



HAL
open science

Xylome - Empreinte du changement climatique sur le bois de douglas

Philippe P. Rozenberg

► **To cite this version:**

Philippe P. Rozenberg. Xylome - Empreinte du changement climatique sur le bois de douglas. [Contrat] Université d'Orléans (UO). 2013. hal-02803657

HAL Id: hal-02803657

<https://hal.inrae.fr/hal-02803657>

Submitted on 5 Jun 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Empreinte du changement climatique sur le bois des forêts de la région Centre

Projet région Centre Xylome

Objectifs

- Adaptation du douglas à la sécheresse
 - Part respective de l'adaptation génétique et de la plasticité phénotypique dans la réponse adaptative des arbres
 - Part additive (et donc réellement utilisable en sélection et amélioration) de la variance génétique
 - Relations entre propriétés hydrauliques du bois et propriétés de base du bois.
 - Réponses à court terme et différée à la sécheresse, interactions.
 - Conséquences sur la production de bois, en quantité et en qualité

Partenaires

- INRA UR 0588 AGPF, groupe Adaptation
 - Philippe Rozenberg, Leopoldo Sanchez, Jean-Paul Charpentier, Jean-Charles Bastien, Philippe Label, Sara Marin,
- Université d'Orléans, LBLGC
 - Muriel Feinard-Duranceau, Cécile Vincent-Barbaroux, Domenico Morabito,
- Université d'Orléans, MAPMO
 - Laurent Delsol, Sophie Jacquot,
- INRA UE GBFor
 - Patrick Poursat, Frédéric Millier, Dominique Veisse, Christophe Borel,
- Arbocentre
 - Eric de la Rochère.

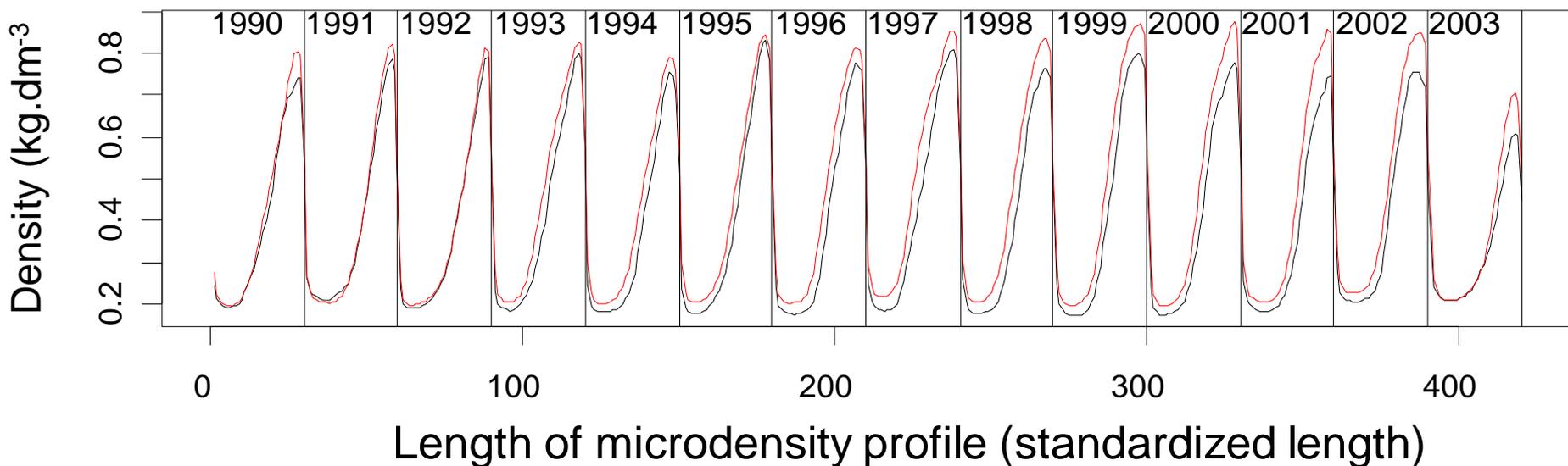
Tâches

- Tâche 1 : modèle douglas
 - Caractères adaptatifs
 - Variation génétique et héritabilité
- Tâche 2 : modèle pin maritime
 - Conditions contrôlées
- Tâche 3 :
 - Conséquence sur la production de bois

Tâche 1

- Valeur adaptative
- Déterminisme génétique

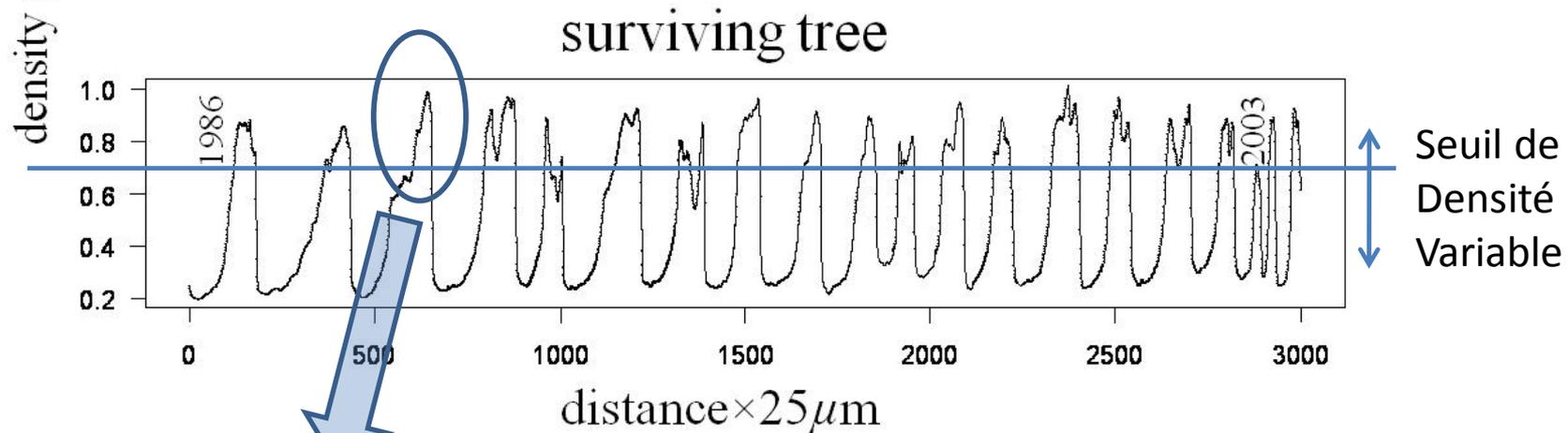
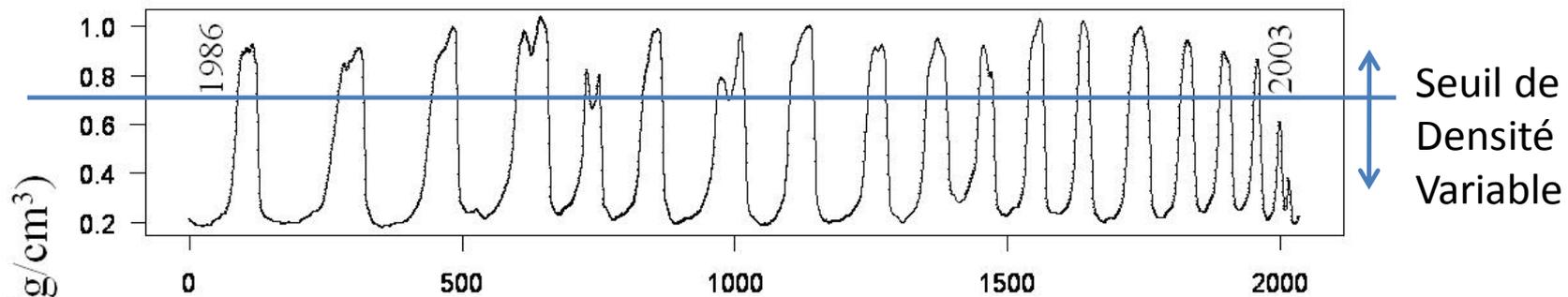
Douglas, région Midi-Pyrénées



Thèse Manuela Ruiz-Diaz

Nouvelles variables microdensitométriques

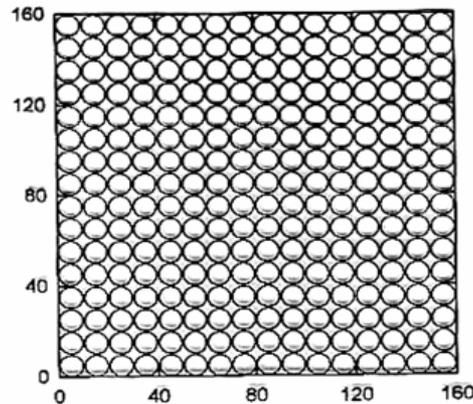
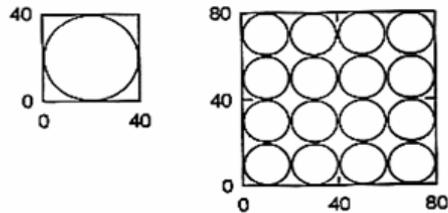
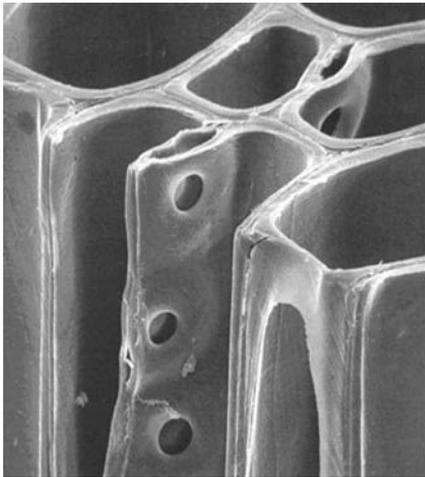
dead tree



Différences significatives entre morts et survivants pour la quantité de cellules de petites dimensions ($>0.65 \text{ g/dm}^3$)

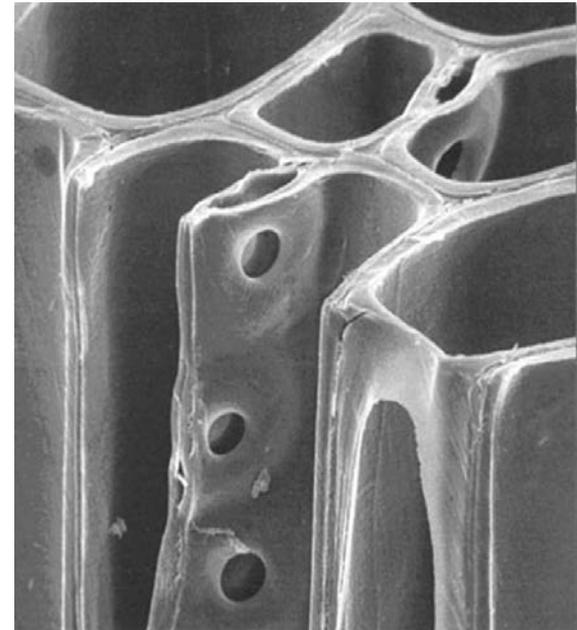
Pourquoi ?

- Plus de cellules de densité supérieure à un seuil : xylème plus résistant à la cavitation ?

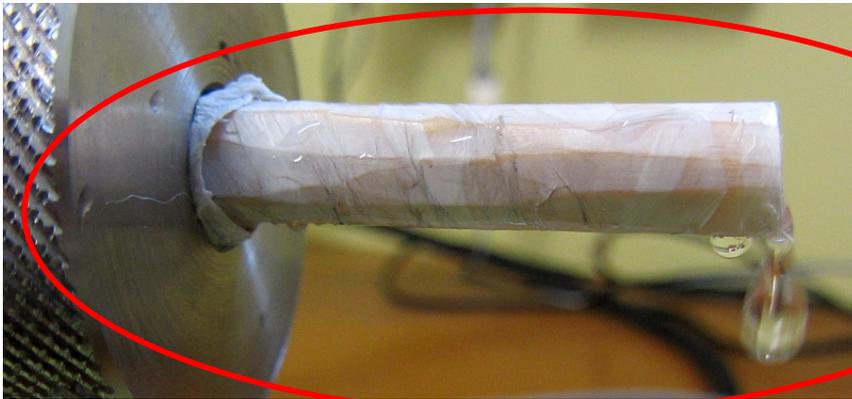
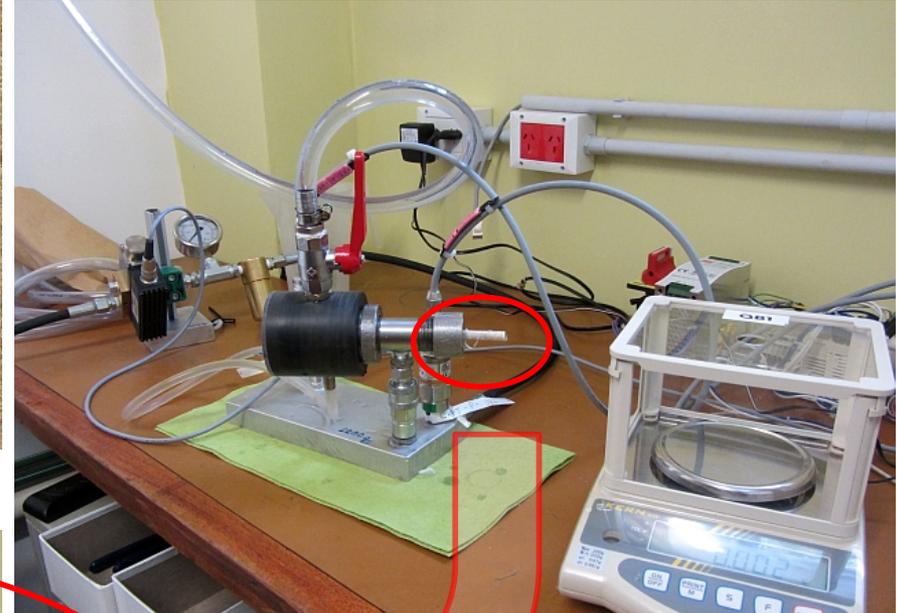


Mesures de conduction

- Mesures traditionnelles
 - Conductivité spécifique
 - Vulnérabilité à la cavitation
- Consommatrices de temps
- Coûteuses



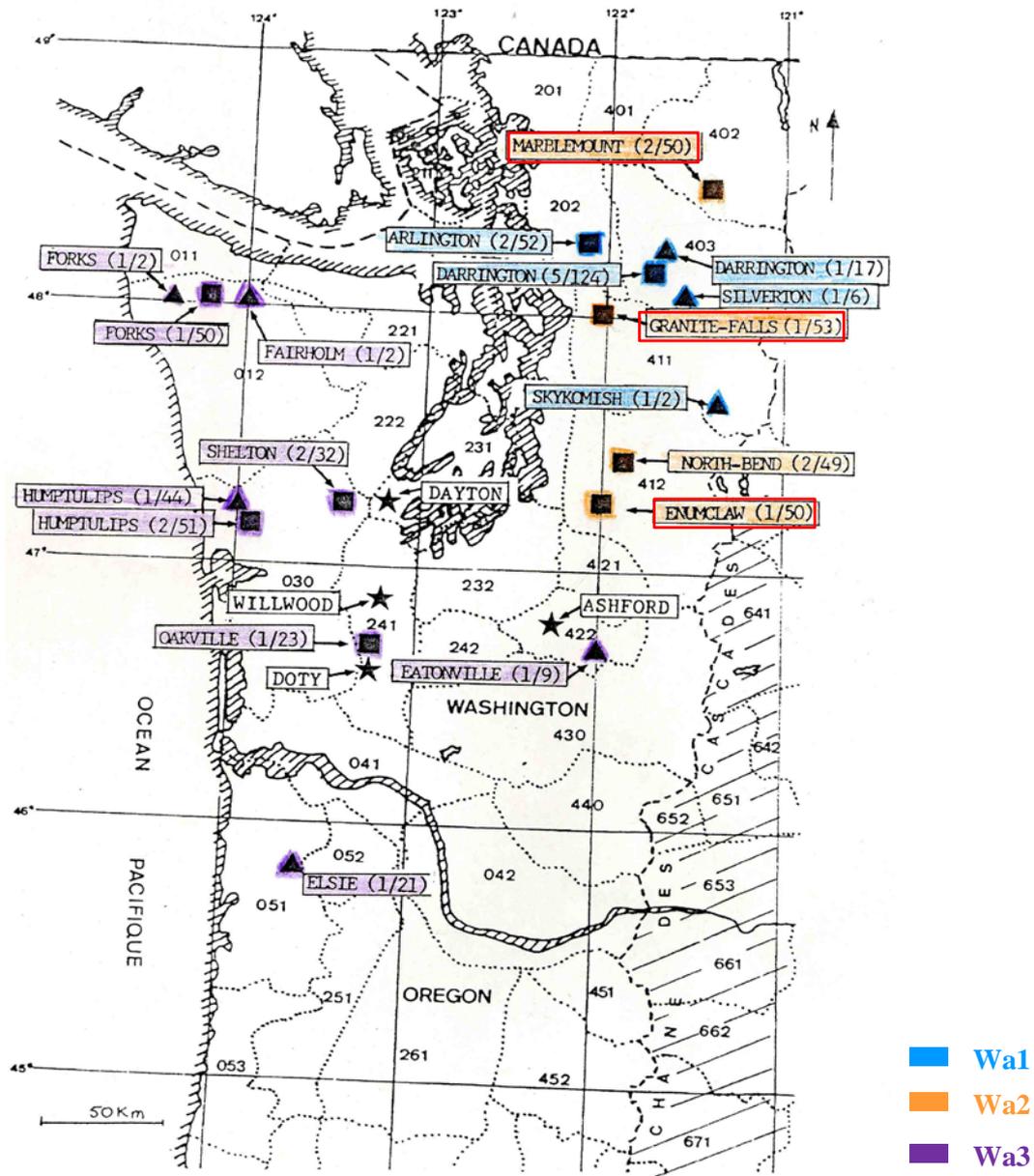
EMBOLITRON par G. Dalla-Salda et al (INRA Orléans et INTA Argentine) pour la **résistance à la cavitation**



Variabilité et héritabilité

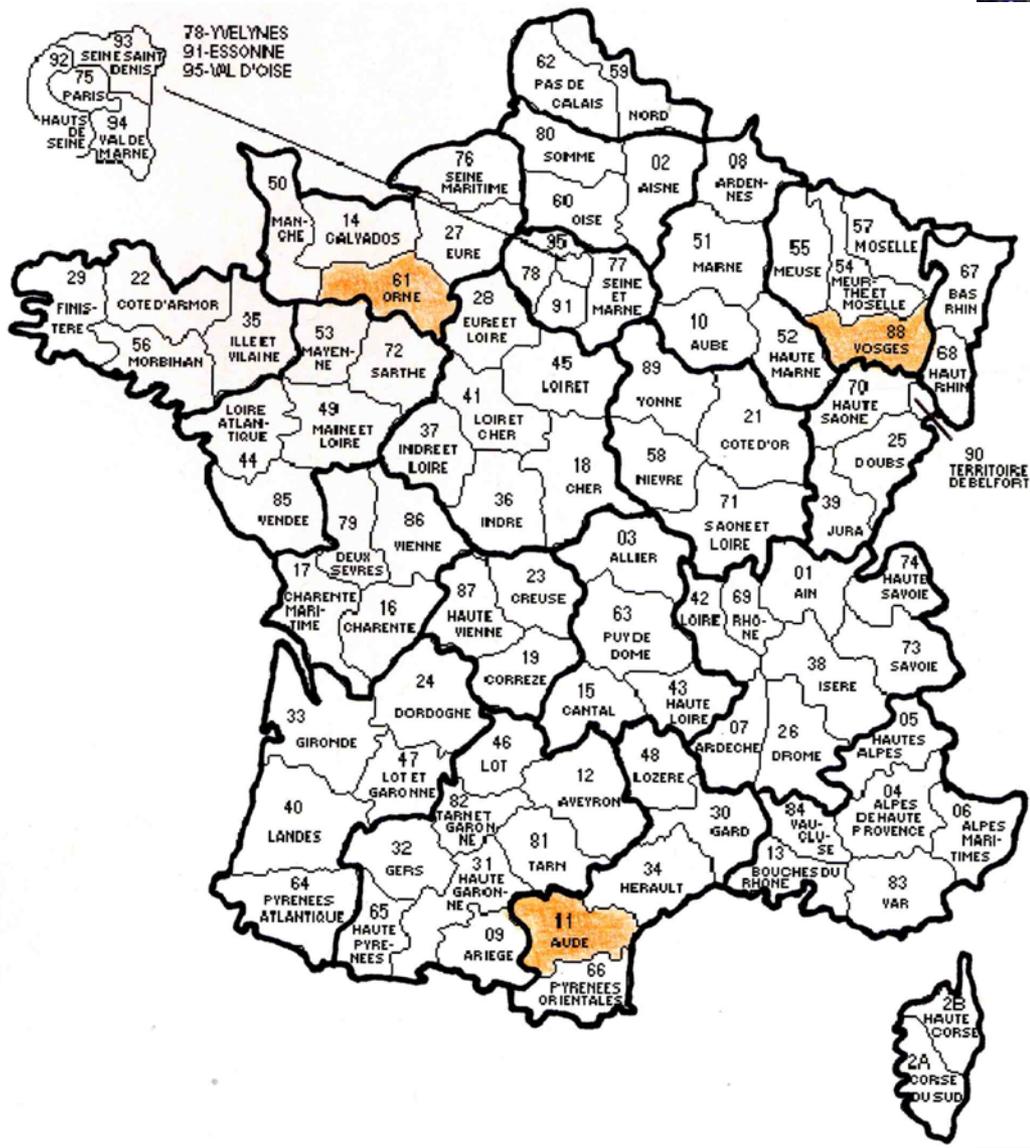
- Trois sites
- Trois provenances \times
18 familles \times 10
arbres
- 1620 carottes et
profils mdm
- Fosses
- Climat





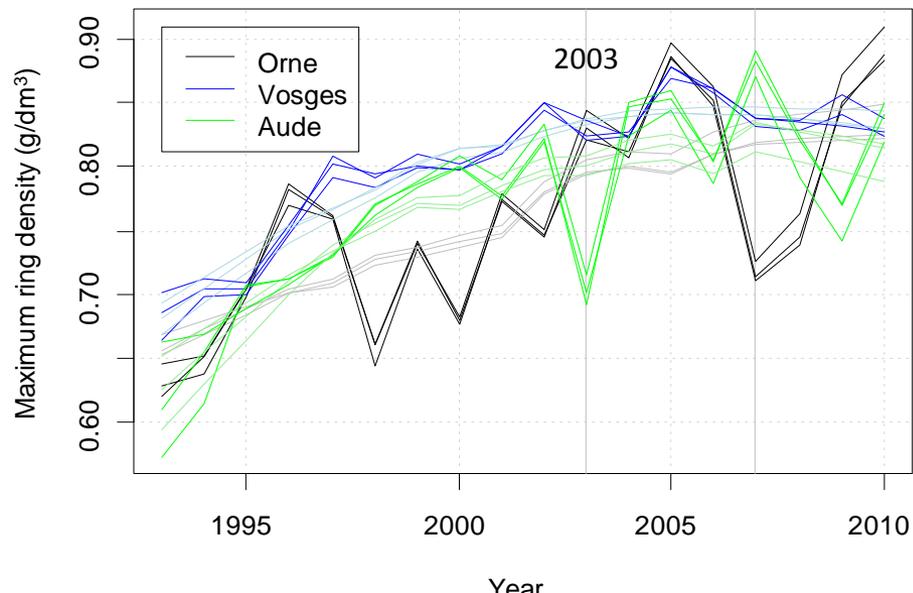
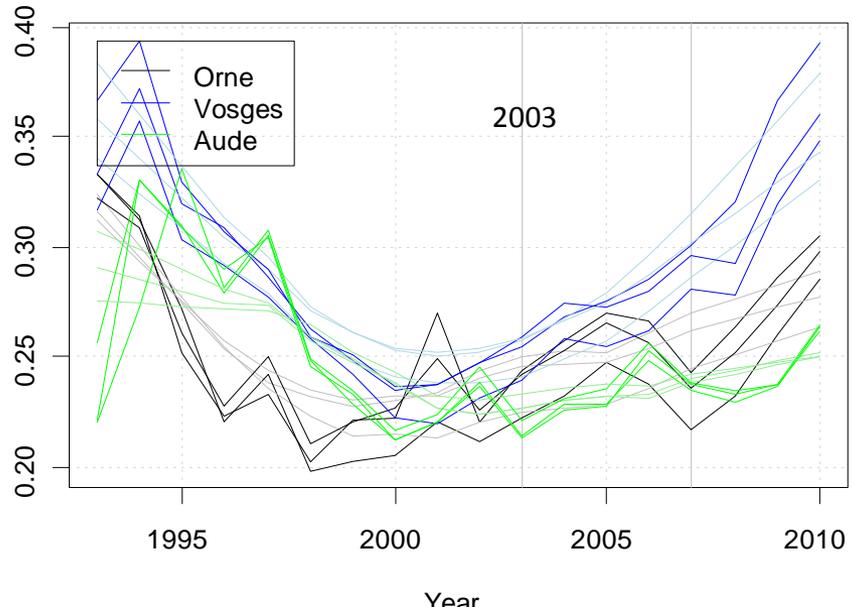
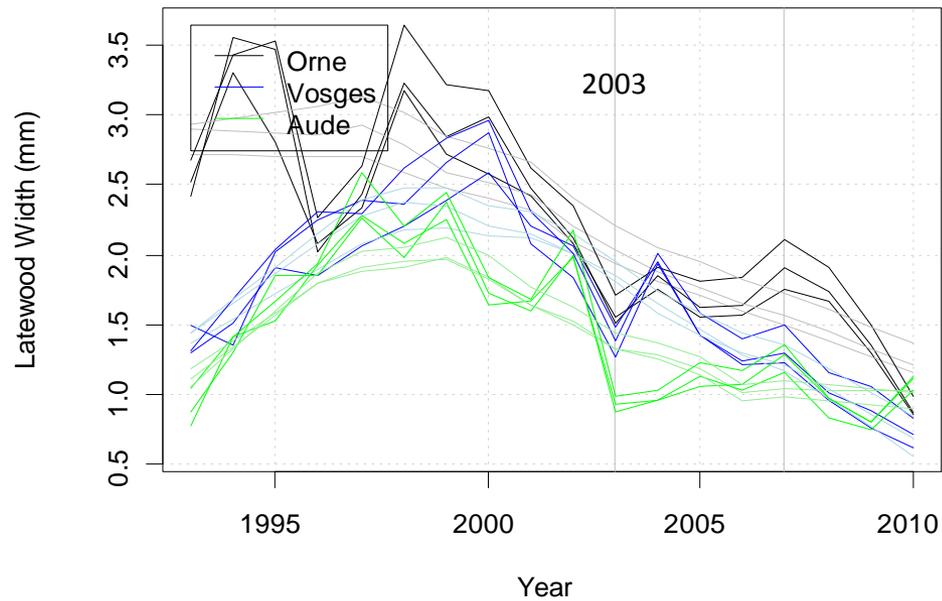
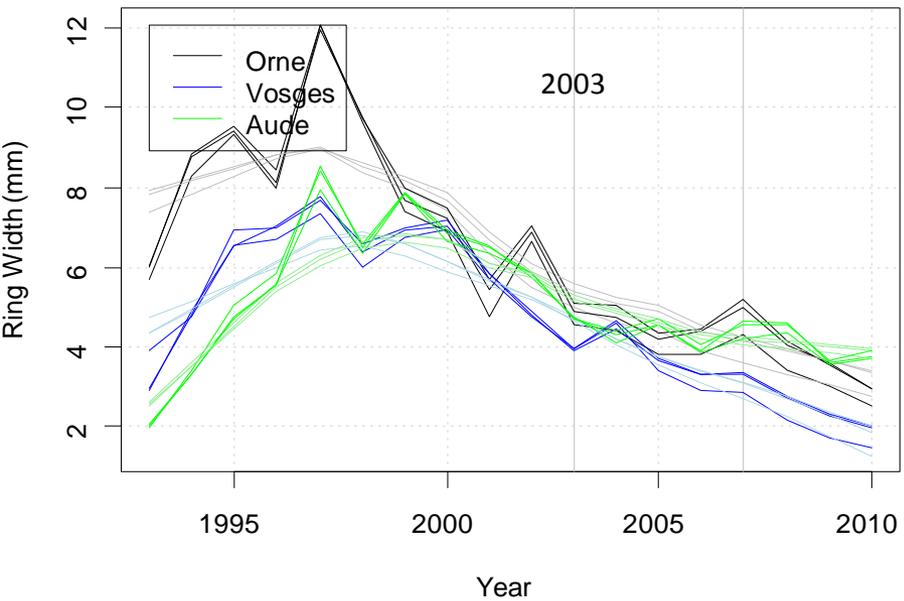
■ : peuplements récoltés par l'INRA en 1985 (récolte J.C. BASTIEN) (on indique entre parenthèses le nombre de peuplements et le nombre de descendance représentées)

□ : populations sélectionnées pour le projet Xylome



■ : départements français où se trouvent les dispositifs expérimentaux de Douglas sélectionnés

SEQ = proxy of early phase of cavitation resistance (g/dm³)



Héritabilité

- Caractères adaptatifs de résistance à la sécheresse
- Période 1993-2010 (18 cernes annuels)
- Fortes variations d'héritabilité (de zéro à plus de 0,8), parfois structurées, parfois erratiques
- Tous caractères : estimations beaucoup plus faibles dans l'Aude et les Vosges (maximas vers 0,3-0,4) que dans l'Orne (maximas supérieurs à 0,8)

Tâche 2

- Variabilité de la réponse du pin maritime à la sécheresse à un stade très juvénile, en conditions contrôlées



Résultats

- Caractères : assimilation nette de CO₂ (A), conductance stomatique à la vapeur d'eau (g_s), A/g_s, hauteur totale, circonférence, longueur de la pousse annuelle

$$WUE_i = \frac{A \text{ (assimilation nette de CO}_2\text{)}}{g_s \text{ (conductance stomatique à la vapeur d'eau)}}$$

- Pour tous les caractères étudiés sauf la longueur de la pousse annuelle, les familles ne sont significativement différentes entre elles ni pour le *niveau* de la réponse en conditions stressées, ni pour la *vitesse d'ajustement* aux nouvelles conditions environnementales
- Chez le pin maritime la variation génétique de la photosynthèse s'exprime en conditions favorables alors qu'en conditions de sécheresse tous les génotypes convergent vers une réponse commune du type évitement par fermeture des stomates.

Tâche 3



- Est-ce que les familles (supposées être) plus résistantes à la sécheresse produisent du bois de moins bonne qualité que les familles moins résistantes à la sécheresse ?
- Sélection de quatre familles, deux *résistantes*, deux *non résistantes*
- Résultat : sélection sur la résistance à la sécheresse sans dégradation de la qualité.
- Différences significatives entre familles pour :
 - la largeur moyenne des planches découpées, le nombre de nœuds sains et le nombre de nœuds morts.
- Pas de différences significatives pour :
 - le nombre de planches, la largeur du bois de cœur et la note de classement

Indicateurs

| Nature de l'Indicateur | Valeur au début du projet | Valeur attendue à la fin du projet | Valeur observée | commentaires |
|---|---------------------------|------------------------------------|-------------------------|--|
| Nombre d'arbres abattus pour les mesures hydrauliques (tâche 1) | 0 | 120 | 40 | forte diminution |
| Nombre de carottes récoltées pour le phénotypage (tâche 1) | 0 | 1 200 | 1 620 | |
| Nombre d'arbres en pot installés et instrumentés dans le dispositif "stress imposé" de la tâche 2 | 0 | 75 | 200 | douglas, disparu (fort taux de mortalité), et pin maritime |
| Nombre d'arbres récoltés pour la tâche 3 "qualité du bois" | 0 | 30 | 40 | |
| Nombre d'articles soumis | 0 | 2 | 2 (1 publié, 1 accepté) | trois autres en préparation, |

Rapports de Stage

- L3 Université de Tours, Nils Hennion, « Comment la mesure de caractères d'arbres forestiers permet d'étudier la formation du bois ? »
- M1 Université d'Orléans, Céline Button, « Application de méthodes statistiques fonctionnelles à l'analyse de la formation du bois du mélèze le long d'un gradient altitudinal »
- M1 Université d'Orléans, Charlène Branger et Alexane Berthier, « Approche écophysiological de la réponse du douglas à un stress hydrique »
- M2 Université d'Orléans, Cécile Milcent, « Etude des variations microdensitométriques de populations de douglas en dispositif expérimental »
- M2 Université d'Orléans, Charlène Branger, « Potentiel de réponse génétique du douglas au changement climatique par analyse de cernes »
- M2 Université d'Orléans, Alexane Berthier, « Adaptation des conifères au climat : Variabilité génétique de la réponse du pin maritime à un stress hydrique en conditions contrôlées, approche écophysiological »

Articles

- **Un article publié :**

Rozenberg, P., A. S. Sergent, G. Dalla-Salda, A. Martinez-Meier, S. Marin, M. Ruiz-Diaz, J. C. Bastien, L. Sanchez, et N. Breda. 2012. « Analyse retrospective de l'adaptation a la sécheresse chez le Douglas» Schweizerische Zeitschrift fur Forstwesen 163 (3). doi:10.3188/szf.2012.0088.

- **Un article accepté :**

Manuela Ruiz Diaz Britez, Anne-Sophie Sergent, Alejandro Martinez Meier, Nathalie Bréda, Philippe Rozenberg, « Looking for wood density proxies of adaptive traits linked with resistance to drought in Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco)», accepté à *Trees, Structure and Function*

- **Trois articles en préparation :**

Muriel Feinard-Duranceau, Alexane Berthier, Cecile Vincent-Barbaroux, Sara Marin, Francisco Jose Lario, Philippe Rozenberg, « Genetic variability of maritime pine (*pinus pinaster* aiton) response to water stress »

Manuela Ruiz Diaz Britez, Alejandro Martinez Meier, Leopoldo Sanchez, Sara Marin, Philippe Rozenberg, «Genetic determinism of proxies of resistance to drought in Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco)»

Manuela Ruiz Diaz Britez, Alejandro Martinez Meier, Leopoldo Sanchez, Sara Marin, Philippe Rozenberg, «Genetic determinism of phenotypic plasticity of cambial response to water balance in Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco)»

Conférences internationales (10)

- Philippe Rozenberg, Maria-Elena Gauchat, Anne-Sophie Sergent, Laurent Bouffier, Alejandro Martinez-Meier, Luc Paques, Leopoldo Sanchez, 2010, Tree-ring response to climate: the concept of dendroplasticity, invited key-note presentation at the Tree Rings in Archaeology, Climatology and Ecology conference, April 23 – 25, 2010, Institute for Forest Growth, University of Freiburg, Germany
- P. Rozenberg, L. Sanchez, G. Dalla-Salda, A. Martinez-Meier, A.S. Sergent, J. C. Bastien, 2010, Tree-ring analysis of adaptation to drought in Douglas-fir, invited key-note presentation at the conference “Opportunities and Risks for Douglas-Fir in a Changing Climate”, October 18-20 2010, Forest Research Institute Baden-Württemberg, Freiburg, Germany.
- Anne-Sophie Sergent, Philippe Rozenberg, Benoît Marçais, Yves Lefèvre, Jean-Charles Bastien, Leopoldo Sanchez, Louis-Michel Nageleisen and Nathalie Bréda, 2010, Vulnerability of Douglas-fir in a changing climate: study of decline in France after the 2003 drought, conference “Opportunities and Risks for Douglas-Fir in a Changing Climate”, October 18-20, Freiburg, Germany.
- Manuela Ruiz-Diaz, Sara Marin, Alejandro Martinez-Meier, Leopoldo Sanchez, Guillermina Dalla-Salda and Philippe Rozenberg, 2010, Impact of the 2003 heat wave on Douglas-fir in France: comparison of dead and surviving trees for juvenile and mature traits, conference “Opportunities and Risks for Douglas-Fir in a Changing Climate”, October 18-20, Freiburg, Germany.
- Anne-Sophie Sergent, Philippe Rozenberg, Benoît Marçais, Yves Lefèvre, Louis-Michel Nageleisen and Nathalie Bréda, 2011, Vulnerability to decline of Douglas-fir in France: study of radial growth reduction and recovery after the extreme 2003’s drought, Tree Rings in Archaeology, Climatology and Ecology conference, May 11-14 2011, Orléans, France.
- Sara Marin, Leopoldo Sanchez, Manuela Ruiz-Diaz, Charlène Branger and Philippe Rozenberg, 2011, Synchronization methods for construction of norms of reaction over weather records in tree rings, Tree Rings in Archaeology, Climatology and Ecology conference, May 11-14 2011, Orléans, France.
- Manuela Ruiz Diaz Britez, Sara Marin, Leopoldo Sanchez, Charlène Branger and Philippe Rozenberg, 2011, Tree-ring study of genetic variation of phenotypic plasticity in Douglas-fir, Tree Rings in Archaeology, Climatology and Ecology conference, May 11-14 2011, Orléans, France.
- Anne-Sophie Sergent, Philippe Rozenberg and Nathalie Bréda 2011, Douglas-fir mortality is related to low earlywood density, 12th European Ecological Federation Congress, Avila – Sept 27, 2011
- Guillermina Dalla Salda, María Elena Fernández, Anne-Sophie Sergent, Alejandro Martinez-Meier, Philippe Rozenberg, 2013, “Transition wood: the lord of the ring?” International Symposium on Wood Structure in Plant Biology and Ecology (WSE), Naples, Italy, 17-20 April 2013.
- M. Ruiz Diaz Britez, A.S. Sergent, L. Sanchez, A. Martinez-Meier, P. Rozenberg, 2013, “Relationships between tree mortality and tree-ring microdensity: hints on the adaptive value of Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii* Mirb Franco) wood under drought stress” International Symposium on Wood Structure in Plant Biology and Ecology (WSE), Naples, Italy, 17-20 April 2013.

Personnel non permanent

- un CDD Ingénieur (Sara Marin, 16 mois), deux étudiants en thèse, trois étudiants en master 2, deux étudiants en master 1 et un étudiant en licence 3.
- Les étudiants en thèse sont :
 - Manuela Ruiz-Diaz, thèse AgroParisTech « déterminisme génétique de la réponse du douglas aux variations du climat » (soutenance juillet 2014).
 - Guillermina Dalla-Salda, thèse AgroParisTech « Valeur adaptative du bois et fonction de conduction de la sève brute : approches directes et indirectes de la variation génétique et de la plasticité phénotypique des propriétés hydrauliques du bois » (soutenance courant 2014).

Perspectives

- Elargir la base génétique et environnementale de l'étude de la réponse du douglas au climat :
 - Populations de douglas originaires d'une petite partie océanique de l'aire naturelle.
 - Les sites expérimentaux étudiés se trouvent dans des zones climatiques convenant à ces origines.
 - Etudié le douglas dans des sites plus chauds, avec une gamme d'origine plus larges incluant des provenances de régions sèches. Deux dispositifs en région méditerranéenne.
- Valider certains résultats par une étude en conditions contrôlées. Génotypes sélectionnés sur leur potentiel de réponse à la sécheresse.
- Poursuivre la comparaison des espèces tolérantes et évitantes en valorisant le dispositif pin maritime en conditions contrôlées, par des mesures de résistance à la cavitation et des mesures de microdensité.