Programme Futurol
MODULE RESSOURCES LIGNO-CELLULOSIQUES

Amélioration génétique du Peuplier pour un usage en TCR

R1c

Jean-Charles Bastien

Jean-Paul Charpentier

Gilles Pilate

Catherine Bastien

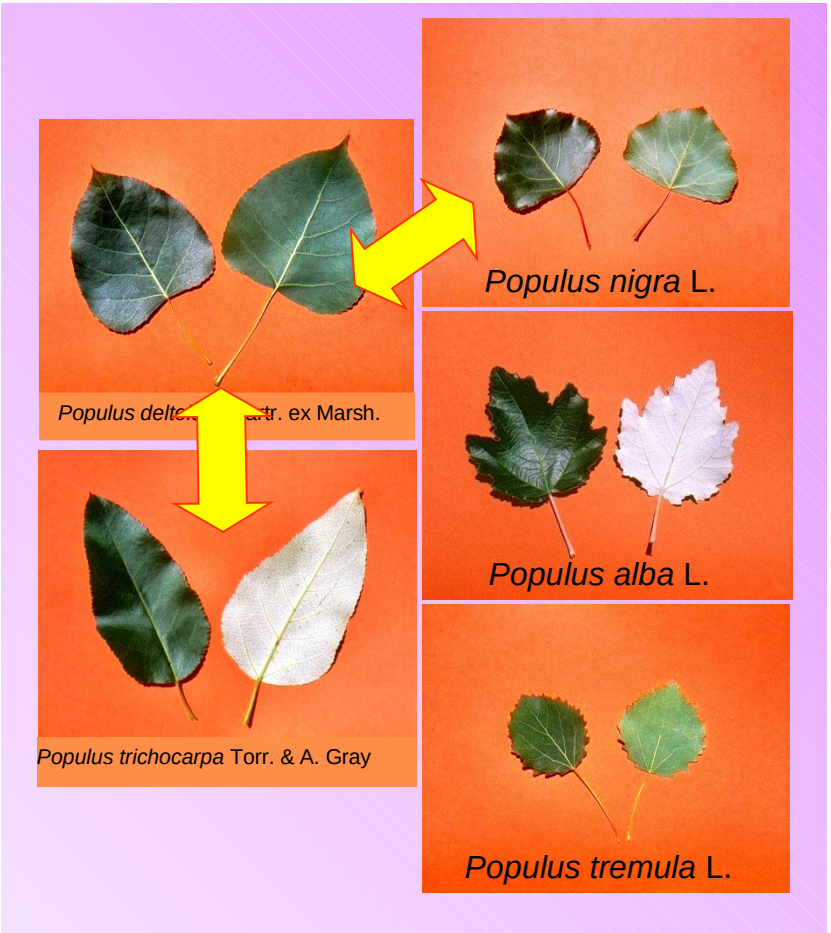
Véronique Jorge

Le genre *Populus*

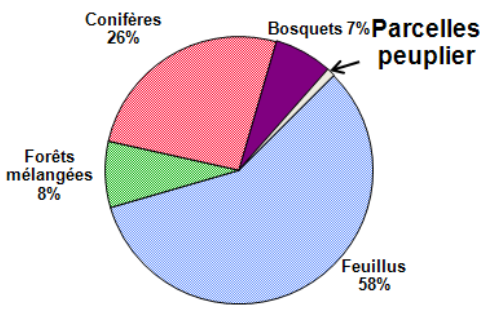
6 sections et 29 espèces réparties dans l'hémisphère nord

Les peupliers cultivés sont majoritairement issus d'hybridations interspécifiques, à partir de quelques espèces ...

... et sont plantés en parcelles monoclonales.



Les peupleraies cultivées, des forêts à haute productivité



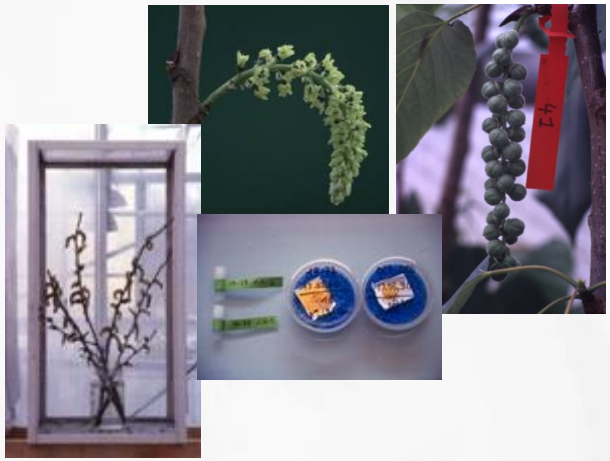
- 2% de la surface forestière
- 3ème essence feuillue en volume de bois récolté

1.5 M m³ (2003)
= 230 000 ha

(Ministère de l'Agriculture et de la Pêche, 2000)

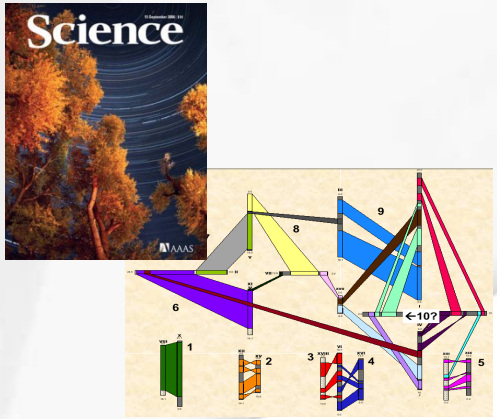
Le peuplier : un arbre modèle en génomique des arbres

- Croissance rapide
- Multiplication végétative (bouturage) facile
- Croisements intra- et interspécifiques
- Taille du génome relativement petite
- Transformation
- Collections



(M. Villar, INRA Orléans)

(G. Pilate et al, INRA Orléans)



Culture de peuplier dédiée à la production de biomasse

→2 systèmes :

- **Taillis à Courte Rotation (TCR) :**
  - 1 000 à 2 000 tiges/ha,
  - Rotations de 7 à 10 ans
  - Rendement 10 – 12 t MS/ha/an
  - Produit : petit arbres (diam. 15-20 cm)
  - Plantation agricole, récolte forestière

- **Taillis à Très Courte Rotation (TTCR) :**
  - 10 000 à 15 000 tiges/ha,
  - Rotations de 2 à 3 ans,
  - Rendement : 12 – 15 t MS/ha/an
  - Produit : rejets (diam. 3-4 cm)
  - Plantation agricole, récolte agricole

Objectif de l'action

Optimiser les critères de sélection pour l'amélioration génétique du peuplier exploité en TCR

- Critère **phytosanitaire** : impact de la rouille foliaire intensifié par la densité de plantation et l'utilisation de cultivars sensibles.
- Critère « **Qualité de la biomasse** » : critères spécifiques à la production de biocarburants non pris en compte.
- Critère de **productivité** : croissance juvénile en compétition, aptitude au rejet de souche non pris en compte.

MODULE RESSOURCES Action R1c

« Amélioration génétique du Peuplier pour un usage en TCR »

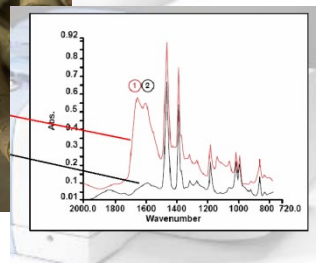
Description de l'action

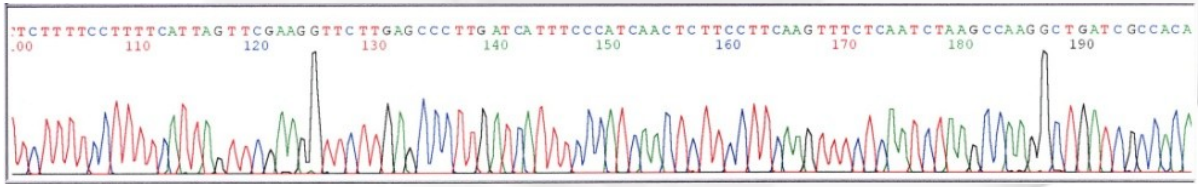
1) Phytosanitaire
   - Variabilité de la résistance clonale aux rouilles foliaires
   - Comportement en mélange multiclonal

2) Productivité
   - Valorisation de TCR anciens
   - Criblage de nouvelles obtentions
   - Variabilité de l'aptitude au rejet de souche

3) Qualité de la biomasse
   - Calibration SPIR du ratio Cellulose /Lignine
   - Variabilité clonale de ce ratio

4) Polymorphisme de gènes candidats impliqués dans la résistance aux rouilles et les propriétés du bois (thèse)





MODULE RESSOURCES Action R1c

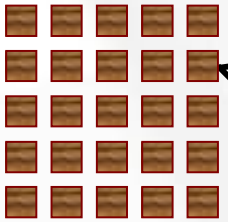
« Amélioration génétique du Peuplier pour un usage en TCR »

Description de l'action

La Spectrométrie Proche InfraRouge: en pratique

1- Etalonnage

Lot d'étalonnage



le plus **représentatif** de la variabilité de la propriété à analyser

Dosages avec les méthodes de référence (% cellulose, % lignine)

$$\mathbf{Y} = \begin{pmatrix} y_1 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ y_n \end{pmatrix}$$

Obtention des spectres PIR

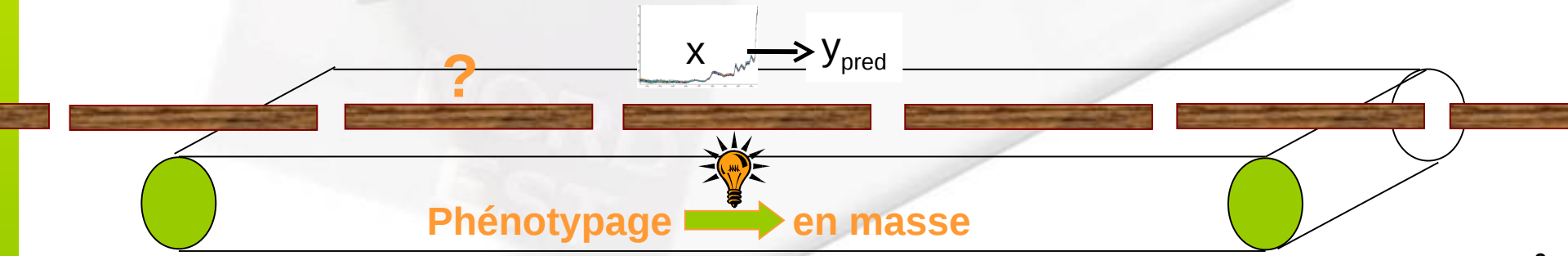
$$\mathbf{X} = \begin{pmatrix} x_{11} & \dots & x_{1v} \\ \cdot & & \cdot \\ \cdot & & \cdot \\ \cdot & & \cdot \\ x_{n1} & \dots & x_{nv} \end{pmatrix}$$

Etablissement de modèles de calibration

Equation prédictive

$$y = \sum x_v \beta_v + \varepsilon$$

2- Prédiction sur un très grand nombre d'échantillons



Stratégie d'échantillonnage et problèmes méthodologiques

Stratégie d'échantillonnage :
- Collection de différents génotypes (espèces pures et hybrides *Populus* spp.)
=> Constitution d'une « xylothèque ».

Protocole d'échantillonnage :
- Prélèvement au moment du recépage (récolte)
- Quantité à définir

Traitement de l'échantillon :
- Écorçage ?
- Séchage
- Broyage / conservation à l'état massif

Stratégie adoptée pour les mesures :
- Mesure et analyse préliminaire des spectres IR pour la mise en évidence d'une variabilité génétique
- Dosage avec des méthodes de référence sur une sélection d'échantillons représentatif de la variabilité existante au niveau de spectres.

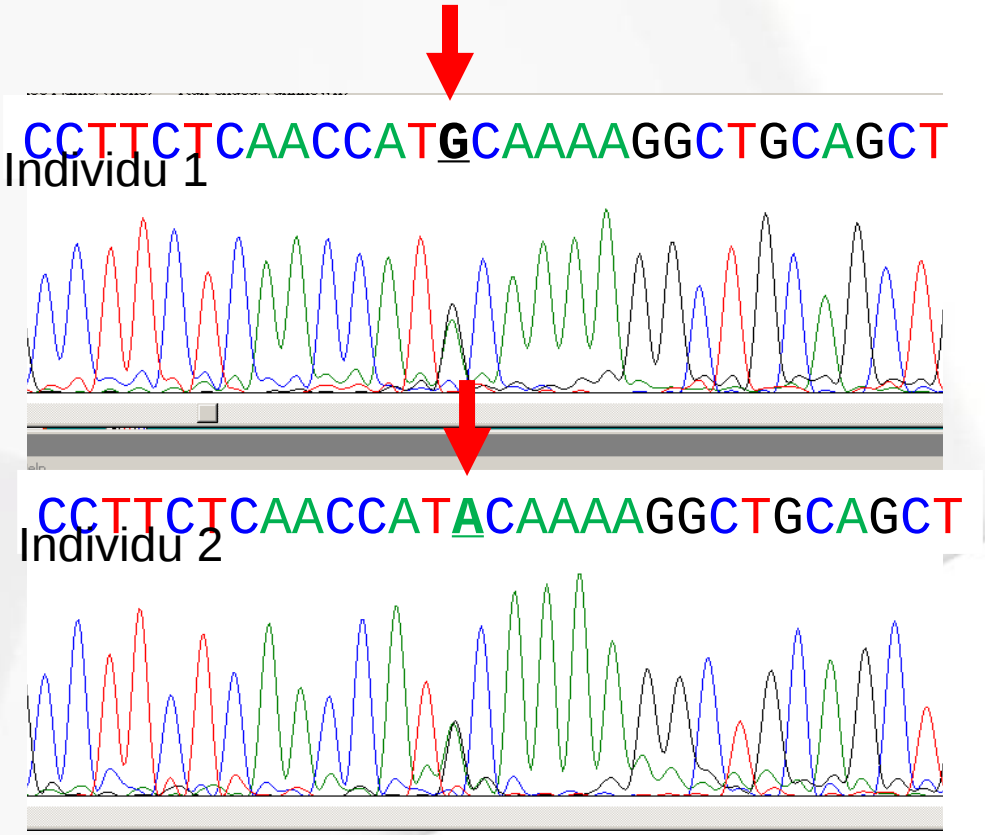
MODULE RESSOURCES Action R1c

« Amélioration génétique du Peuplier pour un usage en TCR »

Description de l'action

Polymorphisme nucléotidique de gènes d'intérêt

- **Séquençage** de gènes candidats pour des caractères d'intérêt (résistance aux rouilles, propriétés du bois).
- Identification de **polymorphismes** de séquence (SNP, INDEL).
- Recherche d'**association** entre ces polymorphismes et la variabilité des caractères.
- Premiers résultats chez *P. nigra*:
  - ✓ 800 fragments de gènes re-séquencés chez 21 individus.
  - ✓ identification d'1 SNP tous les **1/112 pb**.



MODULE RESSOURCES Action R1c

« Amélioration génétique du Peuplier pour un usage en TCR »

Description de l'action

Choix des gènes candidats

Choix basé sur : bibliographie, études d'expression, position par rapport à des QTL

« Lignine / Cellulose »

- 8 enzymes voie de biosynthèse des lignines.
- 11 gènes impliqués dans la formation de la paroi cellulaire

« Croissance »

- Choix en cours à partir de la bibliographie

« Résistance à la rouille »

- Choix en cours à partir d'études d'expression et de candidats positionnel

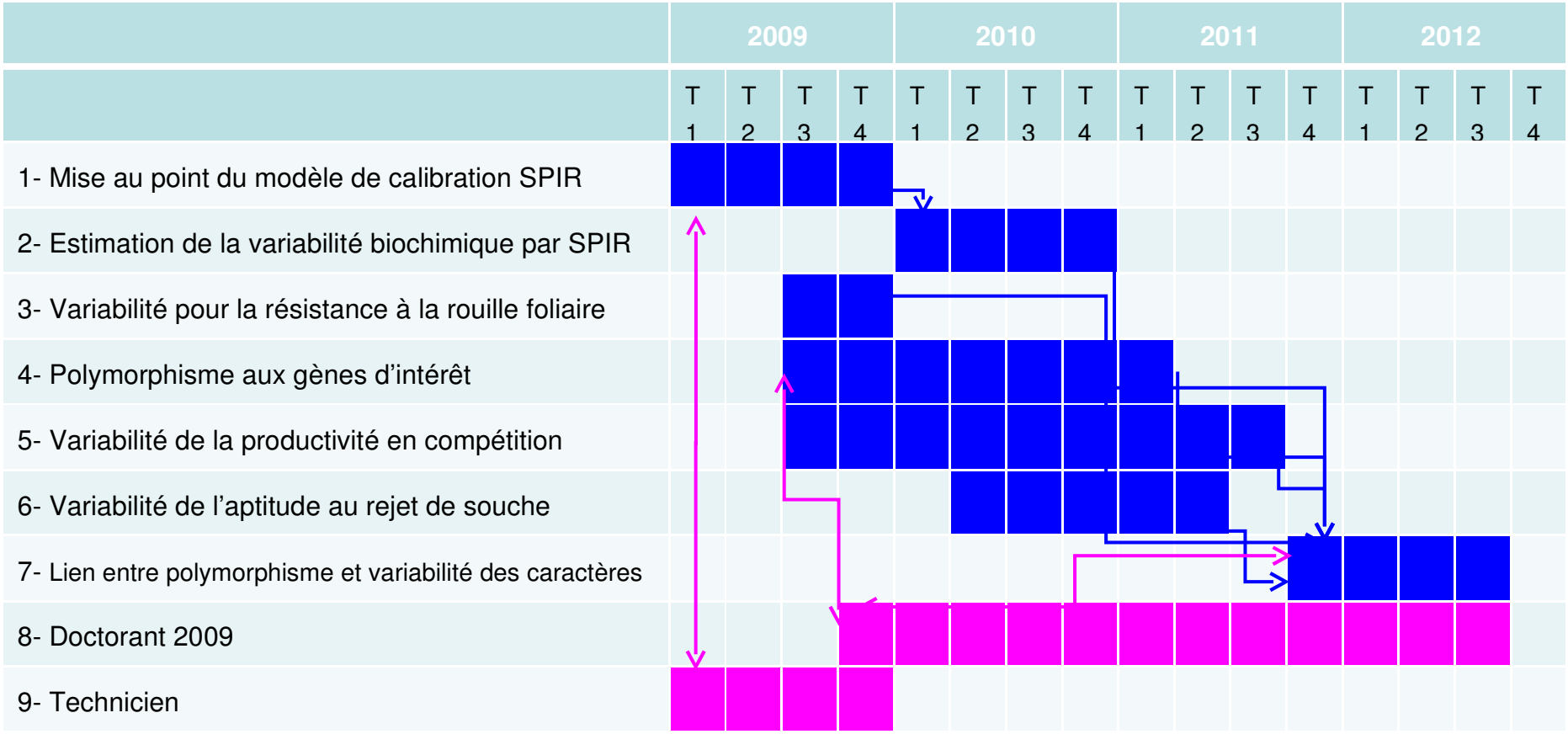
Panel pour la découverte de SNP

28 *Populus deltoides* × 8 *Populus nigra*

30 descendants (hybrides, 8 familles)

MODULE RESSOURCES Action R1c

Chronologie



MODULE RESSOURCES Action R1c

Insertion dans le module Ressources

- Articulations, complémentarités à développer avec les autres actions du module : plantes modèles, sites communs?…
  - Dispo commun à R1a « Comparaison de différentes cultures lignocellulosique et détermination des systèmes de production optimums adaptés aux conditions locales »
  - Comparaison avec d'autres espèces ligno-cellulosiques pérennes (impact de la compétition sur la productivité, bilan énergétique …) (R1a, R1b, R3b ?).
  - Méthodologie & mutualisation d'équipement ? R1g « mise au point d'un test prédictif de la qualité technologique de la biomasse ».

- Articulations à développer avec les autres modules en particulier le module pré-traitement
  - Impact de la variabilité du ratio lignine/cellulose sur l'efficacité du process industriel (modules Pré-traitement et Hydrolyse).

- Autres questions par rapport à la conduite du projet
  - néant