

Projet ANR Blanc 2007 « MIST »

Modelling the Isotope Signals in Trees

(www.inra.fr/projet_anr_mist)

Contexte de l'étude



IsoNET = Réseau européen de dendroclimatologie isotopique: chronologies (>400ans) des variations $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ et $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ de la cellulose du bois

Signaux reproductibles, même en vallée (c.-à-d. loin de la « tree line ») ... mais ... besoin d'une **interprétation mécaniste** pour séparer les « drivers » climatiques ou anthropiques (rayonnement diffus, land use, pollution)

Contexte de l'étude

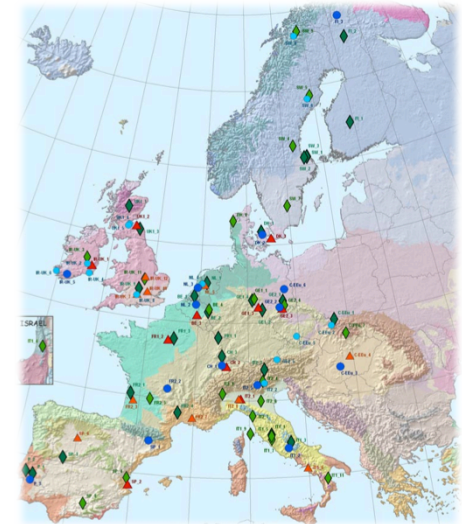


IsoNET = Réseau européen de dendroclimatologie isotopique: chronologies (>400ans) des variations $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ et $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ de la cellulose du bois

Signaux reproductibles, même en vallée (c.-à-d. loin de la « tree line ») ... mais ... besoin d'une **interprétation mécaniste** pour séparer les « drivers » climatiques ou anthropiques (rayonnement diffus, land use, pollution)

CarboEurope = Réseau européen de mesures continues (>10ans) des échanges d'énergie, d'eau et de CO_2 entre atmosphère et biosphère continentale

Compréhension mécaniste du fonctionnement des écosystèmes ... mais ... besoin de mieux caractériser les **variations interannuelles** à long terme (10-100 ans)



Objectifs du projet MIST

Le projet MIST visait trois objectifs:

- caractériser, à l'aide de **mesures intensives** conduites sur un site du réseau CarboEurope, les teneurs isotopiques des principaux réservoirs et flux intervenant lors de la formation du bois (CO₂ de l'air, eau des précipitations, du sol, du xylème et des feuilles, sucres phloémiens et foliaires, photosynthèse, respiration et cellulose),

Objectifs du projet MIST

Le projet MIST visait trois objectifs:

- caractériser, à l'aide de **mesures intensives** conduites sur un site du réseau CarboEurope, les teneurs isotopiques des principaux réservoirs et flux intervenant lors de la formation du bois (CO₂ de l'air, eau des précipitations, du sol, du xylème et des feuilles, sucres phloémiens et foliaires, photosynthèse, respiration et cellulose),
- développer, à l'aide des mesures précédentes, un **modèle mécaniste** générique des signaux isotopiques enregistrés dans la cellulose du bois et

Objectifs du projet MIST

Le projet MIST visait trois objectifs:

- caractériser, à l'aide de **mesures intensives** conduites sur un site du réseau CarboEurope, les teneurs isotopiques des principaux réservoirs et flux intervenant lors de la formation du bois (CO_2 de l'air, eau des précipitations, du sol, du xylème et des feuilles, sucres phloémiens et foliaires, photosynthèse, respiration et cellulose),
- développer, à l'aide des mesures précédentes, un **modèle mécaniste** générique des signaux isotopiques enregistrés dans la cellulose du bois et
- tester l'apport du nouveau modèle sur de « longues » chronologies isotopiques (100 ans) pour reconstruire et étudier la réponse physiologique de différentes essences en Europe aux variations climatiques passées.

Consortium

modélisation
micrométéorologie
membre de CarboEurope

EPHYSE
INRA Bordeaux

dendroclimatologie
isotopique
membre d'IsoNET

LSCE
Cnrs Gif/Yvette

biogéochimie
isotopique

BIOEMCO
Cnrs Grignon

School Geosciences
Univ. Edinbough (UK)

Fac. Metabolomics
Univ. Freiburg (D)

écophysiologie
membre de CarboEurope

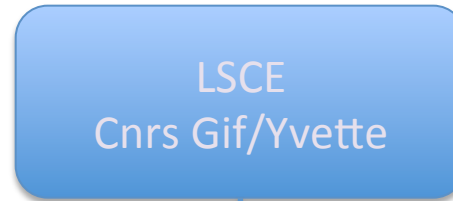
métabolomique
isotopique

Consortium

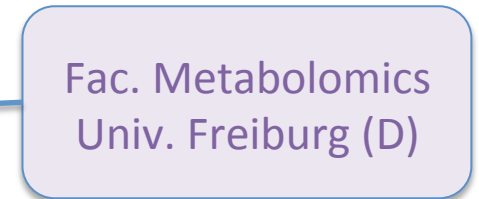
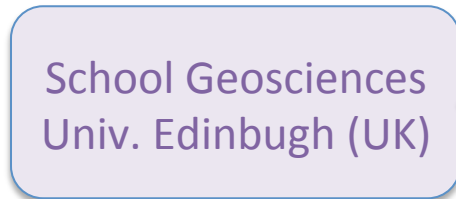
modélisation
micrométéorologie
membre de CarboEurope



dendroclimatologie
isotopique
membre d'IsoNET



biogéochimie
isotopique



écophysiologie
membre de CarboEurope

site d'étude commun
Landes de Gascogne

métabolomique
isotopique

Méthodologie

1. Mesures continues des échanges de $^{12}\text{CO}_2$, $^{13}\text{CO}_2$ et CO^{18}O par spectromètre optique rapide (1Hz) couplé à des chambres de photosynthèse ou respiration



Méthodologie

1. Mesures continues des échanges de $^{12}\text{CO}_2$, $^{13}\text{CO}_2$ et CO^{18}O par spectromètre optique rapide (1Hz) couplé à des chambres de photosynthèse ou respiration



2. Prélèvements mensuels d'échantillons (aiguilles, tiges, sol, vapeur, pluie) pour analyses isotopiques

3. Campagnes intensives

Méthodologie

1. Mesures continues des échanges de $^{12}\text{CO}_2$, $^{13}\text{CO}_2$ et CO^{18}O par spectromètre optique rapide (1Hz) couplé à des chambres de photosynthèse ou respiration



2. Prélèvements mensuels d'échantillons (aiguilles, tiges, sol, vapeur, pluie) pour analyses isotopiques

3. Campagnes intensives

4. Mesures à haute-résolution (15-40 fractions/cerne) de la teneur isotopique $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ et $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ de la cellulose du bois sur période de mesure des flux (1996-2008)

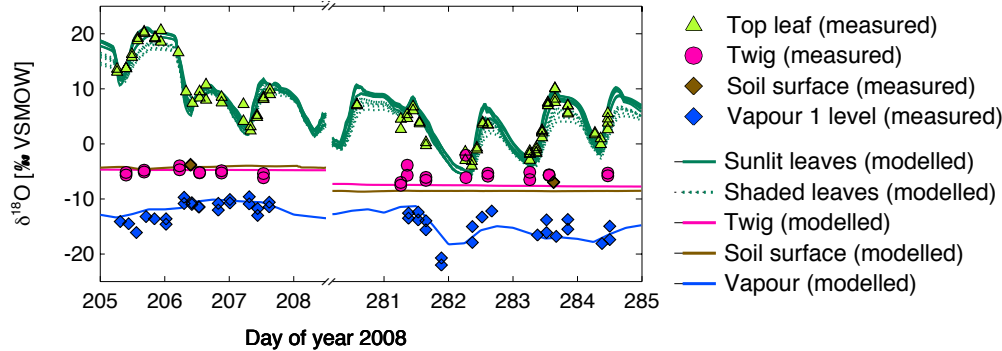


5. Modélisation mécaniste

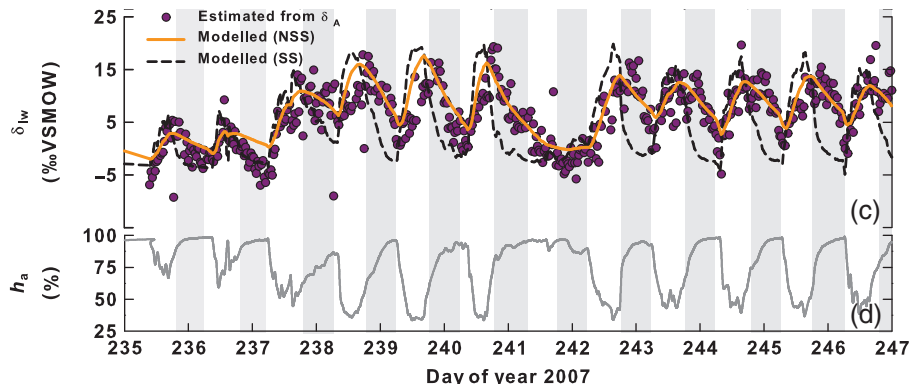
Résultats marquants

Un jeu de données unique pour tester les théories de discrimination isotopique lors de la photosynthèse, de la respiration ou de la transpiration des arbres

Wingate, Ogée et al. Plant Cell & Env. (in prep)

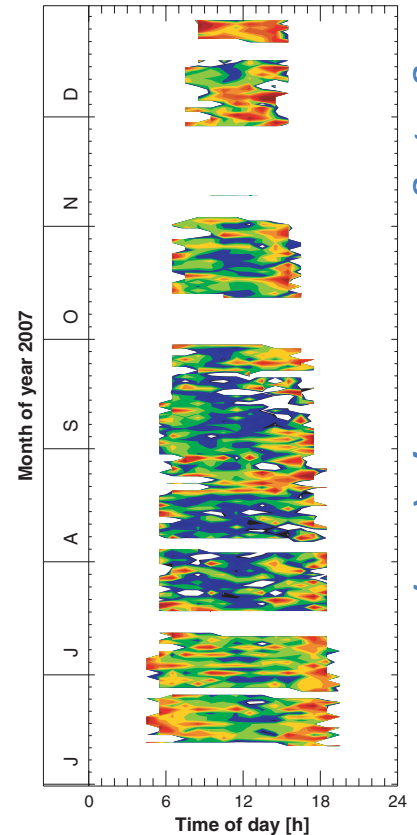


Wingate, Ogée et al. Glob. Change Biol. (2010)



Branch ^{13}C discrimination [‰]

10 15 20 25 30 35

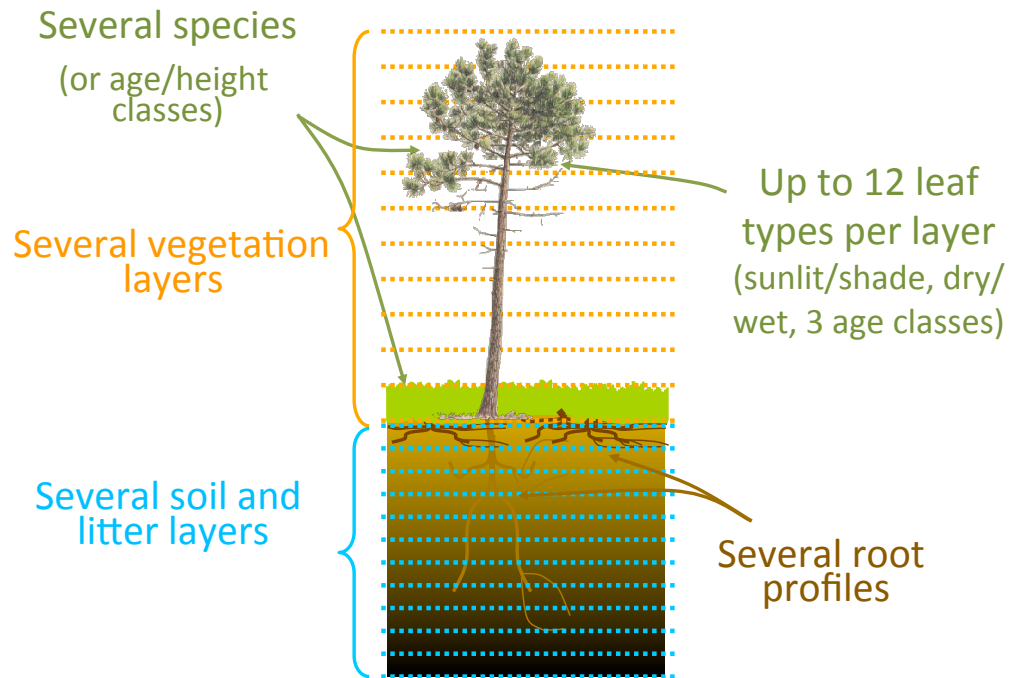
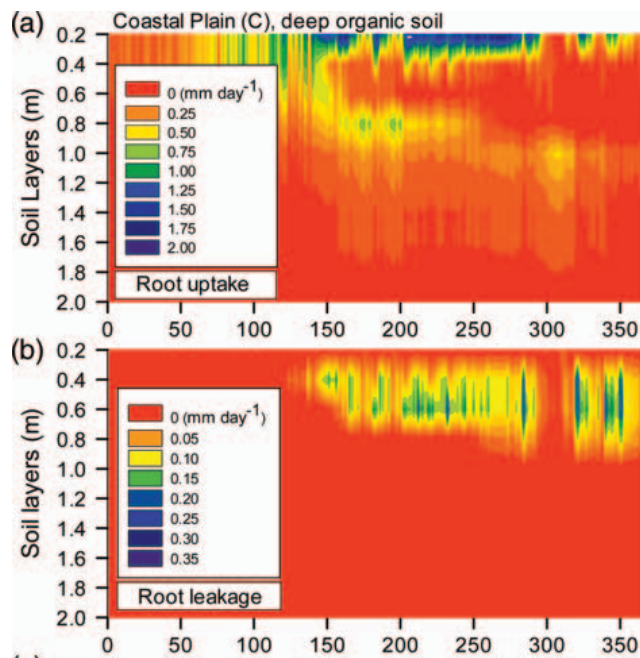


Wingate, Ogée et al. New Phyt. (2010)

Résultats marquants

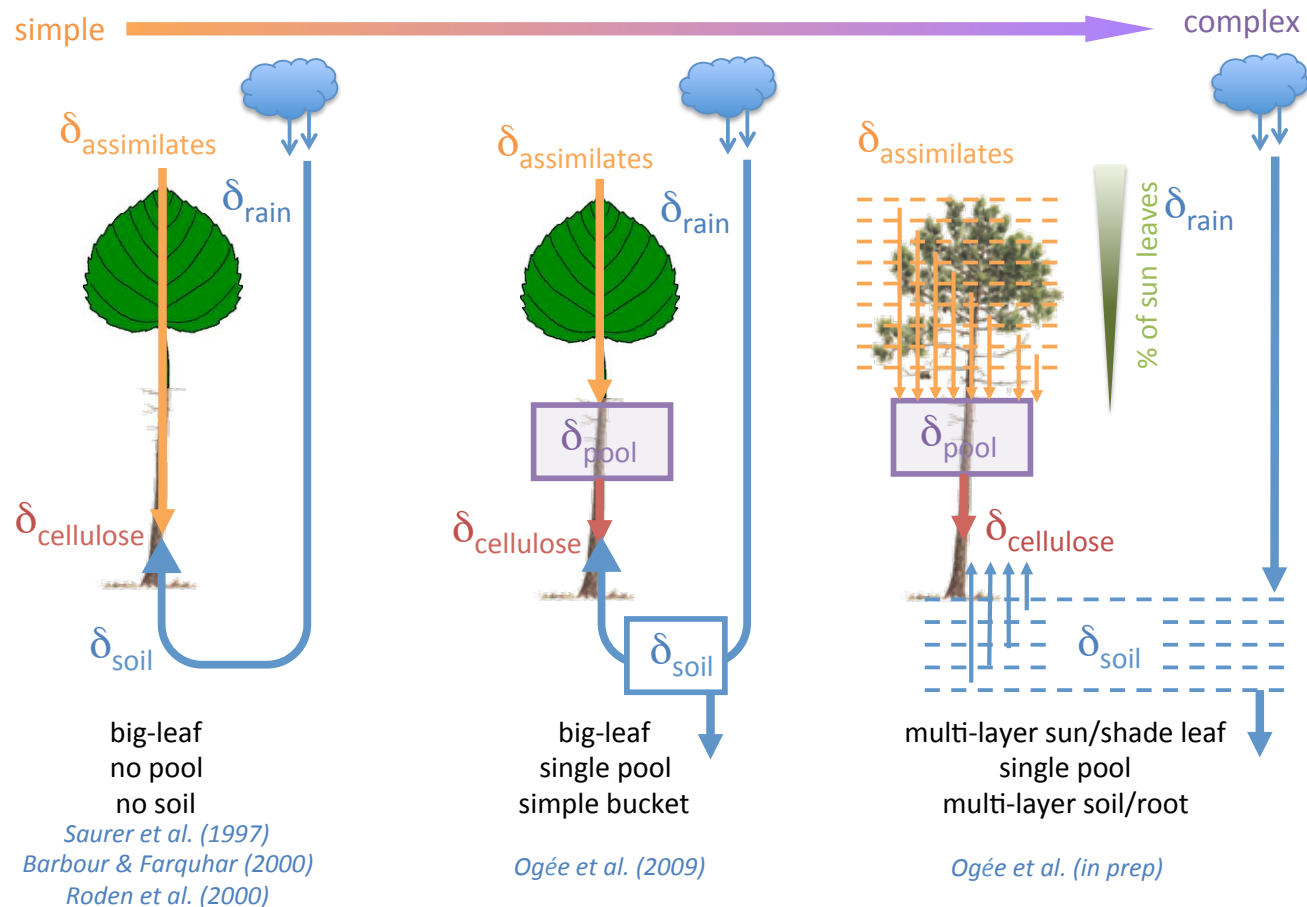
Un modèle multi-espèces, multicouches unique des échanges d'énergie, eau et CO₂ et de leurs isotopologues stables permettant d'interpréter les signaux isotopiques dans la cellulose en termes de climat et sylviculture

Domec, Ogée et al. Tree Phys. (2012)



Résultats marquants

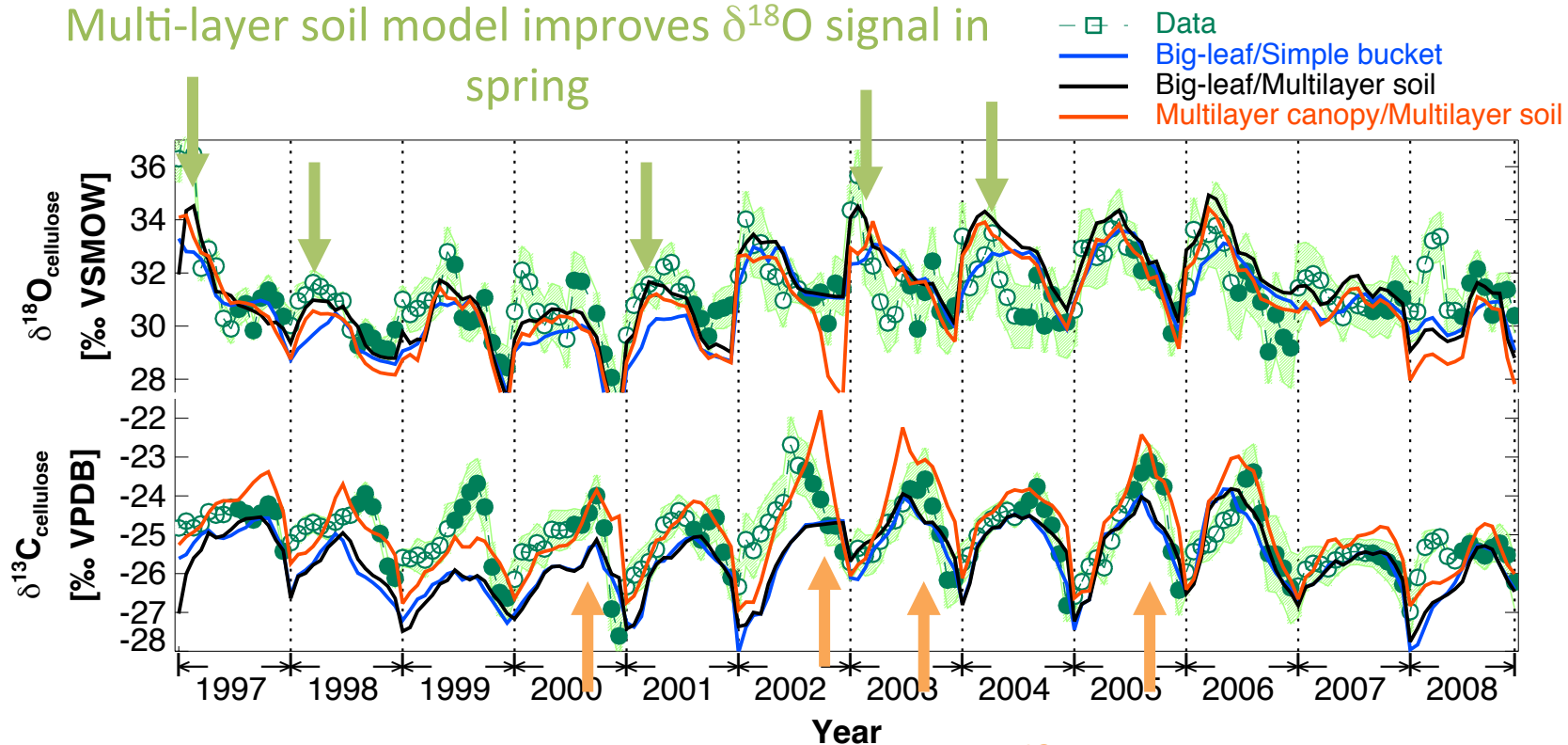
Un modèle multi-espèces, multicouches unique des échanges d'énergie, eau et CO₂ et de leurs isotopologues stables permettant d'interpréter les signaux isotopiques dans la cellulose en termes de climat et sylviculture



Résultats marquants

Un modèle multi-espèces, multicouches unique des échanges d'énergie, eau et CO₂ et de leurs isotopologues stables permettant d'interpréter les signaux isotopiques dans la cellulose en termes de climat et sylviculture

Multi-layer soil model improves $\delta^{18}\text{O}$ signal in spring



Multi-layer canopy model improves the $\delta^{13}\text{C}$ signal dynamics

Ogée et al. (in prep)

Perspectives

Applications du modèle sur d'autres sites européens et plus longues chronologies



Temperature gradient

Precipitation gradient

Varrïo, Finland

Pinus sylvestris

67°46'N 29°34'E



Hyytiälä, Finland

Pinus sylvestris

61°50'N 24°17'E



Tharandt, Germany

Picea abies

50°58'N 13°34'E



Le Bray, France

Pinus pinaster

44°43'N 00°46'E



Yatir, Israel

Pinus halepensis

31°20'N 35°03'E



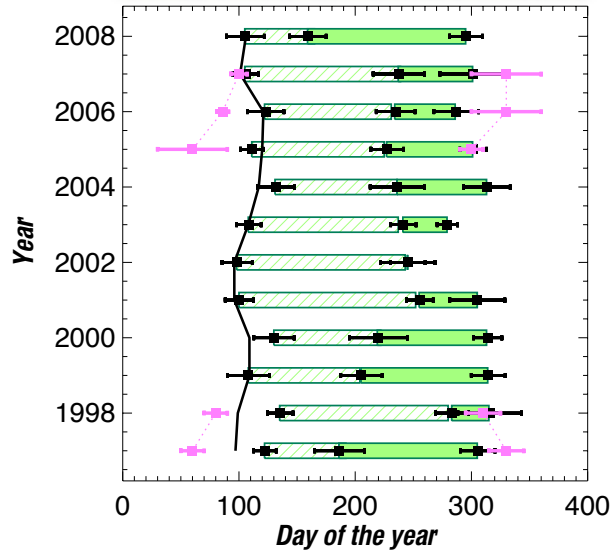
Perspectives

Applications du modèle pour reconstruire la xylogénèse... et la densité du bois

- budburst date
- ▨ earlywood formation
- ▨ latewood formation
- - - □ - - - DBH increase (from dendrometry)

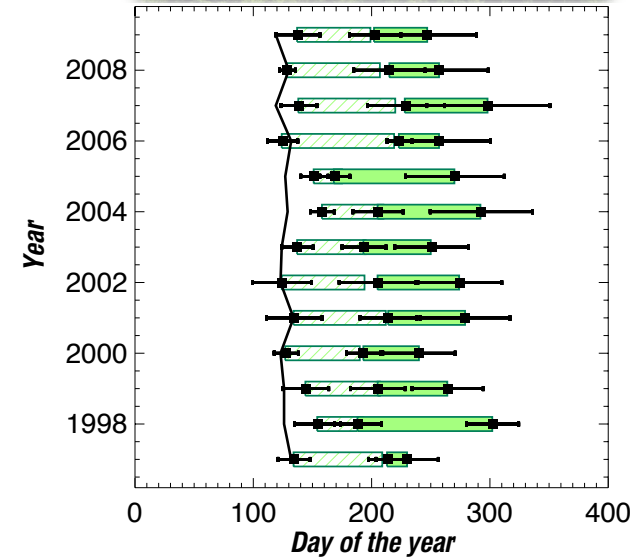
Le Bray, France

Pinus pinaster
44°43'N 00°46'E



Tharandt, Germany

Picea abies
50°58'N 13°34'E



Wingate et al. (in prep)

Perspectives

Applications du modèle pour reconstruction du climat mais aussi des épisodes de pollution (ozone,...) ou des pratiques (éclaircies,...)

