



HAL
open science

Conservation in situ des ressources génétiques des arbres forestiers en France métropolitaine

E. Balsemin, E. Collin

► **To cite this version:**

E. Balsemin, E. Collin. Conservation in situ des ressources génétiques des arbres forestiers en France métropolitaine. Ingénieries eau-agriculture-territoires, 2004, 40, p. 51 - p. 60. hal-00475753

HAL Id: hal-00475753

<https://hal.science/hal-00475753>

Submitted on 22 Apr 2010

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Conservation *in situ* des ressources génétiques des arbres forestiers en France métropolitaine

Émilie Balsemin et Éric Collin

*Le présent article dresse un bilan d'étape du programme français de conservation des ressources génétiques des arbres forestiers lancé au début des années 90 avec le soutien du ministère en charge de l'agriculture (Direction générale de la Forêt et des Affaires rurales). Après un bref point sur les enjeux nationaux et européens, les auteurs expliquent l'expérience acquise par la France, notamment avec les réseaux de conservation *in situ* pour le hêtre, le sapin et le chêne sessile, puis ils mettent en perspective les prochaines étapes d'optimisation des réseaux existants et futurs.*

Dans le cas des arbres forestiers, les ressources génétiques d'une espèce ne se réduisent pas à un ensemble de variétés cultivées bien identifiées, mais correspondent plus largement à l'ensemble de la variabilité génétique de l'espèce concernée (Graudal *et al.*, 1995). La valeur d'une ressource génétique n'est pas seulement économique mais peut être également écologique, voire éthique.

Au-delà de tout motif particulier justifiant de conserver tel ou tel caractère, l'objectif primordial de la conservation des ressources génétiques est de maintenir une large diversité génétique au sein des espèces. Cette diversité est nécessaire pour garantir la capacité d'adaptation de nos forêts dans un environnement changeant (Eriksson *et al.*, 1996). L'encadré 1 (p. 53) définit brièvement les termes spécifiques utilisés dans cet article.

En matière de forêts, il existe plusieurs raisons de se préoccuper de conservation des ressources génétiques. Tout d'abord, certaines espèces forestières sont rares ou subissent de lourdes pertes infligées par des maladies épidémiques, ce qui justifie le développement de stratégies de conservation adaptées. De plus, avec l'intensification des pratiques de reboisement, la France a importé d'importantes quantités de graines, augmentant le risque de diffusion de pools génétiques non adaptés ou recelant des caractères défavorables.

Les conséquences de la fragmentation des habitats et du changement climatique global doivent également être prises en considération.

En France métropolitaine, ce n'est généralement pas à l'échelle de l'espèce que les menaces se situent pour les arbres, mais plutôt à celle des populations. Seul l'alisier de Fontainebleau figure sur la liste nationale des espèces protégées (Roman-Amat, 1995). Certaines populations d'arbres sont en revanche localement menacées de disparaître, par exemple suite à l'aménagement des cours d'eau. C'est notamment le cas de populations d'ormes lisses et de peupliers noirs dans les ripisylves.

Après un bref rappel des objectifs et méthodes de la conservation des ressources génétiques forestières et une description des réseaux de conservation en place, des orientations méthodologiques sont suggérées pour optimiser les réseaux existants et concevoir les réseaux futurs.

Une prise de conscience nationale et européenne

La prise de conscience des enjeux de la conservation des ressources génétiques forestières s'est développée dans le courant des années 80. En France, des chercheurs et membres d'associations se sont regroupés dès 1985 afin de conduire une réflexion sur le sujet. Un groupe de travail

Les contacts

Cemagref,
UR Écosystèmes
forestiers,
Domaine des Barres,
45290 Nogent-
sur-Vernisson

1. Food and agriculture organisation : organisation des Nations-Unies pour l'alimentation et l'agriculture.

a été créé dans ce but en 1986. Il a notamment proposé que les actions nationales soient menées, dans un premier temps, sur quatre espèces modèles représentant respectivement les espèces sociales feuillues (hêtre commun), les espèces sociales résineuses (sapin pectiné), les espèces disséminées fragilisées par une maladie (orme champêtre) ou pollinisées par les insectes (merisier). Un inventaire des ressources génétiques des arbres forestiers déjà conservés *ex situ* a été réalisé à la même époque (Arbez, 1987 ; Arbez et Lacaze, 1999). Au niveau international, la conservation des ressources génétiques forestières a pris son essor lors de la *conférence ministérielle* de Strasbourg (1990), dont la résolution S2 (encadré 2) préconise une approche dynamique de la conservation ainsi que la mise en œuvre d'actions pilotes sur quatre espèces ou groupes d'espèces modèles : l'épicéa commun, le chêne liège, le peuplier noir et les feuillus précieux.

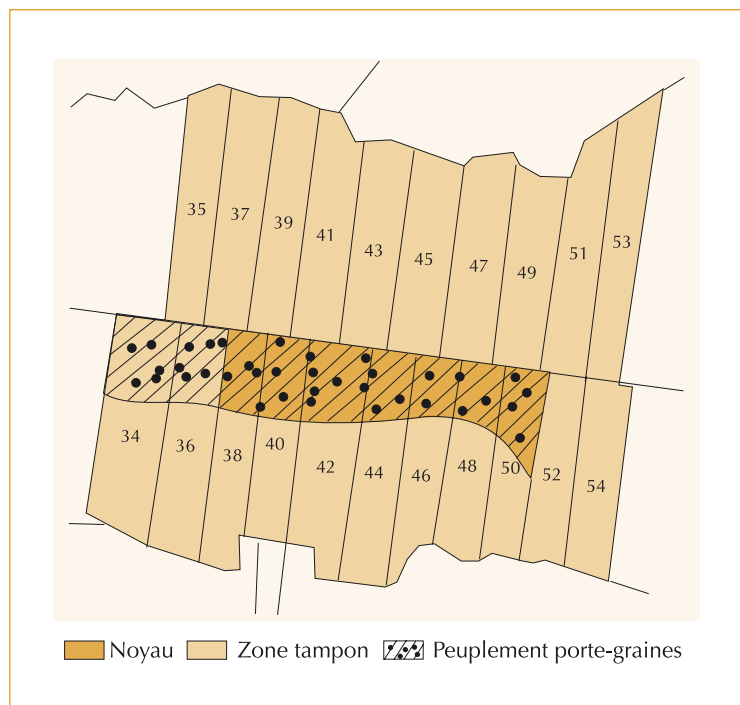
Dans la droite ligne des conférences de Strasbourg et d'Helsinki (1993), l'*International Plant Genetic Resources Institute* (IPGRI) s'est fixé comme objectif d'améliorer la conservation et l'utilisation de la diversité génétique pour le bien-être des générations actuelles et futures. En 1994, cet organisme de coordination internationale a mis en place, en collaboration avec

le département forestier de la FAO¹, le programme EUFORGEN (*European Forest Genetic Resources Programme*) afin d'établir des recommandations opérationnelles sur le sujet (encadré 3).

Dans ce contexte, la France s'est placée parmi les pays pionniers, notamment à travers la mise en place dès 1986 de réseaux de conservation *in situ* pour le hêtre et le sapin pectiné, la définition d'une politique nationale sur la conservation des ressources génétiques forestières (circulaire DERF/SDF/N.91/n°3011 du 9 septembre 1991) et la création de la Commission technique nationale de conservation des ressources génétiques forestières en 1992.

Cette commission s'appelle depuis 1997 la Commission des ressources génétiques forestières (CRGF) et rassemble entre autres les représentants des ministères en charge des forêts et de l'environnement, des organismes de recherche (INRA, Cemagref), de l'ONF et des associations de protection de la nature. Par la création de la CRGF, le ministère en charge de l'agriculture et des forêts s'est résolument engagé dans la conservation des ressources génétiques forestières, apportant son soutien financier tant pour constituer les réseaux que pour conduire les recherches méthodologiques indispensables.

▼ Figure 1 – Une unité conservatoire de chêne sessile.



Conservation *in situ* ou *ex situ* ?

La stratégie de conservation dynamique *in situ* se place dans une perspective évolutionniste dans laquelle le potentiel adaptatif des populations doit être maintenu (Eriksson *et al.*, 1996).

Pour conserver une espèce forestière *in situ*, la CRGF a adopté une démarche pragmatique reposant sur la constitution d'un réseau de populations conservatoires (appelées unités conservatoires ou UC) autochtones et suffisamment nombreuses pour représenter l'essentiel de la variabilité génétique de l'espèce concernée dans son aire française de répartition. Le nombre d'UC par réseau a été empiriquement estimé à une trentaine pour des espèces sociales comme le hêtre ou le sapin pectiné. La structure de chaque UC, composée d'une zone centrale (le noyau) entourée d'une zone périphérique (la zone tampon), permet de limiter les flux de gènes éventuellement causés par le pollen et les graines issus des parcelles avoisinantes, au cas où celles-ci auraient été ou seraient ultérieurement reboisées avec des plants d'une autre provenance (figure 1).

Encadré 1

Glossaire

Conservation *in situ* : conservation d'une espèce sur place. Cette conservation est dite « dynamique » dès lors que les mesures de gestion adoptées visent à préserver le potentiel d'adaptation des espèces sur le long terme, tout en les laissant évoluer dans leur environnement.

Conservation *ex situ* statique : conservation sous forme de collections de lots de graines, de pollens, de parties de plantes en survie et/ou de plantes entières. Les individus ne sont plus soumis à l'influence de leur milieu d'origine et aucune recombinaison génétique n'intervient.

Conservation *ex situ* dynamique : les individus sont conservés en dehors de leur site d'origine, mais néanmoins plantés dans un lieu unique pour former une large population où la reproduction sexuée et la recombinaison génétique sont facilitées. Les semis issus de cette population sont soumis à la pression de sélection locale, soit sur place (cas de populations reconstituées), soit en plantation (plants issus de vergers à graines conservatoires).

Quelques définitions selon Lévêque *et al.* (1999), Teissier du Cros *et al.* (1999)

Flux de gènes : échange de gènes entre groupes d'individus, *via* le pollen ou les graines.

Peuplement autochtone : peuplement d'origine locale, non introduit à partir de graines ou de plants extérieurs à la région géographique considérée.

Pool génétique : ensemble des gènes contenus à un moment donné dans une population.

Population : ensemble d'individus d'une même espèce vivant au même endroit et capables de s'intercroiser.

Région de provenance : pour une espèce ou une sous-espèce, zone géographique régie par des conditions écologiques suffisamment uniformes dans lesquelles des peuplements ou des sources de graines présentent des caractéristiques phénotypiques ou génétiques similaires, compte tenu, le cas échéant, des limites altitudinales (d'après la directive européenne 1999/105/CE).

Encadré 2

Résumé de la résolution S2 de la conférence de Strasbourg en 1990

(d'après le site Internet de la conférence ministérielle pour la protection des forêts en Europe www.mcpfe.org)

1. Entamer une action immédiate.
2. Privilégier des méthodes simples, stables et pérennes.
3. La variabilité génotypique totale est à conserver (entre espèces, races et individus), pas seulement la variabilité de gènes.
4. Privilégier la conservation *in situ* et la conservation *ex situ* en complément.
5. La conservation des écosystèmes forestiers devrait prendre en compte les espèces dont l'intérêt est actuellement secondaire.
6. Formuler des recommandations concernant les techniques de sylviculture préconisées.
7. Les instances de coordination et d'animation technique devraient être dotées de moyens suffisants.

Encadré 3

Le programme EUFORGEN de l'IPGRI : de 1995 à aujourd'hui

(d'après le site Internet de l'IPGRI www.ipgri.cgiar.org)

- 1995 : lancement de la phase I avec la constitution de quatre réseaux de conservation intéressant respectivement l'épicéa commun, le chêne liège, le peuplier noir et les feuillus précieux.
- 2000 : lancement de la phase II avec un élargissement du réseau du chêne liège aux chênes méditerranéens et du réseau de l'épicéa à l'ensemble des principaux conifères d'Europe.
- 2002 : le réseau des feuillus sociaux se réduit aux chênes et aux hêtres du climat tempéré.
- 2004 : préparation des objectifs en vue du lancement de la phase III en janvier 2005.

La surface des unités doit être assez grande (5-10 hectares pour le noyau et 100-150 hectares pour la zone tampon).

Les contraintes de gestion sont listées dans un cahier des charges annexé à l'aménagement forestier. Globalement, la gestion sylvicole peut rester inchangée, seules des recommandations sur la régénération naturelle sont formulées, afin de garantir et pérenniser le caractère autochtone du peuplement. Des mesures de récolte conservatoire dans le noyau et la zone tampon sont prévues dans le cas où la régénération naturelle serait déficiente.

La méthode *in situ* n'est pas exclusive et peut être complétée ou remplacée par la conservation *ex situ*, notamment lorsque la biologie de l'espèce l'exige ou que la ressource concernée est gravement menacée *in situ*. Pour les arbres forestiers, cinq espèces ou groupes d'espèces ont d'ailleurs fait l'objet de mise en collections *ex situ* : les ormes, le merisier, le peuplier noir, le noyer et le cormier (tableau 1). Le principe général est de conserver rapidement un échantillon représentatif d'une fraction particulièrement précieuse, rare ou menacée de leur diversité génétique. La conservation *ex situ* est dite statique lorsqu'elle se borne à la simple conservation « à l'identique » de la ressource menacée ; elle est dite dynamique

quand on utilise le matériel végétal collecté pour produire de nouvelles générations de semis ou de plants susceptibles d'être ré-introduits dans le milieu naturel.

Pour commencer, les réseaux hêtre, sapin et chêne sessile

Dès 1986, est lancée la constitution du réseau de conservation *in situ* du hêtre, suivie un an plus tard par celle du sapin pectiné. Ces premiers réseaux ont permis de faire évoluer les réflexions sur le nombre, la taille et la gestion des unités conservatoires. En 1995, le réseau de conservation des ressources génétiques du complexe d'espèces des chênes blancs européens, dont le chêne sessile, est ensuite proposé.

Chaque réseau de conservation *in situ* est constitué de 20 à 30 unités conservatoires. Il y a un animateur par réseau et autant de correspondants sur place que d'unités conservatoires. L'animateur (ONF, INRA ou Cemagref) a pour mission la constitution et le suivi du réseau à travers notamment les visites de chaque unité conservatoire tous les 3 ans environ. Il fait un état des lieux du réseau régulièrement au cours des réunions de la CRGF, afin de mettre en évidence par exemple les difficultés rencontrées et éventuellement d'orienter la gestion sylvicole en conséquence.

Essence	Populations naturelles conservées <i>in situ</i>		Plantations conservatoires <i>ex situ</i>		Collections conservées <i>ex situ</i>
	nombre	surface	nombre	surface	
Alisier torminal	<i>méthodologie à définir</i>				
Chêne sessile	20	2 593 ha			
Cormier					env. 60 clones
Noyer					env. 120 clones
Hêtre	27	3 875 ha			
Merisier	<i>méthodologie à définir</i>		2	4 ha	332 clones
Ormes sp.	<i>en cours de sélection</i>				426 clones
Peuplier noir	<i>en cours de sélection</i>				367 clones
Épicéa commun	<i>en préparation</i>				
Sapin pectiné	22	3 506 ha	4	28 ha	
Pin maritime	<i>en cours de sélection</i>				

▲ Tableau 1 – Programme national de conservation des ressources génétiques : état des lieux en 2004 (source : Cemagref, Inra et ONF, 2004).

Les stratégies d'échantillonnage pour la constitution des réseaux de conservation « Hêtre commun » et « Sapin pectiné » sont triples :

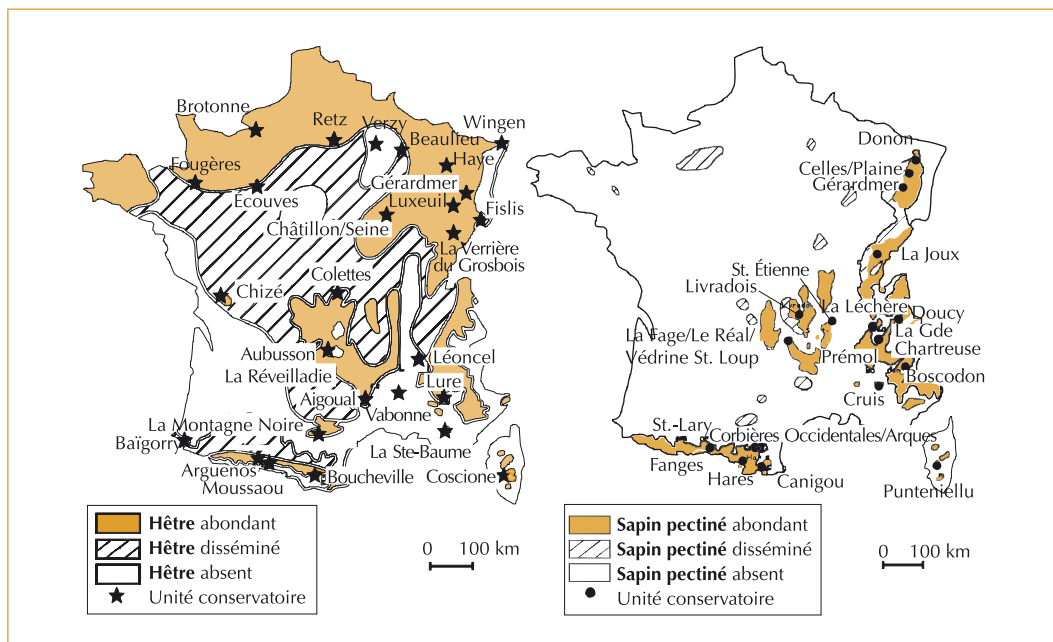
- conserver un échantillon représentatif des peuplements situés dans les zones géographiques où l'espèce est abondante ;
- conserver des peuplements en conditions marginales ;
- pour le hêtre, conserver des peuplements présentant des phénotypes particuliers.

Pour les réseaux « Hêtre commun » et « Sapin pectiné », l'échantillonnage des peuplements en conditions forestières normales a été effectué en utilisant préférentiellement des populations déjà caractérisées sur le plan écologique (appartenance à une « région de provenance » établie pour le commerce des graines et plants) ou dont certains caractères adaptatifs (phénologie, croissance, forme) avaient été mesurés dans des plantations comparatives de provenances. L'intérêt de cette démarche était d'assurer une bonne représentation des différentes conditions de sol et de climat des hêtraies et des sapinières françaises : pour le hêtre par exemple, il était possible de choisir des unités conservatoires représentatives de régions de provenances telles que « Bordure Manche », « Nord-Est calcaire », « Bassin supérieur de la Saône », « Pyrénées centrales », etc.

L'échantillonnage des peuplements marginaux a reposé sur des critères essentiellement géographiques ou climatiques : zone méditerranéenne (hêtres de la Sainte-Baume), haute altitude (hêtraie sommitale).

Actuellement, le réseau « Hêtre commun » (figure 2) compte 27 unités conservatoires dont 20 représentent les zones où le hêtre est abondant. Pour répondre aux autres objectifs, 6 peuplements marginaux ont été retenus ainsi que le peuplement atypique de Verzy dans le département de la Marne, où les hêtres présentent un phénotype tortillard rare. Pour le réseau « Sapin pectiné », un total de 22 unités conservatoires répond actuellement aux objectifs prédéfinis (figure 3).

Le réseau de conservation *in situ* « Chêne sessile » a été constitué ultérieurement et sur des bases un peu différentes, notamment en raison de la disponibilité d'études génétiques fondées sur l'utilisation de marqueurs enzymatiques et/ou moléculaires. Un premier projet de réseau a tout d'abord été proposé pour conserver les ressources génétiques des espèces autochtones du complexe des chênes blancs européens, rassemblant les chênes pédonculé, sessile, pubescent et tauzin. Pour des raisons de simplification des tâches, le réseau a réorienté ses objectifs pour se concentrer dans un premier temps sur le chêne sessile. L'échantillonnage des peuplements a été essen-

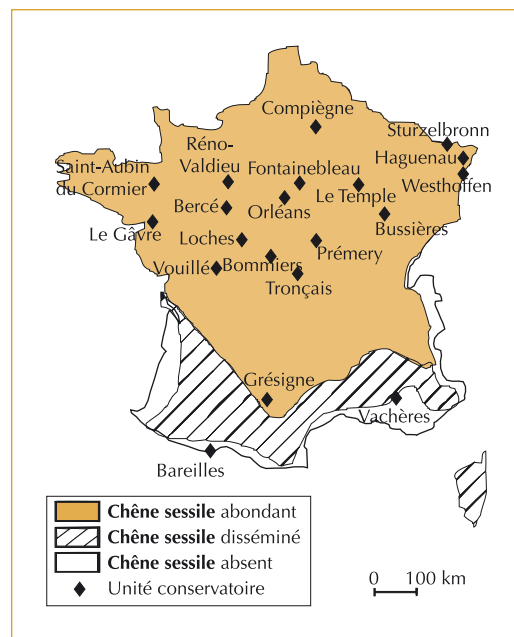


◀ Figures 2 et 3 – Réseau de conservation *in situ* des ressources génétiques du hêtre commun (*Fagus sylvatica*) et du sapin pectiné (*Abies alba*).

tiellement assis sur les 65 populations françaises représentées dans un réseau international de comparaison de provenances combinant l'étude de caractères adaptatifs (mesurés en plantations comparatives), de marqueurs (isoenzymes, ADN chloroplastique) et la caractérisation écologique du milieu d'origine. Les résultats recueillis dans cette étude ont permis de choisir 16 populations ; 4 populations supplémentaires, dont 3 représentatives de conditions marginales, ont été ajoutées, portant le réseau à 20 unités conservatoires (figure 4).

La composition des réseaux n'est pas figée puisque certaines unités peuvent disparaître (tempêtes, incendies) ou être ajoutées en fonction des acquis de la recherche. La tempête de décembre 1999 a d'ailleurs eu des conséquences importantes pour certaines unités conservatoires, comme celle de la forêt de Haye (Hêtre commun), en Meurthe-et-Moselle, qui fait l'objet d'un suivi de régénération post-tempête.

Pour des raisons de pérennité foncière et de suivi de gestion à long terme, les unités conservatoires des trois réseaux constitués sont toutes situées dans des forêts publiques gérées par l'Office national des forêts (ONF). Des extensions des réseaux « Hêtre commun » et « Sapin pectiné » sont nécessaires en forêt privée dans deux régions, mais requièrent la recherche et la formalisation d'un accord avec les propriétaires concernés.



► Figure 4 – Réseau de conservation *in situ* des ressources génétiques du chêne sessile (*Quercus petraea*).

En plus des trois réseaux cités précédemment, la circulaire de 1991 prévoyait d'étendre l'action de conservation à « une dizaine d'espèces résineuses et feuillues d'ici à l'horizon 2000 ». Actuellement, des réseaux de conservation *in situ* sont en cours de constitution pour le peuplier noir, l'orme lisse, le pin maritime, l'épicéa commun et en projet pour le pin sylvestre (tableau 1, p. 54). Pour les espèces disséminées (merisier et alisier torminal), la conservation *in situ* pose des questions méthodologiques nécessitant la poursuite des travaux de recherche.

Le point sur la méthodologie

La représentativité des réseaux

Globalement, l'échantillonnage des peuplements a bien pris en compte les objectifs de conservation et les connaissances alors disponibles sur la structuration géographique de la variabilité génétique des espèces concernées. En revanche, le principe de choisir une unité conservatoire par région de provenance a conduit à sur-représenter les peuplements sélectionnés pour les récoltes de graines et donc constitués majoritairement d'arbres vigoureux et bien conformés (peu fourchus, élancés). De nombreuses unités conservatoires recouvrent en partie ou en totalité des peuplements porte-graines (figure 1, p. 52). Il en va de même pour les peuplements intégrés dans le réseau comparatif de provenances : même si les forêts ont au départ été choisies pour étudier la variabilité naturelle de l'espèce, les peuplements défectueux ou en conditions marginales ont été écartés.

Les marqueurs enzymatiques et/ou moléculaires ont permis d'enrichir la palette des critères d'échantillonnage des peuplements, notamment dans le cas où des études génétiques ont révélé la présence de variants particuliers (allèles ou haplotypes) dans certaines zones géographiques. Ces marqueurs ne constituent cependant pas une panacée, car les résultats ne sont pas forcément concordants selon le type de marqueurs utilisé et surtout parce qu'ils ne nous renseignent que sur la diversité génétique neutre (non sélectionnée) et non sur la variabilité des caractères effectivement importants en terme d'adaptation. Avec les progrès de la génomique, de nouveaux marqueurs fournissant des informations sur la variabilité de caractères adaptatifs majeurs (résistance à la sécheresse, à certaines maladies...) devraient néanmoins devenir disponibles.

En tout état de cause, il importe de bien intégrer et de bien hiérarchiser tous les critères de choix disponibles, ce qui implique de disposer d'un regard critique sur les avantages et les limites de chaque méthode, qu'elle soit moléculaire ou non. Ce travail est confié à la cellule méthodologique de la CRGF, composée d'experts aux compétences complémentaires.

Indépendamment des critères scientifiques d'échantillonnage, la représentativité des réseaux dépend également de contraintes techniques d'ordre foncier (forêt privée) ou budgétaire (surcoût éventuel de la gestion conservatoire). Des solutions techniques doivent être recherchées, éventuellement en s'inspirant des approches utilisées dans les réseaux d'espaces protégés relevant du ministère chargé de l'environnement.

Les provenances introduites et le risque de « pollution » génétique

L'une des conditions d'entrée dans le réseau de conservation est que le peuplement soit d'origine autochtone. Or les unités conservatoires sont confrontées au risque de pollution génétique exogène à plusieurs échelles spatiales et temporelles (encadré 4).

Les archives des services forestiers ont généralement permis d'attester du caractère autochtone des peuplements concernés. En cas de doute, comme dans le cas de la hêtraie du monastère de la Chartreuse de Valbonne (Gard), des marqueurs enzymatiques ou moléculaires peuvent être utili-

sés pour lever l'incertitude. Dans l'exemple cité, la population semble bien avoir été introduite du Nord de la France mais elle a néanmoins été maintenue dans le réseau conservatoire du fait de son adaptation aux conditions climatiques locales, atypiques pour l'espèce.

Selon les espèces forestières, le choix de ne conserver que les ressources autochtones peut être réducteur. Si c'était le cas pour l'épicéa commun, alors seuls des peuplements des Vosges, du Jura et des Alpes du Nord seraient sélectionnés pour entrer dans le réseau. Or, ces ressources ne représentent qu'une partie de la variabilité génétique de l'espèce en France. Même si certaines ressources ne sont pas d'origine autochtone, elles peuvent avoir développé des adaptations génétiques aux conditions locales, intéressantes à conserver.

Par ailleurs, on peut s'interroger sur le rôle effectif de la zone tampon. La question se pose tout particulièrement dans le cas d'unités conservatoires soumises à une forte pression par l'introduction de matériels non autochtones. Ainsi, pour la constitution du réseau « Pin maritime », il serait particulièrement nécessaire d'évaluer les distances de pollinisation et l'impact des flux de gènes en provenance de parcelles plantées avec des variétés améliorées.

Comme une unité conservatoire n'est pas un système clos, l'idéal serait d'estimer, pour chaque espèce modèle, un niveau acceptable d'introduction de gènes « extérieurs » afin de

Encadré 4

Le risque de pollution génétique exogène doit être considéré sur plusieurs échelles spatiales interdépendantes :

- **France** : pollution génétique par les introductions de matériels étrangers ;
- **massif forestier** : problème de pollution de proche en proche, dépassant ainsi les limites de chaque unité conservatoire ;
- **unité conservatoire** : la zone tampon constitue un filtre partiel des flux de gènes dont une partie peut être d'origine inconnue ou connue comme étant exogène.

En parallèle, le risque de pollution génétique exogène présente une dimension temporelle. En effet, la garantie de l'autochtonie passée, présente et future d'un peuplement dépend de :

- son histoire,
- son environnement actuel, par le repérage de plantations allochtones voisines,
- son environnement futur, à travers le suivi des aménagements actuels et des objectifs futurs du massif forestier concerné.

garantir le maintien de la diversité génétique à long terme. L'impact de la plantation de matériel végétal allochtone sur la diversité génétique d'une population locale dépend théoriquement à la fois de la taille des populations locale et introduite, du niveau de diversité de la population locale et de la mauvaise adaptation du matériel transféré. Cet effet sera d'autant plus grand que la taille de la population locale sera réduite (Lefèvre, 2004).

Gestion et taille des unités conservatoires

Les seuls problèmes techniques que peut rencontrer le gestionnaire sont ceux liés à la régénération naturelle ou ceux engendrés par une catastrophe naturelle. La prédation des glands par le grand gibier est un exemple de difficulté observée dans le réseau « Chêne sessile », obligeant à enclore le noyau de l'unité conservatoire lors de sa régénération. Le plus important en matière de gestion sylvicole est de veiller à obtenir un nombre suffisant de semenciers. Ce nombre a été au départ estimé pragmatiquement à plus de 500 arbres dans le noyau, soit environ 50-60 arbres sexuellement matures à l'hectare. Des études sur les flux de gènes sont nécessaires pour répondre plus précisément à cette question.

Il en est de même pour la taille des unités conservatoires qui est étroitement liée à la densité des reproducteurs et plus généralement à la biologie de l'espèce. Une unité conservatoire d'une espèce sociale ayant une forte aptitude à croître à forte densité aura théoriquement une surface moindre que celle d'une unité d'une espèce dont les arbres sont plus disséminés.

Le phénomène de consanguinité, observé généralement sous la forme de cercles d'apparentement, a également un impact potentiellement important sur la diversité génétique effective au sein des parcelles conservatoires. Une érosion génétique est à craindre dans le cas de petites populations isolées ou fragmentées et soumises à la dérive génétique.

Le suivi à long terme des unités conservatoires

Pour veiller au bon fonctionnement du réseau de conservation *in situ*, il est nécessaire de suivre l'évolution de chaque unité conservatoire et, si possible, d'établir un suivi de celles-ci sur le long terme afin de répondre à des questions telles que : quelle est l'influence des facteurs anthropiques sur les ressources génétiques forestières ?

Comment évolue une unité conservatoire suite à des aléas climatiques tels que les tempêtes ou évolutifs tels que le réchauffement global ?... Dans ce sens, un système de vigilance et de remplacement pourrait être défini pour garantir durablement les réseaux de conservation.

Pour les espèces faisant l'objet de conservation *in situ*, un couple d'unités conservatoires soumises à des modes différents de gestion pourrait être choisi afin de mettre en place un suivi démographique et génétique à long terme.

Le moment est venu d'optimiser et de développer les réseaux

Le travail accompli depuis la fin des années 80 est considérable et place la France parmi les pays les plus actifs en matière de conservation des ressources génétiques forestières. La diffusion de la version anglaise du document de synthèse sur le sujet (Teissier du Cros *et al.*, 2001) en est une illustration. L'expérience acquise doit être utilisée pour optimiser les réseaux existants et préparer les réseaux futurs. Les efforts à réaliser devront porter d'une part, sur les critères de choix des espèces et des peuplements à conserver, et d'autre part, sur le suivi démographique et génétique des unités conservatoires. La réflexion méthodologique doit être poursuivie, notamment au moyen d'études génétiques permettant l'évaluation *a posteriori* de la validité des choix des unités conservatoires. De telles études permettent aussi de mieux comprendre les effets de la sylviculture, de la fragmentation des milieux, voire des changements climatiques, sur l'évolution de la diversité génétique des arbres forestiers.

Sur le plan national, il est nécessaire de rechercher une meilleure synergie avec les réseaux d'espaces naturels protégés dépendant du ministère en charge de l'environnement. Cette synergie est souhaitable non seulement en terme de complémentarité géographique des réseaux, notamment dans les forêts appartenant à des particuliers, mais aussi afin de permettre une approche plus globale de la conservation de la biodiversité à différentes échelles du vivant : de l'écosystème au gène, en passant par les espèces et leurs populations. Concrètement, il conviendrait donc de favoriser l'échange de données (sites, espèces conservées) et la concertation sur la stratégie d'extension des réseaux, ainsi que d'engager des recherches permettant d'améliorer la méthodologie d'évaluation de la diversité

inter et intra-spécifique des arbres forestiers présents dans les sites concernés ainsi que le suivi à long terme de cette diversité (mise au point d'indicateurs). Les conclusions de ces recherches, ainsi que celles d'études démographiques et génétiques conduites dans quelques sites-ateliers, seraient mises en pratique sous forme de recommandations méthodologiques auprès des gestionnaires de sites conservatoires.

Au niveau international, il convient de maintenir les liens étroits existant entre les réseaux français et les réseaux paneuropéens du programme EUFORGEN. Ces échanges permettent d'harmoniser les actions menées dans les différents pays et de développer la communication sur le sujet au travers de la réalisation de guides pratiques destinés aux gestionnaires de terrain. La phase III d'EUFORGEN, qui sera lancée en janvier 2005, prévoit le regroupement de certains réseaux « par espèces » existants et la création d'un réseau exclusivement destiné à faciliter l'intégration de

la conservation des ressources génétiques dans la gestion forestière courante. Cette nouvelle phase est dans la droite ligne de la résolution V4 de la conférence paneuropéenne de Vienne (2003) qui prône la promotion de la conservation des ressources génétiques comme partie intégrante d'une gestion forestière durable.

De fait, le travail que nous devons maintenant engager, en France comme ailleurs, est de convaincre tous les partenaires de la filière forestière que la conservation des ressources génétiques ne se réduit pas à la « mise en réserve » d'un échantillon de la diversité actuelle, mais qu'il doit aussi s'agir d'une préoccupation majeure des gestionnaires au moment du renouvellement, par régénération naturelle ou par plantation, d'une parcelle forestière. Cette préoccupation ne doit pas être envisagée seulement en terme de provenance géographique des graines et plants, mais aussi en terme de diversité génétique du matériel végétal mis en place. □

Remerciements

Nous remercions tous les personnels du Cemagref de Nogent-sur-Vernisson et de la Commission des ressources génétiques forestières qui ont contribué au bilan d'étape présenté ici, et tout particulièrement Stéphanie Mariette, Isabelle Bilger, Nathalie Frascaria-Lacoste, Bruno Fady et Éric Teissier du Cros (Président de la CRGF). Merci également à Sonia Launay et Alain Valadon pour leurs remarques sur le manuscrit.

Ce travail a bénéficié de l'appui du ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation, de la Pêche et des Affaires rurales (DGFAR).

Résumé

La conservation des ressources génétiques forestières a pour but de répondre aux besoins des générations futures et de maintenir durablement la capacité d'adaptation des espèces dans un environnement changeant. La politique conservatoire nationale conduite depuis 1991 a permis la mise en place de réseaux de conservation *in situ* pour le hêtre, le sapin pectiné et chêne sessile et de collections *ex situ* pour d'autres espèces. Diverses orientations de recherche et un élargissement du mode de constitution des réseaux sont proposés pour améliorer la méthodologie d'échantillonnage des peuplements, la prévention du risque de pollution génétique et la gestion des populations conservatoires. Ces recherches et une meilleure synergie avec les réseaux d'espaces protégés permettront d'optimiser les réseaux existants et futurs.

Abstract

The conservation of forest genetic resources aims at the satisfaction of future needs and the preservation of the adaptability of species in a changing environment. The national policy followed by France in this field since 1991 has enabled the creation of *in situ* conservation networks for beech (*Fagus sylvatica*), fir (*Abies alba*) and sessile oak (*Quercus petraea*) and *ex situ* collections for a few other species. Diverse research topics and a broadening of the networks organisation are suggested to improve sampling methods, genetic pollution control, and the management of conservation stands. Such a research effort and a better co-ordination with the habitat protection networks are needed to improve existing and future networks.

Bibliographie

- ARBEZ, M., 1987, *Les ressources génétiques forestières en France, Tome 1 : les conifères*, INRA, BRG, Paris, 236 p.
- ARBEZ, M. ; LACAZE, J.-F., 1999, *Les ressources génétiques forestières en France, Tome 2 : les feuillus*, INRA, BRG, Paris, 408 p.
- ERIKSSON, G. ; NAMKOONG, G. ; ROBERDS, J., 1996, La conservation dynamique des ressources génétiques forestières, *Ressources génétiques forestières*, FAO, Rome, p. 2-8.
- GRAUDAL, L. ; KJAER, E.-D. ; CANGER, S., 1995, A systematic approach to the conservation of genetic resources of trees and shrubs in Denmark, *Forest Ecology and Management*, vol. 73, p. 17-134.
- LEFEVRE, F., 2004, Human impacts on forest genetic resources in the temperate zone: an updated review, *Forest Ecology and Management*, vol. 197 (1-3), p. 257-271.
- LEVEQUE, L. ; DEMESURE, B. ; VALLANCE, M. ; LAMANT, T., 1999, L'ONF et la diversité génétique des arbres forestiers, *Bulletin Technique de l'ONF*, n° 38, 48 p.
- MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE ET DE LA FORÊT, 1991, Conférence ministérielle pour la protection des forêts en Europe, Strasbourg, 18-19 décembre 1990, Paris, 258 p.
- ROMAN-AMAT, B., 1995, Patrimoine génétique des espèces forestières autochtones françaises, connaissance – conservation, *Bulletin Technique de l'ONF*, n° 30, p. 1-18.
- TEISSIER DU CROS, E., coordonnateur, 1999, *Conserver les ressources génétiques forestières en France*, Ministère de l'Agriculture et de la Pêche, Bureau des ressources génétiques, Commission des ressources génétiques forestières, INRA-DIC, Paris, 60 p.
- TEISSIER DU CROS, E., coordonnateur, 2001, *Forest Genetic Resources Management and conservation France as a case study*, Ministère de l'Agriculture et de la Pêche, Bureau des ressources génétiques, Commission des ressources génétiques forestières, INRA-DIC, Paris, 60 p.