An aerial photograph of a mountainous landscape. The terrain is a mix of green grass and brownish-grey rocky slopes. A dense forest of coniferous trees is scattered across the lower and middle elevations. In the background, more rugged mountain peaks are visible under a clear sky.

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

GRAAL

Ph. Rozenberg (INRA Orléans)

Contexte et objectifs

- Changement climatique
 - Dépérissements
- Potentiel d'adaptation ?
 - Le modèle gradient altitudinal
 - Comprendre le passé : approche in situ
 - Évaluer ce potentiel : approche transplantation croisée

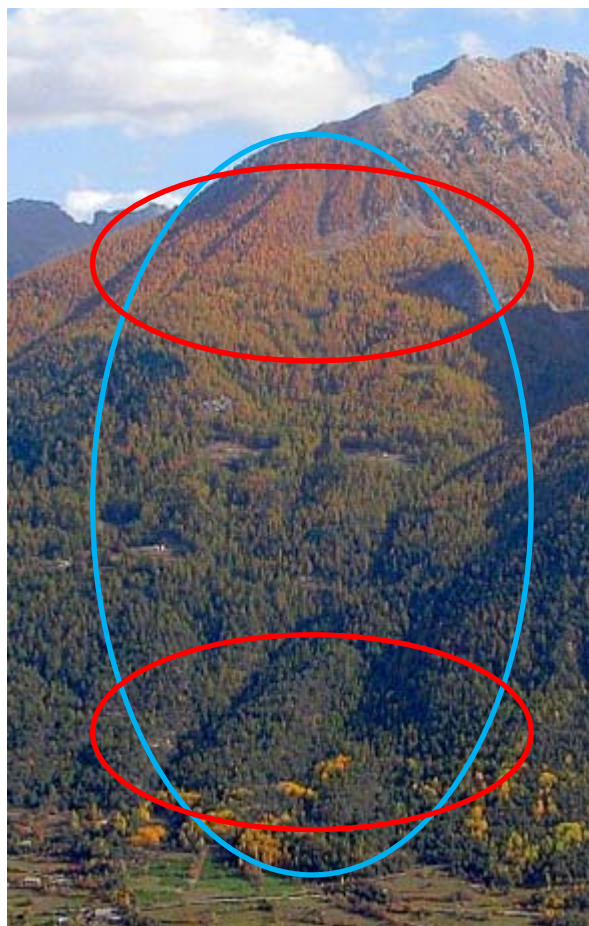


In situ : gradient altitudinal



- 1000 m, 7°C (plus de 1000 km en latitude)
- Forte variation climatique
- Forte variation *phénotypique ... adaptative ?*
- Quel(s) mécanisme(s) d'adaptation ?

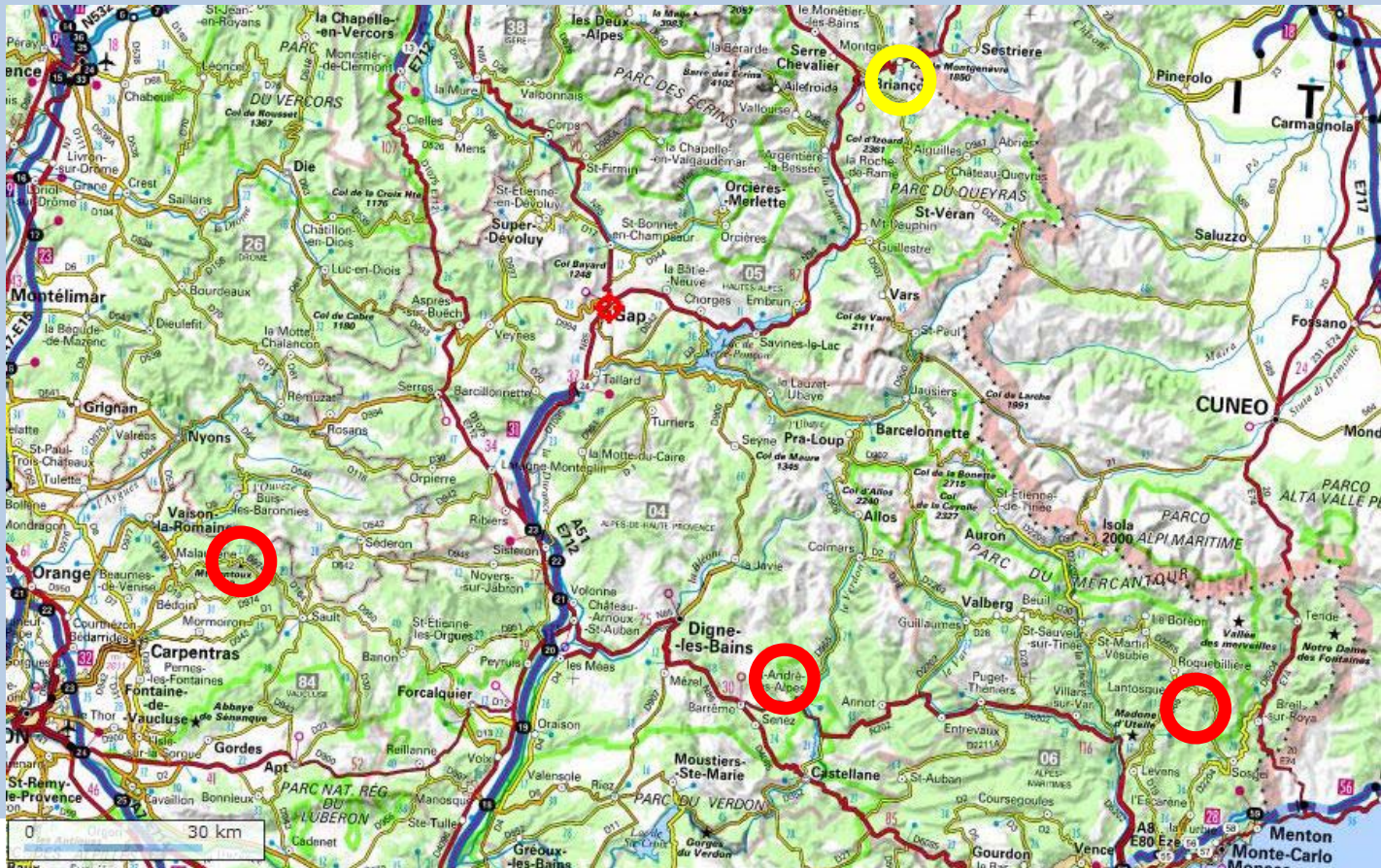
Quels mécanismes d'adaptation ?



- Réponse individuelle à court terme :
acclimation ou **plasticité phénotypique**
- Réponse au niveau des populations, à plus long terme : **adaptation génétique**

Deux espèces et quatre sites

- Un gradient **mélèze**, trois gradients **sapin pectiné**

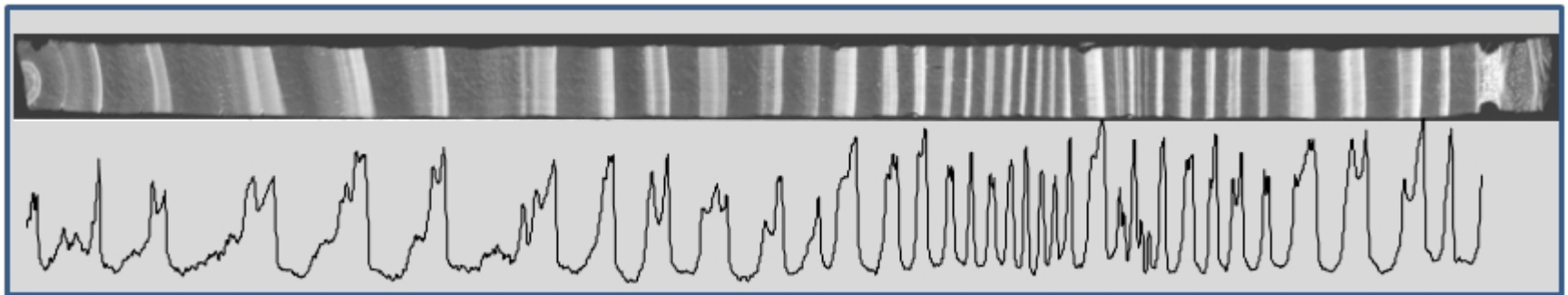
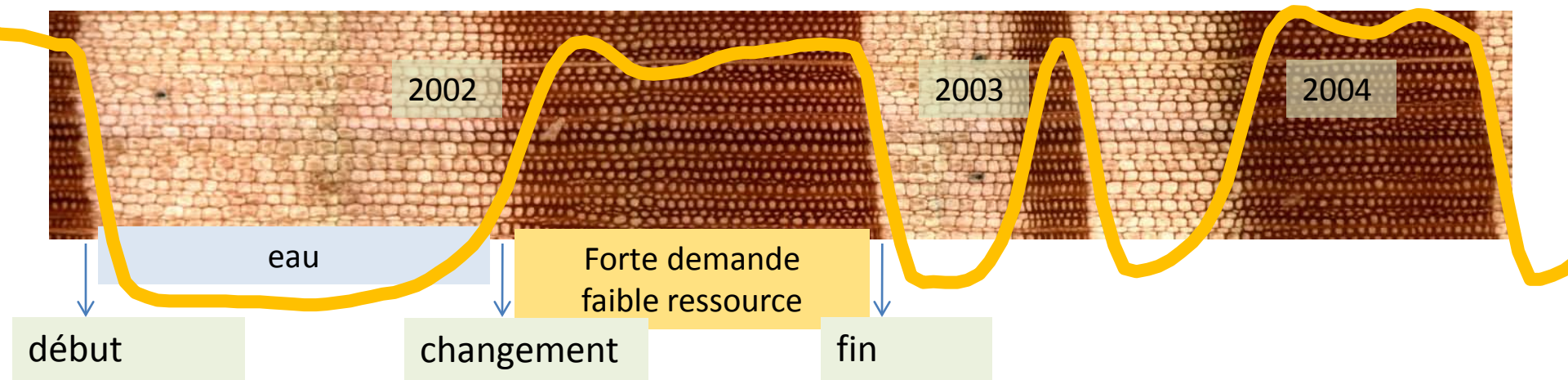


Trois approches complémentaires

1. Phénotypage rétrospectif *bois*
2. Génotypage *in situ* à l'aide de marqueurs génétiques *adaptatifs*
3. Dispositifs de transplantation croisée
 - Familles (sapin)
 - Clones (mélèze)

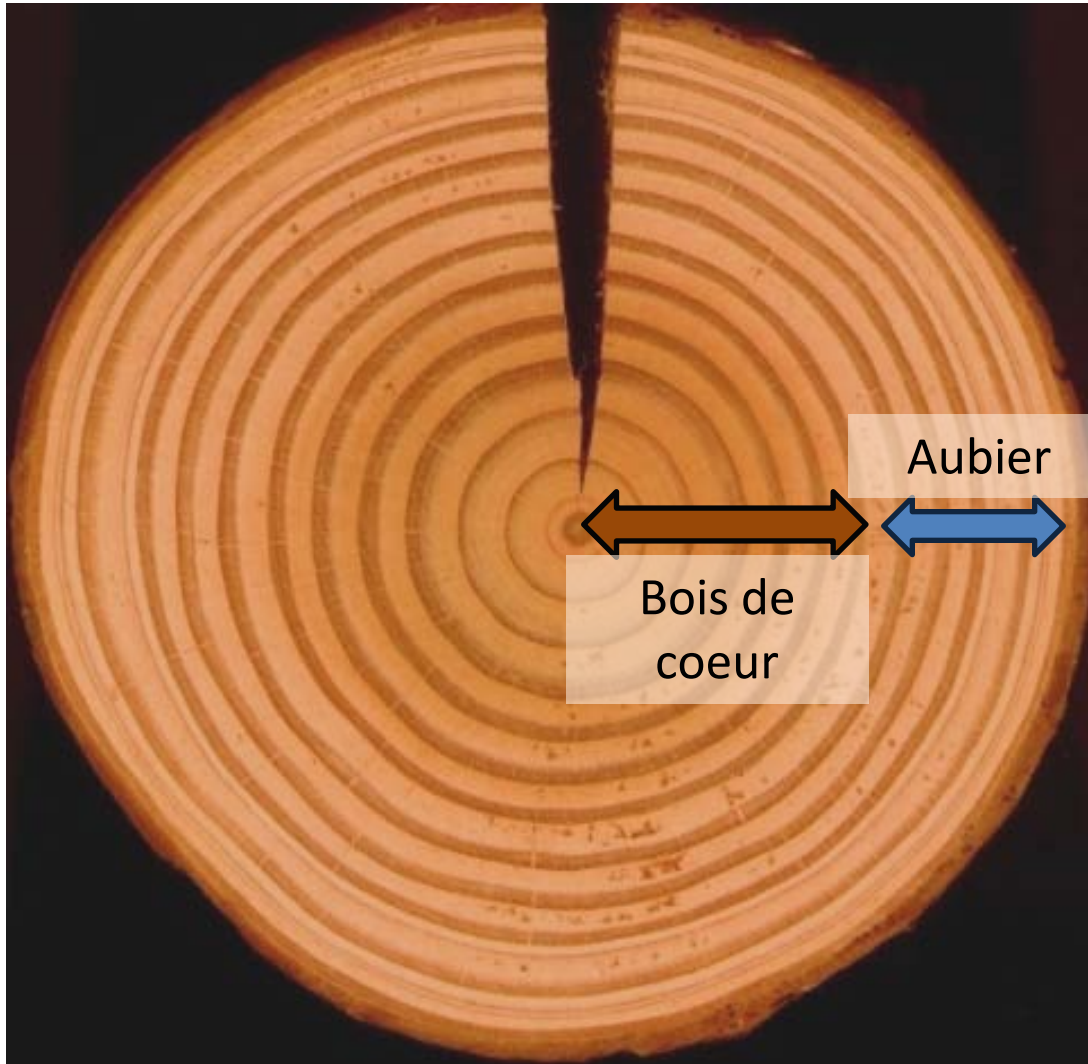


1. Phénotypage rétrospectif *bois*



Enregistrement

Bois et acclimatation



- Un nouveau cerne chaque année
- Modelé par le climat
- Seuls les derniers cerne sont conducteurs
- *Ajustement* hydraulique rapide

2. Marqueurs génétiques de l'adaptation

- Différents types de marqueurs pour différents types de questions

- microsatellites : *neutres*

- **SNP**

3 individus

1 : AGACTAGGT

2 : AGACAAGGA

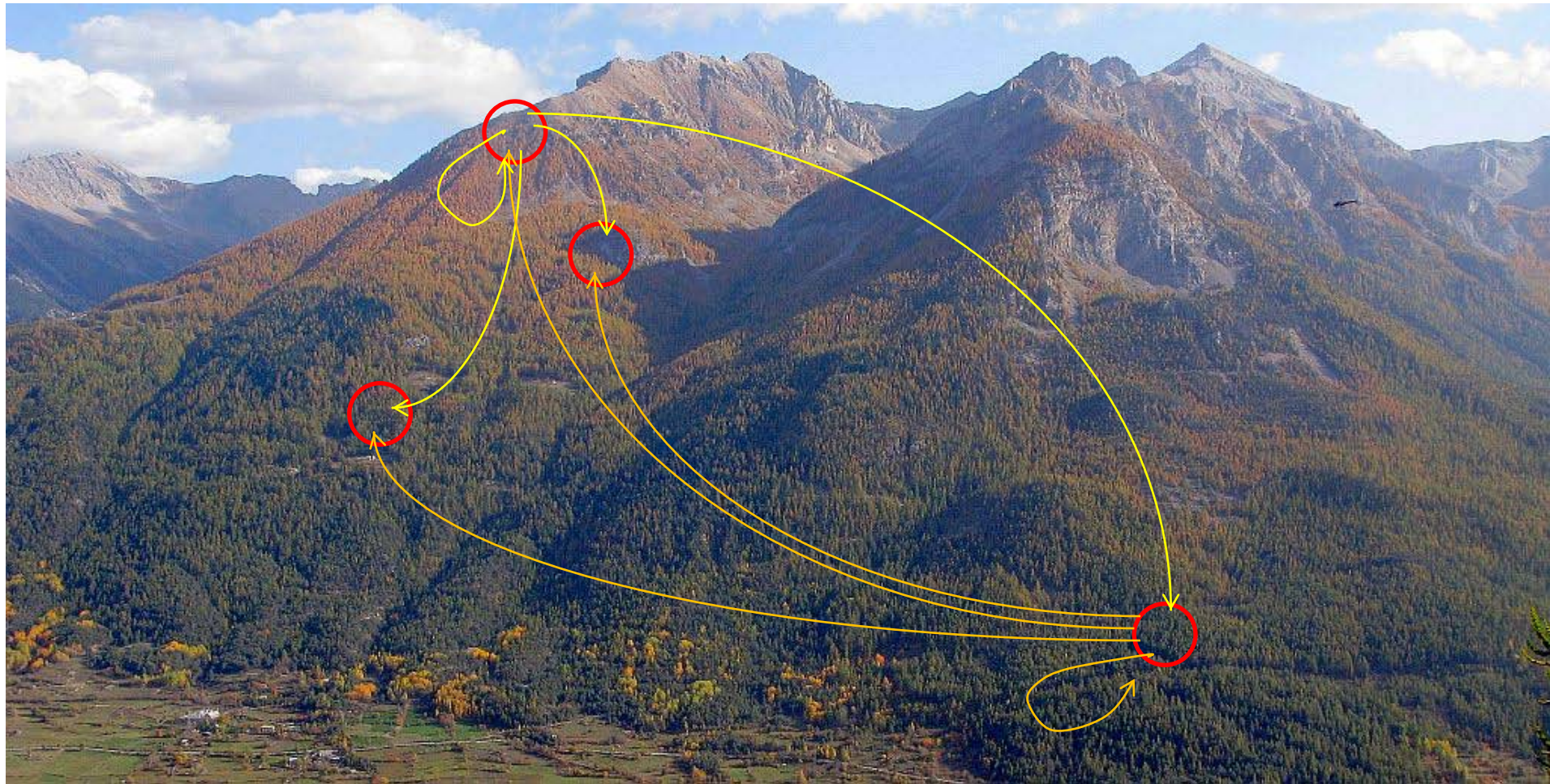
3 : GGGCTAGGA

* * * *

- *Susceptible de révéler une structure adaptative*



3. Transplantation croisée



Sapin



Avantages et inconvénients

- Séparation des effets génétiques et environnementaux
- Séparation plasticité phénotypique et adaptation génétique
- Effectifs plus faibles : puissance statistique plus faible
- Durée plus courte : variation climatique temporelle tronquée



Variation climatique



- Description de la variation climatique
 - Spatiale
 - temporelle
- Mesures in situ
- Mesures anciennes
- Modélisation

Résultats attendus

- Quels sont les espèces et les niveaux altitudinaux pour lesquels on peut craindre des impacts négatifs du changement climatique ?
- Existe-t-il au sein des espèces un potentiel d'adaptation au changement climatique ? Ce potentiel est-il plutôt plastique (donc susceptible de se manifester à court terme) ou plutôt génétique (à plus long terme) ?
- Peut-on formuler à partir de nos résultats des propositions directement utilisables par les gestionnaires ?

Partenariat

- **INRA**, UR Amélioration, Génétique et Physiologie Forestières, Orléans
 - INRA / ENGREF, UMR Lerfob, Nancy
 - INRA, UE GBFOR, unité expérimentale Génétique et Biomasse Forestières, Orléans
 - INRA, Plateau Technique Génobois, Orléans et Bordeaux
- **INRA**, UR Ecologie des Forêts Méditerranéennes, Avignon
 - INRA, UE Forestière Méditerranéenne, Avignon
 - INRA, US Agroclim, Avignon
- **INRA / U. Bordeaux**, UMR Biogeco, Bordeaux
 - INRA, Plateforme Génome Transcriptome (Bordeaux)
 - INRA / IRD / CIRAD / SupAgro, UMR Centre de Biologie pour la Gestion des Populations (Montpellier)
- **ONF**, Centre PACA, direction scientifique de Fontainebleau et CGAF Orléans