

Mesure du potentiel d'adaptation des arbres forestiers au changement climatique  
Approches in et ex situ sur gradients altitudinaux à l'aide de dispositifs de transplantation croisée

GRAAL  
GICC 21 mai Paris



# Partenaires Graal

- INRA, UR 0588 AGPF, Orléans (P. Rozenberg, V. Guérin, J.P. Charpentier, L. Pâques, L. Sanchez)
- INRA, UE 0995 GBFOR, Orléans (P. Poursat)
- Plateau Technique Génobois, Orléans, Bordeaux (J. P. Charpentier, F. Millier)
- INRA, UR 0629 FM, Avignon (C. Pichot, S. Muratorio, H. Davi, B. Fady)
- INRA, UE 3048 FM, Avignon (J.C. Martin, F. Jean)
- INRA et Université de Bordeaux, UMR 1202 Biogeco, Bordeaux (S. Gerber)
- Plateforme Génome Transcriptome, Bordeaux (F. Salin)
- ONF, Centre PACA et CGAF, Orléans (J. Ladier, B. Musch, C. Ruth)
- INRA et AgroParisTech, UMR 1092 Lerfob, Nancy (C. Rathgeber)
- INRA, US 1116, unité de service Agroclim, Avignon (F. Huard)
- INRA CNRS IRD CIRAD, UMR 1062 CBGP, Montpellier (J.-P. Rossi)



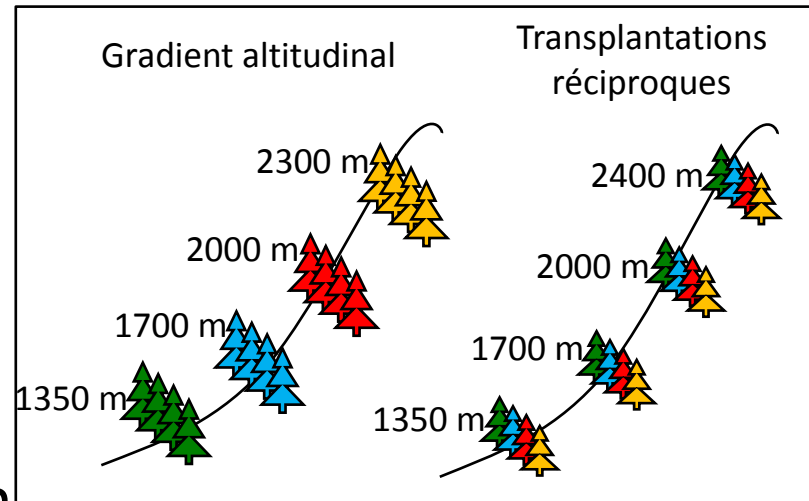
# Investissements humains

- Hommes-jours terrain, exemple installation dispositifs transplantation croisée mélèze
  - Reconnaissances 2008 à 2012 : 10h/j
  - Récoltes greffons 2010 et 2011 : 80 h/j
  - Greffes et élevage greffes 2011 à 2013 : 65 h/j
  - Préparation terrain et mise en jauge 2013 : 115 h/j
  - Plantations 2013 2014 : 130 h/j
  - **Total : plus de 400 h/j sur le terrain**
- Étudiants
  - Deux Master 1, deux Master 2, deux thèses



# Pourquoi installer des **dispositifs de transplantation** croisée le long d'un **gradient altitudinal** ?

- ➔ Permettent de mesurer
- de la variation génétique
  - de la plasticité
- ...composantes de l'adaptation



- ➔ Correspondent à un changement climatique spatial (6°C et plus)
- Changement climatique temporel : analyses dendroécologiques

Caractères : phénologie, croissance, densité de cernes annuels

# Quels gradients ?

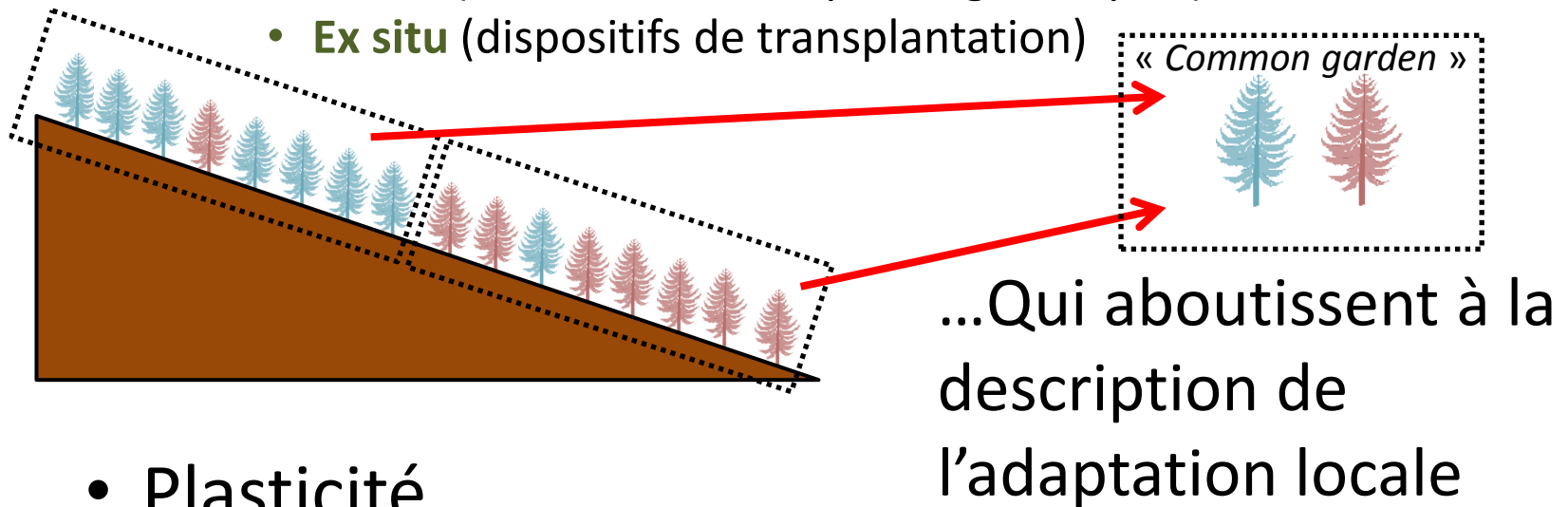
Gradients	Espèces	Etude dendroécologie	Génotypage in-situ	Installation transplantations croisées
Briançon	Mélèze	<i>(en partie réalisée)</i>	GRAAL	Clones GRAAL
Ventoux	Sapin	GRAAL	GRAAL	Familles <i>(réalisée)</i>
Issole				
Vésubie				

Vue d'ensemble  
du gradient  
mélèze



# Mesure de la variation génétique et de la plasticité

- Variation génétique
  - Deux entrées méthodologiques :
    - **In situ** (caractères + marqueurs génétiques)
    - **Ex situ** (dispositifs de transplantation)



- Plasticité
  - Transplantations croisées : spatiale
  - Analyses rétrospectives cernes annuels (dendroécologiques) : temporelle

# Calendrier prévu et réalisé

## 1<sup>ère</sup> année – 2011

- Mélèze : récolte des greffons, greffage, élevage des greffes (de fin 2010 à début 2014)
- Récolte de micro-carottes pour étude de la formation du bois (en 2013)
- Sapin pectiné : observations (mortalité, croissance, débourrement) sur les transplantations croisées
- Installation des capteurs de variables environnementales (de 2011 à 2014) et des dispositifs d'observation de la formation du bois (en 2013)



# 2<sup>ème</sup> année – 2012

- Récolte des carottes de sapin, obtention des profils microdensitométriques (2011 à 2013)
- Obtention des calendriers de formation du bois chez le mélèze [**en cours**]
- développement des marqueurs SNP, développements de marqueurs de gènes adaptatifs chez le sapin, récolte de matériel végétal [**en cours**, retard mélèze]
- Suite des mesures sur les transplantations croisées sapin.
- Installations des transplantations croisées mélèze sur le gradient altitudinal Briançonnais et à Peyrat le Château (Limousin) (**2013, 2014**)



# 3<sup>ème</sup> année – 2013

- Génotypage chez le mélèze [**en cours si prolongation acceptée**] et le sapin (**2013**).
- Suite des mesures sur les transplantations croisées sapin.
- Premières observations et mesures dans les dispositifs de transplantation mélèze : survie en **2014**, phénologie et croissance à partir de 2015.
- Analyse des données, préparation des premières publications scientifiques, restitution auprès de gestionnaires de terrain ONF [en cours]

# Extraits de résultats importants

- Diversité neutre mélèze
- Adaptation locale du mélèze : densité du bois initial
- Variation génétique de la croissance en hauteur chez le sapin
- Gènes de caractères adaptatifs mis en évidence par l'approche SNP chez le sapin
- Analyse dendroécologique de l'effet du réchauffement chez le mélèze



# Exemples de productions importantes

- Base de données climatiques
  - [www.avignon.inra.fr/storm](http://www.avignon.inra.fr/storm)
- Les transplantations croisées
  - Sapin : trois dispositifs de descendances maternelles à court terme (~ 5 ans)
  - Mélèze : un dispositif clonal à long terme (au moins 15 ans)

Bienvenue sur le site du **Système de Traitement des Observations du Réseau Micrométéorologique (STORM)** de l'INRA. Dans cette plateforme, vous trouverez les données issues de mesures réalisées sur le terrain dans le cadre de différents projets. Ces mesures (température de l'air, humidité relative, pluie...) sont réalisées de façon à représenter les conditions climatiques au voisinage immédiat de la station. Elles sont acquises à partir de matériel spécifique développé pour répondre à des besoins et des conditions parfois spéciales (sites isolés, difficiles d'accès...).

L'inscription est nécessaire pour accéder aux données.

Cliquer sur l'icône pour accéder aux données associées au projet

Nom :

Prénom :

Organisme :

Unité :

Projet : GRAAL

Email :

Envoyer

GRAAL

ALMIRA

Méthodes et outils de mesures

Base Matériel (accès limité)

Contacts

Frédéric HUARD (Mesures, traitements)  
Benoit PERSYIN (Base de Données)

© INRA 2013 | Inra | Agroclim

# Conclusion, perspectives

- Premières étapes de la caractérisation de l'adaptation, mise en place d'outils, obtention de résultats préliminaires
- Suites déjà assurées grâce à Graal : Flag (ANR, gènes sous sélection), Tiptree (européen, points de rupture en termes d'adaptation), Mecc (ANR, phénologie)
- Création d'un réseau français des gradients altitudinaux (environnementaux) forestiers compacts ; élargissement international (Suisse, Argentine, ...)
- Transfert aux gestionnaires forestiers : participation ONF aux réunions de projet, réunion communauté de communes Briançonnais...



