

Le réseau d'essais forestiers de FCBA : un patrimoine scientifique unique pour accompagner la forêt dans ses évolutions

En 2003, Gastine et al. publiaient dans la Revue Forestière Française un article qui présentait le réseau expérimental de l'AFOCEL. Le réseau fêtait alors ses quarante années d'existence. Depuis cette époque, le monde forestier a connu de nombreuses évolutions, avec les préoccupations liées aux changements climatiques, la montée en puissance du bois énergie, l'apparition ou l'amplification de dommages biotiques et abiotiques. Dernièrement, la signature d'un Contrat Stratégique de Filière élaboré par le Comité stratégique Bois au sein du Conseil National de l'Industrie et la définition d'un programme national de la forêt et du bois (PNFB) donne un nouvel élan à la filière bois dans son ensemble. Dans ce contexte, le réseau expérimental forestier de FCBA conserve tout son sens pour aider les forestiers à tirer parti des multiples entités génétiques installées sur le terrain (genres, espèces, variétés, clones) ainsi que des sylvicultures variées mises en œuvre, depuis parfois plus de 40 ans !

Cet article se donne pour ambition de mettre en valeur le réseau expérimental forestier de FCBA, au travers des nombreux projets de recherche/développement qu'il a contribué à alimenter en données, résultats ou échantillons.

Le réseau

Plus de 2600 essais ont été installés depuis 1964, avec un maximum au cours de la décennie 1980-1990. Les essais sont de nature variée, depuis la simple placette de suivi de production installée dans un peuplement « standard » jusqu'à l'expérimentation la plus complexe permettant une interprétation statistique rigoureuse des résultats.

Aujourd'hui, environ 1000 essais sont encore suivis. Ils concernent essentiellement 5 genres principaux (*Pinus*, *Pseudotsuga*, *Picea*, *Populus*, *Eucalyptus*) auxquels s'ajoutent quelques espèces de la famille des taxodiacées (*Sequoia sempervirens*, *Sequoiadendron giganteum*, *Calocedrus decurrens*), ainsi qu'une vingtaine d'autres espèces feuillues et résineuses (fig. 1). Les thèmes principaux des essais actuels sont l'amélioration génétique (> 50 %), puis le reboisement et la sylviculture (environ 20 % chacun). Certains thèmes largement étudiés dans le passé, tels que la fertilisation ou le suivi de pépinière (types de plants et de conteneurs) sont aujourd'hui assez peu représentés (fig. 2).

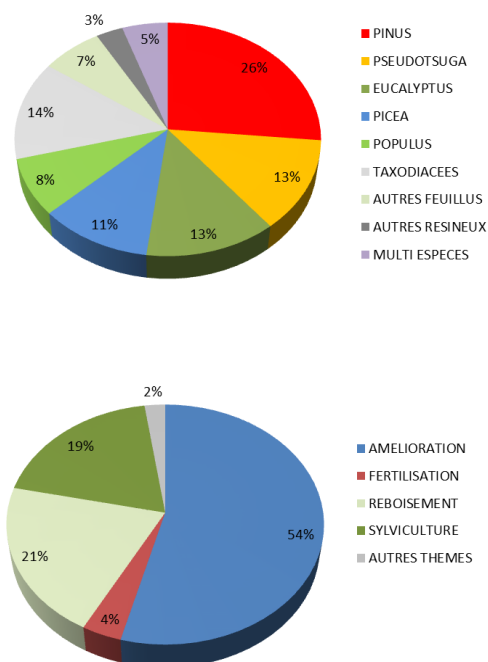


Figure 1 : Ventilation des essais « suivis » par taxon botanique (en haut) et par thème principal étudié (en bas)

La figure 3 illustre la répartition géographique des essais en cours. Celle-ci se structure essentiellement par les affinités régionales des essences ou groupes d'essences (pin maritime dans le Sud-Ouest, épicéa dans les Vosges et le Jura), mais dans la plupart des cas le réseau couvre l'ensemble des zones potentielles d'introduction. Les parcelles sont le plus souvent installées en forêt privée (> 90 %), mais FCBA dispose aussi d'essais sur ses propres installations (pépinières ou parcelles expérimentales), de même que quelques parcelles en forêt publique.

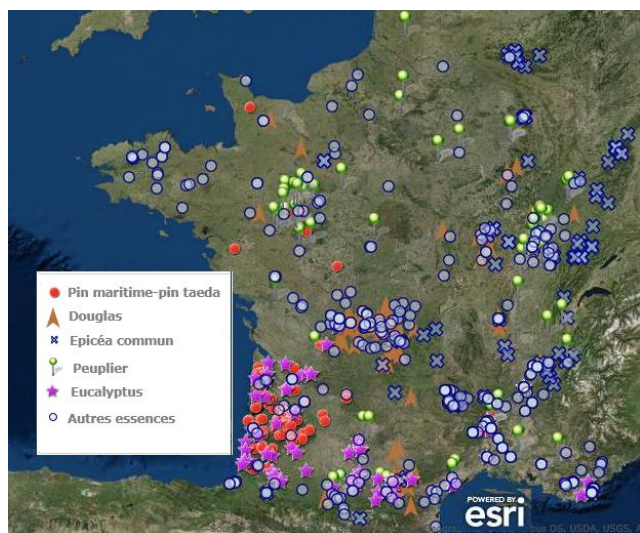


Figure 3 : Répartition des essais en cours par genre

Les parcelles expérimentales et les mesures qui y sont effectuées sont centralisées sous forme de bases de données depuis fort longtemps. Le descriptif du matériel végétal testé (lieu de récolte, généalogie) est lui aussi consigné dans une base centralisée. Cette organisation rigoureuse de l'information permet de capitaliser les connaissances acquises sur les parcelles sur plusieurs décennies. Ainsi, en plus des mesures de croissance traditionnelles (hauteur, diamètre), les travaux et interventions sylvicoles (éclaircies) sont également répertoriés. Plus récemment, les références GPS des parcelles ont été ajoutées, et d'autres améliorations sont encore prévues prochainement pour centraliser le maximum de renseignements liés aux parcelles et mettre à disposition du plus grand nombre certaines informations (de type métadonnées).

Un réseau, pour quoi faire ?

Ce vaste réseau expérimental est bien sûr à la base du travail réalisé par les équipes du pôle Biotechnologies et Sylviculture Avancée (BSA) de FCBA. Dans la majorité des cas, le réseau alimente des projets de recherche réalisés en partenariat avec des centres de recherche académiques (INRA, Irstea, Universités) ou plus appliqués (IDF-CNPF, ONF RDI). Compte-tenu du décalage temporel entre

l'installation des expérimentations forestières et l'acquisition des données les plus pertinentes, il est au final très rare d'obtenir des résultats au cours du projet de recherche ayant permis d'installer les parcelles. C'est donc souvent grâce à des essais anciens, installés par nos prédécesseurs, que nous obtenons les données qui alimentent nos travaux actuels. Nous devons donc poursuivre cet effort d'installation de parcelles, dont les résultats nourriront les recherches de nos successeurs.

Ces 10 dernières années, le réseau a été impliqué, à des degrés divers naturellement, dans une cinquantaine de projets de recherche partenariale (5 nouveaux projets par an!). Le réseau est également à la base de l'expertise reconnue de FCBA en matière de forêt cultivée de façon intensive.

L'amélioration génétique et la conservation

C'est le thème majoritaire des essais forestiers de FCBA. Pour certaines essences, c'est souvent au travers de collaborations institutionnalisées avec d'autres partenaires (GIS Pin maritime du futur, GIS Peuplier) que les essais sont installés et suivis. La création variétale s'effectue à travers tout un panel d'expérimentations successives (respectant les règlements techniques en vigueur) dont le but ultime est de proposer aux reboiseurs de nouvelles variétés.

Ainsi, pour le **pin maritime**, le réseau de tests génétiques de FCBA (plus d'une trentaine de tests depuis 1980) associé à celui de l'INRA, a permis de sélectionner les géniteurs constitutifs des variétés landaises et hybrides utilisées actuellement dans les pépinières (Alazard et al., 2002).

De même, l'installation d'une nouvelle génération de vergers à graines va débuter dès 2016 : celle-ci sera également basée sur la sélection d'arbres remarquables présents dans les tests les plus récents.



Photo 1 : Rectitude remarquable d'un peuplement amélioré de pin maritime (hybride Landes*Corse)

Plus récemment, le **GIS peuplier** a mis à disposition des popuiculteurs 4 variétés de *P. deltoides*, issues de ses travaux (GIS Peuplier, 2015). D'autres sorties variétales (hybrides euraméricains) seront disponibles dans les prochaines années. Le GIS fournit également au Ministère et aux professionnels une appréciation sur d'autres obtentions (italiennes, belges), sur la base de résultats issus de ses parcelles expérimentales.



Photo 2 : Essai rouille de Charrey-sur-Saône (21)
Deux clones de peuplier euraméricains de sensibilité différente à *Melampsora larici-populina*
A gauche : clone sensible ; à droite : clone tolérant

Pour l'**eucalyptus**, FCBA dispose d'un important réseau expérimental essentiellement dans le Sud de la France (Melun et Nguyen-The, 2012). Celui-ci est surtout orienté vers la sélection clonale à partir des espèces les plus adaptées vis-à-vis du froid. Ce travail de sélection a permis d'aboutir à l'inscription récente de deux clones actuellement multipliés pour le reboisement.

Les travaux les plus récents permettent d'envisager l'utilisation à très court terme de nouvelles variétés clonales (2017).



Photo 3 : Parcelle de provenances d'*Eucalyptus dalrympleana* de Longages (31)

Enfin pour le douglas, un projet intitulé **Douglas Avenir** fédère l'INRA, l'ONF et FCBA pour préparer la ou les populations d'amélioration qui serviront à créer les futures variétés de cette essence (France Douglas, 2015). Les parcelles expérimentales portant une vaste collection de descendance (notamment celle de Valmate, site sur lequel sont testées plus de 600 familles nord-américaines de douglas) serviront de vivier où seront choisis, après une sélection multicritères, puis mobilisés les individus performants qui composeront cette population d'amélioration.

Pour d'autres essences, moins travaillées à FCBA car jugées d'importance moindre pour la filière, le réseau permet de conserver de vastes collections de ressources génétiques naturelles et/ou améliorées (provenances, descendance, clones) qui présentent un réel intérêt dans le cadre de l'adaptation des forêts aux changements climatiques (*Pinus taeda*, par exemple). Une partie de ces essais a pu être valorisée dans le projet **VALORESO**, initié par le RMT AFORCE, en 2013. L'importance du réseau varie dans de fortes proportions selon les essences. Certaines présentent un intérêt forestier majeur (épicéa commun, épicéa de Sitka), au moins localement, tandis que d'autres sont encore peu développées en France, malgré un réel potentiel de production (séquoia toujours vert, cryptomère du Japon) (Harvengt et al., 2013). Le réseau comporte également des espèces d'intérêt patrimonial et/ou scientifique comme le cyprès de Duprez, espèce en danger d'extinction dans son aire naturelle et qui présente un régime de reproduction particulièrement original chez les conifères (apomixie mâle) (Pichot et al., 2001).



Photo 4 : Parcelle de cyprès de Duprez de La-Piège (11)



Photo 5 : Parcelle de Séquoia toujours vert de La-Ferrière-Harang (14)

Une originalité peut également être mise en relief dans le réseau d'essais FCBA : il s'agit de l'existence de parcelles forestières portant des arbres obtenus par embryogénèse somatique (clonage par multiplication végétative de l'embryon contenu dans la graine). C'est le cas pour l'épicéa commun pour lequel FCBA dispose sur le terrain de trois parcelles âgées de plus de 15 ans, ce qui reste extrêmement rare au niveau européen, et même mondial (Harvengt et al., 2008). C'est aussi le cas pour le pin maritime, en collaboration avec l'INRA, sur cinq sites installés plus récemment (Trontin et al., 2013).



Photo 6 : Parcelle d'épicéas issus d'embryogénèse somatique de Remiremont (88)

La sylviculture

Ces dispositifs étudient, en un même lieu, et selon un plan d'expérience qui permet une interprétation statistique des résultats, plusieurs modalités de sylviculture appliquées soit sur un peuplement déjà en place (essais d'éclaircie), soit dès la mise en place (densités de plantation), avec parfois une combinaison des deux.



Photos 7 : Parcelle de Douglas de Donzy – GIS Coop de données (58)

Vue aérienne de 6 modalités (en haut) - Placettes « extrêmes » : 2500 tiges/ha (au centre) et 250 tiges/ha (en bas) - L'influence de la densité de plantation sur le diamètre moyen et la grosseur des branches est évident

En sylviculture « classique », de nombreux travaux ont bénéficié directement des résultats acquis sur ces parcelles. Ce sont ces essais d'éclaircie, dont certains très anciens (douglas de Cussy-en-Morvan, 60 ans), qui ont permis de modéliser la croissance des peuplements (douglas, pin maritime, épicéa commun), en fonction de la sylviculture appliquée. Certaines modalités, jamais éclaircies (rares au niveau national), ont également permis d'avoir accès à la production potentielle de biomasse pour un certain nombre d'essences connues ou moins connues, dans le cadre du projet **ICIF**, porté par l'ONF (Berthelot et al. 2014).

Plus récemment, le relais a été pris par d'autres parcelles, dont celles installées dans le cadre du **GIS Coop de données** (GIS Coop, 2014), selon des protocoles standardisés entre les différents organismes impliqués. Ces références, encore jeunes (20 ans), fourniront dans les prochaines décennies de précieuses données sur la production en volume, mais aussi sur la qualité des bois produits (branchaison, nodosité).

De nombreuses parcelles du réseau sont dédiées à la production de biomasse. Depuis plus de 30 ans, les taillis à courte rotation de peuplier et d'eucalyptus ont été étudiés par FCBA, d'abord dans une optique de production de bois de trituration pour la papeterie, puis plus récemment à des fins énergétiques (récolte de la biomasse totale).



Photos 8 : Parcelle de peuplier de Saint-Usage (21)
TCR en 1^{ère} rotation âgé de 6 ans (en haut) et TTCR
en 2^{ème} rotation âgé de 3 ans de rejets (en bas)

Les essais les plus originaux installés récemment (moins de 10 ans) comparent des itinéraires de taillis à courte rotation (TCR) – 1000 à 2000 tiges/ha et rotations de 8/10 ans – à des itinéraires de taillis à très courte rotation (TTCR) – 2500 à 10 000 tiges/ha, rotations de 2 à 4 ans (Berthelot et al., 2010). Les parcelles de TTCR ont déjà été récoltées plusieurs fois, tandis que les TCR achèvent leur première rotation. La comparaison, sur les mêmes sites, des productions totales par hectare seront riches d'enseignements sur les itinéraires à retenir en fonction de la productivité mesurée et des coûts de production observés. La qualité de la biomasse produite et les impacts environnementaux associés à ces types de récolte pourront aussi être évalués (Bastien et al., *accepté*).

Toutes ces parcelles fournissent des échantillons de bois (ou de biomasse) bien documentés, dont on connaît l'origine, la croissance et l'historique des interventions. C'est actuellement le cas du projet **FASTFOREST** (UE), dans lequel une cinquantaine de douglas, issus de parcelles sylvicoles FCBA (donc d'arbres ayant poussé dans des régimes sylvicoles différents et contrastés), seront exploités et dont la qualité des sciages sera évaluée. De nombreux projets de recherche passés ou encore en cours ont également bénéficié d'échantillons de bois/biomasse issus des parcelles FCBA. Nous pouvons citer en particulier ceux qui avaient pour thème la production de biocarburants de 2^{ème} génération, en particulier : **REGIX** (PNRB 2008), **AMAZON** (ANR), **GAYA** (ANR), **FUTUROL** (ANR), **TREE FOR JOULES** (Plant KBBE/ANR), **MOBILE FLIP** (UE).

Enfin, ces parcelles, en contrôlant certains facteurs liés à la sylviculture, peuvent être utilisées par des chercheurs non forestiers. Certaines études environnementales, par exemple, portant sur la biodiversité de certains taxons peu mobiles (microflore et microfaune du sol) ou sur le carbone des sols, peuvent bénéficier du réseau.

C'est le cas par exemple du projet **PiCaSo** (soutenu par l'ADEME et porté par Irstea Grenoble) qui cherche à quantifier les stocks de carbone des sols forestiers et à qualifier leur durabilité. Ce projet va bénéficier du réseau expérimental FCBA pour compléter un échantillonnage initié dans des réserves naturelles et des forêts gérées de façon extensive, en explorant des sylvicultures plus intensives (plantations résineuses, TCR, TTCR).

Les comparaisons et les introductions d'espèces

Ce ne sont pas les essais les plus nombreux, mais certaines parcelles demeurent néanmoins de bonnes références (de Boisseson J-M., 2015). Les plus anciennes sont âgées aujourd'hui d'une vingtaine d'années, tandis que plus récemment, des parcelles ont pu être installées dans le cadre de projets tels que **CLIMAQ** (Région Aquitaine) et **SYLVABIOM** (ANR). Ces parcelles retrouvent un regain d'intérêt dans la cadre de l'adaptation des forêts aux changements climatiques.

Une bonne partie des expérimentations génétiques, notamment celles qui concernent des essences peu représentées en France, peut aussi servir de référence sur le potentiel de production de l'espèce dans nos diverses conditions pédoclimatiques.

Un support de communication et de formation

Chaque année, le réseau est également mis à contribution pour illustrer les travaux menés à FCBA auprès d'un public varié (étudiants, professionnels de la filière bois, institutionnels, collègues de R&D).



Photo 9 : Visite de la parcelle de Douglas de Saint-Amand (87)

Conclusion

L'important réseau d'essais forestiers de FCBA constitue le socle de l'activité du pôle BSA. C'est notre « laboratoire » qui présente l'inconvénient d'être dispersé sur le territoire (peu visible) et de nécessiter des interactions avec une multitude d'acteurs (en premier lieu, le propriétaire de la parcelle !). Il alimente cependant de nombreux projets de recherche en données de qualité et il est à la disposition des chercheurs et des forestiers de tous les horizons pour répondre à leurs interrogations sur les évolutions possibles des forêts cultivées, qu'elles soient subies ou au contraire choisies. Les parcelles ou les modalités les plus intéressantes aujourd'hui ne sont pas obligatoirement celles qui étaient pressenties à l'époque de leur installation. Ceci nous oblige à maintenir notre effort d'imagination pour concevoir des scénarios extrêmes et à maintenir, au fil du temps, l'application de protocoles parfois « lourds » à faire passer. Les équipes FCBA restent mobilisées pour anticiper les demandes futures des industriels utilisateurs, des forestiers et de ses partenaires R&D. Longue vie au réseau d'essais forestiers de FCBA !

Remerciements :

- Le Ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt (MAAF) contribue par son soutien financier au maintien et au suivi de ce réseau d'essais forestiers.



- Les auteurs remercient l'ensemble des équipes FCBA, actuelles ou passées, grâce auxquelles le réseau expérimental a pu fournir, et fournit encore des données dendrométriques précieuses et rares, collectées sur de longues périodes.

Bibliographie

- Alazard P., Canteloup D., Cremière L., Daubet A., Lesgourgues Y., Merzeau D., Pastuszka P., Raffin A., 2002.** Genetic breeding of the maritime pine in Aquitaine, 31 p.
- Bastien J-C., Berthelot A., Brignolas F., Marron N., Maury S., Bodineau G., Gauvin J., Toillon J., Dallé E., Delaunay A., Charnet F., Maine P., Merzeau D., (accepté).** Augmenter le niveau de production de biomasse des cultures ligneuses – Principaux enseignements du projet SYLVABIOM. *Manuscrit accepté, Revue Forestière Française.*
- Berthelot A., Bouvet A., Richter C., Gibaud G., 2014.** Potentialités de production de biomasse de quelques essences résineuses en conditions forestières - Douglas, Épicéa commun, Épicéa de Sitka, Cyprès de Leyland, Séquoia toujours vert, Cryptomère du Japon, Pin maritime. *Revue Forestière Française LXVI*, 5-2014, pp 695-713.
- Berthelot A., Nguyen-The N., Fraysse J-Y., 2010.** Le réseau d'essai « biomasse » de FCBA. *FCBA Info*, février 2010, 14 p.
- de Boisseson J-M., 2015.** Quelques réussites d'espèces forestières introduites en Aquitaine. *FCBA Info*, mars 2015, 5 p.
- France Douglas, 2015.** 2015-2019 : nouveau programme d'amélioration génétique pour le douglas. *Douglas Infos n° 22*, mars 2015, p 6.
- Gastine F., Bouvet A., Deleuze C., Monchaux P., 2003.** Le réseau des essais AFOCEL fête ses 40 ans ! *Revue Forestière Française LV*, 1-2003, pp 47-56.
- GIS Coop, 2014.** Le GIS Coop : 20 ans d'expérience pour imaginer les sylvicultures de demain. *Plaquette du colloque du 2 octobre 2014*, FCBA Paris, 16 p.
- GIS Peuplier, 2015.** Présentation des 4 cultivars deltoïdes du GIS Peuplier. *Forêt de France*, mars 2015, pp 42-53.
- Harvengt L., Bouvet A., de Boisseson J-M., Berthelot A., Fauconnier T., 2013.** Le *Sequoia sempervirens* : un géant de la biomasse. *FCBA Info*, avril 2013, 7 p.
- Harvengt L., Canlet F., Predhomme J-P., Bruneau G., Reymond I., Gastine F., Banet C., 2008.** A view of 10-15 year-old French Norway spruce somatic embryo field trials (AFOCEL program). *Treebreedex meeting*, Liverpool, UK, April 21-23, 2008 (Poster).
- Melun F., Nguyen-The N., 2012.** L'eucalyptus en France : une espèce remarquable pour la production de biomasse. *Revue forestière française*, Vol.64 n°1-2012, 9-53.
- Pichot C., El Maátaou M., Raddi S., Raddi P., 2001.** Surrogate mother for endangered *Cupressus*. *Nature* 412: 39.
- Trontin J-F., Canlet F., Reymond I., Debille S., Durandeau K., Harvengt L., Rousseau J-P., de Boisseson J-M., Fraysse J-Y., Alazard P., Bailly A., Teyssier C., Le Metté C., Morel A., Label P., Lelu-Walter M-A., 2013.** L'embryogenèse somatique : une méthode de multiplication végétative du pin maritime pour demain ? *FCBA Info*, septembre 2013, 9 p.

Contacts :

Alain BERTHELOT

Ingénieur de Recherche
Tél. 03 80 36 36 22
alain.berthelot@fcba.fr

Priscilla CAILLY

Ingénieur E&R Forestières Sylviculture et
Modélisation
Tél. 05 56 79 95 07
priscilla.cailly@fcba.fr

Alain BOUVET

Chargé d'études Statistiques
Tél. 01 72 84 97 37
alain.bouvet@fcba.fr

FCBA – Pôle Biotechnologies Sylviculture Avancée
Délégation Nord-Est
60 route de Bonnencontre, 21170 Charrey-sur-Saône



INSTITUT TECHNOLOGIQUE