

Prise en compte des ressources génétiques dans la gestion durable des forêts publiques



A. Valadon, ONF

Aux sources de l'engagement de l'ONF, l'installation des premiers réseaux de conservation *in situ* : ici celui du sapin (UC du Canigou-66)

La prise en compte de la diversité génétique dans le monde forestier est relativement ancienne même si, comme Mr Jourdain, les forestiers faisaient de la conservation de ressources génétiques sans le savoir à travers leurs pratiques sylvicoles ordinaires. On peut aussi, comme le souligne Callahan (1964), noter que les forestiers se sont intéressés aux différences entre provenances dès le 19^e siècle. Vilmorin fut l'un des premiers à faire des plantations comparatives sur le domaine des Barres à partir des années 1820 car il pressentait que la diversité génétique pouvait influencer sur la vigueur et la forme des peuplements.

À partir des années 70, avec l'avènement de marqueurs moléculaires tels que les isoenzymes capables de mettre en évidence et quantifier cette diversité, de nombreuses études voient le jour. Elles permettent de mettre en lumière la grande diversité génétique intra-spécifique existant chez les arbres forestiers. Ceux-ci se caractérisent par une très grande diversité au sein de chaque population, supérieure à celle de n'importe quel autre groupe taxonomique végétal ou animal (Hamrick *et al.*, 1992 ; Müller-Starck, 1995), mais aussi par des différences importantes entre populations.

Ces différences sont liées à l'histoire de ces populations depuis les glaciations du quaternaire, incluant le fait de l'homme. Elles correspondent à des adaptations locales qui leur permettent de se développer dans des milieux variés. Cette diversité, au sein des populations et entre populations, est pour les espèces une formidable ressource d'adaptabilité face aux enjeux des changements globaux.

Toutefois, cette diversité peut être altérée par les activités humaines : celles qui conduisent à la dégradation et la fragmentation des milieux naturels, mais aussi celles qui sont liées aux transferts de matériel végétal d'un site à un autre, ou encore, sous certains aspects, à la gestion forestière. Face à ces menaces, l'idée (née dans les années 80) d'une démarche volontariste de protection de ces ressources s'est peu à peu imposée dans le cadre de la gestion durable des forêts. Nous ne reviendrons pas ici sur les origines du dispositif de conservation des ressources génétiques des arbres forestiers en France (voir Arbez et Teissier du Cros, dans ce dossier). Cependant, l'ONF a été étroitement associé dès le début à la démarche conduite par la Commission des ressources génétiques forestières (CRGF).

Cet article se propose de rappeler comment l'ONF s'est engagé, dans la conservation des ressources génétiques forestières (RGF) et comment il s'organise, au-delà des réseaux de conservation *in situ*, pour assurer au quotidien le maintien de la diversité génétique dans les forêts publiques.

Genèse de l'engagement de l'ONF dans la conservation et la gestion des RGF

En 1989, l'ONF s'est engagé à « participer de façon active et prépondérante à l'installation de ces réseaux »¹. Cet engagement s'est traduit en 1994 par l'officialisation des deux premiers réseaux nationaux de conservation *in situ* des ressources génétiques, respectivement consacrés au hêtre et au sapin pectiné ; la note de service correspondante² précisait notamment le « cahier des charges de gestion » qui devait y être appliqué. L'investissement de l'ONF s'est poursuivi *crescendo* avec, en point d'orgue, la création en 1995 du Conservatoire Génétique des Arbres Forestiers (CGAF) en association avec l'INRA. L'ONF concrétisait ainsi sa volonté de renforcer le potentiel scientifique explorant la diversité génétique des essences forestières, et de faire

¹ NDS 89-G-212 du 11/09/1989, désormais périmée (reprise et complétée dans les textes plus récents)

² NDS 94-G-581 du 24/05/1994, également périmée pour les mêmes raisons

progresser l'établissement dans la prise en compte de la diversité génétique dans la gestion. Le CGAF étudie donc notamment l'influence des modes de gestion forestière sur la diversité génétique ; son rôle est aussi de piloter et adapter les réseaux de conservation de ressources génétiques, sous le contrôle de la CRGF.

En août 1999, l'ONF a signé la *Charte pour la Conservation des Ressources Génétiques des Arbres Forestiers* élaborée par la CRGF et le BRG (voir Arbez et Teissier du Cros, dans ce dossier), réaffirmant ainsi « l'engagement de l'établissement à contribuer à une politique nationale en faveur de cette composante très importante de la diversité des écosystèmes forestiers »³. Depuis lors, il s'est attaché à mettre en lumière cette dimension méconnue de la biodiversité et à l'intégrer dans son dispositif de gestion ordinaire. Cela s'est d'abord traduit, en 2004, par le choix de consacrer le premier hors-série des RenDez-Vous

techniques à la « Diversité génétique des arbres forestiers : un enjeu de gestion ordinaire ». Puis les années 2009-2010 ont marqué une étape décisive, à l'issue notamment du processus de révision de l'instruction *biodiversité* de 1993⁴ : l'instruction INS-09-T-71 du 29/10/2009 sur la « Conservation de la biodiversité dans la gestion courante des forêts publiques » intègre désormais explicitement la gestion de la diversité génétique des espèces arborées.

Alain Valadon (ONF-CGAF) a réalisé à cette occasion une analyse bibliographique sur les « Effets des interventions sylvicoles sur la diversité génétique des arbres forestiers », pendant de la synthèse demandée au Cemagref sur la biodiversité. Ce travail, publié en 2009 dans la collection des Dossiers Forestiers de l'ONF, a fourni le socle de la note de service NDS-10-T-320 (décembre 2010) qui précise l'instruction en ce qui concerne la « Gestion des ressources

génétiques dans les forêts publiques ». Parallèlement, Alain Valadon a rédigé, pour le compte de la CRGF, le modèle de « Charte de gestion des unités conservatoires de ressources génétiques *in situ* » (encadré) qui actualise et remplace l'ancien cahier des charges de gestion des UC. Dans la foulée, l'ONF a établi la note de service NDS-10-G-1684 sur les « Réseaux nationaux de conservation *in situ* des ressources génétiques forestières », pour les dispositions spécifiques applicables aux UC, y compris la nouvelle charte de gestion.

En pratique, comment s'organise la gestion des ressources génétiques en forêt publique ?

Les trois textes de 2009-2010 (l'instruction et les 2 notes de service) appréhendent la gestion de la diversité génétique des arbres forestiers sous deux aspects :

- celui de la gestion courante, qui doit associer partout les objectifs écologiques, économiques et sociaux (en les hiérarchisant selon les enjeux) ;
- celui de la gestion dédiée applicable aux UC des réseaux de conservation *in situ*, régie par la charte de gestion évoquée plus haut. En vertu de la philosophie de ces réseaux (Arbez et Teissier du Cros, Fady *et al.*, ce dossier), la gestion des UC s'écarte peu de la sylviculture habituelle de la forêt concernée mais elle impose quelques contraintes, notamment lors du renouvellement du peuplement.

De plus, ces textes inscrivent les RGF dans le dispositif ordinaire de la gestion durable :

- en rappelant le cadrage national : les directives (et les orientations) nationales d'aménagement et de gestion (DNAG, ONAG respectivement pour les forêts domaniales et des collectivités) incitent à s'attacher résolument à la conservation de la diversité génétique, notamment dans le contexte des changements climatiques ;
- en exposant concrètement, en référence aux documents types, comment intégrer les dispositions relatives à chaque UC dans l'aménagement (plan de gestion sur 20 ans) des forêts

La charte de gestion des unités conservatoires*

Le modèle de charte de gestion des unités conservatoires de ressources génétiques *in situ*, a été défini en 2009 par la CRGF pour remplacer le cahier des charges de gestion jusqu'alors en vigueur. Il comprend des clauses générales, applicables à toutes les unités conservatoires (UC) et prévoit la possibilité de clauses particulières pour une UC donnée en raison de ses éventuelles spécificités.

La charte de gestion d'une UC donnée a pour objectifs d'assurer la compatibilité entre :

- d'une part la gestion forestière actuelle ou à venir, sachant qu'aucun mode de traitement sylvicole n'est banni *a priori* dans l'UC s'il permet la pérennité sur le long terme de l'espèce cible ;
- d'autre part le maintien, d'une génération à l'autre, de la capacité d'évolution des caractéristiques génétiques au sein de la population de l'espèce qui compose cette UC.

La charte de gestion est le document de référence pour toute intervention concernant l'unité conservatoire, aussi bien dans le noyau central de conservation que dans la zone tampon. Mais c'est aussi un document contractuel qui engage le propriétaire et le gestionnaire avec l'État, responsable de la politique nationale de conservation des ressources génétiques forestières. En conséquence, elle doit toujours être signée par le propriétaire de la forêt concernée. Pour les UC en forêts domaniales une seule signature est nécessaire, mais toutes les autres requièrent l'acceptation formelle du propriétaire (collectivité territoriale ou propriétaire privé) : celui-ci s'engage alors à respecter les mesures techniques prescrites par la charte et qui seront intégrées à chaque révision de l'aménagement forestier ou du plan simple de gestion (s'il est exigible).

* Ne pas confondre la charte de gestion des unités conservatoires avec la « Charte pour la conservation des ressources génétiques des arbres forestiers », élaborée en 1999 par la CRGF et le BRG et qui concerne l'organisation du Programme national de gestion et de conservation des ressources génétiques des arbres forestiers.

³ NDS 00-G-941 diffusant la charte

⁴ Instruction 93-T-23 du 15 novembre 1993 sur la « prise en compte de la diversité biologique dans [...] la gestion forestière »

concernées : comment afficher dans l'état des lieux les enjeux et objectifs de l'UC, son statut et sa consistance précise et, au titre du programme d'actions, comment faire le lien avec les clauses de sa charte de gestion ; par ailleurs, la liste actualisée des unités conservatoires *in situ* est accessible sur la base documentaire de référence de l'ONF, ainsi que la carte de leur répartition géographique dans les directions territoriales ;

- en mobilisant le management technique pour assurer la mise en œuvre : intégrer les dispositions de gestion courante dans les référentiels techniques et guides pratiques, assurer la formation et l'animation technique, impliquer fortement les personnels spécialisés (correspondants graines et plants, animateurs des réseaux de conservation *in situ*) ;
- en réaffirmant le rôle majeur du sommier de la forêt pour assurer le stockage fiable et à long terme de l'information (pertinente) sur l'origine génétique des peuplements (événements concernant la régénération naturelle, traçabilité des MFR...) ; lorsque la forêt recèle une unité conservatoire (UC), le sommier le mentionne et le rappelle pour chacune des parcelles qui en font partie.

Des dispositions particulières pour les unités conservatoires...

Comme on l'a dit, la gestion des UC ne diffère pas fondamentalement de celle du reste de la forêt. Le choix du mode de traitement et des critères d'exploitabilité n'est donc pas affecté par la présence d'une unité conservatoire, mais la charte de gestion impose certaines précautions pour garantir la pérennité de ses objectifs sur le long terme. Dans le cas d'une UC nouvelle cela peut éventuellement nécessiter, sinon une révision de l'aménagement en cours, du moins une modification en bonne et due forme. La première de ces contraintes, qui tombe sous le sens, est que l'essence objectif de l'unité conservatoire reste celle dont les ressources doivent y être conservées. Les autres concernent essentiellement la phase de renouvellement du peuplement forestier, étape clé de la transmission du patrimoine génétique d'une génération à l'autre.



A. Valadon, ONF

*Des dispositions particulières pour les unités conservatoires...
« Expertise » de l'UC sapin de Fanges (11)*

Renouveler le noyau central avant la zone tampon

Sauf exception dûment argumentée, le renouvellement des peuplements des unités conservatoires se fait par régénération naturelle, aussi bien dans le noyau central que dans la zone tampon. La vocation du noyau central étant de maintenir une ressource génétique particulière, il convient de préserver cette ressource des « pollutions » génétiques externes. En futaie régulière, le noyau de conservation doit donc être régénéré avant la zone tampon ; sinon, il se trouverait exposé à des flux de gènes potentiellement indésirables.

Si, cas exceptionnel, la régénération du noyau central ne peut intervenir en premier, la charte de gestion prévoit un délai minimum à respecter après le renouvellement de la zone tampon (entre 20 et 40 ans selon l'espèce), sans préjuger des clauses particulières qui peuvent affiner les solutions au cas par cas.

Dans tous les cas il faut veiller lors de la régénération de la zone tampon qu'il n'y ait aucune introduction de matériel allochtone qui puisse ensuite se croiser avec les individus de la zone centrale.

Maintenir un nombre de reproducteurs suffisamment important

Pour que la ressource génétique se transmette au mieux à la génération suivante, il faut que les arbres reproducteurs soient assez nombreux pour assurer une interfécondation suffisante en qualité et en diversité d'associations père-mère. C'est pourquoi la charte de gestion fixe l'effectif minimum de semenciers à maintenir par hectare après la coupe d'ensemencement (par espèce et mode de traitement). Par ailleurs dans certains cas, inscrits aux clauses particulières de l'UC ou dûment étudiés avec l'animateur du réseau, on pourra prolonger la durée de régénération sur un temps significativement plus long que celui des itinéraires courants si cela permet d'obtenir l'abondance de semis préconisée en tirant parti de fructifications partielles, sans avoir à recourir à des plantations de complément (voir ci-après).

Procéder à des récoltes conservatoires de semence en vue de compléments éventuels

Si la régénération naturelle de l'unité conservatoire n'est pas suffisamment abondante, selon les critères de contrôle indiqués dans la charte de gestion pour

chaque essence et mode de traitement, il peut s'avérer nécessaire de la compléter en ayant recours à des plants issus de récoltes conservatoires faites sur le noyau central (voire dans la bordure interne de la zone tampon).

La récolte conservatoire doit être réalisée une année de bonne fructification, sur au moins 30 semenciers régulièrement répartis et distants d'au moins 30 m, dont on mélangera les graines. Dans les zones où les fructifications massives de l'espèce cible sont rares, on peut aussi récolter lors de fructifications partielles, en mélangeant les récoltes de différentes années pour constituer un lot aussi homogène que possible. L'élevage des plants peut se faire via un contrat de culture, pour garantir les prescriptions spécifiques : pas de tri préalable autre que l'élimination des graines non viables, densité de culture inférieure à celle des productions commerciales, pas de tri des plants sur la hauteur ou la conformation.

Encadrement et soutien technique : le rôle de l'animateur du réseau

Chacun des réseaux de conservation des ressources forestières *in situ* est coordonné par un animateur, désigné par la CRGF et l'ONF, qui veille à l'application de la charte de gestion en étroite relation avec le correspondant-gestionnaire de chaque UC.

Sur la base des données qu'il consigne dans le sommier de la forêt, le gestionnaire informe annuellement l'animateur de toute action réalisée ou prévue qui modifie l'UC (coupe, aménagement...) ainsi que des événements imprévus qui ont pu l'affecter (chablis, attaque parasitaire...). Les conditions d'obtention de la régénération naturelle, notamment, doivent être soigneusement rapportées avec une attention particulière à l'évolution dans le temps de l'effectif des arbres reproducteurs et à l'intensité des fructifications annuelles entre la coupe d'ensemencement et la coupe définitive.

Inversement, au cours de ses visites régulières, l'animateur rend compte des avancées scientifiques concernant les ressources génétiques de l'espèce cible



B. Chopard, ONF

En gestion ordinaire, la régénération est une étape clé de la transmission du pool génétique (parcelle en ensemencement en FD de Cîteaux-21)

(en liaison avec le référent scientifique et le CGAF). Ces visites sont aussi le moment privilégié pour identifier avec le gestionnaire d'éventuelles difficultés dans la mise en œuvre de la charte de gestion et de déterminer le cas échéant les opérations à envisager dans les années à venir pour le maintien en bon fonctionnement de l'unité conservatoire. L'animateur doit aussi périodiquement informer le référent scientifique et la CRGF de l'évolution des différentes UC et des problèmes qui peuvent s'y poser. Enfin, c'est à lui qu'il revient de veiller au renouvellement à échéance de la charte de gestion dans le cas des forêts des collectivités.

... mais surtout un véritable enjeu de gestion ordinaire

La bonne gestion des RGF est l'affaire de tous ; c'est pourquoi la note NDS-10-T-320 s'attache à « identifier les pratiques et recommandations techniques à mettre en œuvre pour assurer une gestion durable des ressources génétiques des peuplements forestiers » en général, à l'occasion de l'ensemble des opérations du cycle sylvicole.

Les opérations les plus susceptibles d'affecter le patrimoine génétique des peuplements sont celles qui concernent leur renouvellement. Or si les forestiers conçoivent bien la difficulté quand il s'agit de plantation, ils en sont beaucoup moins conscients quand il s'agit de régénération naturelle.

En régénération naturelle

La qualité génétique d'une régénération naturelle dépend de la qualité génétique des semences dont elle est issue, elle-même définie par : la diversité génétique des semences, leur taux de consanguinité et l'éventuelle proportion d'hybridation dans le cas de « complexes d'espèces » interfertiles (chênes sessile/pédonculé/pubescent ; sapin pectiné/autres sapins méditerranéens ; frêne commun/frêne oxyphylle ; pin sylvestre/pin à crochets) (voir Fady et Lefèvre *in* ONF, 2004). Il faut donc veiller à ce que les conditions favorisant la qualité des semences soient réunies, conditions qui sont liées à la fois aux caractéristiques du peuplement à renouveler et à celles des boisements riverains.

L'opportunité ou non de la régénération naturelle dépend donc en premier lieu

Principales consignes pour une diversité génétique optimale lors d'une régénération naturelle :

- ne pas régénérer naturellement les peuplements phénotypiquement médiocres eu égard aux potentialités du milieu ou lorsque la mauvaise qualité des bois (rectitude, branchaison, fourches) est due à l'origine génétique du peuplement ;
- ne régénérer naturellement les peuplements isolés (> 300 m) du point de vue de l'espèce ou d'origine inconnue et de faible taille (< 3 ha) que si leur base génétique est reconnue suffisamment large (à partir de données d'archives ou par analyses génétiques en cas d'enjeu majeur ; le Conservatoire Génétique des Arbres Forestiers de l'ONF pourra être sollicité si nécessaire) ;
- maintenir, à la coupe d'ensemencement, au moins 30 semenciers / ha de l'essence objectif et susceptibles de fleurir et fructifier ;
- en futaie mélangée, s'assurer que les bouquets monospécifiques ne sont pas trop isolés ; favoriser les croisements entre bouquets en maintenant une continuité génétique par des arbres relais et en rendant perméable des rideaux d'arbres pouvant faire obstacle à la pollinisation ;
- pour maximiser les contributions des semenciers, veiller à ce que la coupe définitive n'intervienne pas moins de 5 ans après l'ensemencement, sauf apparition massive de semis avant ce délai lors d'années à très forte fructification ;
- veiller à ce que la densité de semis naturels soit au minimum égale à celle prescrite dans les guides de sylviculture, pour permettre à la sélection naturelle de s'exercer efficacement.

du **diagnostic du voisinage du peuplement reproducteur**, particulièrement important dans certains cas. Ce diagnostic relève du processus d'élaboration (ou révision) de l'aménagement de la forêt, avec l'appui du CGAF si nécessaire.

Vient ensuite le contrôle de production des semences dans le peuplement lui-même. Cela consiste à trouver le meilleur compromis possible entre la contribution souhaitable d'un maximum de semenciers (pour maximiser la diversité), l'éclaircissement des houppiers (pour une bonne floraison/fructification), et la circulation des pollens (pour le brassage, la multiplication des combinaisons). Ce compromis concerne le nombre des semenciers et leur répartition, aussi homogène que possible, mais aussi la durée de la régénération. Compte tenu de l'irrégularité des floraisons des arbres forestiers, l'étalement de la production des semences sur plusieurs années permet d'augmenter la contribution effective d'un maximum d'adultes : cet étalement permet donc aussi d'augmenter la diversité génétique chez les semis, à condition que ces fructifications partielles bénéficient de conditions de germination

favorables. Cependant cet avantage de la durée s'estompe au bout de quelques années : des études récentes sur douglas (Valadon, 2009) ont montré par exemple qu'au-delà de 5 ans de contribution annuelle, la diversité supplémentaire devenait insignifiante.

Enfin il ne faut négliger ni la diversité transmise par les semis préexistants, ni surtout l'importance de la sélection naturelle dans les phase juvéniles (avant l'intervention du forestier) pour assurer une « purge » génétique précoce éliminant la majorité des semis autofécondés et des individus les plus consanguins. Cette purge, qui assure le maintien d'une forte diversité génétique au sein de la régénération, est d'autant plus efficace que la compétition entre semis est vive (pour la lumière, l'eau, les nutriments).

Une faible diversité génétique associée à une faible intensité de sélection naturelle affecterait négativement la capacité d'adaptation du futur peuplement. Les principales consignes qui résultent de ces considérations sont reproduites en encadré.

En régénération par plantation

Lorsqu'on recourt à la plantation, il est indispensable de mobiliser des MFR (matériels forestiers de reproduction) de qualité génétique élevée : large base génétique, adaptation, plasticité. Cette obligation concerne l'ensemble des partenaires de la filière Graines et Plants car la qualité génétique d'une plantation dépend de celle des semences et des plants dont elle est issue.

Le réseau des correspondants graines et plants de l'ONF est donc chargé de mettre en œuvre, directement ou en appui technique aux gestionnaires locaux, des préconisations qu'on ne détaillera pas ici et qui visent à :

- mobiliser le potentiel fructifère des forêts publiques, voire le favoriser par une gestion spécifique des peuplements porte graines ;
- maintenir une diversité génétique suffisante depuis la récolte des graines jusqu'à la plantation ;
- assurer la traçabilité des MFR dans le strict respect des procédures existantes ;
- coordonner ces actions par région de provenance ;
- développer les contrats de culture.

Ces dispositions intègrent notamment les modalités d'application de la « Charte de bonne pratique de production en vue d'améliorer la diversité génétique pour les lots de semences et plants forestiers commercialisés » demandée en 2007 par les Assises de la Forêt. L'ONF, qui a contribué (via le CGAF) à l'élaboration de cette charte, s'engage ainsi concrètement à s'y conformer en tant que producteur de semences.

Pour les autres interventions sylvicoles

Après la phase d'installation du nouveau peuplement, les interventions sylvicoles qui vont s'y succéder auront le plus souvent un effet sélectif (dépressages, détourages, éclaircies) susceptible d'impacter la diversité génétique. Deux cas, en particulier, demandent vigilance :

- les interventions précoces au profit d'un nombre limité de tiges à fort potentiel de croissance juvénile, car les critères

⁵ NDLR : confirmation formelle de cet engagement vient d'être donnée dans la note NDS 12-T-339 – « Récolte des semences forestières » qui se réfère explicitement à ladite charte

de choix ne sont pas nécessairement corrélés à des caractères adaptatifs tels que la résistance à des facteurs biotiques ou abiotiques ou la capacité reproductive ; il faut donc veiller à ne pas orienter trop précocement et trop fortement la sélection des tiges du futur peuplement, au risque d'en réduire dangereusement la base génétique ;

- les éclaircies « au diamètre » avec un coefficient d'éclaircie $K_g > 1$, en futaie régulière, qui visent à récolter systématiquement l'individu de plus fort diamètre en cas de choix entre plusieurs tiges ; à grande échelle, les éclaircies de ce type engendreraient des pertes de diversité génétique, de vigueur et de capacités adaptatives des peuplements : leur généralisation est donc à exclure.

En guise de conclusion

L'auteur rend un hommage appuyé à Alain Valadon qui, lorsqu'il était en poste au

CGAF de 2004 à 2011, a contribué de façon déterminante au développement de la « culture » de la diversité génétique à l'ONF ; les dispositions évoquées dans cet article sur la conservation et la gestion des ressources génétiques dans les forêts publiques doivent beaucoup à la qualité de ses travaux, à son sens de la transmission et aussi voire surtout à son opiniâtreté !

Brigitte MUSCH

ONF, département R&D
Conservatoire Génétique
des Arbres Forestiers

Bibliographie

Callaham R.Z. 1964. Provenance research : investigation of genetic diversity associated with geography. *Unasylva* vol.18 (2-3) pp.40-50

Hamrick J. L., Godt M. J. W., Sherman-Broyles S. L., 1992. Factors influencing levels of genetic diversity in wood plant species. *New forests* vol. 6 (1) pp. 95-124

Müller-Starck G., 1995. Protection of genetic variability in forest trees. *Forest Genetics* vol. 2 (3) pp. 121-124

Office national des forêts, 2004. Diversité génétique des arbres forestiers : un enjeu de gestion ordinaire. *RenDez-Vous techniques de l'ONF*, Hors-série n°1, 130 p.

Valadon A. (coord) 2009. Qualité génétique d'une régénération naturelle dans un peuplement mélangé de Douglas vert, Mélèze du Japon et Sapin pectiné. *Rapport ONF/INRA*. 179 p.

Valadon A, 2009. Effets des interventions sylvicoles sur la diversité génétique des arbres forestiers : Analyse bibliographique. *Dossiers Forestiers de l'ONF*, n°21, 157 p.



C. Bastien, INRA

Alain Valadon à Moissac-Bellevue (83) pour l'étude des ressources génétiques du pin sylvestre