

Modéliser le stockage de carbone à long terme d'une forêt mélangée en réponse au changement climatique : une approche par méta-modélisation

G Simioni, G Marie, R Huc

Ecologie des Forêts Méditerranéennes – URFM, INRA, Avignon

► Vendredi 20 novembre 2015



Contexte socio-économique

- Certaines forêts en forte expansion
(ex. surface pin d'Alep x 6.5 depuis fin XIXe siècle)
d'autres en régression (ex. sapin pectiné)
- augmentation de la demande en bois (bois-énergie)
- peu de travaux de simulations avec modèles biophysiques
- mise en place de réseaux d'observations des écosystèmes
- la zone sous climat méditerranéen va s'étendre

Site expérimental de Font-Blanche

Près d'Aubagne (Bouches-du-Rhône)
Précipitations annuelles ~625 mm
Forêt **mélangée hétérogène** pin d'Alep/chêne vert

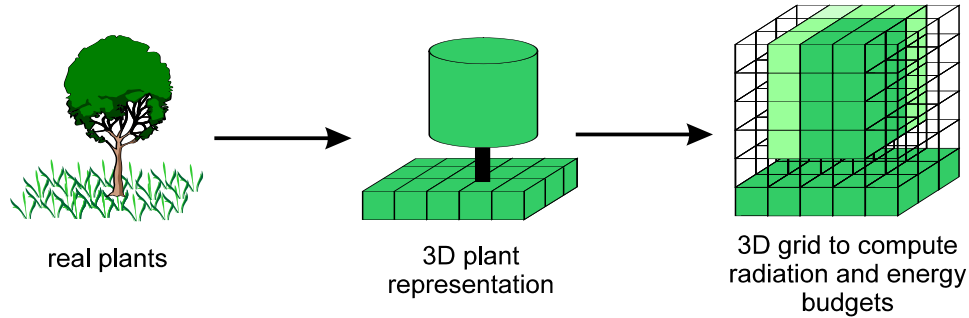
Bilans carbone et eau

Lancé en 2007

Réseaux SOERE F-ORE-T
ICOS (Integrated Carbon
Observation System)



Modèle NOTG



NOTG = “Not Only TREE/GRASS” (TREEGRASS Simioni et al. 2000)

Mécaniste :

Interception lumière, photosynthèse, transpiration, phénologie, croissance,
bilan hydrique du sol, décomposition de la matière organique...

Individu-centré

Multispécifique (sempervirents, décidus, ...)

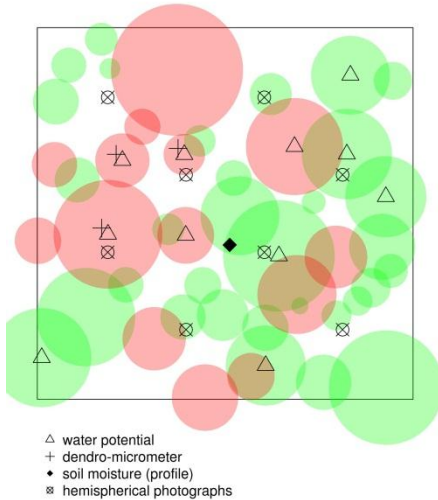
Spatialement explicite

Pas de temps: heure/jour

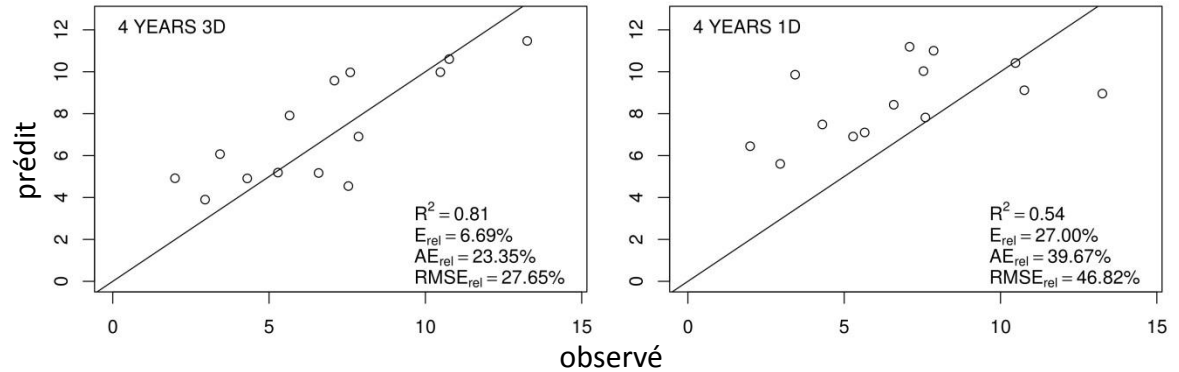
Echelles d'application: parcelle (25 x 25 m), quelques années

Modèle NOTG

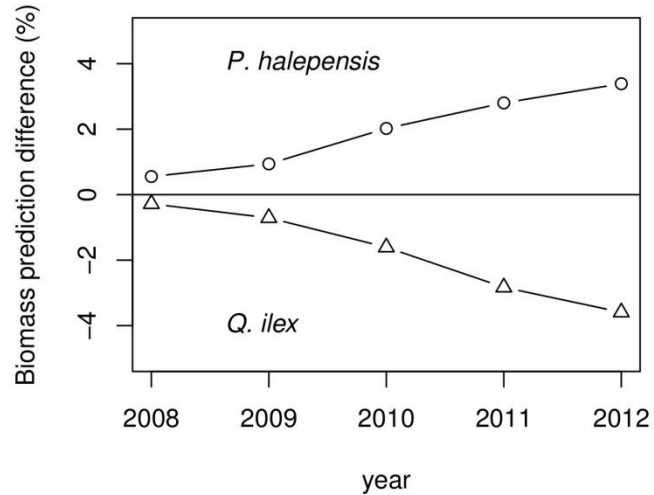
Simulation map



Gain en circonférence (%)



Simulations confirment l'influence de la structure spatiale



Non prise en compte de la structure spatiale
-> erreur qui s'amplifie avec le temps

MAIS 5 années simulées = 12H de calcul

Modèle peu adapté à des simulations à long terme

Changer d'échelle sans perte de détail ?

Stratégies de changement d'échelles

- force brute;
- échantillonnage et extrapolation;
- simplification;
- méta-modélisation :

$$g(x) \approx f(x) = y$$

$g(x)$: approximation statistique

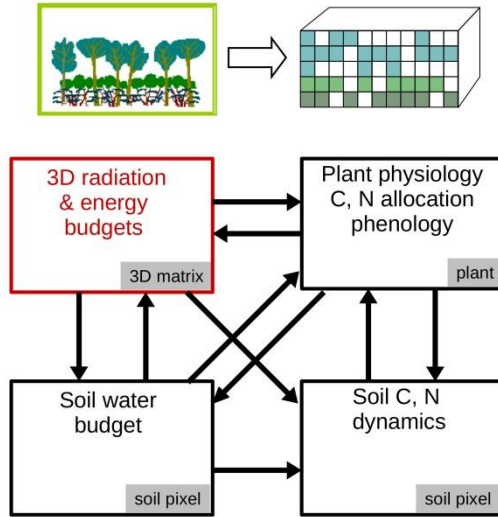
$f(x)$: modèle

X : données d'entrée

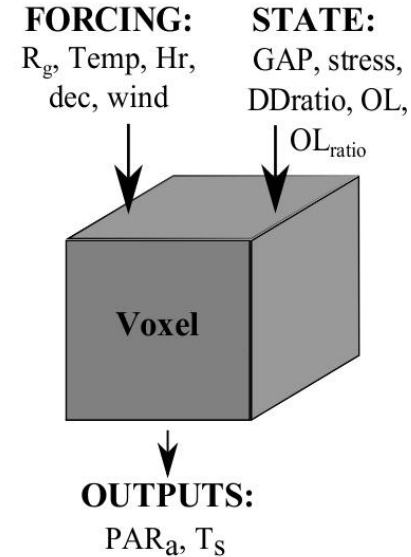
Méta-modélisation de NOTG (Marie et al. 2014)

Etapes	Options	Critères
1. Définition d'une stratégie	Globale Fragmentée Locale	Structure du modèle Profil du coût informatique
2. identification des E/S	Exhaustives Sélectives Agrégées	Domaine d'utilisation visé Précision recherchée
3. Création d'un jeu de données	Complet Factoriel "Space filling"	Nombre d'entrées Temps de calcul du modèle
4. Calibration de(s) méta-modèle(s)	Régression linéaire Régression polynomiale Réseau de neurones	Temps de calcul du méta-modèle Précision recherchée Type de relation E/S
5. Test de(s) méta-modèle(s)	Global Multi-échelles	Erreur de propagation Précision recherchée Nombre de sorties

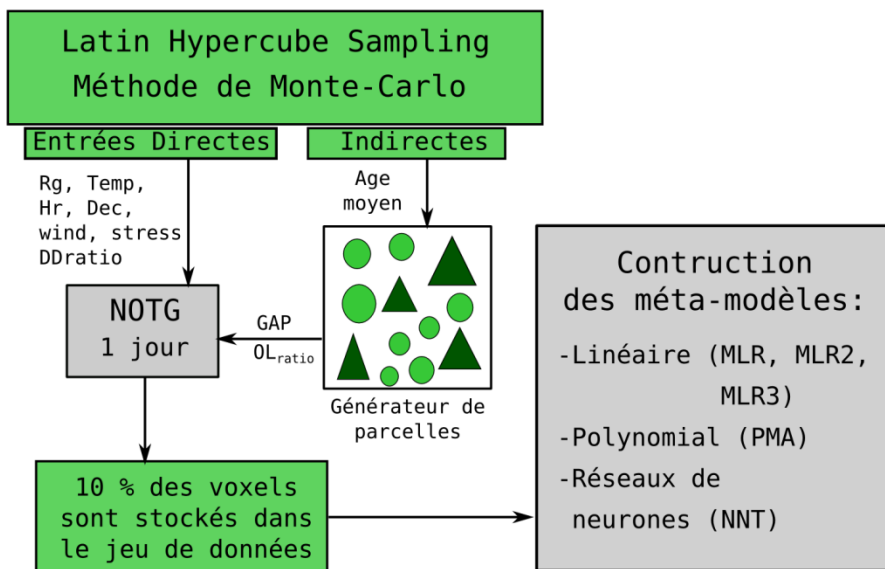
1. Définition d'une stratégie



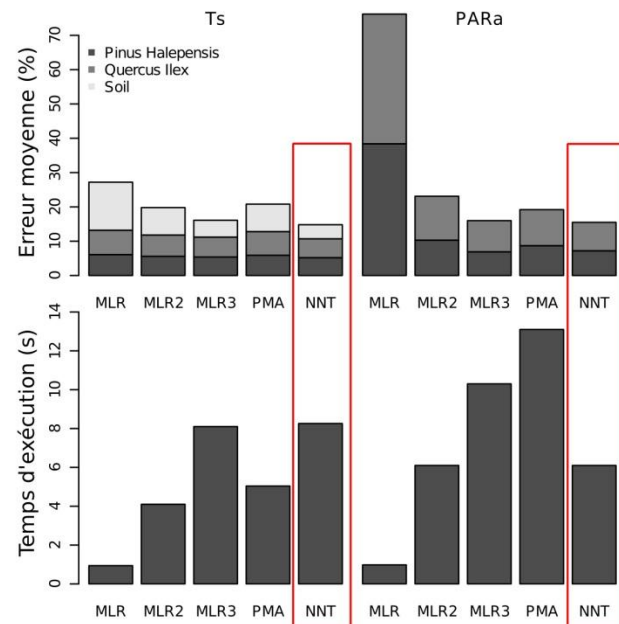
2. Identification des Entrées/Sorties



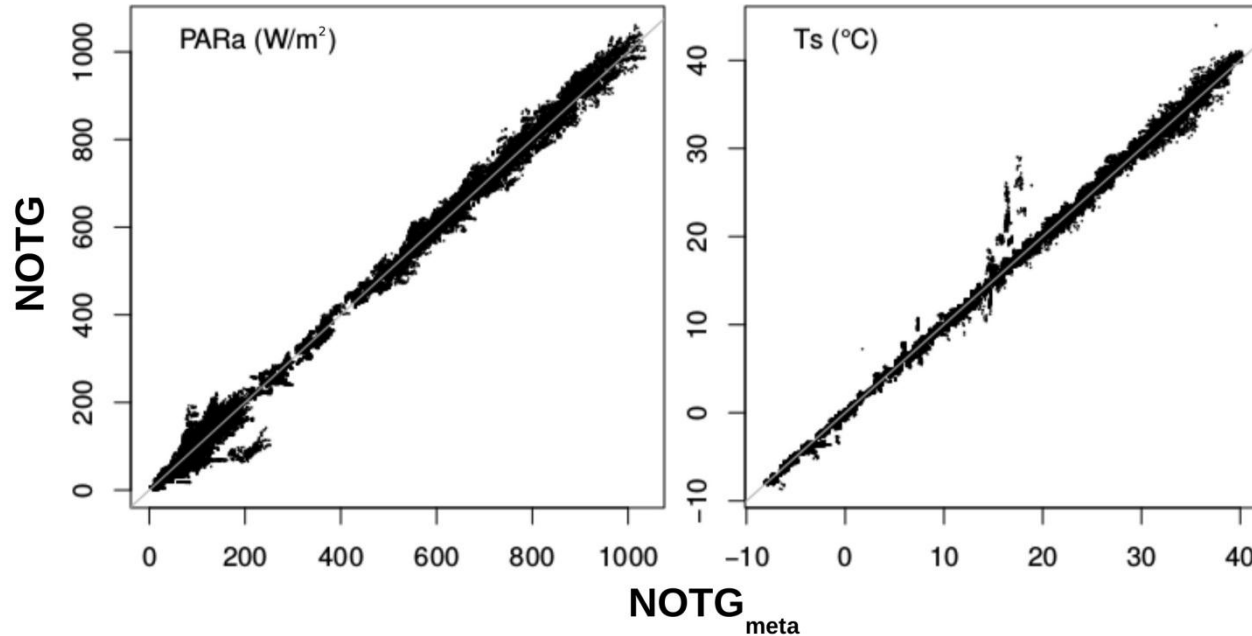
3. Création d'un jeu de données



4. Construction des méta-modèles

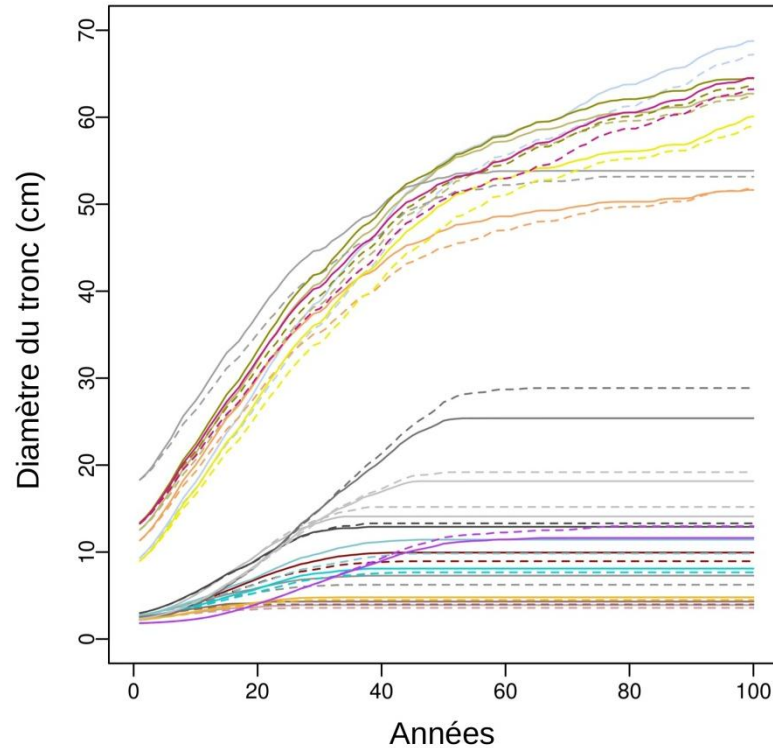


5. Test des méta-modèles – exemple échelle du voxel

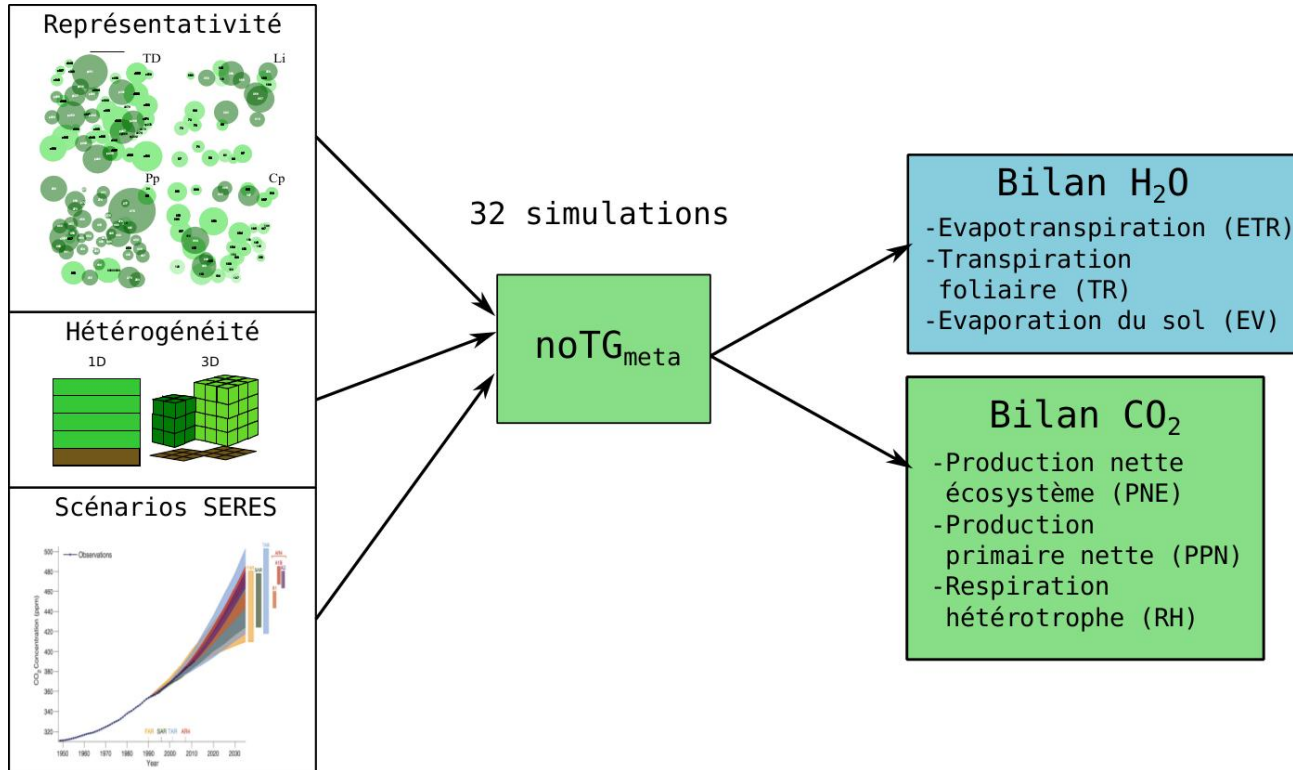


5. Test des méta-modèles - échelle de l'arbre

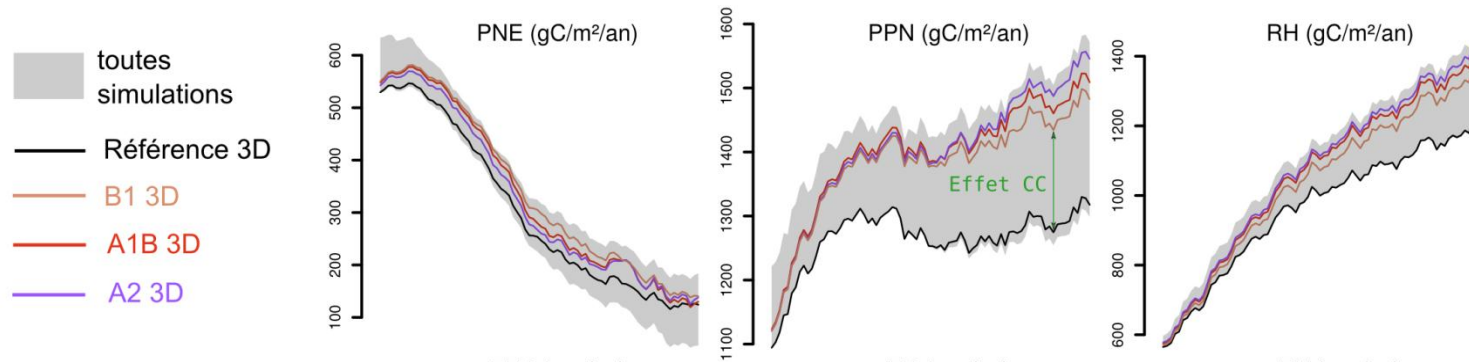
Version méta-modèle :
60 x plus rapide



Simulations à l'échelle du siècle



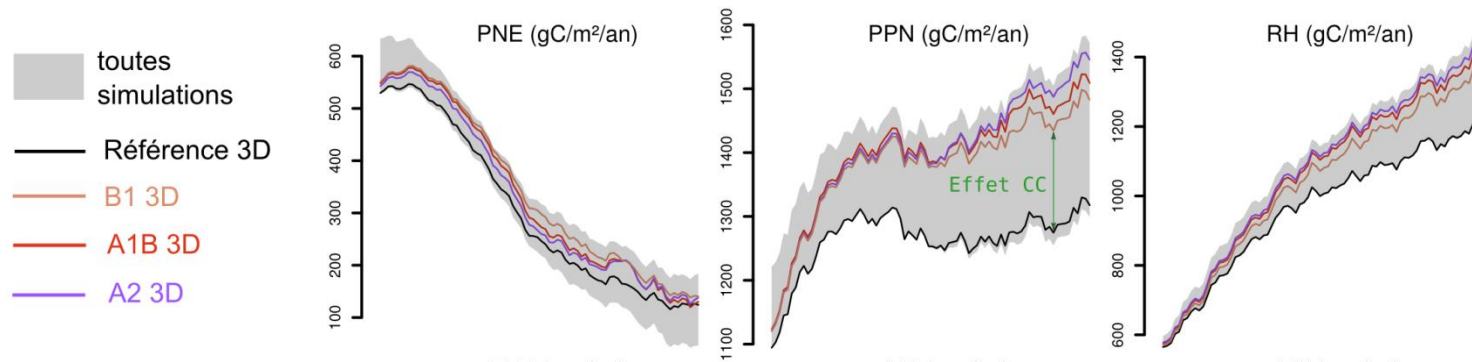
Simulations à l'échelle du siècle



Quel que soit le scénario climatique :

- Forte augmentation puis stabilisation de la production primaire (PPN)
- Augmentation continue de la respiration hétérotrophe (RH émissions de carbone par décomposition de la matière organique)
- Diminution du stockage de carbone au cours du temps (PNE)

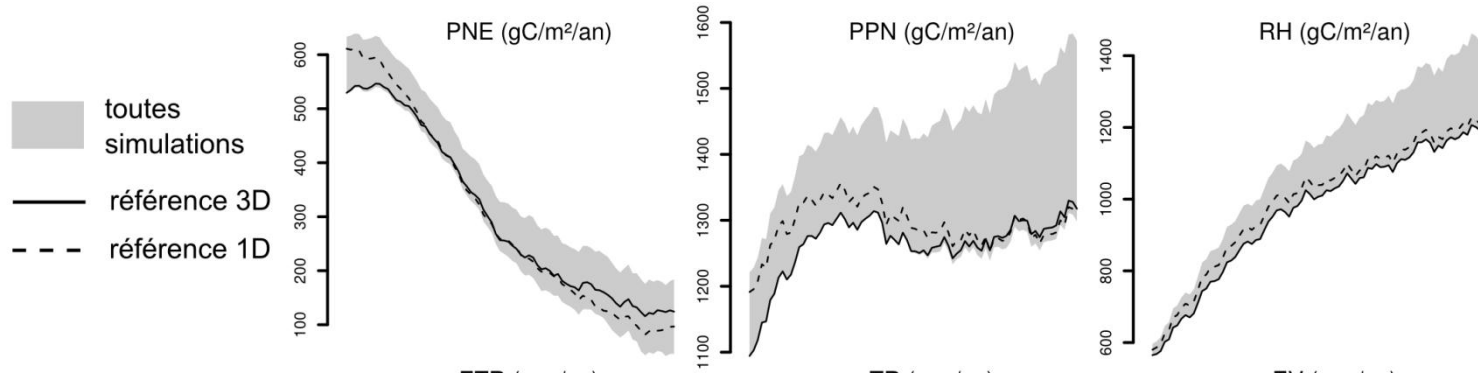
Simulations à l'échelle du siècle



Effet positif du changement climatique sur :

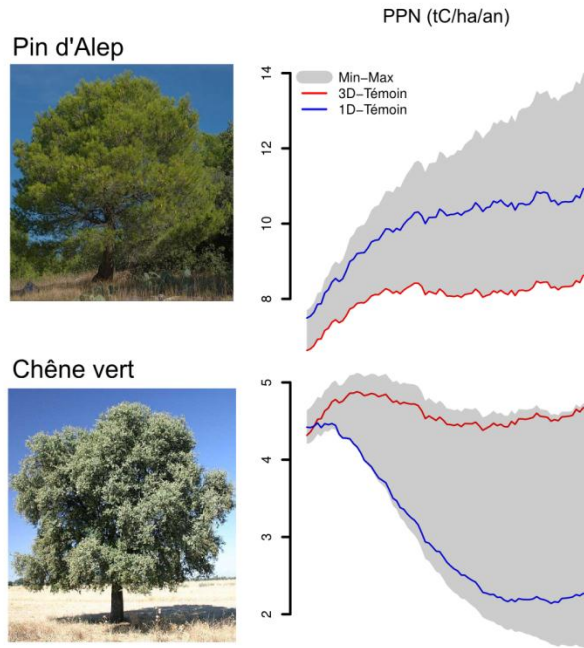
- production primaire : saison de croissance plus longue + effet fertilisant du CO₂
 - respiration hétérotrophe : plus de matière organique + décomposition plus rapide
- Effet positif plus léger sur le stockage de carbone

Simulations à l'échelle du siècle



Peu d'effet de la structure spatiale à l'échelle de la forêt

Simulations à l'échelle du siècle



Effet important
de la structure
spatiale à
l'échelle des
espèces

Conclusion

- Le changement climatique aurait un effet positif sur la croissance et le stockage de carbone.
- Le stockage diminuerait au cours du temps (maturation de la forêt).
- Importance de la structure spatiale pour prédire l'évolution du mélange d'espèces.
- Il est possible de faire du changement d'échelles dans perte de détail.

Merci !

