

Un réseau national de plantations comparatives pour évaluer les vergers à graines français de Douglas

Afin de répondre aux enjeux économiques et écologiques de la production de bois en France, les sylviculteurs ont besoin de variétés productives, durables et résistantes aux aléas climatiques. Séduits par les nombreuses qualités du Douglas, nombreux sont les forestiers français qui se sont appropriés ce résineux, devenu la seconde essence la plus utilisée pour le reboisement.

Focus sur le réseau national d'essais coordonné par Irstea qui permettra de définir les conditions d'utilisation des huit vergers à graines français de Douglas et d'orienter le choix des reboiseurs dans un contexte climatique en évolution.



Les propriétaires forestiers souhaitant réaliser une plantation, *de novo* ou après exploitation d'un ancien peuplement, sont confrontés au choix de l'essence mais aussi de la « provenance ». En effet, les aires de répartition des espèces forestières sont généralement vastes et les populations ont souvent développé des adaptations aux conditions locales. D'autre part, pour les espèces les plus utilisées, les programmes d'amélioration génétique ont abouti à la production de variétés améliorées plus performantes que les matériels tout-venants. L'origine génétique des plants, qui influe grandement sur la qualité du peuplement, est donc un facteur capital à prendre en compte lors d'une plantation, au même titre que l'espèce.

Depuis 2003, année d'application en France de la directive européenne n°1999/105/CE, les matériels de base admis à la récolte – zones géographiques de récolte, peuplements, vergers à graines – sont classés en quatre catégories réglementaires : identifiée, sélectionnée, qualifiée ou testée (Rousselet *et al.*, 2003 et encadré 1). Par extension, les graines et plants qui en proviennent, appelés « matériels forestiers de reproduction » (MFR), sont rattachés à ces mêmes catégories.

La hiérarchie opérée entre les catégories identifiée et testée traduit sans doute un gradient de qualité, mais surtout une amélioration des connaissances sur les matériels de base. L'acquisition de ces informations requiert la mise en place et le suivi pendant de nombreuses années de dispositifs expérimentaux spécifiques, appelés tests d'évaluation. Ils comparent les performances des matériels à tester à celles de témoins de référence.

Pour les espèces de reboisement majeures, les tests d'évaluation des vergers à graines sont installés dans un nombre de sites important, très supérieur aux exigences de la réglementation pour l'admission d'un matériel de base en catégorie testée. En effet, l'enjeu n'est pas seulement de mettre en évidence et de quantifier le gain génétique lié à la sélection des géniteurs, mais également de fournir aux reboiseurs le maximum de garanties quant à l'utilisation des produits de ces vergers. Il convient donc de caractériser les zones géographiques où leur potentiel peut pleinement s'exprimer et, *a contrario*, d'identifier les facteurs de risque.

1 QUATRE CATÉGORIES COMPLÉMENTAIRES

Les matériels de base de **catégorie identifiée** sont caractérisés par leur seule origine géographique. Cette catégorie est réservée aux espèces d'intérêt secondaire insuffisamment dotées en peuplements sélectionnés.

Les matériels de base de **catégorie sélectionnée** sont des peuplements choisis sur la base de critères phénotypiques, observables *in situ*, essentiellement la forme et la vigueur qui attestent d'une bonne adaptation aux conditions locales. Ces peuplements porte-graines, sélectionnés par Irstea, sont regroupés en régions de provenances considérées homogènes du point de vue du milieu.

Les matériels de base inscrits en **catégorie qualifiée** ne sont pas des peuplements forestiers mais des vergers à graines, c'est-à-dire des plantations majoritairement dédiées à la production de semences génétiquement améliorées. Le mode de sélection de leurs composants laisse présager un gain génétique significatif sur un ou plusieurs caractères d'intérêt économique.

La **catégorie testée** rassemble des peuplements naturels, vergers à graines ou clones dont la qualité a été prouvée scientifiquement. Leurs descendances ont démontré leur supériorité par rapport à des témoins reconnus, pour au moins un caractère important (adaptation, vigueur, forme, qualité du bois) et à un âge tel que les performances peuvent être évaluées de façon fiable.



① Avec six millions de plants commercialisés en France, le Douglas a acquis le statut de seconde espèce de reboisement.

© G. Philippe (Irstea)

Parmi ces espèces majeures, figure le Douglas (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco). Forte de ses quatre cent mille hectares, la douglaie française génère près d'un million de m³ de sciages et sa production est appelée à tripler d'ici 2030 (Claire, 2010). Son bois, doté d'une excellente résistance mécanique, d'une durabilité naturelle et de qualités esthétiques, est très apprécié dans le domaine de la construction (charpente, poteaux-poutres, parements extérieurs...). Le bois d'œuvre est la destination visée par les gestionnaires forestiers, les produits d'éclaircie trouvant quant à eux un débouché pour des usages moins nobles (bois d'industrie, bois-énergie). Avec six millions de plants commercialisés en France, le Douglas a acquis le statut de seconde espèce de reboisement (photo ①).

Compte tenu des qualités technologiques de son bois et de sa croissance rapide, cette espèce a fait l'objet d'un programme d'amélioration génétique qui a abouti à la création de plusieurs vergers à graines. Pour des raisons conjoncturelles, que nous développerons plus loin, certains d'entre eux n'avaient jusque récemment pas été évalués sur le terrain. Cette lacune vient d'être comblée par la mise en place d'un réseau national d'évaluation impliquant plusieurs organismes de recherche et de développement forestiers. Après avoir présenté les vergers français et précisé les évolutions stratégiques à l'origine de cette initiative, nous détaillerons les principales caractéristiques du réseau et exposerons les tout premiers résultats obtenus.

Un portefeuille de huit vergers à graines de Douglas

Dans la perspective d'améliorer quantitativement et qualitativement les ressources forestières françaises, l'État a initié, dans les années 1960-70, un vaste programme de vergers à graines publics. Le ministère en charge des forêts, qui a financé l'opération, en a confié la conception à l'Institut national de la recherche agronomique (INRA) et au Cemagref (devenu Irstea, Institut national de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture) et la gestion à l'Office

national des forêts (ONF). Ces partenaires historiques ont été rejoints ultérieurement par le Groupement d'intérêt économique (GIE) « Semences forestières améliorées », constitué par la société Vilmorin et le service « Graines et plants », de l'ONF, qui exploite et finance la gestion des vergers économiquement viables.

Les huit vergers hérités de ce programme couvrent au total une surface de quatre-vingt dix hectares. Ils ont été installés dans le Sud-Ouest de la France, dans les départements du Lot et du Tarn, de manière à bénéficier de conditions climatiques favorables à la floraison et au développement des graines. Grâce aux travaux d'Irstea sur la stimulation de la floraison (Philippe *et al.*, 2006), ces vergers sont à présent gérés intensivement et ils alimentent de façon significative le marché des graines et plants forestiers. Durant la campagne de ventes 2009-10, 87% des plants de Douglas commercialisés en France provenaient de vergers à graines.

Chaque verger renferme plusieurs dizaines de clones, ce qui garantit une grande diversité génétique (tableau ①). Ces clones sont originaires de l'aire naturelle américaine, majoritairement de l'État du Washington car ces provenances se sont révélées être les mieux adaptées et les plus performantes dans les conditions de reboisement françaises, ou proviennent de peuplements français réputés. Ils ont été sélectionnés par l'INRA, en forêt ou dans des tests génétiques, sur des caractères adaptatifs (tardiveté de débourrement), de vigueur, de forme et, occasionnellement, de qualité du bois.

② QUELQUES DÉFINITIONS UTILES...

Débourrement : stade de développement caractérisé par l'éclosion des bourgeons. Les plants sont d'autant plus sensibles aux gels de printemps que ce stade intervient précocement.

Aoûtement : lignification des jeunes pousses avant l'hiver, qui leur permet de résister aux premières gelées et aux froids hivernaux.

Branchaison : caractéristiques de la ramification (nombre et grosseur des branches, angle d'insertion sur le tronc). Ces paramètres influent directement sur la surface des nœuds, et donc la qualité des planches après sciage.

Fourche : défaut de l'arbre caractérisé par la production, sur le tronc, d'une grosse branche redressée.

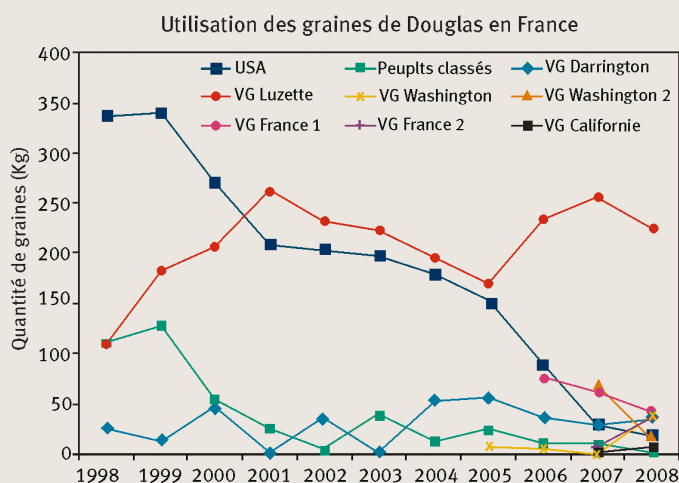
Regarni : opération consistant à installer de nouveaux plants aux emplacements des plants morts.

1 Caractéristiques des huit vergers de Douglas français.

Code et nom de verger	Localisation	Année de plantation	Surface	Nombre de clones	Origine des clones
PME-VG-001 Darrington	Bouriane (Lot, nord de Cahors)	1978 + 1990	14 ha	70	Provenance Darrington (États-Unis, Washington), sélection au Danemark
PME-VG-002 La Luzette	Ségala (Lot, nord de Figeac)	1980/81	34 ha	226 (après éclaircie)	États-Unis (surtout Washington) + France (17 peuplements), sélection dans les Vosges et le Limousin
PME-VG-003 Washington	Tarn (Gaillac)	1984/87	8 ha	289	États-Unis (ouest Washington), sélection en pépinière
PME-VG-005 Washington 2	Tarn (Gaillac)	1983	8 ha	135	États-Unis (Washington), sélection en Dordogne
PME-VG-004 France 1	Ségala (Lot, nord de Figeac)	1990	6 ha	110	France (24 peuplements), sélection dans le Limousin
PME-VG-007 France 2	Bouriane (Lot, nord de Cahors)	1989	5 ha	138	France (24 peuplements), sélection dans l'Ariège
PME-VG-008 France 3	Ségala (Lot, nord de Figeac)	1989	10 ha	150	France (24 peuplements), sélection dans les Vosges
PME-VG-006 Californie	Bouriane (Lot, nord de Cahors)	1986	5 ha	116	États-Unis (essentiellement Californie), sélection en région méditerranéenne

Couleurs rose et bleue : vergers admis respectivement en catégories qualifiée et testée.

1 Évolution du marché français des graines de Douglas entre 1998/99 et 2008/09.



► Si l'on excepte le verger « Californie », créé en prévision de reboisements en zone méditerranéenne, l'ensemble des vergers est destiné à une utilisation « hors zone supra-méditerranéenne, jusqu'à une altitude de 800 m et avec prudence au-delà de ce seuil ». Deux vergers sont admis en catégorie testée : « Darrington » pour la tardiveté de débourrement et la forme et « La Luzette » pour la tardiveté de débourrement et la vigueur. Les six autres vergers n'ayant pas encore « fait leurs preuves » sur le terrain sont quant à eux inscrits en catégorie qualifiée. Le propriétaire ou gestionnaire désireux d'affiner ses connaissances sur la composition des vergers à graines et sur les conseils d'utilisation se reportera utilement au site du ministère en charge de la forêt ¹.

1. http://agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/redouglas_vert_2007.pdf

Une évolution récente du marché des graines

Avant 2003

Les vergers Darrington et La Luzette sont entrés en production respectivement en 1987 et 1996, ce qui a permis à Irstea, à l'ONF et à l'INRA d'installer un nombre important de tests d'évaluation dans les principales régions d'utilisation (Angelier *et al.*, 2006a et 2006b). À partir de cette période, les catalogues des marchands grainiers proposaient quatre types de MFR en fonction de leur origine : des peuplements américains des États du Washington, Oregon et Californie sélectionnés par des scientifiques européens, des régions de provenances françaises et ces deux vergers à graines. Un équilibre s'est peu à peu instauré, les importations et les récoltes en peuplements porte-graines régissant au profit de la variété « La Luzette » (figure 1). Les pépiniéristes s'accommodaient parfaitement de ce panel qui couvrait l'ensemble des besoins des reboiseurs et la situation serait probablement demeurée en l'état si le contexte n'avait pas évolué.

2003, année de rupture

Deux éléments nouveaux, apparus au milieu des années 2000, sont venus bousculer cet ordre établi. Le premier est d'ordre climatique. La canicule de 2003 et les années sèches qui lui ont succédé dans les franges sud et est du Massif central ont provoqué des dépérissements, d'ampleur certes limitée mais qui ont alarmé les reboiseurs. Leurs interrogations portaient sur la capacité du Douglas à affronter ces épisodes climatiques extrêmes s'ils devaient, comme le prédisent les climatologues, augmenter de fréquence et sur l'existence de variétés améliorées plus résistantes à la chaleur et à la sécheresse. Le second facteur est d'ordre réglementaire. Considérant que la France était suffisamment pourvue en matériels de qualité, le ministère en charge des forêts a décidé en 2003 d'interdire les importations de graines de l'aire naturelle. Cette décision a pris effet en 2010.

Sous l'effet conjugué de ces deux facteurs, le GIE « Semences forestières améliorées » a infléchi sa stratégie et entrepris de diversifier son offre de variétés améliorées. Il s'est impliqué dans la gestion des six vergers « orphelins » et ces derniers ont été admis en catégorie qualifiée entre 2005 et 2010. Désormais, les catalogues Vilmorin et ONF intègrent les huit variétés françaises de Douglas. Les vergers récemment admis ne représentent encore qu'une part mineure dans les volumes de graines commercialisés, mais leur contribution est appelée à s'accroître rapidement (figure 1).

Les organismes de recherche et développement se sont vus investis de nouvelles responsabilités du fait de cette évolution soudaine du marché de graines. Il importait en effet de répondre aux attentes légitimes des (re)boiseurs et de leur apporter des connaissances :

- sur la plasticité, et plus précisément sur le comportement en régions sèches, de toutes les variétés commercialisées, y compris Darrington et La Luzette qui avaient jusqu'alors été essentiellement évaluées dans des régions favorables à la culture du Douglas ;
- sur les performances, en termes de croissance et de forme, des nouvelles variétés dans des stations adaptées au Douglas ; la question vaut tout particulièrement pour la variété californienne qui devrait se révéler plus résistante à la sécheresse que les variétés traditionnelles mais dont on ignore la productivité dans les milieux plus favorables.

Ces enjeux nécessitaient d'élargir l'activité d'évaluation aux nouveaux vergers en production et à des stations plus critiques du point de vue pédo-climatique.

Le réseau d'évaluation

Un projet structuré et coordonné

Il n'est jamais souhaitable que les dispositifs d'évaluation soient installés par des organismes travaillant indépendamment les uns des autres, au gré des opportunités et sans logique d'ensemble. Cette situation engendre des redondances et des lacunes. En outre, les résultats sont moins fiables et plus difficiles à interpréter lorsque les matériels testés n'ont pas été élevés, installés ou mesurés selon les mêmes protocoles.

Pour éviter ces écueils, Irstea, l'INRA, l'ONF et le CNPF (Centre national de la propriété forestière) se sont associés dès le départ pour définir, mettre en place et gérer en commun un réseau structuré de plantations comparatives, avec le souci constant de rechercher des synergies et de partager les méthodologies. Ce projet, piloté par Irstea est financé par le ministère en charge des forêts.

Les objectifs

Le réseau a trois fonctions principales :

- une fonction d'évaluation. Ces essais visent principalement à produire des connaissances sur la plasticité et les performances des variétés qui enrichiront et affineront les conseils d'utilisation destinés aux reboiseurs ;
- une fonction d'homologation. Les vergers nouvellement exploités pourront entrer dans la catégorie réglementaire « testée » s'ils font la preuve de leur supériorité par rapport à des provenances témoins ;
- une fonction de démonstration. Des dispositifs spécialement conçus à cet effet permettront d'optimiser le transfert des connaissances vers les gestionnaires.

En outre, la création de ce réseau a été mise à profit pour évaluer, dans un nombre de sites limité, l'impact de l'éclaircie génétique réalisée dans le principal verger (La Luzette), l'effet de contaminations polliniques dans le verger France 1 et l'intérêt de plantations mixtes associant les variétés La Luzette et Californie.

Nombre et types de tests

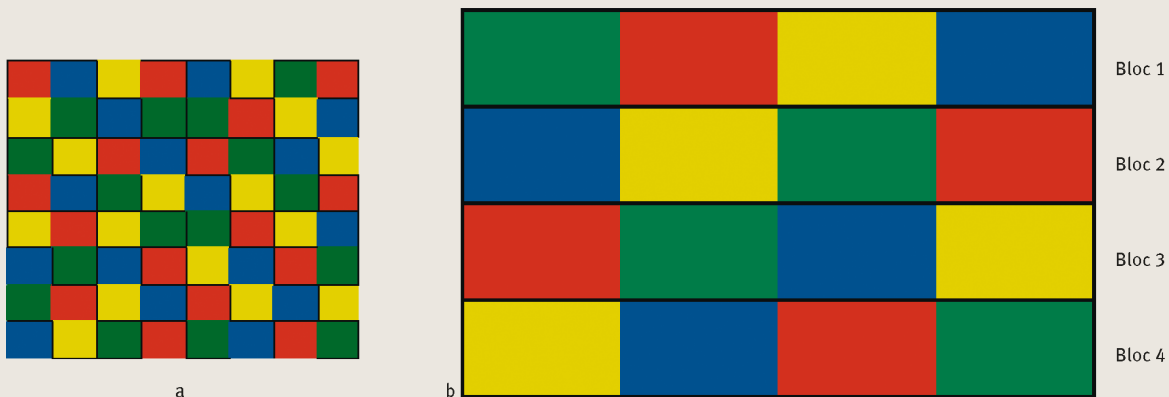
Le réseau est constitué de vingt-sept dispositifs, auxquels s'ajoutent deux autres tests destinés à l'étude du mélange « La Luzette/Californie ». Ils comparent les variétés issues de vergers à graines à un lot de graines témoin non amélioré, originaire de la zone de récolte américaine (*seed zone*) Washington 403, très appréciée des reboiseurs lorsque les importations étaient encore autorisées.

Trois types de dispositifs ont été mis en place selon l'objectif qui leur est assigné et leur lieu d'implantation :

- des dispositifs mono-arbres (figure 2), qui permettent un bon contrôle du milieu et qui fournissent donc des résultats très fiables dans le jeune âge. Ils ont cependant une durée de vie limitée car leur fiabilité décroît au fur et à mesure que la concurrence s'installe ;

2 Exemple de dispositifs mono-arbre (2a) et en grandes parcelles unitaires (2b).

Chaque case correspond respectivement à un et cinquante individus dans les figures 2a et 2b. Dans cet exemple, les tests visent à évaluer quatre variétés symbolisées par des couleurs différentes (rouge, jaune, vert, bleu).



- ▶ des dispositifs en grandes parcelles unitaires, qui sont moins précis au stade juvénile mais qui autorisent un suivi sur le moyen terme, c'est-à-dire après la première éclaircie (figure 2) ;
- des tests de démonstration, destinés à être visités par les propriétaires privés et à servir de support à des discussions sur l'amélioration génétique, les mérites respectifs des différentes variétés...

Les dispositifs mono-arbres renferment quatre-vingt-seize plants de chaque provenance, répartis de façon homogène sur la surface de l'essai. Les dispositifs en grandes parcelles unitaires se composent de quatre blocs constitués chacun d'une parcelle unitaire de chaque provenance (cinquante plants par parcelle unitaire). Les tests de démonstration comprennent une placette de référence de chaque provenance (soixante plants par placette), sans répétition.

Localisation des tests

Compte tenu des moyens humains disponibles, les essais sont volontairement concentrés dans quatre types de milieu : le « cœur de l'aire », les zones d'altitude et les « marges climatiques » (figure 3).

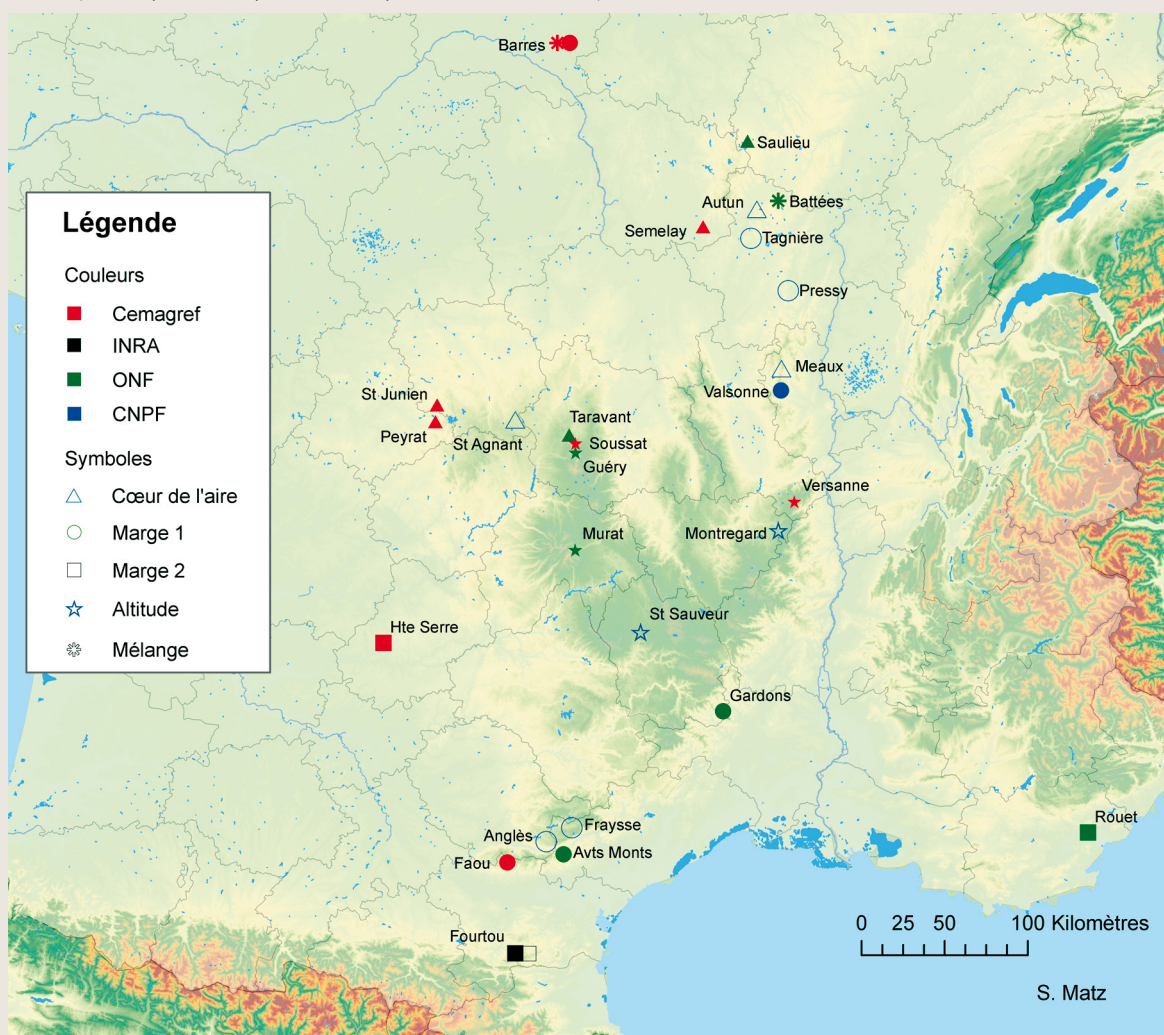
Le cœur de l'aire correspond aux grands bassins de production actuels (Morvan, Limousin, Auvergne). Les conditions pédoclimatiques, actuellement optimales, devraient encore convenir pendant les cinquante à quatre-vingts ans que dure une révolution de Douglas. Les sites d'essai se situent à une altitude inférieure à 800 mètres et se caractérisent par un sol profond à forte réserve utile en eau.

Au-delà de 800 m d'altitude, le comportement des variétés améliorées est encore mal connu du fait d'un déficit de dispositifs expérimentaux. Cette situation est d'autant plus regrettable que des surfaces importantes devraient devenir valorisables en raison du réchauffement climatique. Des tests ont donc été installés entre 1 000 m et 1 300 m d'altitude, dans des stations favorables au Douglas caractérisées par un sol profond et bien approvisionné en eau.

Les « marges climatiques » ont été scindées en deux catégories. La délimitation des marges 1 et 2 s'appuie sur des simulations effectuées par l'INRA qui aboutissent à une partition du territoire en fonction du climat présent et futur (échéance 2050, scénario B2 du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat – GIEC).

3 Localisation des essais intégrés au réseau d'évaluation.

Les symboles pleins correspondent aux dispositifs d'évaluation, les symboles vides aux tests de démonstration.



Le premier type de marge réunit des zones géographiques où les provenances du nord de l'aire naturelle, classiquement utilisées, sont encore à leur place mais risquent de ne plus l'être d'ici 2050. Les reboiseurs devant renouveler leurs peuplements s'interrogent à juste titre sur la pertinence de maintenir le Douglas ou de s'orienter vers une essence de substitution. Les essais sont installés dans des sols favorables à la culture du Douglas. Le type « marge 2 » se réfère à des milieux ne convenant pas, ou plus, aux provenances septentrionales. Cette zone étant appelée à s'étendre vers le nord, les résultats de ces essais, placés volontairement dans des conditions rudes, permettront d'anticiper sur le changement climatique. Le principal intérêt de ces dispositifs sera de préciser les limites adaptatives des matériels améliorés, notamment la variété californienne.

Récolte et élevage du matériel végétal

Diverses précautions ont été prises pour s'assurer que les matériels évalués sur le terrain sont réellement représentatifs des matériels de base. Elles concernent tout d'abord la constitution des lots de graines destinés à la production de plants. En anticipation des besoins à venir, des traitements d'induction florale ont été réalisés au printemps 2006 afin d'obtenir une forte production de graines l'année suivante. Ces interventions ont pour effet de stimuler la floraison mais aussi de maximiser le nombre de clones producteurs de pollen et de cônes, et donc d'optimiser le brassage génétique entre les composants du verger (Philippe *et al.*, 2006). En 2007, des comptages de fleurs mâles et/ou femelles ont été effectués dans tous les vergers pour quantifier les contributions clonales. Lorsqu'elles étaient équilibrées, les lots de graines ont été tirés au hasard dans la production commerciale. Dans le cas contraire, les graines provenaient de récoltes spécifiques organisées clone par clone. Le témoin de l'aire naturelle, Washington 403, est quant à lui représenté par un lot synthétique constitué d'un mélange de plusieurs années de récolte, de manière à échantillonner le maximum de diversité génétique.

Les graines ont été livrées à la pépinière de l'État d'Aix-en-Provence qui a assuré le semis et la production de plants. Ces derniers ont été élevés en godets, en un an (campagnes de plantation des printemps 2009 et 2010) ou deux ans (campagnes de l'automne 2010 et du printemps 2011). Les tris de plants ont été réduits au strict minimum, de manière à conserver le maximum de diversité génétique, et l'affectation des plants a été conduite de telle sorte que les tests installés par les différents instituts renferment les mêmes matériels génétiques.

Caractères mesurés

Les partenaires se sont accordés sur un échancier qui prévoit la nature et la fréquence des interventions à réaliser dans chaque site durant les cinq premières années. Les mesures et observations sont conduites selon des protocoles partagés. À l'issue de ces cinq années, c'est-à-dire entre 2013 et 2015, un premier bilan pourra être effectué pour l'adaptation (survie, état sanitaire, tardiveté de débournement et d'aouètement), la croissance en hauteur et la forme (branchaison, fréquence de fourches).

Un premier résultat : la résistance aux gels de printemps

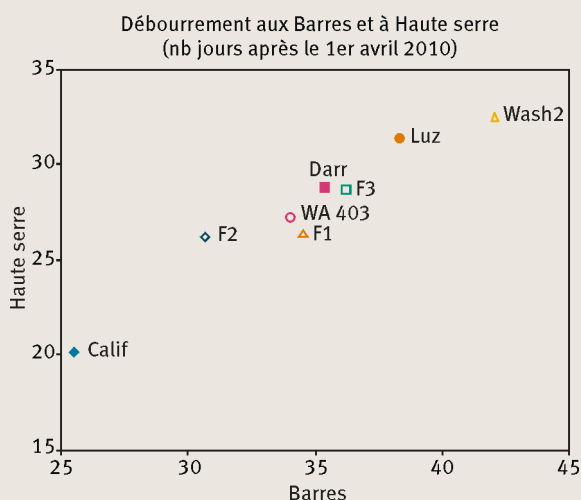
Dans leur grande majorité, les plantations du réseau sont bien-venantes et n'inspirent pas d'inquiétude. Le taux de survie est élevé, supérieur à 90%, et l'état physiologique des plants correct. Les quelques essais ayant subi des dégâts d'insectes (hylobes) ou de gibier ont fait l'objet de regarnis.

Les mesures et notations effectuées jusqu'à présent fournissent de premières indications sur le comportement des différentes variétés. Ces résultats préliminaires demandent néanmoins à être confirmés à un âge plus avancé avant que l'on puisse communiquer auprès des reboiseurs.

En revanche, la tardiveté de débournement, qui est un bon indicateur de la sensibilité aux gelées tardives, peut être évaluée de façon fiable dès le jeune âge. En dépit de différences climatiques importantes entre les trois sites d'étude (Les Barres, Peyrat-le-Château et Haute-Serre, situés respectivement en régions Centre, Limousin et Midi-Pyrénées), on observe une grande stabilité dans la hiérarchie des provenances (figure 4). Dans tous les cas, Californie se révèle particulièrement précoce et s'oppose à deux variétés tardives : Washington 2 et, à un degré moindre, La Luzette. Les différences sont importantes puisque seize jours (et 110 degrés-jours) séparent les dates moyennes de débournement des deux provenances extrêmes (photo 2). L'analyse intersite permet d'affiner le classement et de discriminer les variétés constitutives du groupe médian avec, du plus précoce au plus tardif : i) France 2, ii) la *seed zone* Washington 403 et France 1 et enfin iii) France 3 et Darrington. Par ailleurs, d'autres notations effectuées récemment montrent que la variété « Washington », absente des premiers tests, se situe au niveau de La Luzette et est donc tardive.

Comme on le voit, le réseau tout juste installé permet d'ores et déjà de formuler des préconisations. Dans les sites printaniers, les propriétaires forestiers devraient s'abstenir de planter la variété californienne et privilégier La Luzette, Washington ou Washington 2.

4 Date moyenne de débournement des différentes variétés, exprimée en nombre de jours à partir du 1^{er} avril, aux Barres (Loiret) et à Haute-Serre (Lot).



Conclusion

En s'associant pour mettre en place un réseau national d'évaluation, Irstea, l'ONF, l'INRA et le CNPF se donnent les moyens de caractériser les potentialités des huit variétés améliorées de Douglas produites en France et de fournir des conseils d'utilisation aux propriétaires et gestionnaires forestiers. Les vingt-sept tests installés de 2009 à 2011 couvrent une large gamme de milieux – grands bassins de production, altitude, marges climatiques – de manière à pouvoir appréhender la plasticité des variétés et étudier leurs performances, en termes de croissance et de forme, dans des conditions climatiques extrêmement diversifiées. La caractérisation de leur comportement en stations chaudes/sèches revêt une importance particulière pour les sylviculteurs des bordures du Massif central qui s'interrogent sur le choix des provenances, voire sur la pertinence de maintenir le Douglas comme essence-objectif dans certaines stations à risque. L'enjeu est également important dans les zones d'altitude que le changement climatique devrait rendre propices à la culture du Douglas.

Ce réseau fournira des résultats inédits car six des huit vergers à graines évalués n'avaient encore jamais été testés. Malgré son jeune âge, il a déjà fourni des informations utiles puisqu'il a permis de classer les variétés pour la tardiveté de débourrement, et donc pour la sensibilité aux gelées printanières.

Les connaissances que le réseau livrera progressivement permettront aux propriétaires et gestionnaires forestiers de raisonner leurs choix sylvicoles, d'éviter des échecs coûteux et de valoriser au mieux leurs terrains. L'utilisation à bon escient de variétés améliorées contribuera à accroître la production de bois résineux qui fait défaut à l'industrie française et profitera ainsi à l'économie de la filière bois. En outre, l'amélioration de la rentabilité de la culture du Douglas participera au maintien, voire au développement, d'une activité forestière dans certaines régions rurales menacées de désertification.

Enfin, il est peu fréquent de disposer des mêmes unités génétiques dans autant de sites et dans des milieux aussi diversifiés. Ce réseau représente un capital d'une grande richesse, susceptible de générer des connaissances dans d'autres domaines que la génétique forestière, et que les organismes fondateurs souhaitent partager. Un effort de communication sera entrepris pour que des scientifiques d'autres disciplines s'approprient cet outil. ■

Les auteurs

Gwenaël PHILIPPE et Stéphane MATZ

Irstea, UR EFNO, Écosystèmes forestiers,
Groupe d'études et d'expertise
« Diversité adaptative des arbres forestiers »,
Domaine des Barres,
45290 Nogent-sur-Vernisson
gwenael.philippe@irstea.fr
stephane.matz@irstea.fr

Jean-Charles BASTIEN

Institut national de la recherche agronomique,
unité de recherches « Amélioration, génétique
et physiologie forestières »,
2163 avenue de la Pomme de Pin,
CS 40001 Ardon, 45075 Orléans Cedex 2
jean-charles.bastien@orleans.inra.fr

Guylaine ARCHEVEQUE

Office national des forêts, Direction Forêt,
389 avenue de Nantes, BP 531, 86020 Poitiers
guylaine.archeveque@onf.fr

Sabine GIRARD

Centre national de la propriété forestière,
Institut pour le développement forestier,
175 cours Lafayette, 69006 Lyon
sabine.girard@cnpf.fr

Brigitte MUSCH

Office national des forêts,
Conservatoire génétique des arbres forestiers, Centre INRA,
2163 avenue de la Pomme de Pin,
CS 40001 Ardon, 45075 Orléans Cedex 2
brigitte.musch@orleans.inra.fr

QUELQUES RÉFÉRENCES CLÉS...

- ANGELIER, A., HÉOIS, B., PHILIPPE, G., BALDET, P., PLAS, G., MATZ, S., 2006a, Évaluer les variétés forestières résineuses issues de vergers à graines : un outil commun ONF-Cemagref, les réseaux expérimentaux, *RDV techniques*, n° 13, été 2006, p. 9-18.
- ANGELIER, A., HÉOIS, B., PHILIPPE, G., BALDET, P., PLAS, G., MATZ, S., 2006b, Évaluer les variétés forestières résineuses issues de vergers à graines : premiers résultats des réseaux expérimentaux ONF-Cemagref, *RDV techniques*, n° 14, automne 2006, p. 51-58.
- CLAIRE, R., 2010, *Le Douglas, un arbre exceptionnel*, Éditeur association Trifide, 368 p.
- PHILIPPE, G., BALDET, P., HÉOIS, B., GINISTY, C., 2006, *Reproduction sexuée des conifères et production de semences en vergers à graines*, Éditions Quae, Antony, 570 p.
- ROUSSELET, C., BILGER, I., HÉOIS, B., GINISTY, C., 2003, *Conseils d'utilisation des matériels forestiers de reproduction : régions de provenance, variétés améliorées*, Ministère de l'agriculture, de l'alimentation, de la pêche et des affaires rurales, Paris, 174 p. <http://agriculture.gouv.fr/graines-et-plants-forestiers>



© G. Philippe (Irstea)

⊗ Le dispositif mono-arbre de Peyrat-le-Château le 28 avril 2011. Seules les variétés précoces ont débourré.

Remerciements

Ce réseau national d'évaluation des vergers à graines français de Douglas a pu être mis en place grâce à la contribution financière du ministère de l'Agriculture, de la Pêche, de la Ruralité et de l'Aménagement du Territoire (Direction générale des politiques agricole, agroalimentaire et des territoires).

Les auteurs adressent aussi leurs plus vifs remerciements à :

- ▶ Bruno CHOPARD, Jean-Michel FARGEIX, Thierry QUESNAY, Josette COURTIOL et Christian BLAZY (ONF),
 - ▶ Christophe VIDAL (CNPFP),
 - ▶ Denis VAUTHIER (INRA),
 - ▶ François MONTAGNON et Sébastien GUÉRINET (pépinière de l'État de Peyrat-le-Château),
- pour leur implication dans l'installation, l'entretien et les observations/mesures de terrain.

Les organismes partenaires sont également reconnaissants envers :

- ▶ Patrice BRAHIC et son équipe de la pépinière de l'État d'Aix-en-Provence qui a élevé les plants,
- ▶ l'ONF gestionnaire des vergers à graines de l'État pour les récoltes de cônes expérimentales,
- ▶ le GIE « Semences forestières améliorées » pour la fourniture de graines et les propriétaires qui ont mis des terrains à leur disposition, notamment la Société forestière de la caisse des Dépôts.

Leurs remerciements s'adressent aussi à :

- ▶ Éric COLLIN, Isabelle BILGER et Hilaire MARTIN (Irstea) pour leur contribution à l'amélioration du manuscrit.