



Recherche et applications en agrométéorologie nécessaires pour la préparation de l'agriculture et la sylviculture au changement climatique du 21ème siècle

*Agrometeorological research and applications
needed to prepare agriculture and forestry to
21st century climate change*

Victorine PERARNAUD, Bernard SEGUIN, Eric MALEZIEUX
Michel DEQUE, Denis LOUSTAU

Mieux comprendre la variation du climat actuel et son impact sur l'agriculture

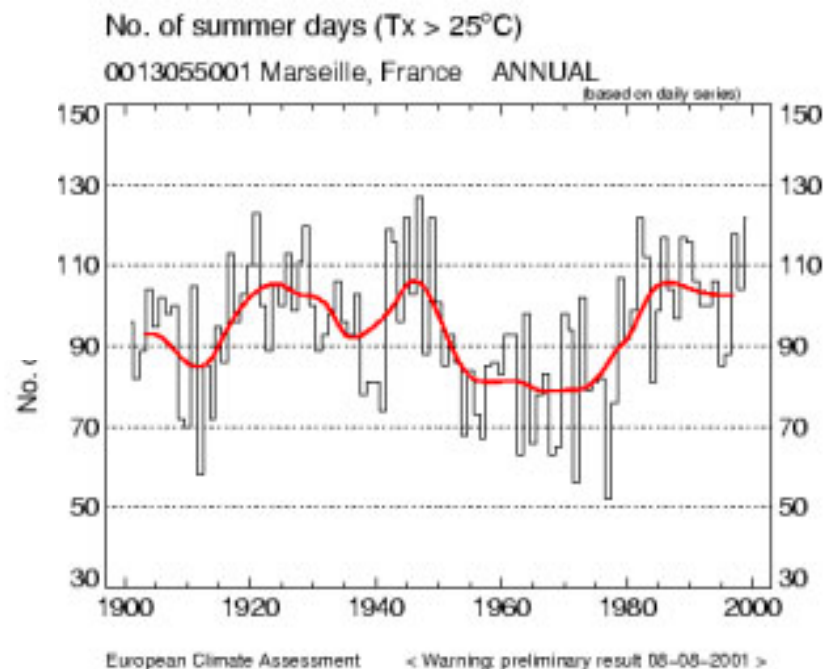
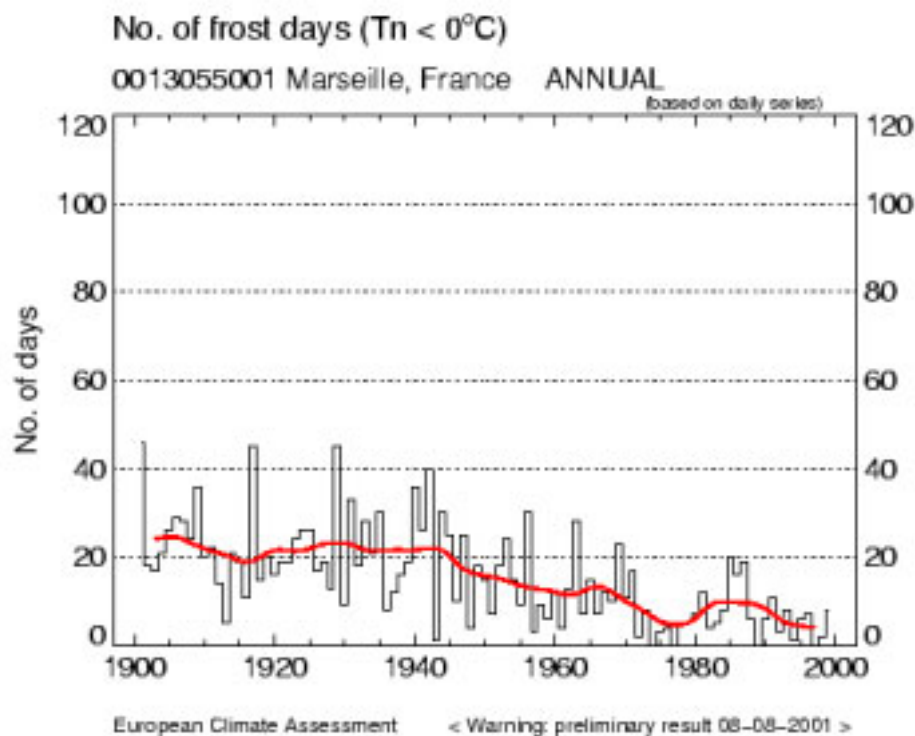
Improve understanding of the current climate variation and its impact on agriculture

 **Recueillir et analyser les informations sur les écosystèmes**

 *Collect and analyse information on ecosystems*

 **Etudier les longues séries de données climatiques et phénologiques**

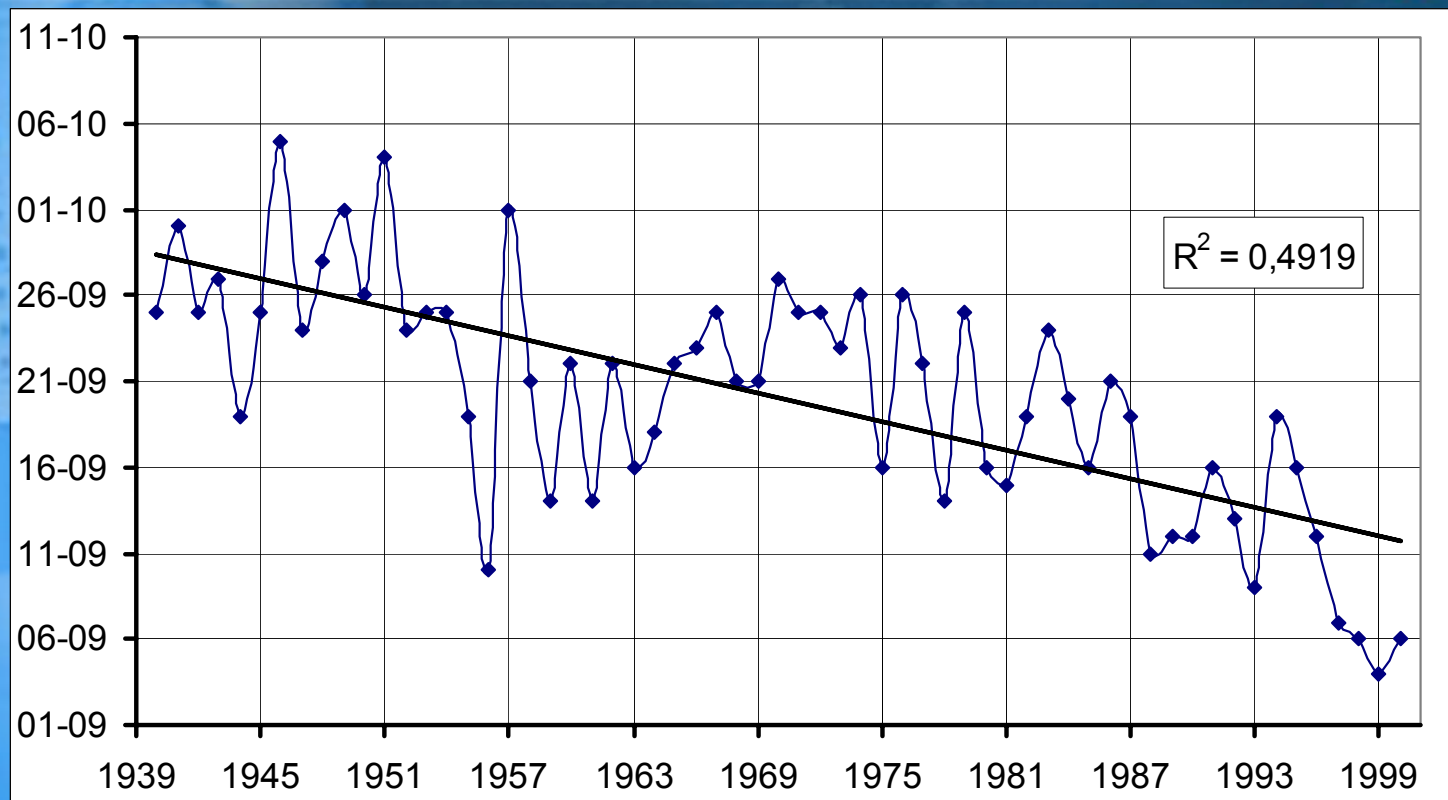
 *Study the long chronological series of climatic and phenological data*



Dates de début de vendange

Dates of the beginning of the grape harvest

Chateauneuf du Pape (South of France)

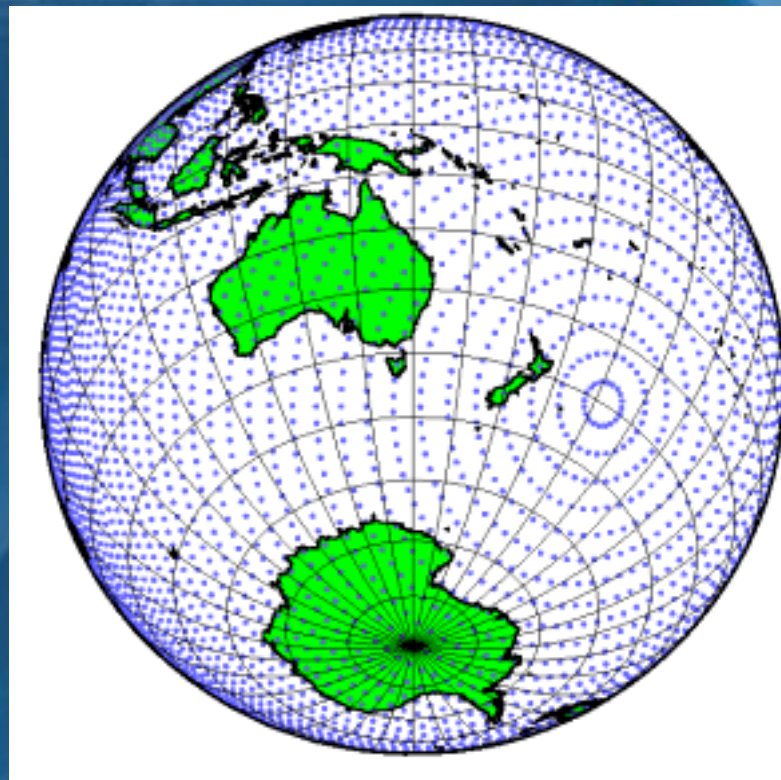
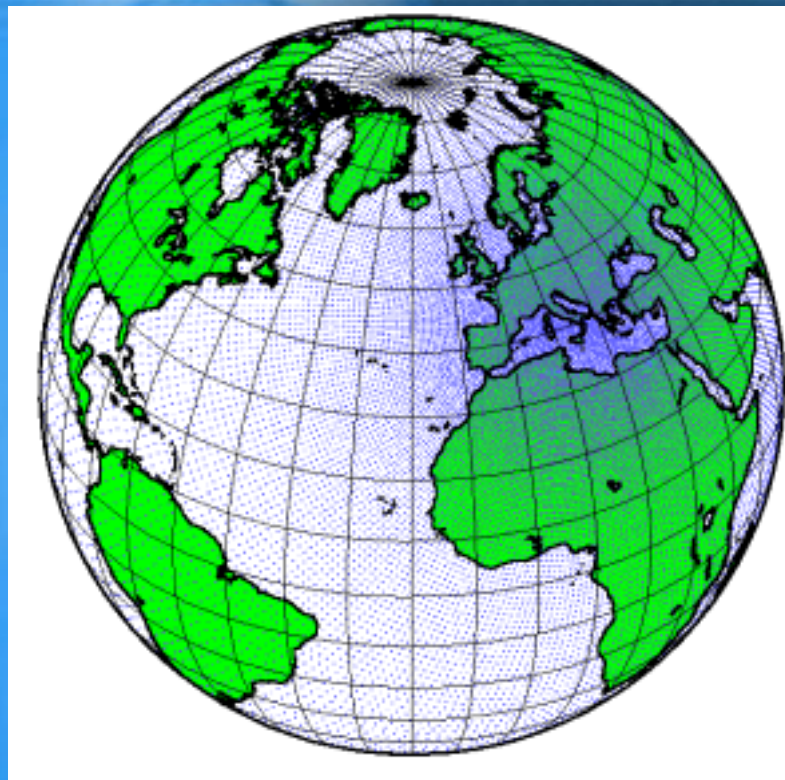


Comment mieux simuler le climat du futur?

How well can the climate of the future be simulated?

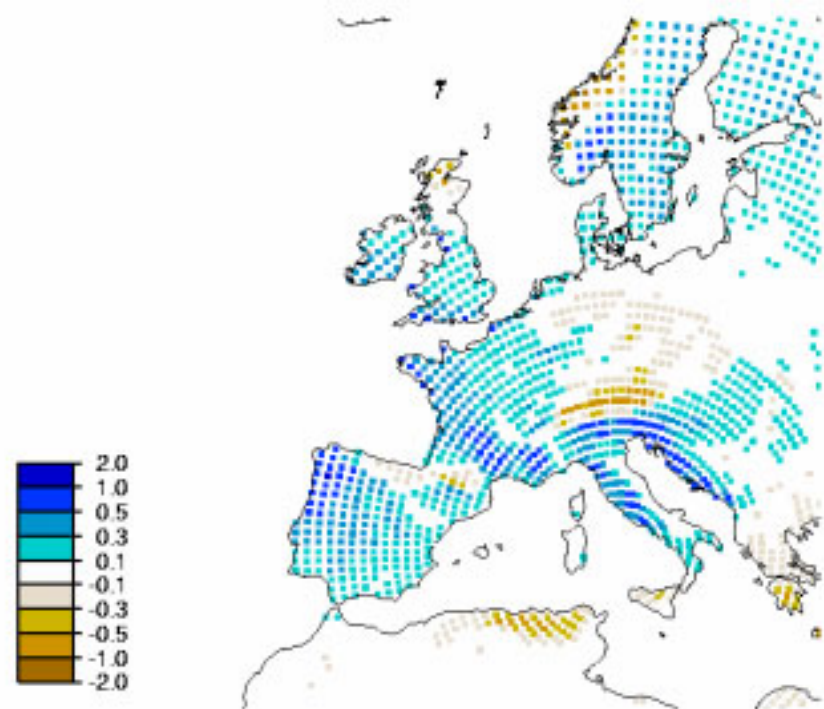
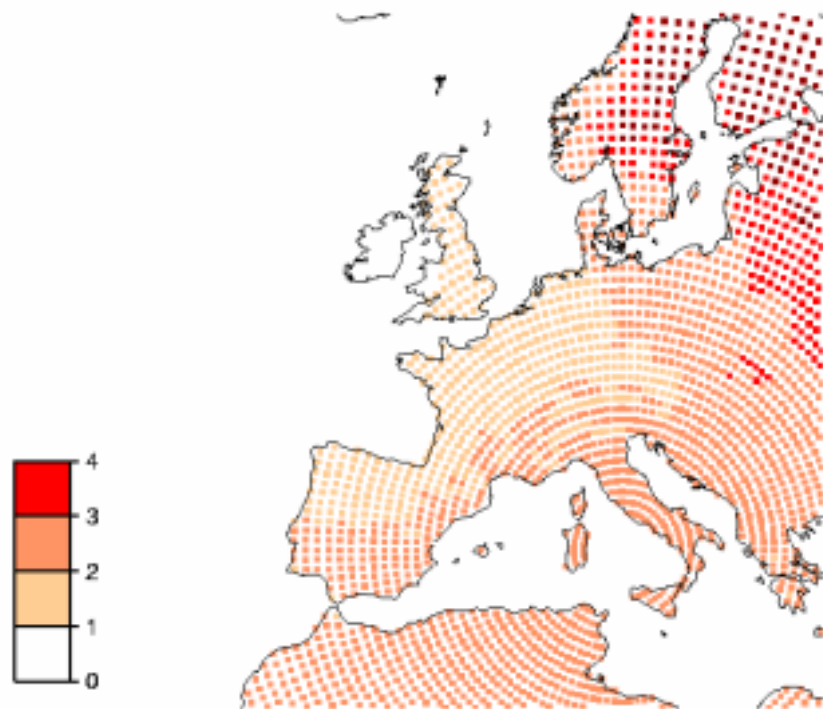
- **Améliorer les modèles de circulation générale**
 - *Improve the general circulation models*
- **Nécessité et difficulté des études régionales**
 - *Necessity and difficulty of regional studies*
- **Que disent les modèles sur les changements régionaux?**
 - *What do models say about regional climate change ?*
- **Améliorer la significativité des variables prédites**
 - *Improve the significance of the predicted variables*

Une maille variable permet la régionalisation
A stretched mesh allows regional-scale modelling



Anomalie hivernale de température et de précipitations à la fin du 21^e siècle d'après le modèle Arpège-Climat implémenté à partir du scénario B2 de l'IPCC

Anomalies in average temperature and precipitation forecasts for the end of the 21st century using the IPCC B2 scenario and the Arpège-Climate model in winter



Améliorer la significativité des variables prédites

Improve the significance of the predicted variables

Elargissement de la gamme de variables

 *Elargement of the range of variables*

- **Valeurs extrêmes**

- *Extreme values*

- **Durée de la période simulée**

- *Duration of the simulated period*

La prévision du rendement

The production forecast

- Les modèles agronomiques

 - *The agronomical models*

- Techniques de spatialisation

 - *Spatial applications of crop models*

Modèle de production

Crop model

Développement

Development

Croissance aérienne

Aerial growth

Elaboration du rendement

Elaboration of yield

Interface techniques culturales-culture-sol

Management of interactions between culture techniques and the soil-crop system

Croissance racinaire

Root growth

Bilan hydrique

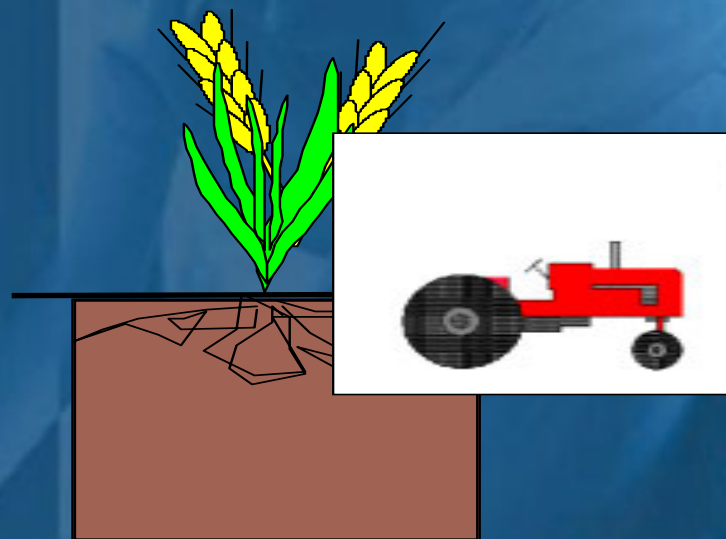
Water balance

Bilan azoté

Nitrogen balance

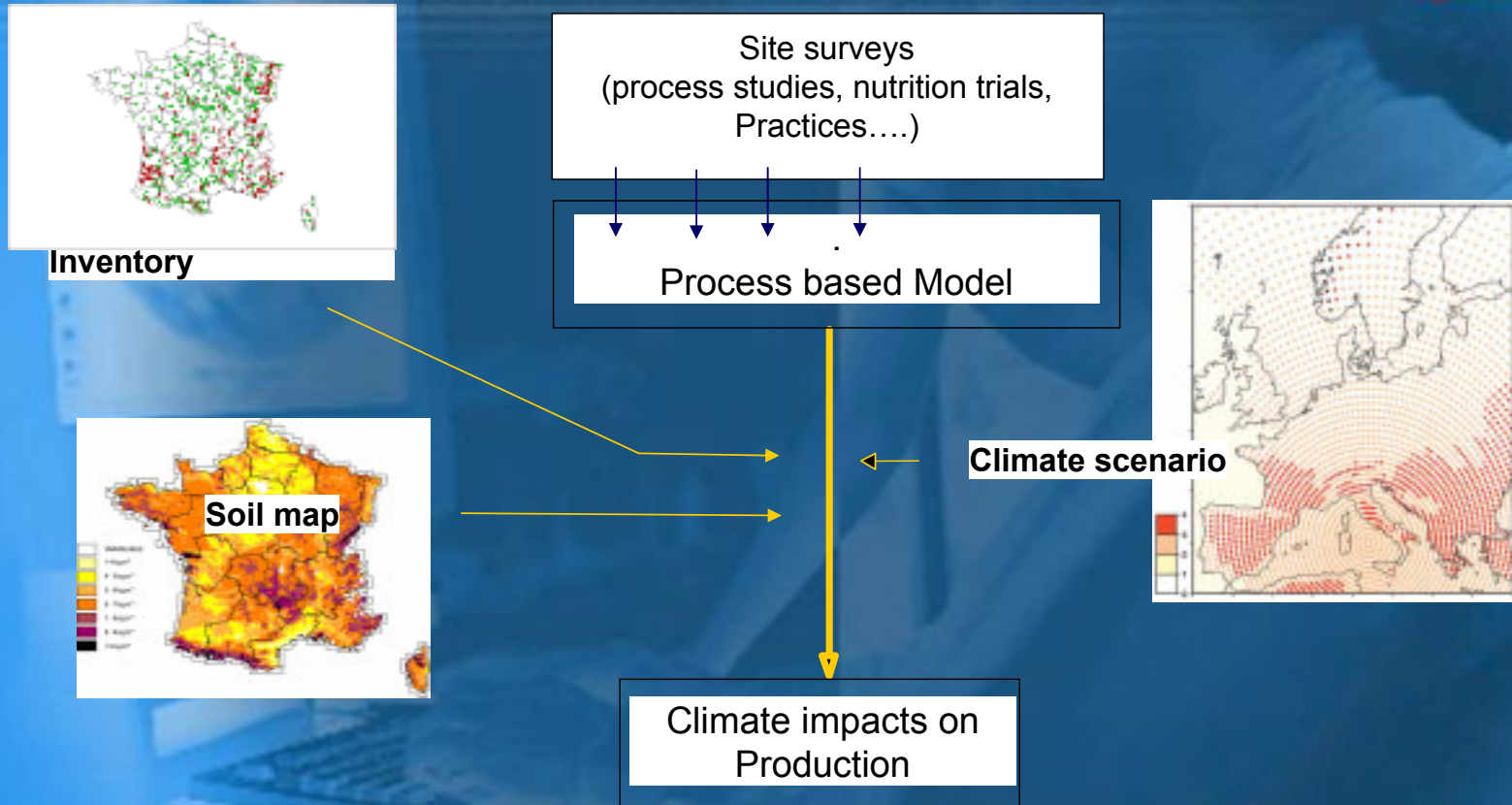
Transferts eau, nitrates, chaleur

Soil transfers



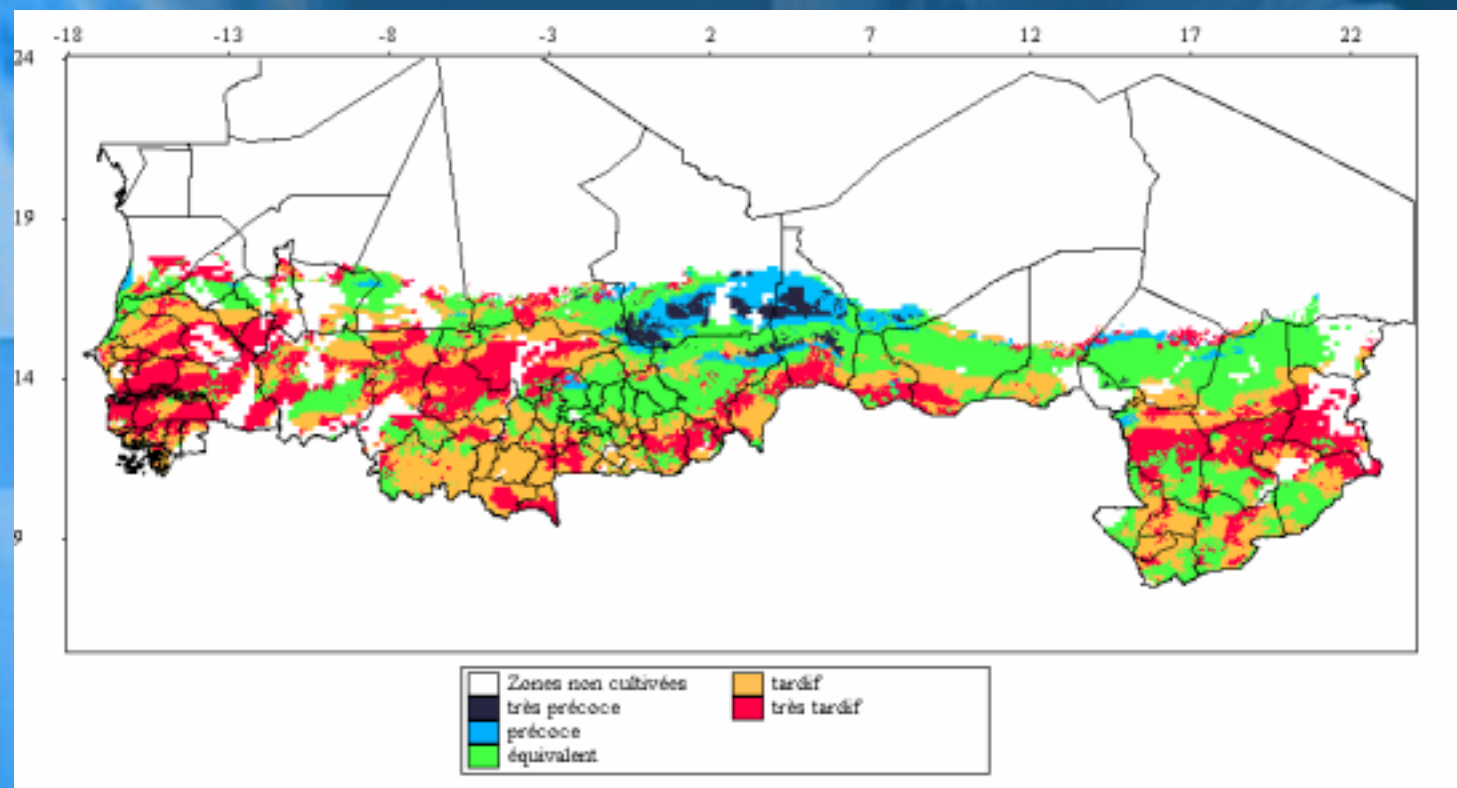
Modéliser les impacts du climat

Integrated process for climate impacts



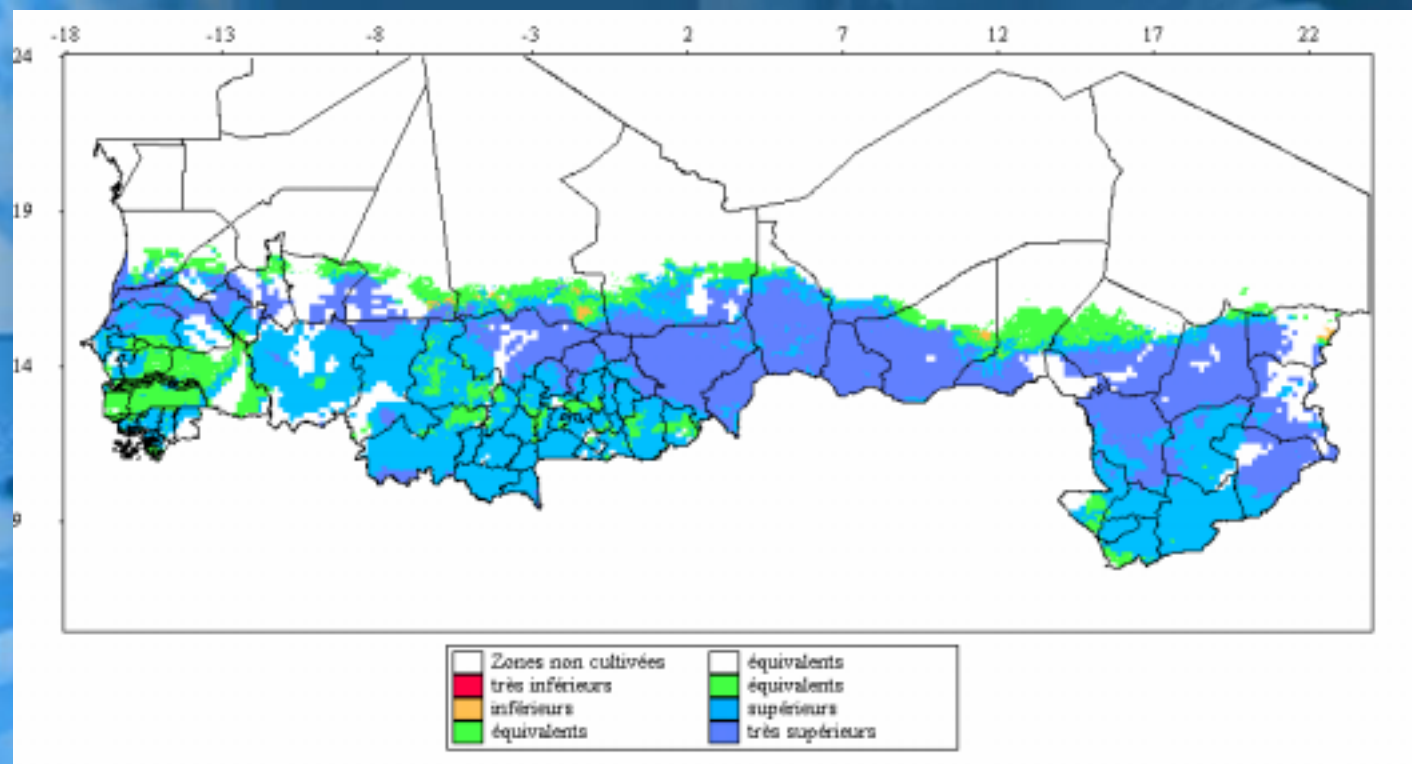
Comparaison des dates de semis réussis du mil en 1998 avec celles de la moyenne (1961 à 1990).

*A map of millet successful sowing dates differences between
1998 and an average 1961-1990*



Comparaison des rendements estimés de mil, en 1998, par rapport à ceux de la moyenne (1961 à 1990)

A map of millet yields differences between 1998 and an average 1961-1990



Le développement des parasites, ravageurs et adventices

The development of parasites, pests and weeds

■ Effet direct sur le cycle biologique des parasites

■ *a direct effect on the biological cycle of the parasites*

■ Effet sur l'interaction hôte-parasite

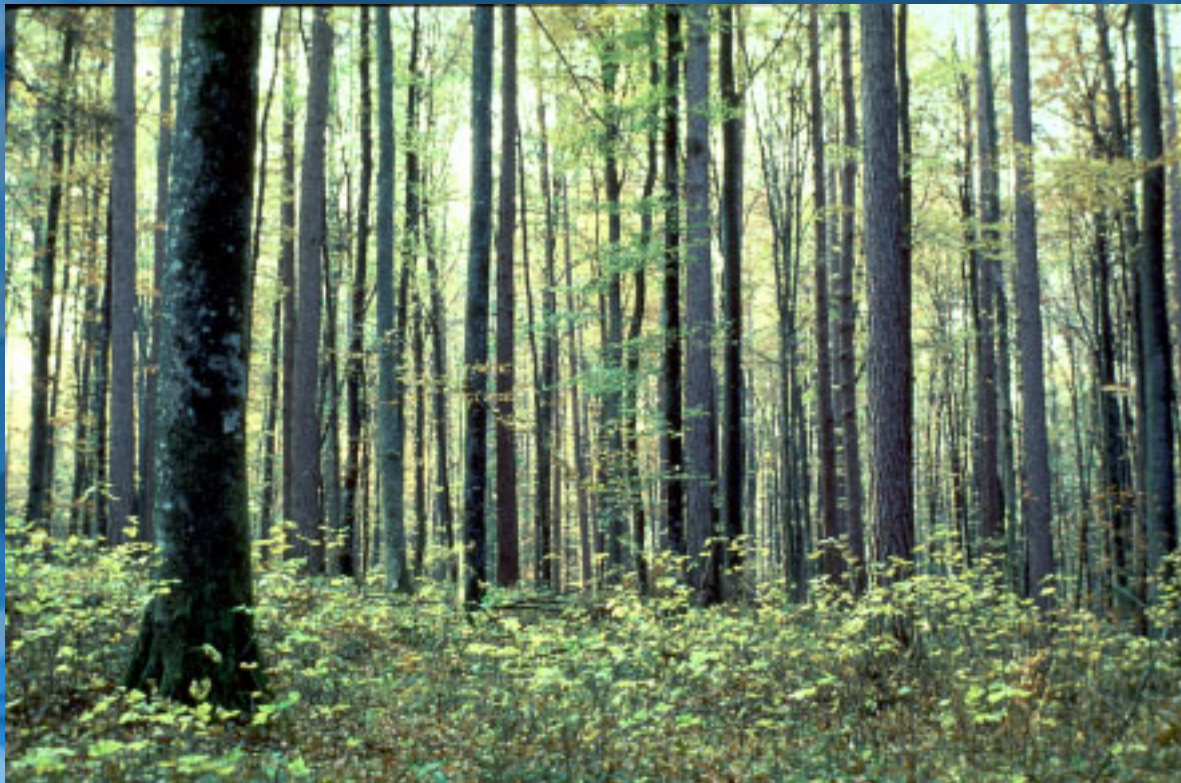
■ *an effect on host-parasite interaction*

→ Utilisation de modèles épidémiologiques couplés à des modèles de production

Use of epidemiological models linked to simulation crop models

Changement climatique et sylviculture

Climate change and forestry



La forêt, un écosystème particulier

Forest is a specific ecosystem

■ Une forte longévité : faible capacité d'adaptation

■ *High longevity : poor adaptability*

■ Puit de carbone : effet sur le climat

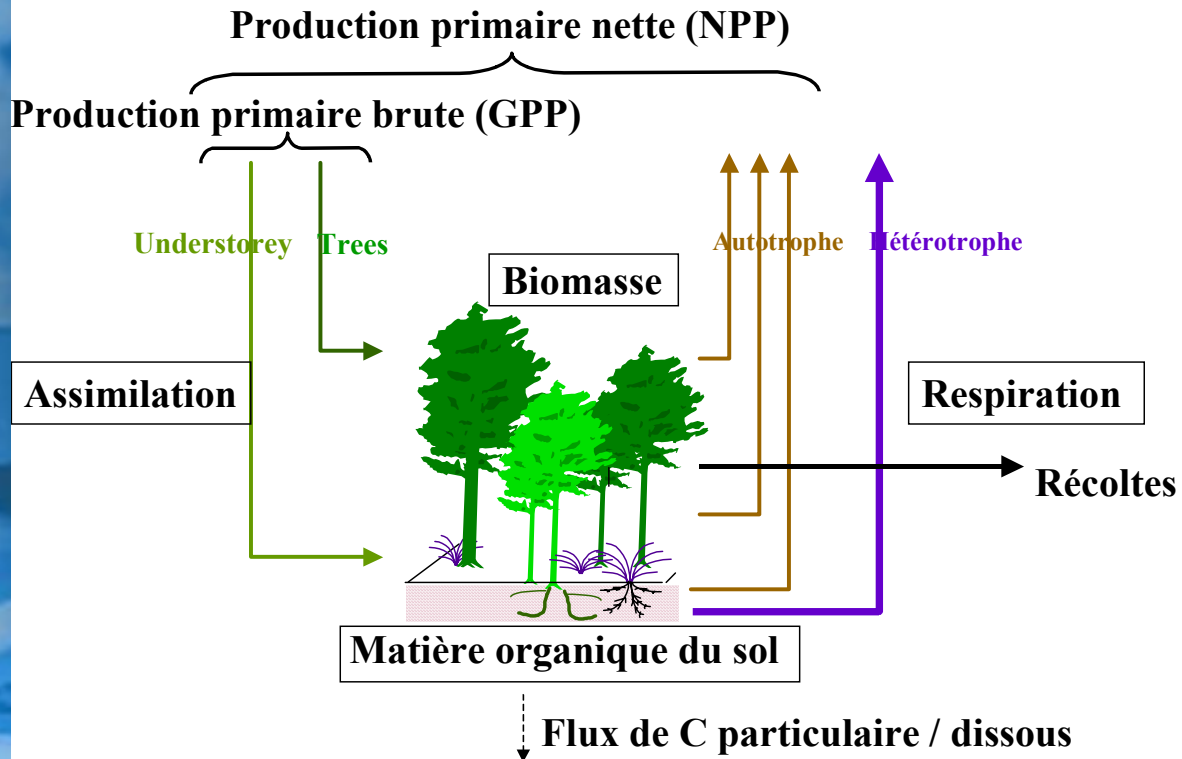
■ *Forest is a carbon sink : interaction with the climate*

➡ Nécessité d'anticiper la réponse des peuplements
A need to anticipate the response of the stands

Modéliser le flux de carbone

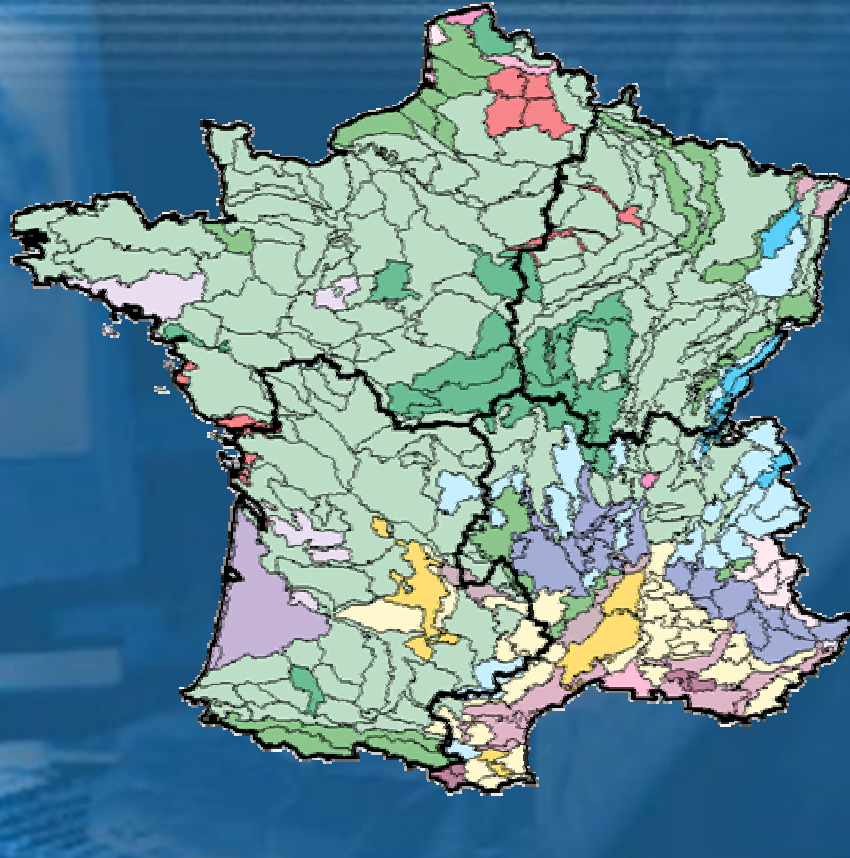
Modelling Carbon fluxes

Flux de CO₂ entre la forêt, la lithosphère et l'atmosphère



La nécessité d'une modélisation fine

The need of a regional-scale modelling



Données IFN

*Data from the French
Forest Inventory*

Hétérogénéité de la forêt française (représentation des essences principales)

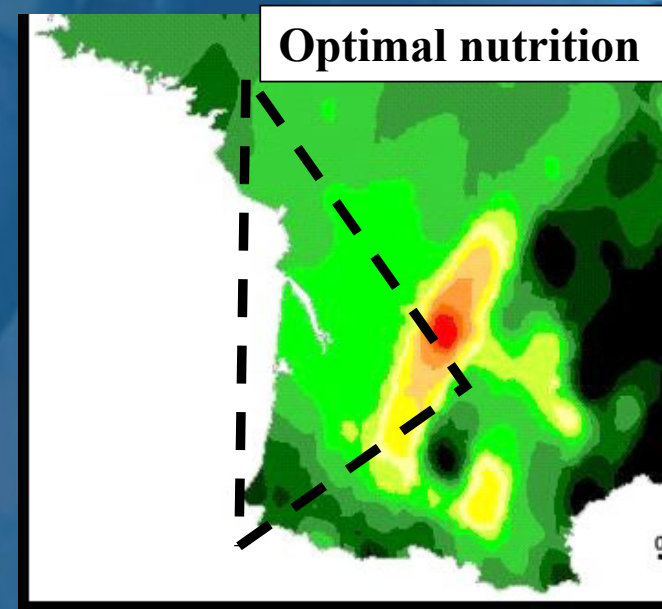
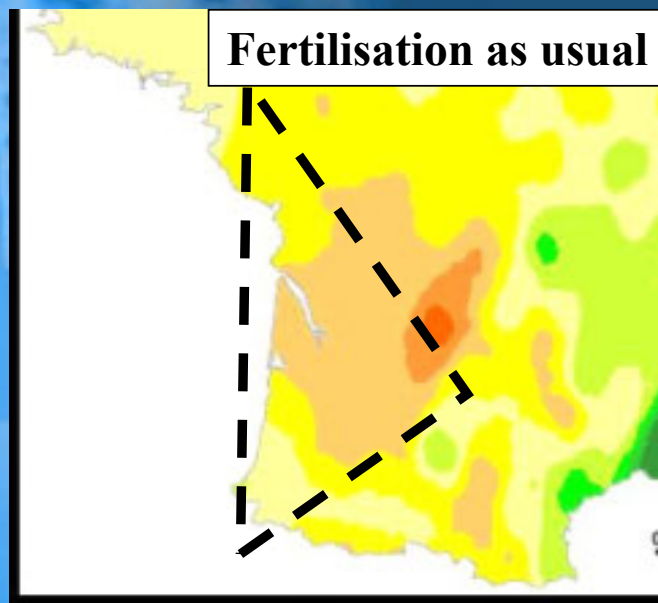
Heterogeneity of the French forest

Exemple d'apport de la modélisation

Modelling give new insights about forestry

Anomalie 1960-2100 de NPP pour le Pin dans le Sud-Ouest de la France

Model-predicted 1960-2100 NPP anomaly of the French Pine forest



CONCLUSION

- Nécessité d'utiliser des simulations climatiques à l'échelle spatiale des peuplements et des variables plus pertinentes
 - *Downscaling Climate models and modelling more useful variables*
- Vers une utilisation généralisée de couplages entre les modèles agronomiques/épidémiologique et les GCMs
 - *Coupling agronomical/epidemiological models and GCMs*
- Nécessité d'une prise en compte rapide des tendances simulées dans les schémas de gestion des espèces pérennes
 - *Taking into account forecast trends in perennial species management plans*