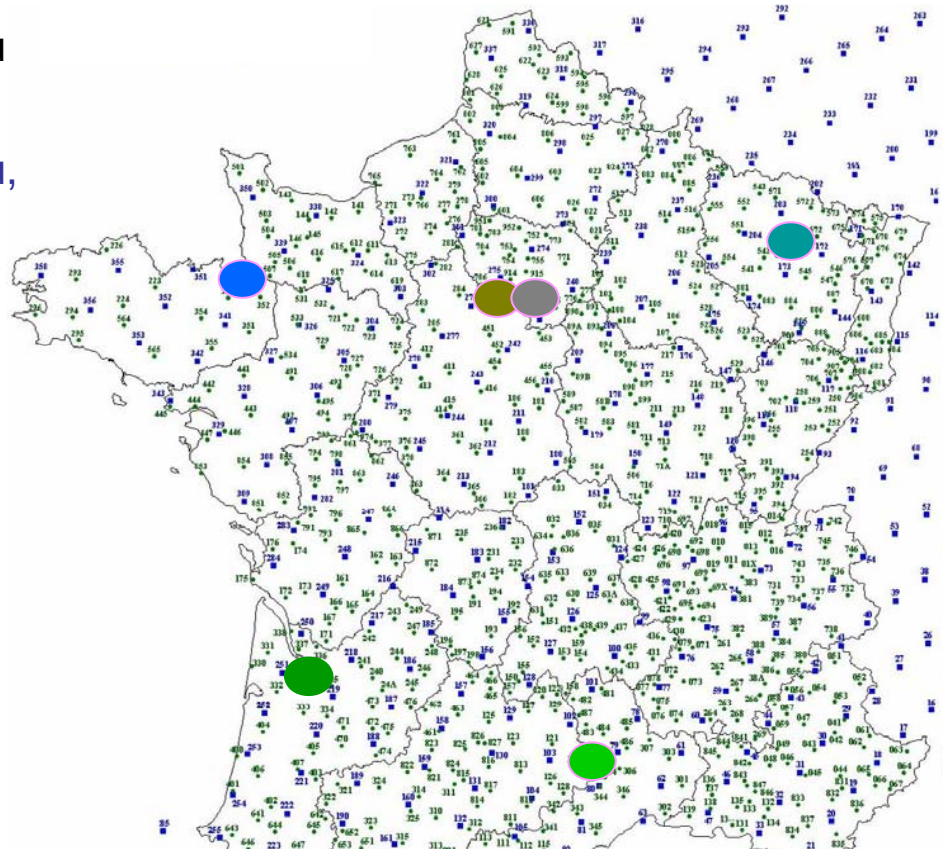


## •Types fonctionnels d'espèces

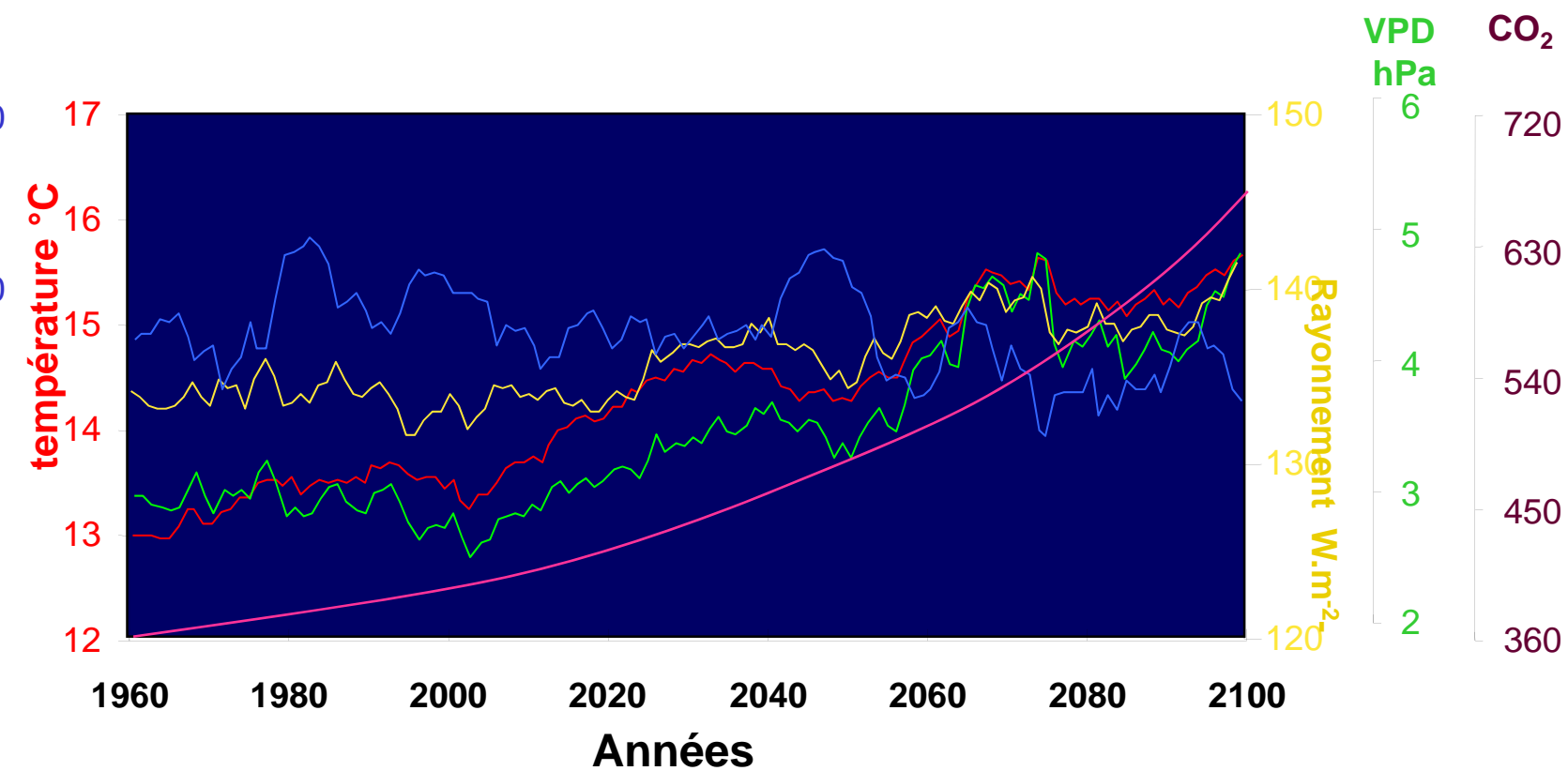
# Figure 1. Simulation des échanges et production courantes des parcelles d'un peuplement à son pic de production.

de l'observatoire de recherche F-ORE-T:

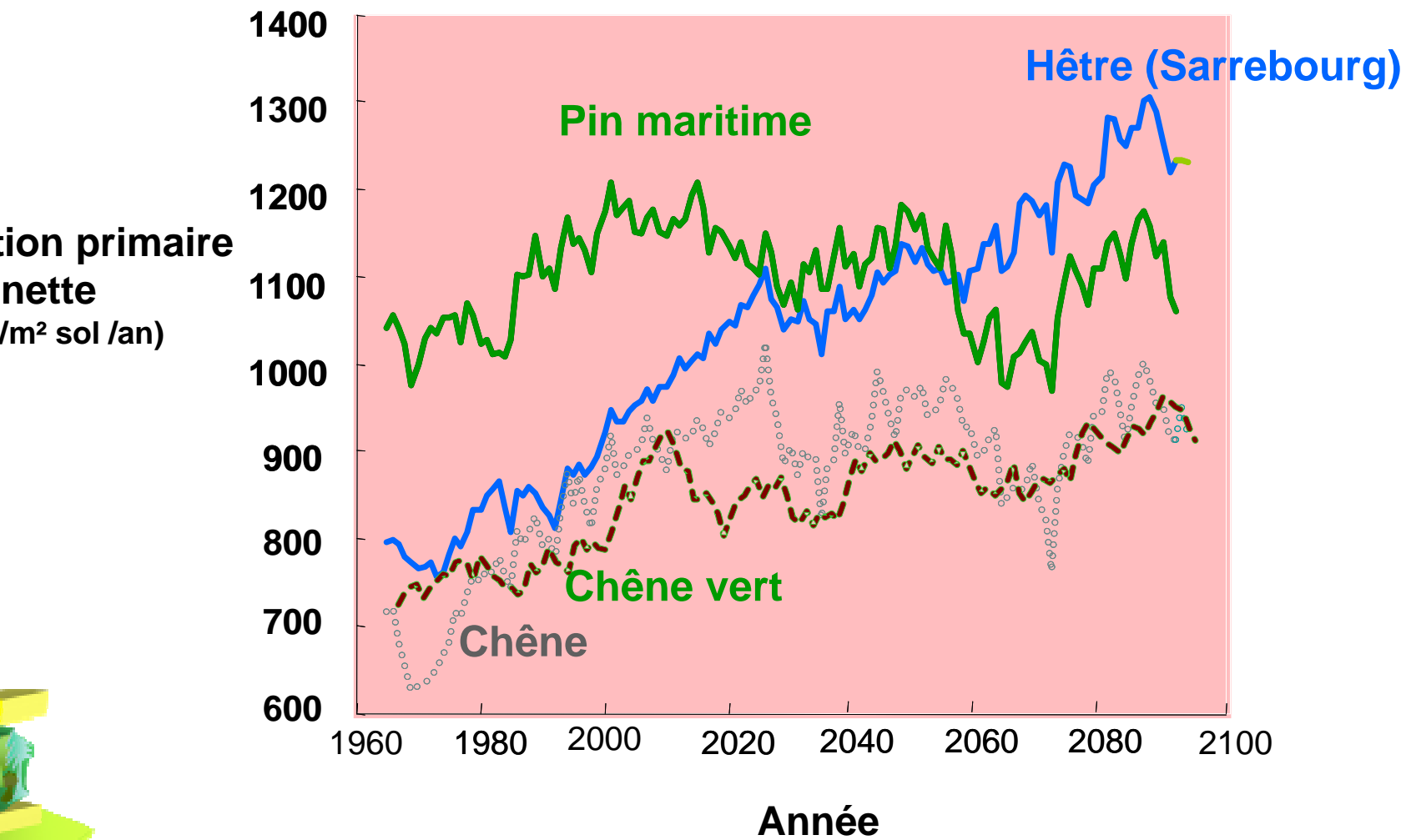
Pin maritime: Le Bray  
Chêne vert: Puechabon  
Chêne: Fontainebleau  
Hêtre: Fougères,  
Fontainebleau,  
Sarrebouurg



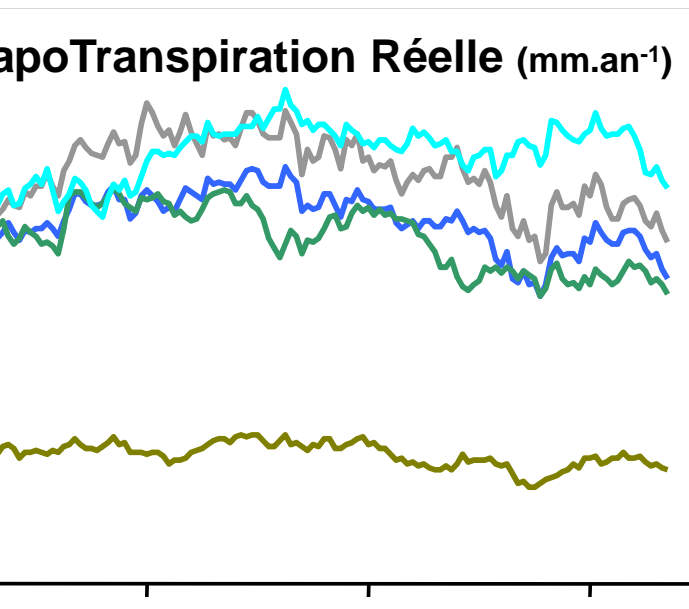
## Les climats analysés



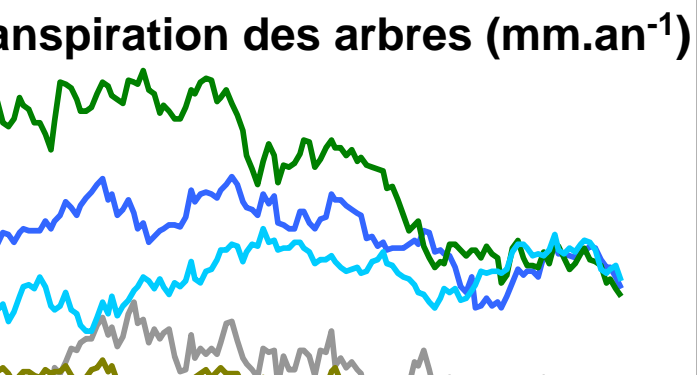
## Résultats: production potentielle 1960 - 2100



## Impacts prévus – tendances à long terme du bilan hydrique des stations étudiées



- Pin maritime (Gironde)
- Hêtre (Fontainebleau)
- Hêtre (Sarrebourg)
- Chêne (Centre)
- Pin sylvestre (Centre)



Contrôle stomatique de la transpiration

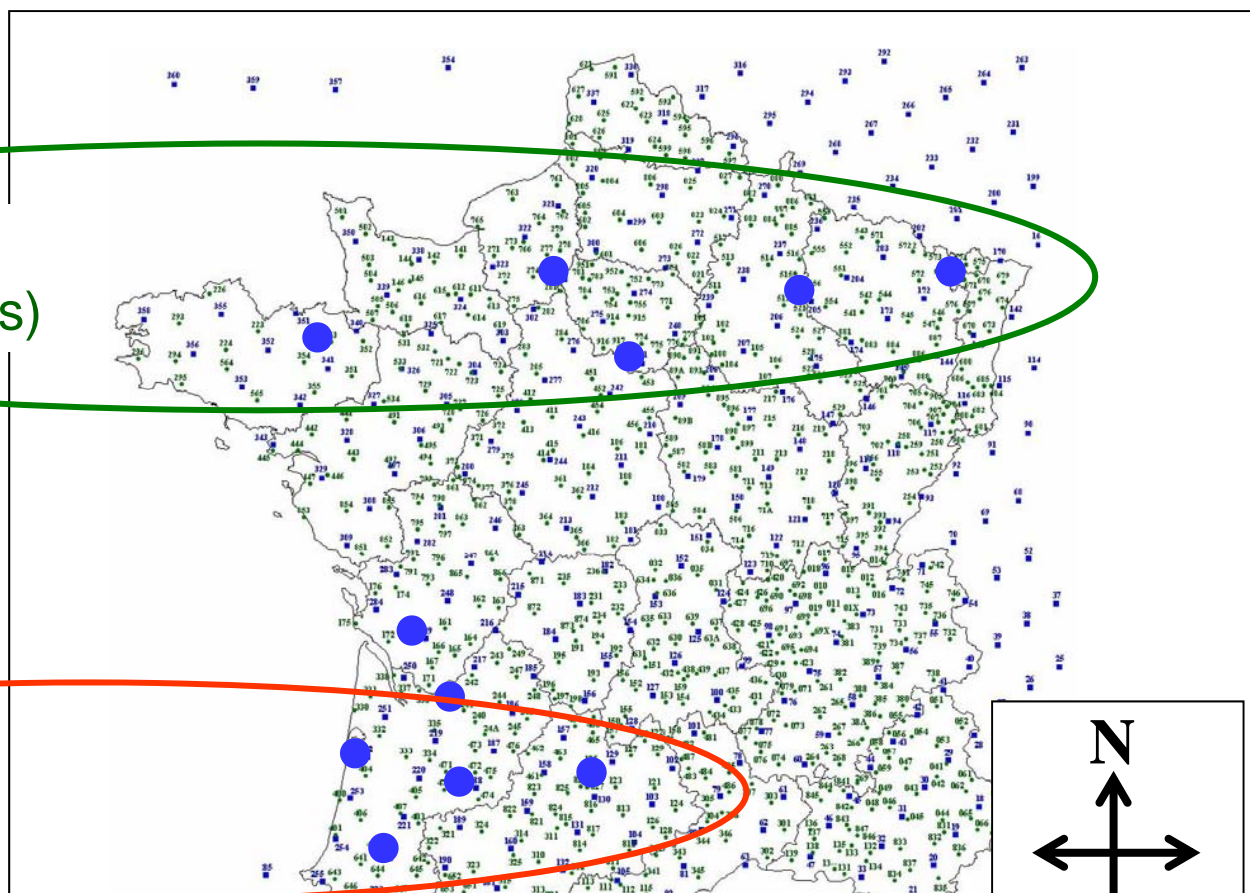
Compensation de l'ETR par évaporation  
du sol et sous étage

Drainage accru en hiver, réduit en été.

## ence 2. Simulation des échanges et de la production ne pour une révolution entière.

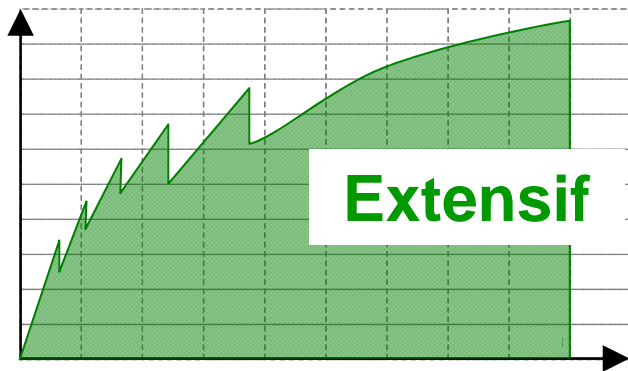
Transect Nord  
(Quercus et Fagus)

Transect Sud  
(Pinus pinaster)

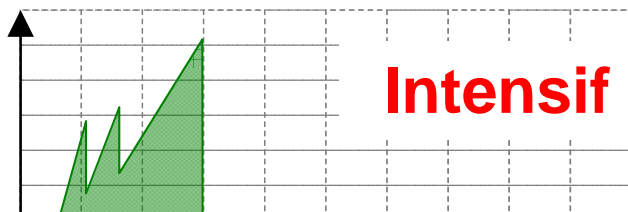
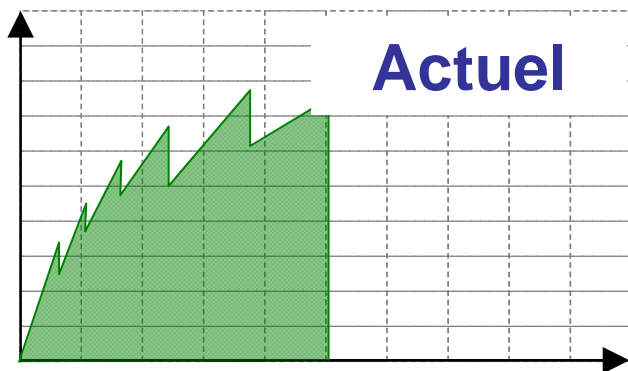


## 2 - Les itinéraires sylvicoles P.M.

*Biomasse*



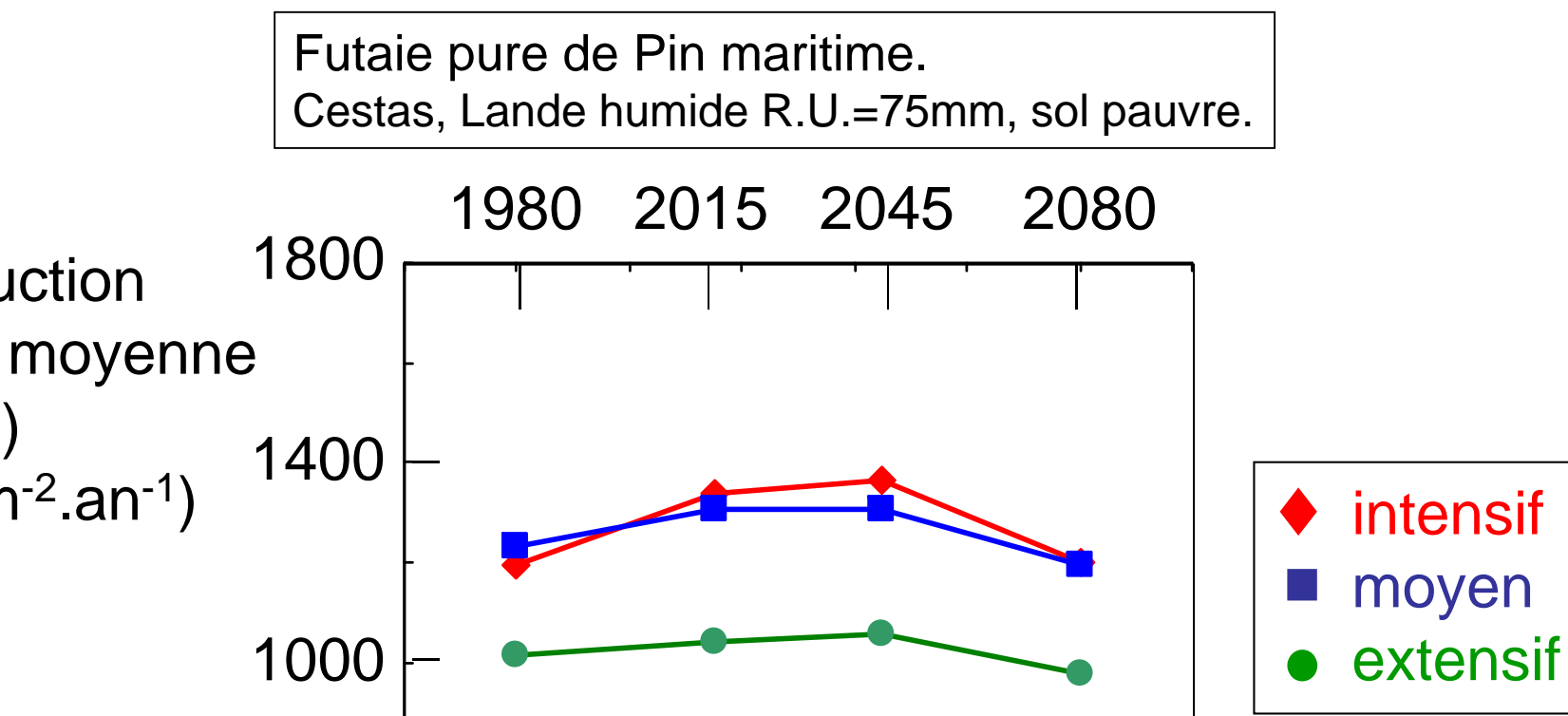
Options sylvicoles  
étudiées pour le Pin  
maritime.





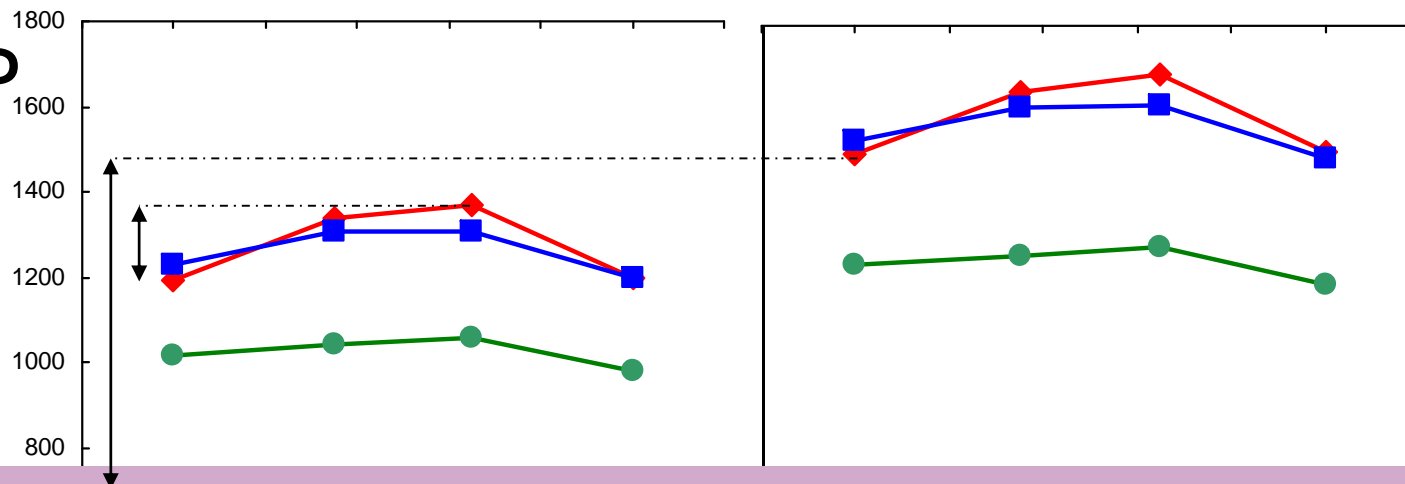
Impacts: évolution de la production primaire nette annuelle.

Conversion de l'effet climatique après 2045.  
Le scénario intensif est plus réactif



## Prévision des impacts: interactions locales (Pin m.)

NPP  
che

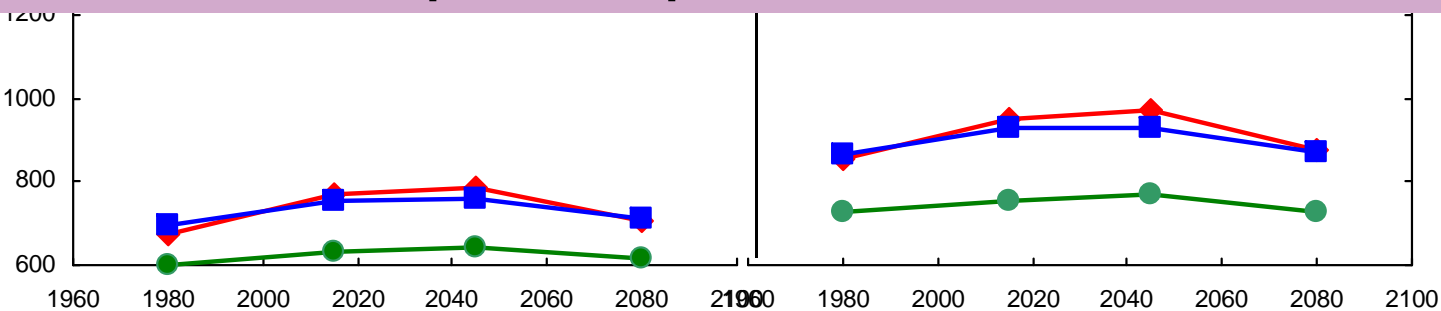


et climat  $\approx$  effet stationnel

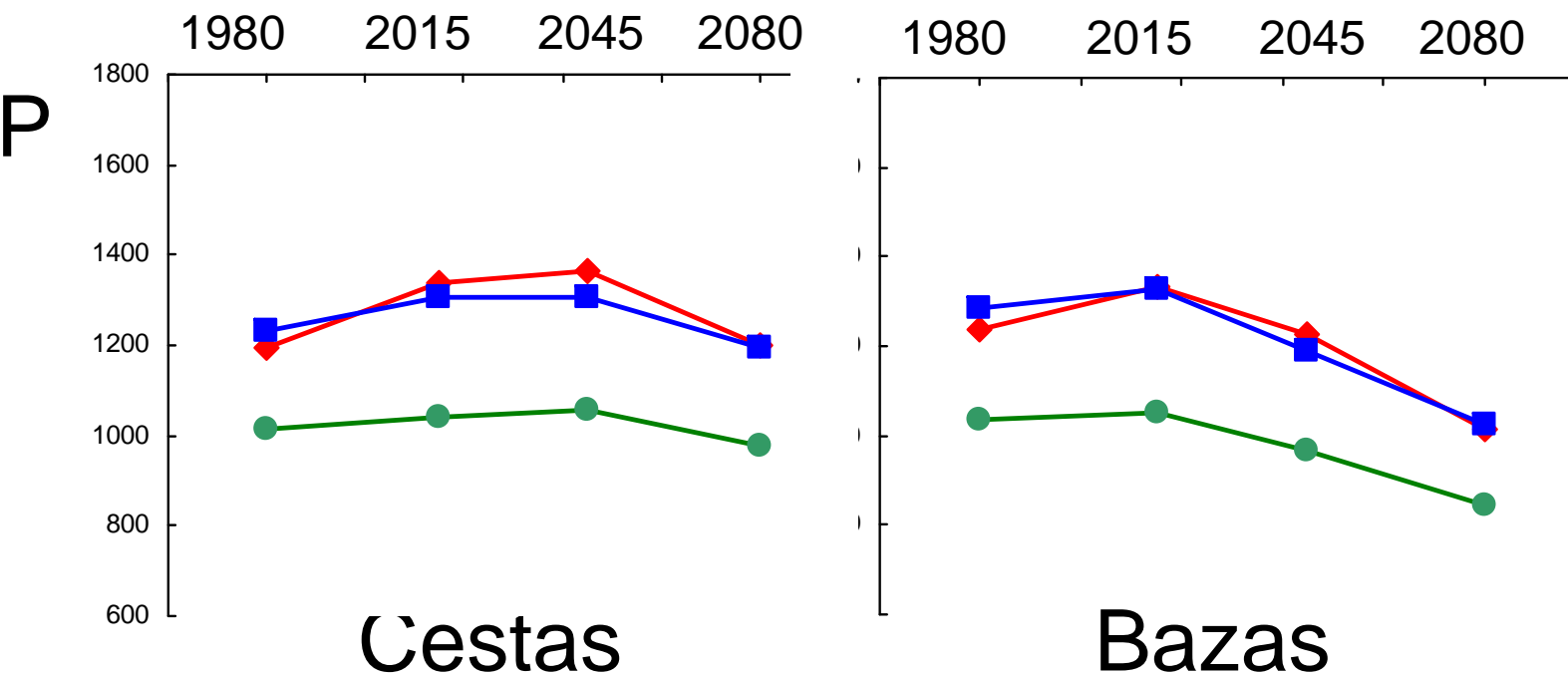
Interaction marquée avec conditions stationnelles:

→ effet climatique amplifié sur stations riches

mauvre



## Prévision des impacts: variations géographiques (Pin m.)



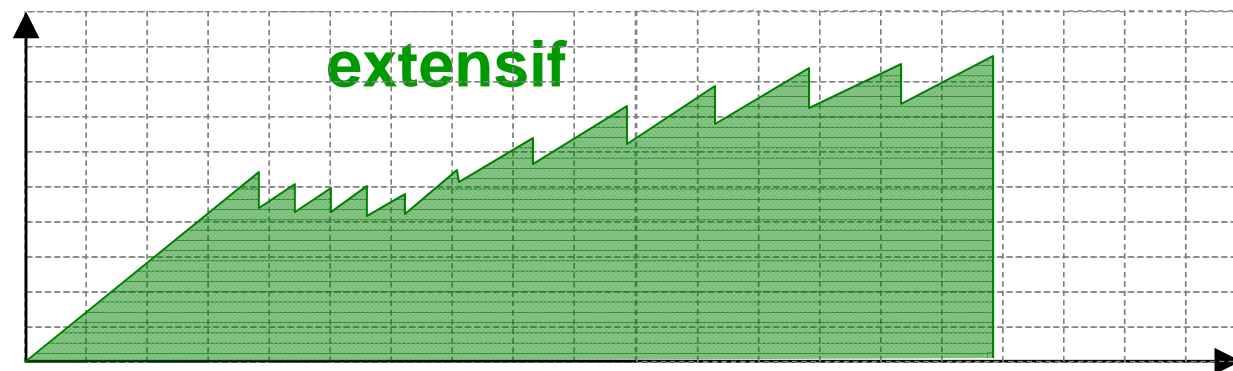
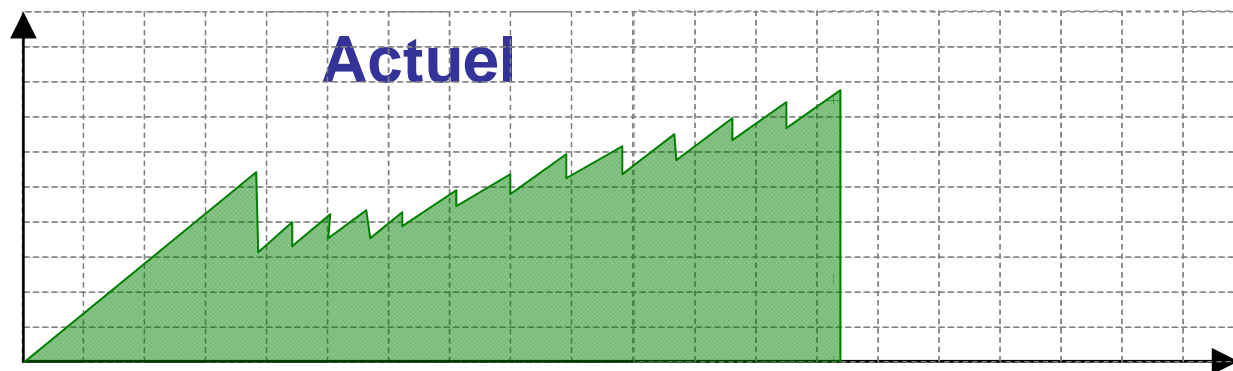
Futaie pure de Pin maritime. R.U.=75 mm sol riche.

- gradient de continentalité.
- la zone littorale atlantique est mieux

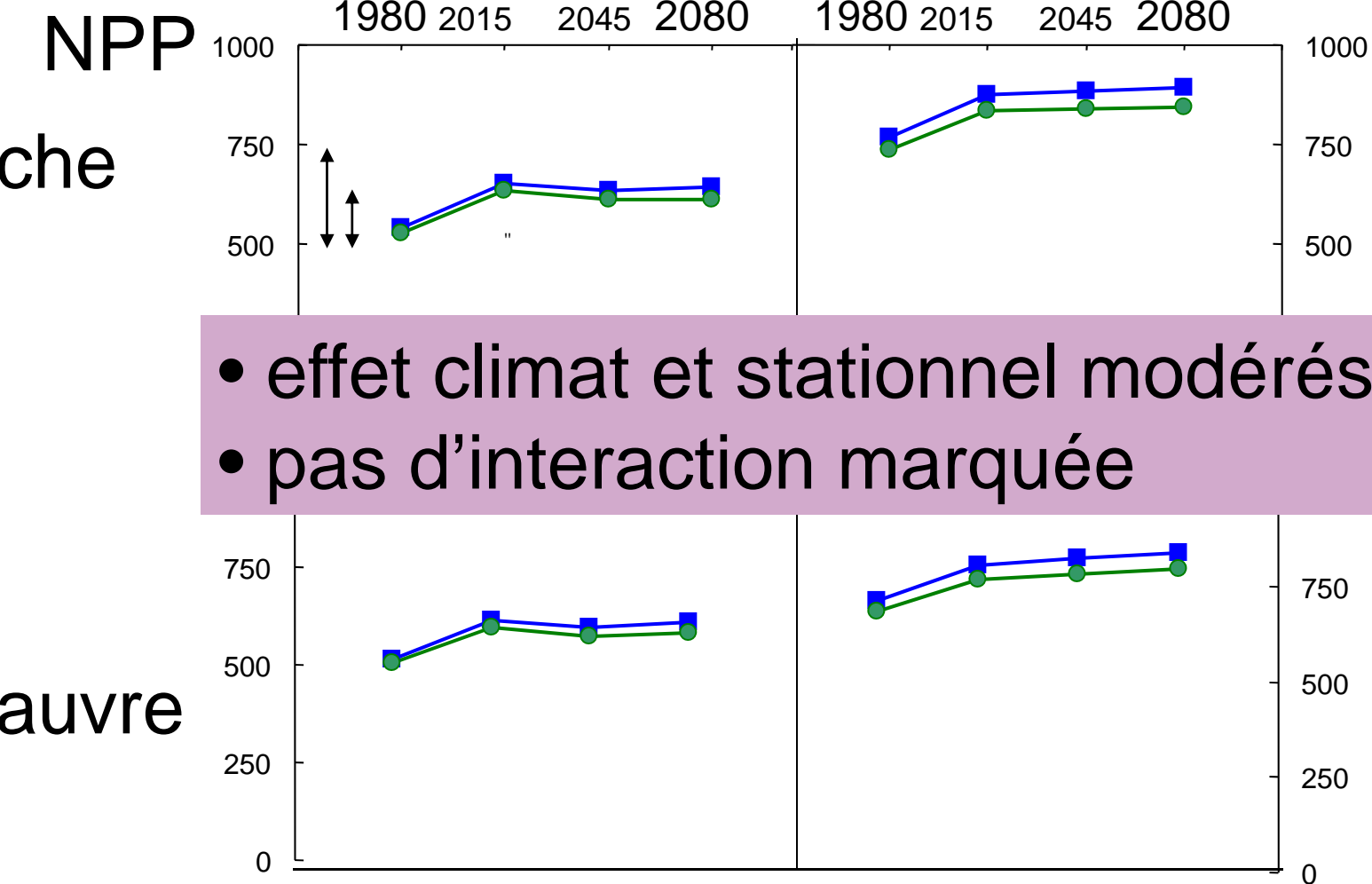
## 2. Les itinéraires sylvicoles - Feuillus sociaux

Options sylvicoles les feuillus sociaux.

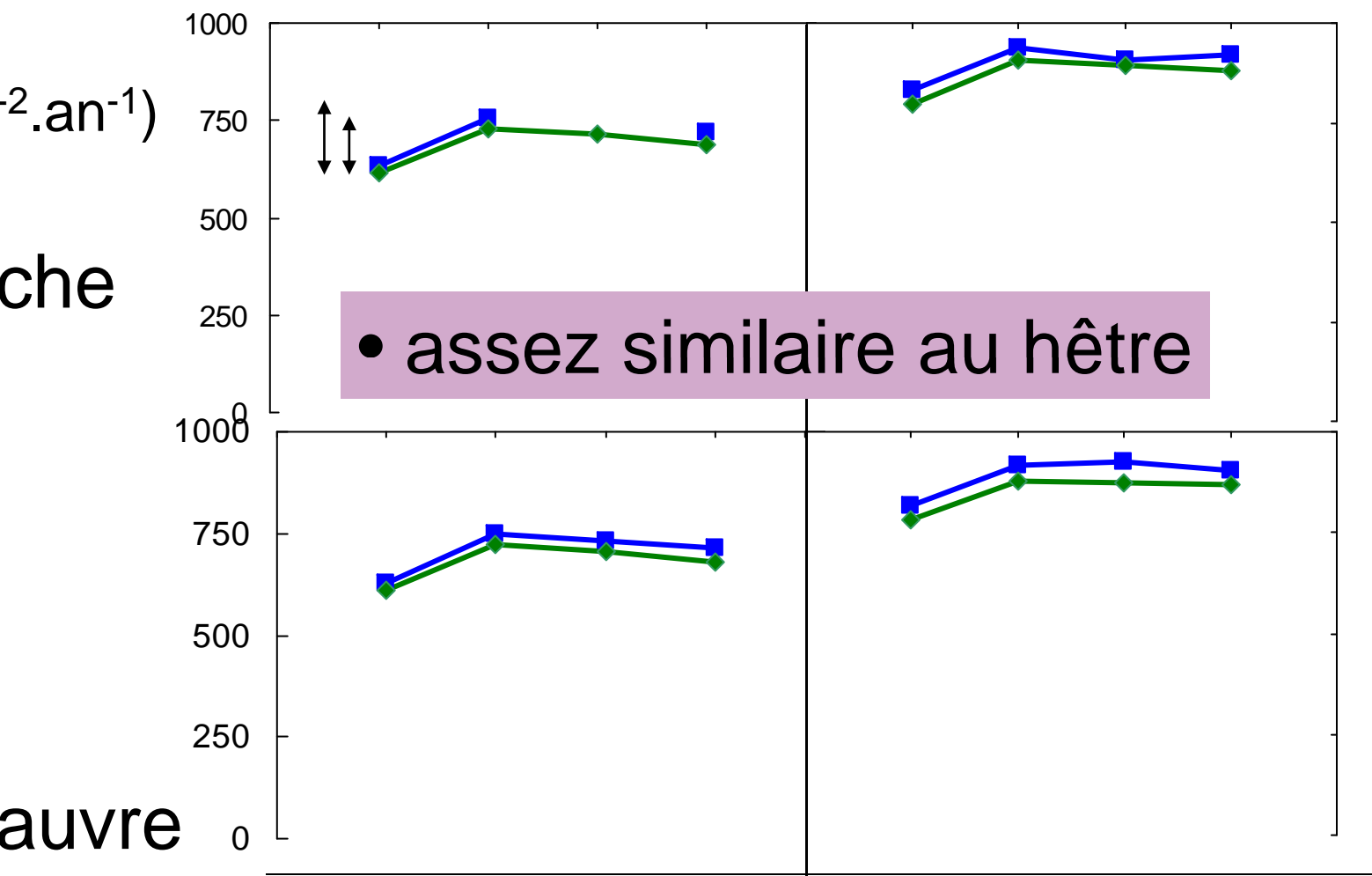
asse



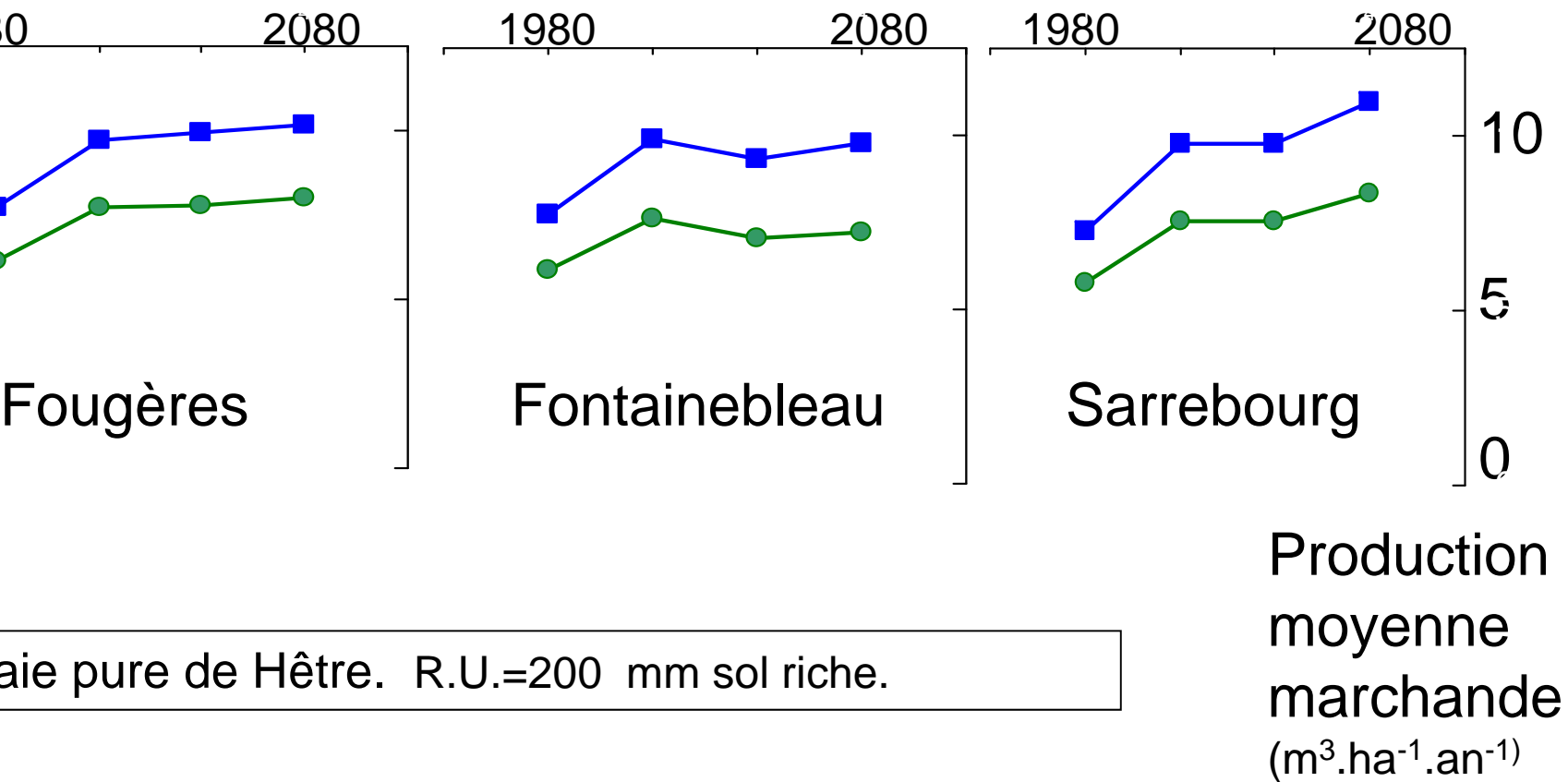
## Présentation des impacts: interactions locales (hêtre)



## Évaluation des impacts: interactions locales (chêne)



## Prévision des impacts: variations géographiques (hêtre)

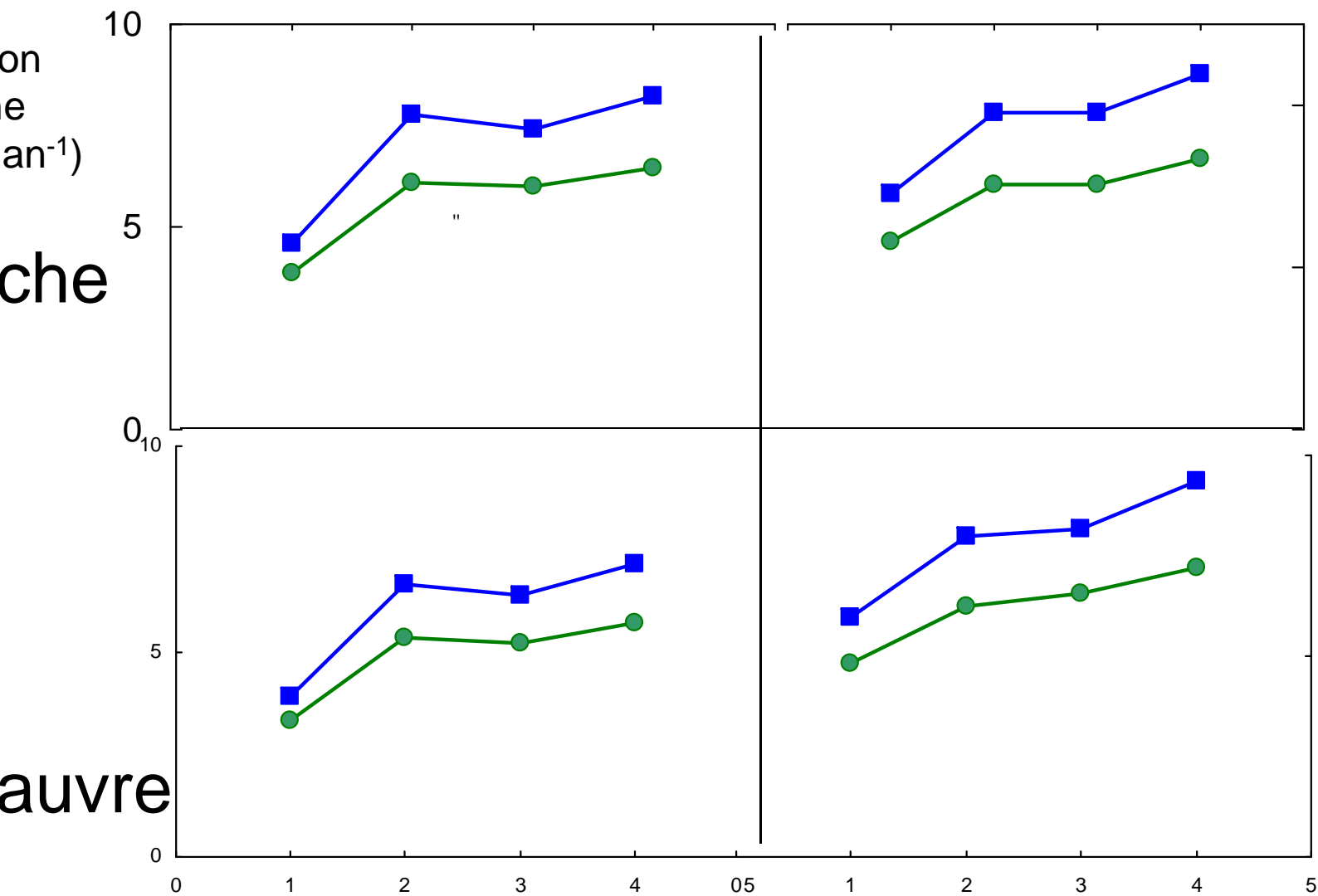


For Fougères, Fontainebleau, and Sarrebourg, the blue line (R.U.=200 mm sol riche) consistently shows higher production than the green line (baseline) across all years (1980, 2000, 2020, 2040, 2060, 2080). The production generally increases over time for both scenarios in all three locations.

Gradient de continentalité peu marqué, plus



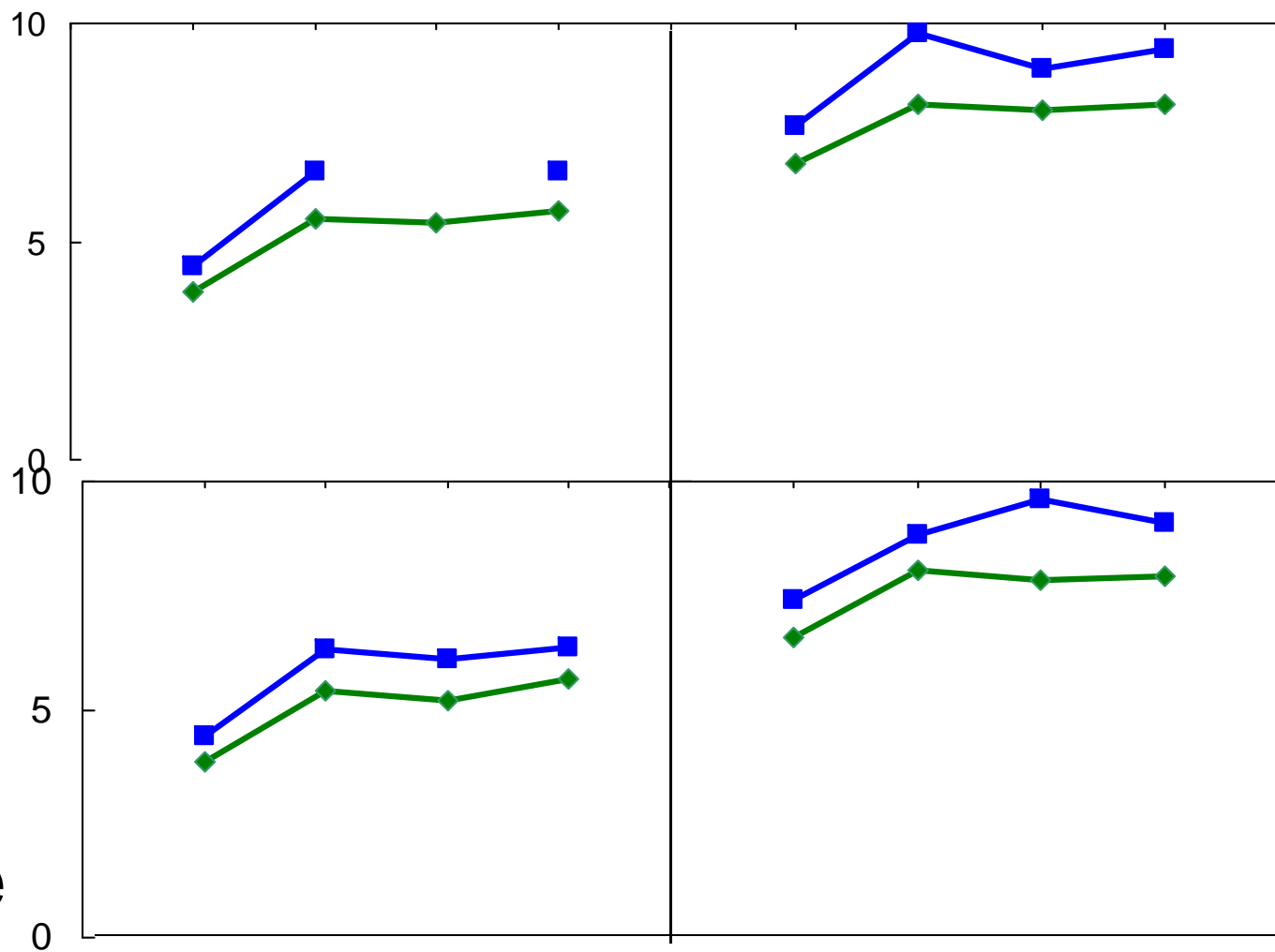
## Évaluation des impacts: interactions locales (Hêtre)



## Présentation des impacts: interactions locales (Chêne)

ction  
anne  
( $\text{an}^{-1}$ )  
che

auvre



## Évaluation des impacts: interactions locales (Chêne)

- l'effet climat est plus sensible sur la production en bois fort que sur la production primaire nette en raison d'un changement d'allocation de la croissance entre racines et parties aériennes.

- les réponses observées révèlent des interactions entre les effets du climat et les conditions stationnelles pour la production en bois fort.

# Conclusions

---

Les interactions espèce – sol – sylviculture conditionnent la réponse au changement climatique.

Le climat se modifie fortement avec une aggravation des sécheresses dans le Sud (2040) puis le Nord (2070).

Les résultats sont expliqués par les effets antagonistes du CO<sub>2</sub>, de la température, de l'hygrométrie de l'air et du déficit hydrique du sol

# Conclusions

---

les effets climatiques sont amplifiés aux marges des aires de distribution.

Le potentiel de production forestière du Sud et des plaines de l'Ouest et du centre est menacée.

Le consensus atteint par la communauté scientifique nationale et internationale est suffisant pour activer une gestion forestière et un

## Conclusions: les inconnues

---

Interactions mal connues: N, Eau, O<sub>3</sub>,

Réponses de l'écosystème: interactions  
biotiques, réseaux trophiques, structure

Rétroactions de la végétation sur le climat  
local

**Discussion: les points de contrôle des impacts**

---

**Choix des essences**

**La réserve utile des sols**

**Les ressources en eau** (régions, grands bassins  
riaux )



# Questions posées pour l' aménagement

---

## **nouvelles sylvicultures:**

- Itinéraires techniques ( sylviculture intensive plus sensible , sylviculture extensive moins sensible)
- accompagnement de peuplements en régime climatique non stationnaire
- optimiser le potentiel adaptatif d'un peuplement: mélanges, structure d'âge

**assimilation des données observées dans la gestion:** réseaux européens d' observatoires ( ex ORE, RENECOFOR, Phénologie (Unités expérimentales INRA., arboretums).

# Questions posées à la recherche

---

effets des événements extrêmes

ex; période 2002-2005

interactions : cycle de l'azote, pollution  $O_3$  et  
dynamique de la M.O. du sol

représentation des couplages

hydrologie/végétation/atmosphère



# Laboratoires impliqués dans les résultats présentés



COFOR  
SISTÈMES FORESTIERS



# Response of temperate and Mediterranean forests to climate change: effects on carbon cycling, productivity and vulnerability.

Loustau, S. Rambal, A. Granier, B. Guillet, J.R. Disnar, J. Balesdent, L. St  
e, G. Pignard, J.L. Dupouey, C. Le Bas, C. Meredieu, Y. Caraglio, A. Porté, N.  
a, R. Dewar, J.F. Dhôte, D. Arrouays, M. Déqué, E. Cloppet, I. Chuine, F.  
urgeois, E. Dufrêne, P. Ciais, J. Ogée, C. François, A. Bosc, N. Viovy, V.  
au, M.L. Desprez-Loustau, V. Belrose, M. Bergot, G. Capron, C. Husson, D.  
G. Reynaud, C. Robin, B. Marçais, R. Joffre, A. Kremer, R. Petit, M-P  
on.

(à paraître mi-2006)