

Mots clés

- Amélioration génétique
 - GIS
 - Peuplier

Le GIS Peuplier, 4 ans après sa création

En 2001, la création du Groupement d'Intérêt Scientifique (GIS), Génétique, Amélioration et Protection du Peuplier concrétisait la volonté des trois organismes impliqués (AFOCEL, Cemagref, INRA) de mettre en commun leurs moyens et leurs compétences en matière de sélection du peuplier. Le GIS bénéficie d'un appui logistique important à la pépinière administrative de Guéméné-Penfao, spécialement dans les premières étapes de sélection.

Le GIS a pour objet, d'une part, de conduire un programme d'amélioration génétique du peuplier à la fois ambitieux et novateur, et, d'autre part, de vérifier l'adaptation aux conditions françaises des cultivars proposés à la filière par d'autres instituts de recherche européens.

Les croisements contrôlés du GIS ont débuté en 2001 à l'INRA d'Orléans. Deux grands types d'hybridation sont menés simultanément :

- Hybrides euraméricains :
Populus deltoides x *P. nigra*,
- Hybrides interaméricains :
Populus deltoides x *P. trichocarpa*.

Plusieurs types de croisements ont été réalisés, certains sont plutôt "cognitifs" et destinés à comprendre la transmission des caractères parentaux, d'autres sont plus "appliqués", utilisant davantage la variabilité disponible chez les espèces parentes.

Parallèlement à ces hybridations interspécifiques, tournées vers la création variétale, des croisements intraspécifiques sont aussi réalisés pour poursuivre l'amélioration des espèces parentes.

Début 2005, les premiers hybrides euraméricains du GIS ont été sélectionnés sur des critères de tolérance à la rouille du mélèze (*Melampsora larici-populina*), de vigueur et de branchaison, appréciés sur des dispositifs de pépinière (Guéméné-Penfao, 44). Les clones retenus seront installés en dispositifs multi-sites sur le terrain, en vue d'apprécier, sur un moyen terme (5 ans), leur vigueur, leur forme et leur adaptation aux conditions de sol et de climat.

Les hybrides interaméricains, créés à partir de parents *P. deltoides* sans résistance totale à la rouille du mélèze, seront soumis, ces deux prochaines années, à des tests approfondis de comportement face à cet agent pathogène, avant d'envisager leur première sortie au champ. De même, l'intérêt des premiers rétro-croisements vers *P. deltoides* sera précisé pour la vigueur juvénile et la sensibilité à la rouille.

Enfin, **les cultivars étrangers** proches de la sortie variétale, sont évalués au fur et à mesure de leur réception, face aux agents pathogènes sévissant en France, de même que dans des tests agronomiques.



La création variétale

■ Hybrides euraméricains

Deux voies ont été suivies pour cette combinaison hybride. La première cherche à comprendre le déterminisme de transmission des caractères des deux parents dans la descendance. Pour cela, le GIS a réalisé un plan de croisement factoriel entre 5 mères *P. deltoides* et 4 pères *P. nigra*. Plus de **700 clones** pour **19 familles** ont été obtenus. Après avoir été testés au laboratoire (rouille) et observés en pépinière (rouille, vigueur, branchaison), une première sélection de 48 clones sera installée sur le terrain en 2005. La deuxième voie explorée consiste à tirer partie au maximum de la variabilité des espèces parentes en croisant 25 mères *P. deltoides* avec 25 pères *P. nigra* différents (croisements single-pair). Les **22 familles** obtenues (+ de **1000 clones**) ne sont donc pas apparentées. Ces clones subissent le même parcours de sélection et sont actuellement en test à la pépinière de Guéméné-Penfao. Ils seront installés sur le terrain dès 2006.

Au-delà des sorties variétales directes, les informations collectées grâce à ces deux plans de croisement permettront de réfléchir à d'autres hybridations, encore plus pertinentes, entre parents "choisis". Ces croisements, strictement orientés vers la création variétale, pourront être effectués en grande quantité.



Hybrides euraméricains : à gauche bon angle de branchaison, à droite port fastigié.

■ Hybrides interaméricains

Selon le GIS, les hybrides interaméricains présentent de telles qualités de vigueur, de plasticité et de propriétés du bois, qu'il faut explorer toutes les possibilités d'obtenir des hybrides au comportement stable face aux rouilles foliaires.

L'utilisation de parents *P. deltoides* sans résistance complète devrait permettre de trouver dans la descendance des individus ayant à la fois une absence de résistance complète et un bon niveau de résistance partielle. Trois types de croisements ont été réalisés :

- un plan de croisement factoriel entre 5 mères *P. deltoides* et 5 pères *P. trichocarpa*, comprenant des mères sans résistance totale à *M. larici-populina* (clones "universels"), **19 familles** et plus de **1000 clones** ont été ainsi obtenus ;
- **6 familles** ont été créées uniquement avec des mères "universelles", pour **303 clones** ;
- enfin, **10 familles** de rétro-croisements interaméricain x *P. deltoides* ont été produites (+ de **1000 clones**).

Les premières observations réalisées confirment que l'utilisation de mères "universelles" permet d'obtenir une descendance sans résistance totale. Ces premiers hybrides seront testés en 2005 dans un dispositif de pépinière bénéficiant d'un inoculum "contrôlé", à Charrey-sur-Saône. Le comportement des autres hybrides sera observé face à un inoculum naturel à la pépinière de Guéméné-Penfao.

■ Autres croisements

D'autres hybridations sont prévues, il peut s'agir de croisements intraspécifiques pour recréer de la variabilité dans les populations parentes, ou de croisements plus exploratoires intégrant les trois espèces majeures (*P. nigra*, *P. deltoides* et *P. trichocarpa*), voire d'autres espèces telles que *P. maximowiczii* et *P. balsamifera*.

Enfin, il faut rappeler que **les premières sorties variétales** françaises attendues concernent **des hybrides intra-spécifiques de *P. deltoides*** réalisés par l'INRA avant la création du GIS. Ces variétés prometteuses sont actuellement en parcelles d'homologation dont les résultats seront connus à partir de 2010. S'agissant de *P. deltoides*, ces variétés seront vraisemblablement adaptées à la moitié sud de la France.

Le schéma de sélection retenu

Les conditions stationnelles (climat, sol) et la nature des agents pathogènes variant considérablement dans notre pays, le GIS a élaboré un dispositif d'évaluation des variétés qui recouvre l'essentiel des critères devant être pris en compte.

Les tests sont évidemment adaptés au matériel végétal étudié, selon qu'il s'agisse de cultivars étrangers sur le point d'arriver sur le marché (quelques dizaines), ou qu'il s'agisse des milliers de semis créés par le GIS.

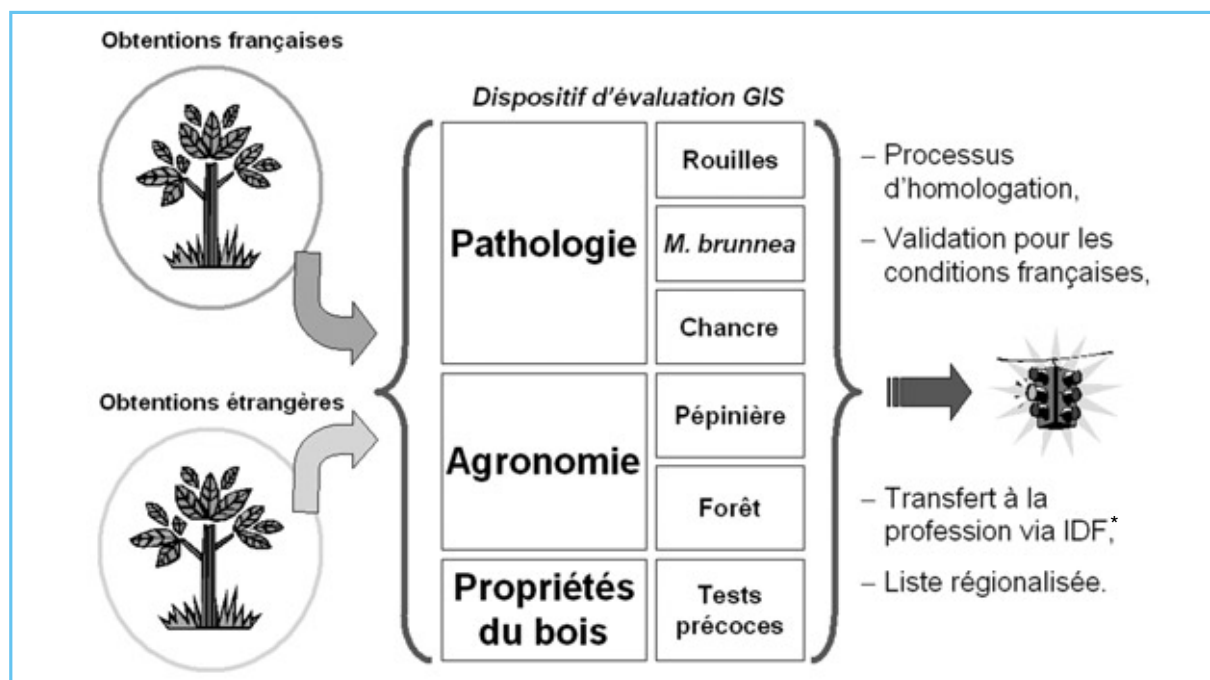
■ Pathologie et autres dommages

Le volet pathologie est un des postes les plus importants car les agents pathogènes sont nombreux et peuvent causer des dommages sévères aux plantations. Les trois maladies majeures surveillées sont :

- **les rouilles foliaires**, et plus spécialement la rouille du mélèze, en forte recrudescence ces dernières années, et dont la diversité des races doit être prise en compte,
- **la brunissure des feuilles** (*Marssonina brunnea*), peu active ces dernières années, cette maladie pourrait redevenir d'actualité avec le retour en force des euraméricains dans les plantations,
- **le chancre bactérien** (*Xanthomonas populi*), qui est toujours présent dans l'extrême nord du pays et qui rend impossible l'utilisation de clones très sensibles dans cette région.

L'ensemble du dispositif est aujourd'hui dimensionné et articulé en fonction de la gravité des attaques, des dommages potentiels et enfin du coût d'acquisition des données. Il est en effet inutile de réaliser un test de sensibilité au chancre, long et coûteux, sur du matériel qui, par ailleurs, serait trop sensible à *M. larici-populina*.

Schéma d'évaluation retenu par le GIS Peuplier pour les variétés françaises et étrangères



* Institut pour le développement Forestier

Il ne faut pas négliger toutefois la surveillance d'autres ennemis du peuplier, toujours susceptibles d'apparaître et de se développer rapidement sur un cultivar sensible. **Le puceron lanigère** (*Phloeomyzus passerinii*), qui semble se développer en France ces dernières années, en est l'illustration. Si cette situation devait persister, le GIS devrait intégrer ce nouveau critère dans son processus de sélection.

Les rouilles foliaires (*Melampsora* sp.)

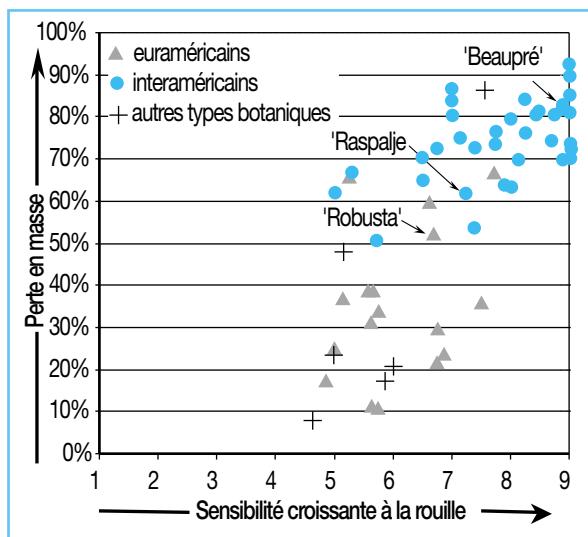
Il s'agit de l'agent pathogène le plus dommageable ces dernières années. C'est actuellement l'espèce *M. larici-populina* qui domine largement dans notre pays, au point de rendre rare *M. allii-populina*, autrefois largement présente dans le sud et l'ouest.

Dans un premier temps, une notation des symptômes sous infection naturelle et une caractérisation des populations de *M. larici-populina* permettent d'opérer un tri à moindre coût. Les clones les plus atteints et, à l'opposé, les clones immuns, ne sont pas retenus.

Pour les clones de sensibilité intermédiaire, le spectre des races pouvant infecter ces clones est déterminé au laboratoire. Puis, leur comportement est observé dans un dispositif où l'inoculum est contrôlé. En plantant les peupliers en mélange avec des mélèzes, et en inoculant ces derniers avec l'ensemble des virulences connues, l'infection obtenue est forte, précoce et surtout plus équilibrée en races que lors d'une infection naturelle. Il est ainsi possible d'obtenir une note de sensibilité qui reflète, au mieux, les aptitudes du clone.

Une fois ces informations disponibles, la tolérance est quantifiée en calculant la perte de biomasse subie en pépinière sous l'effet de l'infection par rapport à des plants protégés chimiquement (croissance potentielle). En effet, nous avons pu constater que pour les niveaux d'infection intermédiaires, il existe une certaine variabilité des pertes de croissance, même si, globalement, les clones interaméricains sont plus gravement touchés que les euraméricains.

Notion de tolérance : perte de biomasse en fonction de la note d'infection à *M. larici-populina*



La brunissure des feuilles (*Marssonina brunnea*)

Difficile à manipuler en laboratoire, *M. brunnea* nécessite impérativement des tests de terrain, dans des conditions de pépinière. En pratique, les clones à tester sont plantés en mélange intime avec un cultivar particulièrement sensible, le 'Magistère Géant'. La première année, l'inoculum est récolté, à la fin du printemps, sous forme de feuilles infectées, sur une parcelle de 'Magistère Géant' maintenue à cet effet dans la pépinière. Les feuilles infectées sont agrafées sur les plants du clone "inoculateur" à l'occasion d'une période pluvieuse. L'agent pathogène peut alors, à partir de cette base, et si les conditions météorologiques le permettent, infecter les clones sensibles de l'essai. Une ou deux notations des symptômes foliaires ont lieu en cours d'année, une troisième peut même être effectuée sur rameaux en fin de saison de végétation. L'essai est généralement maintenu 2 à 3 ans. Les résultats de ces notations sont toujours à mettre en relation avec la note attribuée à des témoins connus tels que 'Magistère Géant', 'I-45/51' et 'I-214'. A l'occasion du retour en grâce des clones euraméricains, plus sensibles que les interaméricains, le GIS devra approfondir ses connaissances sur *M. brunnea*, et notamment rechercher des dispositifs qui soient à la fois discriminants et peu coûteux.

Le chancre bactérien (*Xanthomonas populi*)

Toujours présent dans le nord de la France, le chancre interdit le développement de clones trop sensibles dans ce secteur. Si cet agent pathogène est bien connu des améliorateurs belges et hollandais, il est absent des dispositifs italiens car la bactérie n'y existe pas.

Les tests sont menés en pépinière, sur une période de 4 ans, avec inoculation artificielle sur le tronc en fin de deuxième année. Les notations ont lieu en fin de 3^{ème} et 4^{ème} année, et prennent en compte la longueur du chancre et l'indice de ceinturation (% de la circonférence du tronc atteint par la lésion). S'agissant d'un test assez long, il n'est pratiqué que sur un nombre restreint de clones, ayant déjà passé, avec succès, les étapes de sélection précédentes.

■ Agronomie

En pépinière

Après réception et homogénéisation des semis créés à l'INRA d'Orléans (de plusieurs centaines à quelques milliers de clones), la première étape consiste à installer un test de pépinière pour observer la vigueur juvénile et la forme (rectitude, branchaison) des génotypes, ainsi que leur comportement face aux infections naturelles de rouille. C'est à l'issue de ce test que va avoir lieu la première sélection qui permettra d'obtenir des quantités de clones compatibles avec des dispositifs plus élaborés.

Enfin, pour les clones proches de la sortie variétale, l'observation des dates de débourrement, d'arrêt de la croissance, et des mesures régulières de croissance au cours de l'année permettent de définir précisément la phénologie des futurs cultivars.

En plantation

Après le premier tri réalisé en pépinière, une première sélection (moins de 100 clones) sera installée dans des tests multi-stationnels, à parcelle unitaire monoarbre, à partir de boutures et à forte densité de plantation, pour étudier : 1) la vigueur juvénile, la forme et la branchaison, 2) l'adaptation aux conditions écologiques (climat, sol). Parallèlement, l'élevage de plants de 2 ans permet d'installer des parcelles de comparaison plus classiques, toujours en dispositif monoarbre.

Une ou deux étapes de sélection seront encore nécessaires pour arriver à des dispositifs d'homologation visant l'inscription des clones. Ces dispositifs doivent répondre à des règles précises définies par l'organisme chargé d'instruire l'inscription des variétés (Comité Technique Permanent de la Sélection). Le nombre et la nature des dispositifs, le type de témoins, l'âge et la nature des mesures sont ainsi définis.

■ Propriétés du bois

Rarement pris en compte dans le processus de sélection, il s'agit pourtant d'un aspect essentiel de la qualité du futur cultivar.

Les recherches du GIS en la matière s'articulent selon deux axes :

- caractérisation du bois des cultivars nouveaux sur le marché,
- recherche et prise en compte de certaines propriétés du bois, le plus tôt possible dans le schéma de sélection.

Pour ce dernier point, le GIS a initié une longue étude destinée à rechercher d'éventuelles corrélations juvénile x adulte des propriétés du bois. A ce jour, l'analyse a porté sur les propriétés du bois adulte de 55 cultivars de peupliers (25 *P. deltoides* et 30 *P. x euramericana*). Ce matériel est désormais en cours d'élevage pour obtenir et analyser du bois jeune.



L'industrie recherche des bois de qualité : jeunes, élagués, clairs et avec peu de bois de tension.

Répartition des tâches entre les différentes équipes impliquées dans le GIS Peuplier

Structure	Site	Tâches
INRA	Orléans	- Populations de parents, - Croisements contrôlés, - Tests laboratoire <i>Melampsora sp.</i>
INRA	Nancy	- Tests laboratoire <i>Melampsora sp.</i>
Pépinière admin.	Guéméné-Penfao	- Matériel végétal, - Tests pépinière vigueur juvénile & <i>Melampsora sp.</i> avec inoculation naturelle.
AFOCEL	Charrey-sur-Saône	- Tests pépinière <i>Melampsora sp.</i> avec inoculation contrôlée, - Tests agronomiques.
Cemagref	Nogent-sur-Vernisson	- Tests pépinière <i>Marssonina brunnea</i> , - Tests agronomiques.
INRA	Angers	- Tests pépinière <i>Xanthomonas populi</i>
AFOCEL	Nangis	- Caractérisation des propriétés du bois

Pour en savoir plus

BASTIEN C. *et al.* (2004)

Amélioration génétique des peupliers. Biofutur 247, pp 33-37.

BERTHELOT A., BOUVET A. (2004)

Sélection du peuplier : Apport expérimental de l'AFOCEL. 1^{ère} et 2^{ème} partie. Revue Forestière Française LVI, 1-2004, pp 7-21 et 2-2004, pp 99-108.

PINON J., BERTHELOT A. (2004)

La prise en compte des problèmes sanitaires par le GIS Peuplier. La santé des forêts en 2002. Les cahiers du DSF 1-2003/2004, 84-87.

CONCLUSION

Quatre ans après sa création, le GIS Peuplier a entamé un travail ambitieux et cohérent de création variétale.

Ambitieux, parce qu'il ne néglige aucune des combinaisons hybrides qui ont déjà été utilisées avec succès dans notre pays.

Cohérent, parce qu'il mène conjointement des recherches visant à comprendre comment se transmettent les caractères des parents tout en ne négligeant pas les sorties variétales et en préparant les croisements de demain.

Le GIS Peuplier s'efforce également d'informer la profession à travers de multiples contacts (colloques, formations, réunions professionnelles) et de nombreuses publications. L'Institut pour le Développement Forestier (IDF) est, à ce titre, un vecteur privilégié vers l'aval de la filière. En retour, les praticiens doivent se manifester et communiquer leurs attentes et leurs besoins. Bien sûr, un programme d'amélioration génétique engagé ne peut aboutir sans une certaine continuité, mais l'écoute des destinataires des variétés, qu'ils soient populteurs ou industriels, ne peut qu'enrichir le débat et conforter la recherche de géotypes performants.

Alain BERTHELOT
AFOCEL Station Nord-Est
Route de Bonnencontre
21170 Charrey-sur-Saône
Tél. : 03.80.36.36.20
Fax : 03.80.36.36.44
E-mail : nordest@afocel.fr

Catherine BASTIEN &
Marc VILLAR
INRA
Centre de Recherches d'Orléans
45166 Olivet Cedex

Jean PINON
INRA
UR Pathologie forestière
54280 Champenoux

Bernard HEOIS &
Vincent BOURLON
Cemagref
Domaine des Barres
45290 Nogent-sur-Vernisson

Michel MENARD
UMR PaVé 077 - INRA
BP57
49071 BEAUCOUZÉ Cedex