

Intensification durable

des systèmes de production forestière

► Mercredi 3 décembre 2014



Choix du matériel végétal: Exemple du massif landais

Laurent Bouffier, Patrick Pastuszka

Introduction

Choix du matériel végétal primordial:

adaptation / productivité

deux niveaux de diversité (inter- et intra-spécifique)

Forêt landaise:

forêt récente

1 million ha (pin maritime essentiellement)

futaie régulière, système intensif

Contexte aquitain:

2 tempêtes successives (Martin 1999, Klaus 2009)

développement de nouveaux débouchés (bois – énergie)

changement climatique

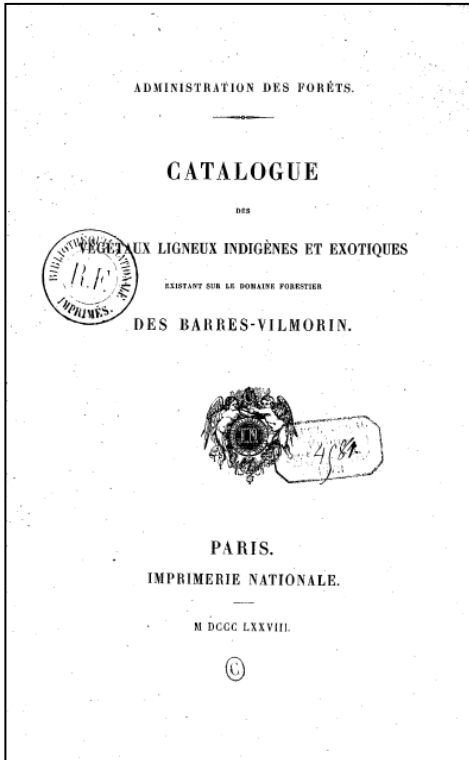
1. Exploration de la diversité interspécifique

Voie privilégiée de progrès pour le gestionnaire forestier pour répondre à des objectifs de boisement ou tester un matériel végétal original

Une pratique ancienne

Arboretum des Barres (Loiret), Vilmorin en 1825

Introduction d'un grand nombre d'espèces forestières (pins, chênes...) avec une attention particulière aux provenances



ADMINISTRATION DES FORÊTS
G N E S
DOMAINE DES BARRES

PLAN

Dressé à l'échelle de $\frac{1}{2,500}$
par les Elèves-Gardes de l'École des Barres.

1878

Côte des Genêts



Introduction d'espèces exotiques pour étendre le champ des possibles

Dans le contexte d'une forêt de production:

- adaptation aux conditions pédo-climatiques et au cortège parasitaire
- réponse aux enjeux de production (niveau de productivité, qualité des produits)

Par exemple: pin radiata en Nouvelle-Zélande et Australie, Douglas et peupliers hybrides euraméricains en France

Aujourd'hui: regain d'intérêt pour l'évaluation de la diversité interspécifique dans le contexte des changements climatiques et économiques

En forêt landaise: essais nombreux et anciens

Le réseau CLIMAQ début 2011, 281 sites référencés

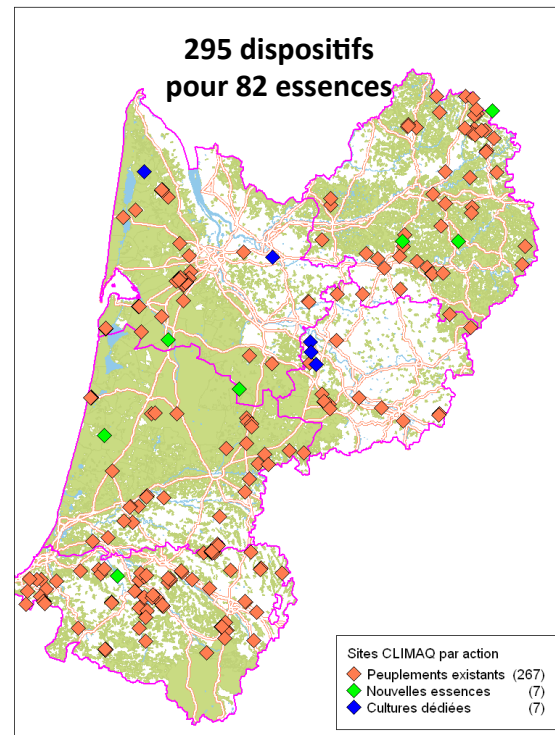
➤ Nombreux essais d'introduction d'espèces au milieu du XX^{ème}

- **Le premier critère : l'adaptation locale** (sécheresse, froid, hydromorphie, pauvreté des sols, parasites....)
- **Le second critère : la productivité** (durée de la rotation, qualité des produits....)

➔ **Supériorité du pin maritime**

➤ Cependant, les performances passées ne préjugent pas totalement des performances futures

➔ **Nécessité de suivi régulier des dispositifs anciens et mise en place de nouveaux dispositifs**



CRPF Aquitaine 31/03/2011

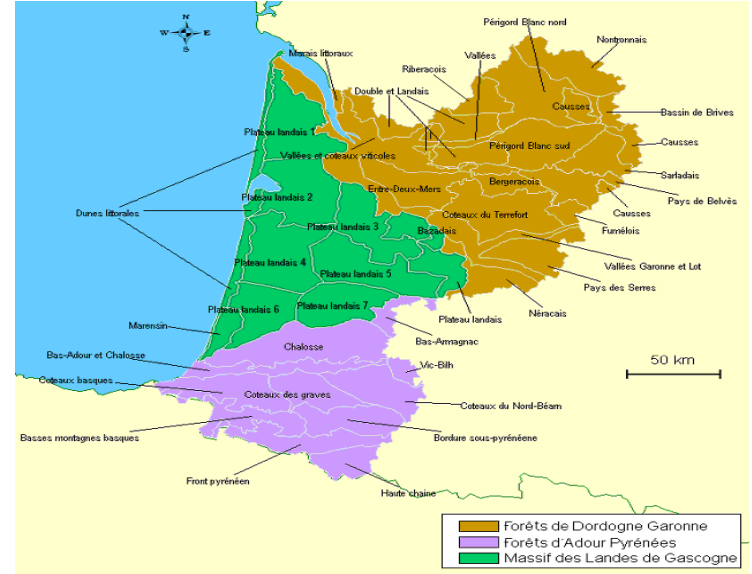
Installation de nouveaux dispositifs

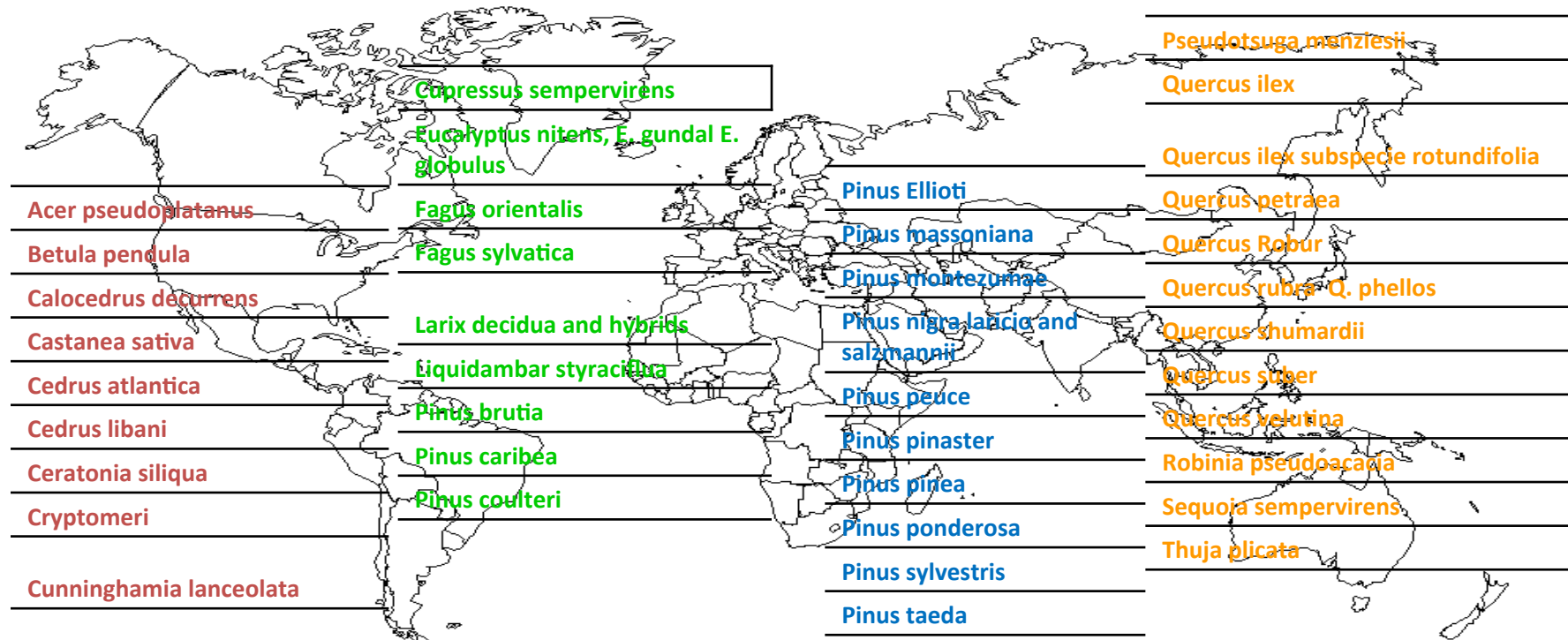
Les travaux de R & D en cours

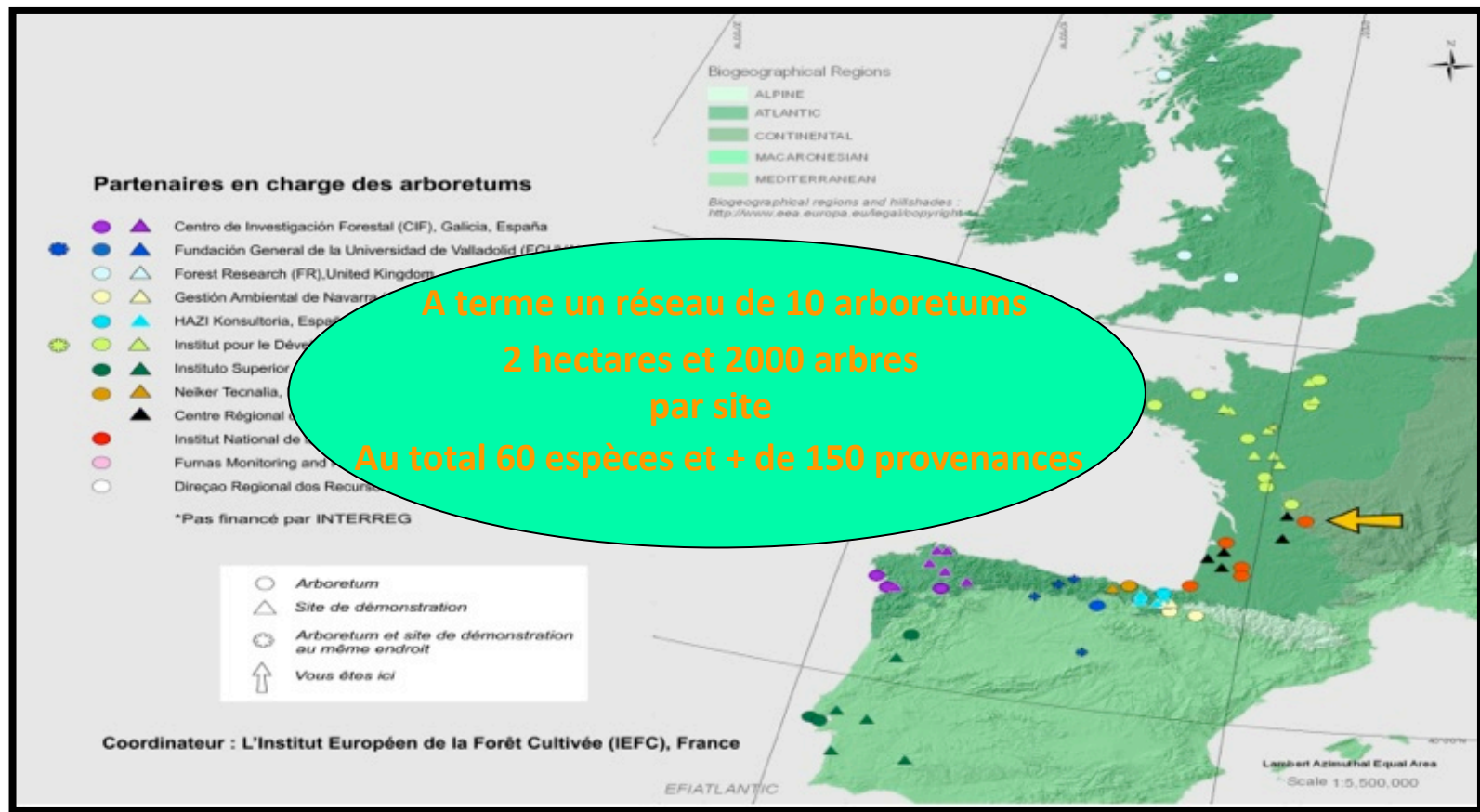
Reinforce



CLIMAQ

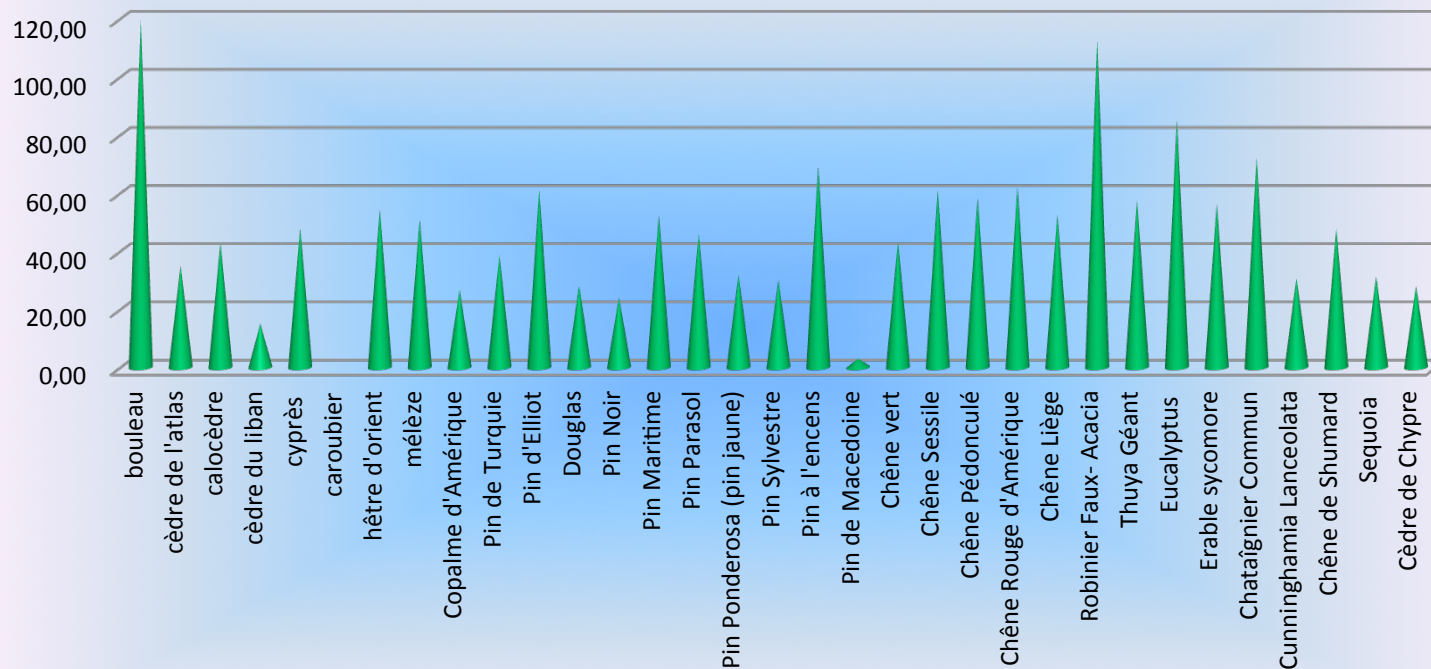






A terme un réseau de 10 arboretums
 2 hectares et 2000 arbres
 par site
 Au total 60 espèces et + de 150 provenances

hauteur totale



■ **ESSENCES**

Les résultats de ces essais confirment les données anciennes

➤ **Bonne adaptation (mais productivité moindre):**

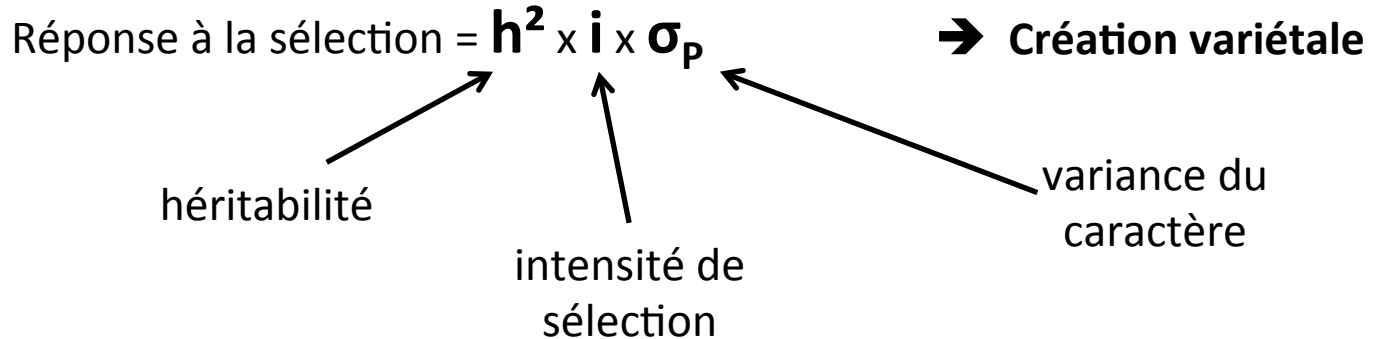
- bouleau
- pin laricio
- chêne rouge

➤ **Bonne productivité (mais nécessite des stations favorables):**

- pin taeda
- Eucalyptus
- robinier

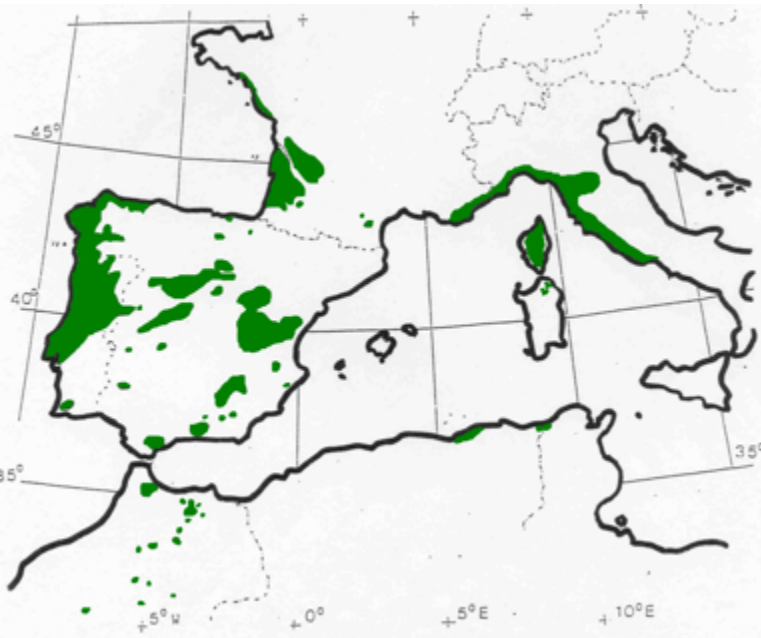
➔ **Il existe des alternatives au pin maritime mais dans des stations spécifiques ou en acceptant une diminution de la productivité (scenarios du GIP ECOFOR)**

2. Valorisation de la diversité intraspécifique

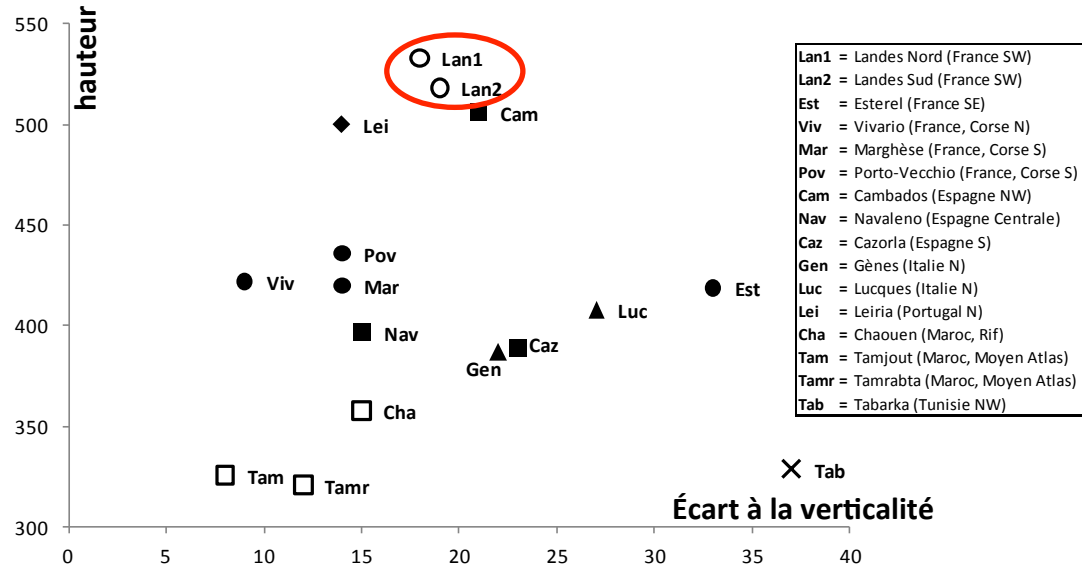


Aquitaine: programme d'amélioration du pin maritime initié dans les années 1960

Pin maritime: grande variabilité intraspécifique

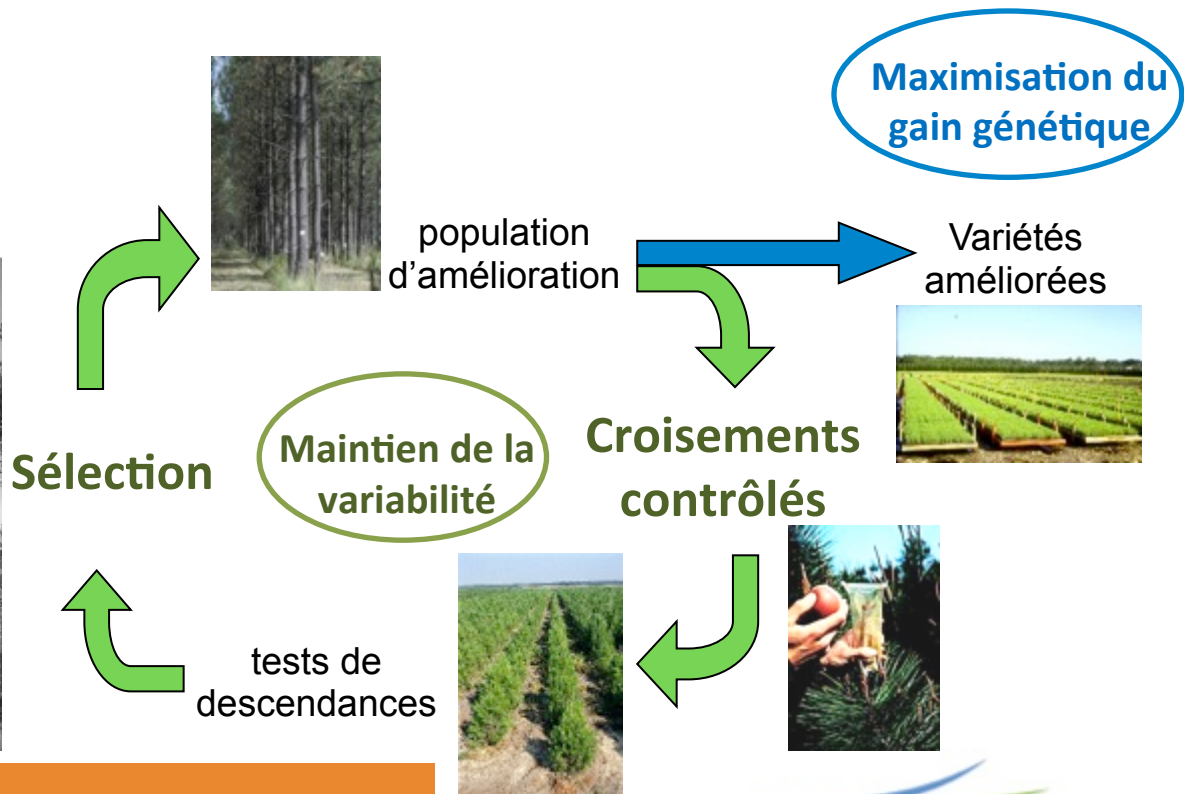


Provenances de pin maritime évaluées dans le sud-ouest dès 1926 (arboretum des Arrouilles, Mimizan)



Sélection récurrente à partir d'une sélection d'arbres « plus »

Population de base =
635 arbres sélectionnés
dans la forêt landaise

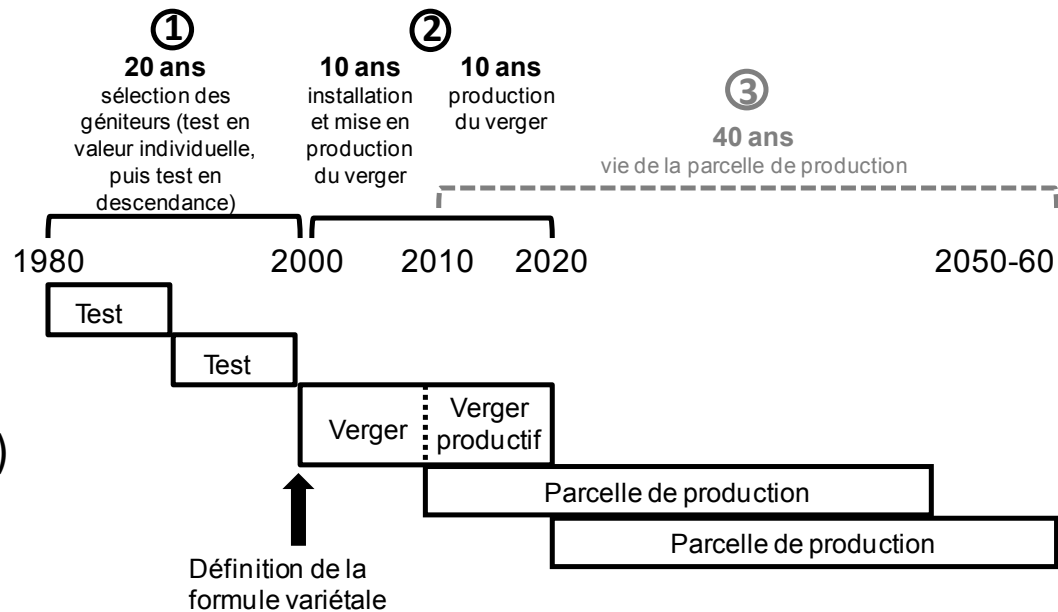


Stratégie très efficace mais cycles de sélection longs



Variétés « polyvalentes »
(conditions pédo-climatiques, utilisation)

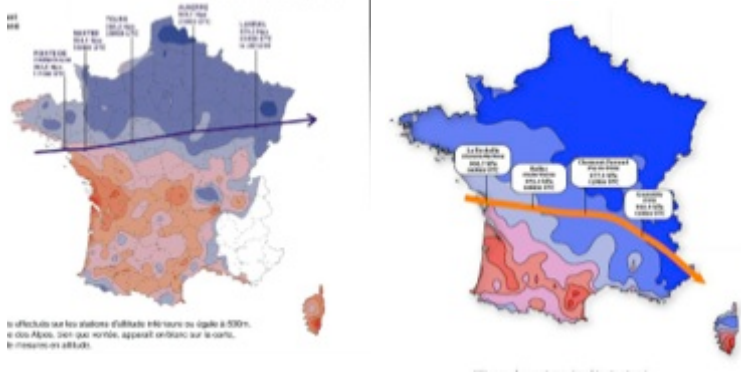
Gains > 30% croissance et rectitude



Renouvellement des variétés ~ 15 ans

Nouveau contexte aquitain

Deux tempêtes successives

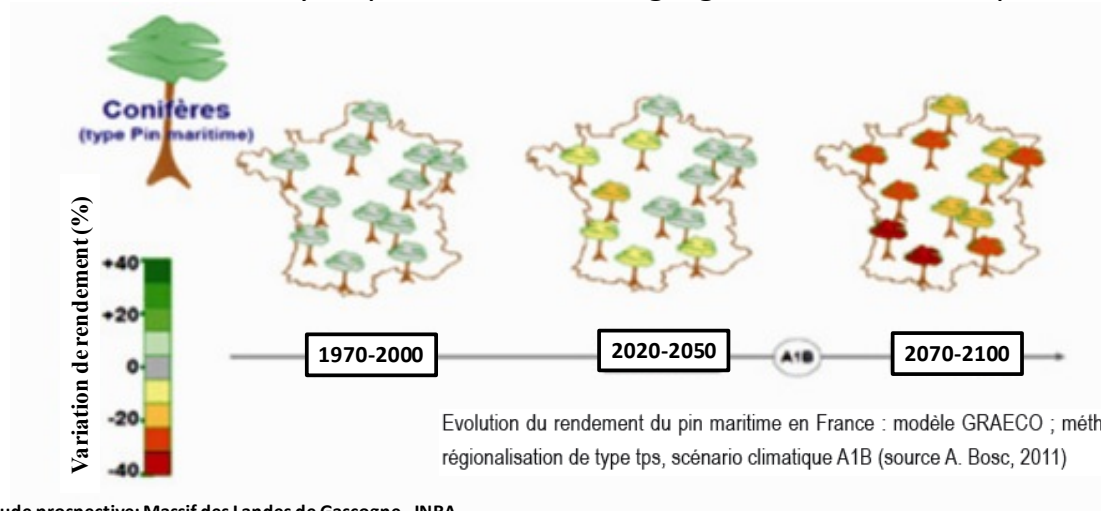


Nouveaux débouchés (biomasse)



Changement climatique

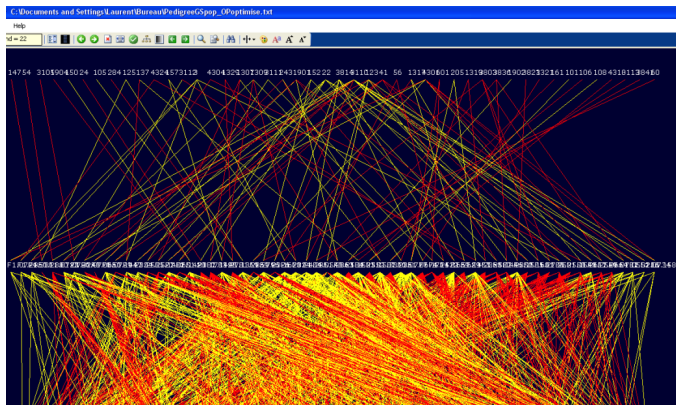
- Scénario « moyen » (A1B) du GIEC pour 2050:
 - hausse des températures de 1,5°C
 - baisse des précipitations de 10%
- Déficits hydriques estivaux et engorgements hivernaux plus longs



Etude prospective: Massif des Landes de Gascogne - INRA

Accélération des sorties variétales

Valeur génétique d'un arbre déterminée par les performances de ses apparentés



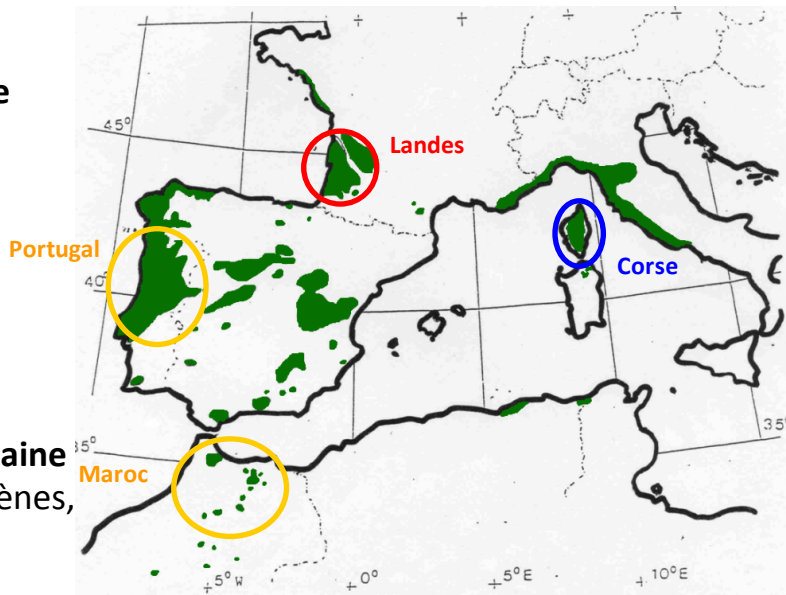
Accumulation de données sur trois générations (plus de 400 000 arbres mesurés)

➔ **Réduction possible de la durée des cycles**
(sélection sans évaluation sur descendance)

- Diminution du délai entre évaluation et production
- Accélération du gain génétique
- Renouvellement plus fréquent des variétés (possibilité de réduire la variabilité génétique)

Utilisation d'une diversité génétique plus large

Population Corse
(branchaison,
rectitude)

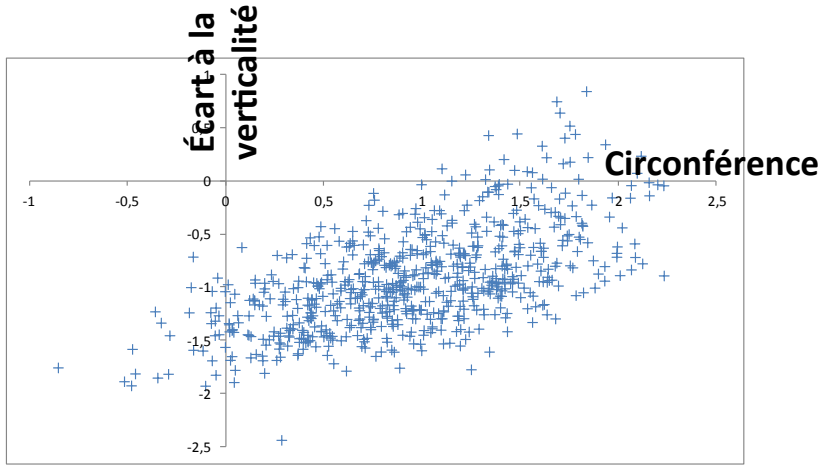


Population Marocaine
(résistance pathogènes,
sécheresse)

Nouveaux critères:
résistance à la sécheresse
résistance au nématode du pin

➔ Exploration de la diversité dans l'ensemble des provenances... mais probablement utilisation en croisements (adaptation, productivité)

Diversification des sorties variétales



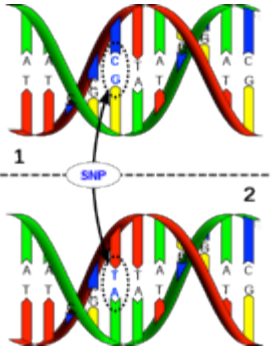
Augmentation du nombre de critères de sélection (productivité, qualité, résistance à la sécheresse...)

➔ gain génétique plus faible pour chacun d'entre eux

Vers des variétés « spécialisées » pour un usage

Par exemple, variétés « biomasse » (gain > 50%)

Utilisation des outils de la biologie moléculaire ?



Marqueur moléculaire = Fragment d'ADN (séquence codante ou non) avec une position bien définie dans le génome (locus) et présentant du polymorphisme dans la population d'étude

- **Vérification de l'identité des arbres**
 - ➔ augmentation de la précision des estimations
- **Reconstitution des pedigrees incomplets**
 - ➔ possibilité de mettre en œuvre de nouvelles stratégies de sélection

Utilisation des outils de la biologie moléculaire ?

Prédire la performance des arbres pour une sélection précoce

Sélection Assistée par Marqueurs

Recherche d'association entre
marqueur et performance



Sélection des arbres présentant les
marqueurs associés à la performance
recherchée

Sélection Génomique

Population d'étude:
génotypage (~10 000 marqueurs) +
mesure des performances
→ Calibration modèle



Génotypage des arbres de la population
d'application

Sélection à partir d'un index
« génomique » (sans mesure des
performances)

Conclusion générale

- Exploration de la diversité interspécifique (adaptation / enjeux de production) puis création variétale pour augmenter durablement les performances
- Forêt landaise: choix du pin maritime au milieu du XIX^{ème} siècle puis programme d'amélioration à partir de la provenance locale
- Evolution du contexte économique et environnemental
 - ➔ réactive les recherches pour valoriser la diversité inter- et intra-spécifique
 - pin maritime reste l'espèce majoritaire mais utilisation possible d'autres espèces sur certaines stations voire en mélange (biodiversité, protection vis-à-vis des pathogènes, mélange de scénarios)
 - valorisation des différentes provenances de pin maritime
 - diversification du matériel amélioré, renouvellement plus fréquent