

# Conservation *in situ* des ressources génétiques forestières : stratégies, dimensions nationale et pan-européenne

La conservation des ressources génétiques, qu'elles soient animales ou végétales, qu'elle se fasse dans un but patrimonial ou pour des raisons commerciales ou encore de recherche, repose sur deux grandes stratégies complémentaires, les stratégies *in situ* et *ex situ*. Chez les plantes cultivées ou les animaux d'élevage, la stratégie *in situ* s'adresse en général à leurs espèces apparentées, non domestiquées, encore présentes dans le compartiment sauvage, alors que leurs propres ressources génétiques sont le plus souvent conservées *ex situ*, sous forme de graines, de sperme, etc. Chez les arbres forestiers, espèces peu ou pas domestiquées, dont la diversité génétique d'origine a été peu diminuée par les pratiques agronomiques, la conservation *in situ* porte directement (ou indirectement via leur habitat) sur les espèces d'intérêt. Depuis son origine au début des années 1990, la Commission nationale des Ressources Génétiques Forestières (CRGF) a fortement misé sur la stratégie *in situ* pour la conservation des ressources génétiques forestières (RGF) françaises, constituant petit à petit un réseau conséquent focalisé sur un nombre grandissant d'espèces d'arbres forestiers majeures du point de vue écologique comme économique (Teissier du Cros 1999). La conservation *in situ* des RGF est donc cruciale pour la sauvegarde des services écosystémiques dans un environnement changeant comme pour la préservation des ressources de la « filière bois » (CRGF 2008).

## La stratégie de conservation *in situ* des RGF

La conservation *in situ* des RGF est une stratégie de gestion sur le long terme permettant de favoriser l'adaptation locale sous l'effet de pressions de sélection qui peuvent être changeantes dans le temps. C'est une stratégie de gestion a



Hendrik Davi, INRA

Conserver la diversité génétique face aux aléas naturels et anthropiques - Dépérissement du sapin pectiné en Vésubie (06)

priori efficace des ressources génétiques des espèces forestières patrimoniales ou clef de voûte, dont l'habitat n'est pas nécessairement menacé, pour préserver leur diversité face aux aléas naturels et anthropiques (photo). Ce mode de conservation dynamique, permettant l'évolution des caractères importants pour la survie et la reproduction, doit à la fois préserver la plus large diversité d'adaptations particulières possibles de l'espèce tout en maintenant ses capacités d'adaptations futures. Ce mode de conservation est efficace pour les espèces formant de grandes populations comme hêtre, sapin, chêne sessile, pin sylvestre, épicéa. Il est moins directement applicable aux espèces disséminées, sauf à délimiter des périmètres de gestion couvrant de très larges surfaces. A *fortiori*, ce type de conservation n'est pas applicable seul lorsque les habitats des espèces cibles sont fortement menacés (voir article de E. Collin *et al.* sur la conservation *ex situ* dans ce dossier).

## Représenter toute la diversité et permettre son évolution

Un des enjeux majeurs de la constitution d'un réseau *in situ* de conservation des RGF est de bien représenter (échantillonner) toute la diversité génétique de l'espèce dans son aire de répartition naturelle. Les arbres forestiers, très longévifs et dont l'histoire évolutive est ancienne, ont été et sont soumis à une grande hétérogénéité de conditions environnementales dans le temps et dans l'espace. Cette situation peut avoir conduit à des adaptations locales particulières, qu'il sera important de bien identifier. Ce n'est qu'à cette condition que les RGF des espèces cibles feront l'objet d'une conservation dynamique efficace et représentative, permettant de maintenir les capacités d'adaptations actuelles et futures. Autre enjeu majeur : il conviendra que les peuplements choisis permettent réellement une évolution de la diversité adaptative en lien avec les changements environnementaux, et donc de

favoriser le dynamisme démographique des peuplements, notamment par une gestion sylvicole appropriée (Valadon 2009 ; voir aussi l'article de B. Musch dans ce dossier).

### Des concepts théoriques

Représenter toute la diversité génétique de l'espèce dont on veut conserver *in situ* les RGF n'est pas d'une grande simplicité. Un peu de théorie est nécessaire pour comprendre. La méthode choisie depuis maintenant plus de 20 ans repose sur la définition d'unités ayant un sens en termes d'évolution (*Evolutionary Significant Units, ESU*) dans lesquelles se définissent des unités de gestion (*Management Units, MU*). Ryder (1986) définit une ESU comme un ensemble de populations issues d'un ancêtre commun (lignée) et qui a été durablement séparé d'autres lignées au cours des temps géologiques. La notion d'ESU rend compte de l'histoire évolutive longue des populations. La différenciation entre lignées se mesure souvent sur la base des variations de l'ADN mitochondrial ou chloroplastique. Moritz (1994) définit une MU comme un groupe de populations qui a une diversité génétique différente des autres (indiquant un flux de gènes réduit et un relatif isolement reproducteur). La MU rend compte de l'état actuel de la diversité et se mesure souvent avec les variations de l'ADN nucléaire (par exemple les microsatellites). Les peuplements conservatoires à définir devront être choisis pour représenter au mieux les MU au sein des ESU.

### Et des « indicateurs » empiriques

Il est évident que ce type d'information n'est pas toujours disponible pour les espèces cibles visées par la conservation *in situ*. On peut même dire que c'est encore rarement le cas, y compris à l'heure actuelle où les données de la génétique moléculaire deviennent de plus en plus accessibles ! Par ailleurs, ces méthodes ne permettent de caractériser que l'histoire évolutive des espèces, pas la façon dont elles se sont adaptées sous l'effet de la sélection naturelle partout dans leur aire de répartition naturelle. Or, combiner les informations provenant de l'histoire évolutive ancienne et

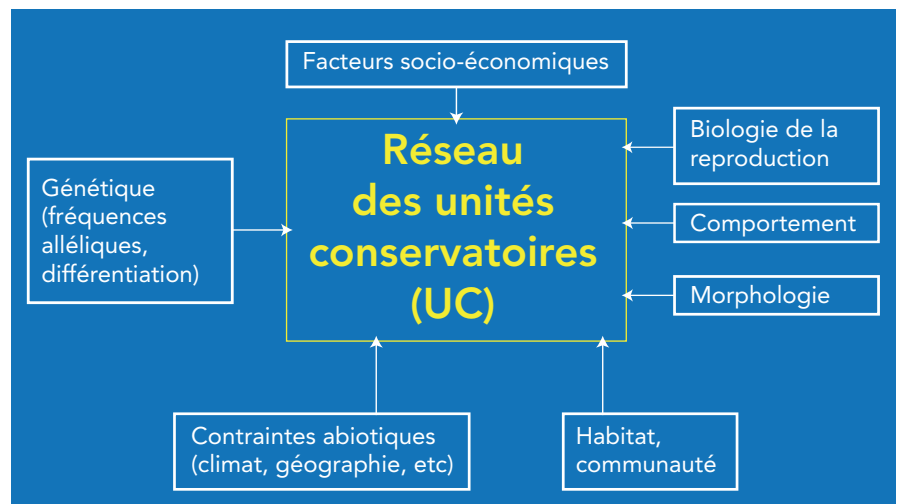


Fig. 1 : les considérations à prendre en compte lors de la constitution d'un réseau de conservation des RGF (d'après Moritz et al. 1995)

récente et celles provenant de l'adaptation locale (Allendorf et Luikart 2007), y compris dans les populations marginales (Lesica et Allendorf 1995), est crucial pour la constitution d'un « bon » réseau de conservation des RGF. Il est donc nécessaire d'utiliser des « indicateurs » pour caractériser toute la diversité génétique d'une espèce au sein du territoire concerné. Pour se construire, les réseaux s'appuient ainsi sur un faisceau d'informations empiriques d'ordre géographique, pédologique, climatique, naturaliste, écologique, biologique, et/ou génétique (marqueurs moléculaires et tests comparatifs), sans oublier le contexte socio-économique (voir la formalisation inspirée de Moritz et al. 1995, figure 1).

### Les réseaux de conservation *in situ* des RGF en France

Sept réseaux de conservation *in situ* des RGF ont été mis en place en France (sapin pectiné, hêtre commun, pin maritime, chêne sessile, épicéa commun, peuplier noir et orme lisse) et deux sont en cours (pin sylvestre et pin de Salzman). Hêtre commun (*Fagus sylvatica*) et sapin pectiné (*Abies alba*) sont les deux espèces sur lesquelles ont porté les premiers efforts coordonnés de conservation par la CRGF au début des années 1990.

### Des débuts pragmatiques

La constitution du réseau de conservation *in situ* des RGF du sapin pectiné illustre

bien le nécessaire pragmatisme de la démarche. Cette espèce peut être localement menacée par la pollution génétique à proximité des reboisements en sapins méditerranéens. Elle est sensible à la sécheresse et se trouve donc particulièrement confrontée aux sécheresses estivales en marge de son aire de répartition et sous l'effet des changements climatiques qui provoquent des dépérissements conséquents (photo). Dans une première étape, la démarche a consisté à utiliser le découpage du territoire national en régions de provenances pour constituer l'échantillonnage de base. Actuellement 14 régions de provenances sont identifiées<sup>1</sup>. Celles-ci constituent une première approximation de la diversité écologique de l'espèce sur le territoire national. Dans un deuxième temps, la collecte des informations génétiques montre l'existence d'au moins deux ESU en France, les Pyrénées et les Alpes / Jura / Vosges (Liepelt et al. 2009), les Alpes du Sud formant une MU particulière dans le groupe alpin (Fady et al. 1999 ; Sagnard et al. 2002). La prise en compte de populations marginales en plus de l'ensemble des informations précédentes a conduit à la création d'un réseau contenant 21 Unités Conservatoires (UC)<sup>2</sup> (figure 2).

### La stratégie s'affine avec les informations génétiques

Une deuxième série de réseaux se constitue petit à petit depuis les années 2000, bénéficiant de plus amples informations

<sup>1</sup> <http://agriculture.gouv.fr/graines-et-plants-forestiers>

<sup>2</sup> <http://agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/10-22-annexe5-RegistreMatBase-04-11-2011V2.pdf>

génétiques. Certains sont achevés (le réseau chêne sessile), d'autres en cours de construction (les réseaux pin maritime, pin sylvestre, épicéa commun, pin de Salzmann). Le réseau de conservation *in situ* des RGF du chêne sessile (*Quercus petraea*), espèce modèle pour les généticiens forestiers, s'est ainsi bâti sur une accumulation des connaissances de la structuration de la diversité génétique et de ses facteurs d'évolution dans le complexe d'espèces chêne sessile – chêne pédonculé (Verger et Ducouso, 2009). La stratégie de conservation s'est organisée autour de quatre axes (Ducouso et Bordacs 2003) :

- échantillonnage de la diversité et de la variabilité génétique et écologique des populations naturelles ;
- préservation des mécanismes maintenant la diversité, notamment l'hybridation interspécifique avec le chêne pédonculé ;
- conservation des « crus » et des types de sylviculture (futaie, taillis...). La diversité des pratiques sylvicole semble avoir généré des écotypes particuliers qui se différencient nettement dans les tests de comparaison de provenances de l'INRA et de l'ONF ;
- sauvegarde des ressources génétiques en danger ou en situation marginale.

Le réseau actuel comprend 20 UC répondant toutes à l'objectif 1, mais dont certaines satisfont plus particulièrement à l'objectif 2 (Compiègne) ou à l'objectif 4 (Grésigne, Vachères et Bareille).

### Faire avec ce qu'on a

La stratégie de constitution des réseaux *in situ* de RGF demande donc une information scientifique aussi complète que possible sur la diversité génétique neutre et adaptative des espèces considérées, mais son pragmatisme permet de s'adapter à des situations où les informations seraient déficientes. Ce faisant, le manque d'information scientifique ne représente pas une condition rédhibitoire à la mise en place d'un réseau dès lors que la nécessité d'établir une stratégie de conservation s'impose. L'accumulation d'informations scientifiques (figure 1) permettra, dans le temps, de compléter le réseau au besoin.

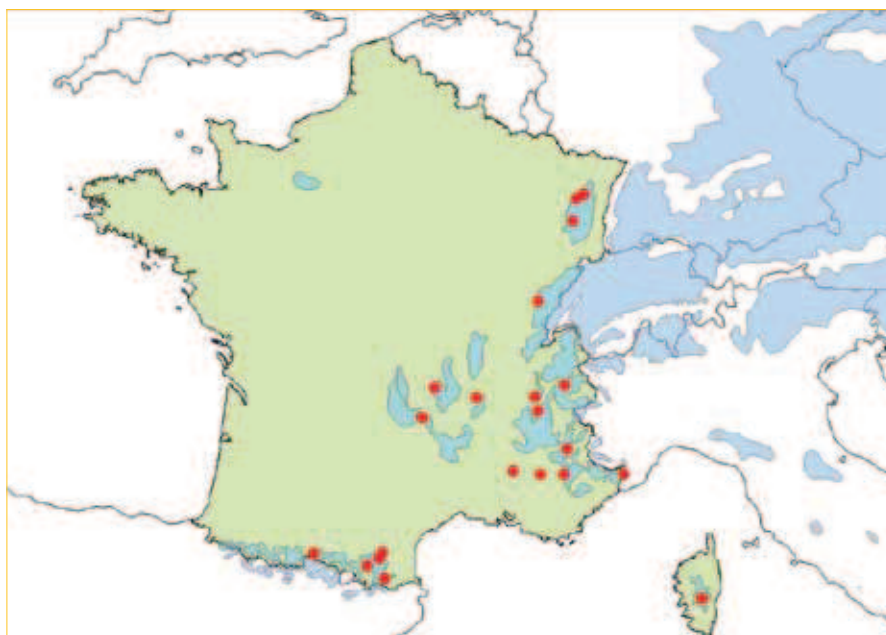


Fig. 2 : le réseau de conservation *in situ* des ressources génétiques du sapin pectiné en France (points rouges) en 2012

L'aire de répartition de l'espèce est figurée en bleu.

### Gérer les unités conservatoires *in situ*

Une fois le réseau des UC constitué pour une espèce donnée, chacune doit faire l'objet d'un plan de gestion permettant l'évolution de la diversité génétique sous l'effet de la sélection naturelle à chaque génération. Ainsi, chaque UC du réseau national de conservation *in situ* des RGF est composée d'un noyau central, enjeu principal des efforts de conservation, et d'une zone tampon dont le rôle essentiel est de limiter les flux de gènes extérieurs pouvant agir comme des « pollutions génétiques » (figure 3). La charte de gestion définit des clauses générales :

- les sujets de l'espèce cible doivent être d'origine autochtone, aussi bien dans la zone tampon que dans le noyau de conservation ;
- l'UC doit être d'une surface suffisamment grande et de forme aussi compacte que possible pour que le noyau de conservation soit protégé de la contamination pollinique provenant de populations voisines non indigènes ou apparentées et susceptibles de l'hybrider (objectif de limitation des flux de gènes indésirables, pouvant contrecarrer l'adaptation locale) ;

- le noyau de conservation doit avoir un nombre et une proportion suffisants d'individus reproducteurs de l'espèce cible pour assurer un brassage de gènes à chaque événement de reproduction. Cet effectif varie selon l'objectif de conservation assigné à l'UC (minimum 500 reproducteurs pour la conservation de la diversité génétique globale, 50 reproducteurs si l'objectif est le maintien d'une adaptation particulière dans une population marginale) ;

- l'UC doit être gérée de manière à assurer sa pérennité, tant par la présence dans le temps de l'espèce à protéger, que par le maintien d'un habitat adéquat. Cette clause implique une attention toute particulière à porter à la régénération naturelle ;
- l'UC doit faire l'objet d'un suivi sur le long terme de sa diversité génétique. Les méthodes à employer pour que ce suivi soit pertinent, outre les évaluations classiques en gestion forestière, font l'objet de discussions (Aravanopoulos 2011).

Au-delà de ces clauses générales (voir aussi l'article de B. Musch et al. dans ce dossier), la charte établit pour chaque UC des clauses particulières définies avec les gestionnaires locaux. La charte n'impose pas de mode de gestion au-delà de ces



clauses. Ainsi, de nombreuses forêts gérées et espaces naturels protégés peuvent répondre aux exigences de la charte de gestion et être potentiellement inclus dans un réseau de conservation *in situ*.

Chaque réseau est coordonné par un animateur désigné par la CRGF et l'ONF. L'animateur, qui travaille en tandem avec un référent scientifique, est chargé de veiller au respect des conditions que doit remplir une UC et à l'application de la charte de gestion de chaque UC. Il a aussi en charge l'évaluation de l'état des UC du réseau, notamment en termes démographiques (état sanitaire, chablis et dégâts divers, régénération naturelle, etc.). Dans le cas des espèces de ripisylve (peuplier noir, orme lisse), le réseau est coordonné par le référent scientifique avec l'appui des naturalistes gestionnaires des espaces protégés concernés. Cette stratégie de gestion, si elle convient bien aux espèces sociales, formant des peuplements bien identifiés, est cependant mal adaptée aux espèces très disséminées. Il est souvent difficile de définir un peuplement et les surfaces à prendre en considération pour atteindre un nombre de semenciers tel que défini dans la charte de gestion, sont souvent considérables et peu compatibles avec la notion classique d'UC. En revanche, la charte de gestion des UC peut convenir à de nombreux espaces protégés à vocation de protection des habitats ou encore des réserves biologiques qui contiennent

des espèces forestières disséminées. De facto, de nombreuses aires protégées pratiquent la conservation des RGF sans que cette stratégie de gestion soit inscrite dans leur propre charte de gestion.

### Coordination européenne de la conservation *in situ* des RGF

La résolution S2 de la 1<sup>ère</sup> Conférence Ministérielle pour la Protection des Forêts en Europe (Strasbourg, 1990) reconnaît l'importance des RGF et leur gestion durable pour la forêt européenne. À ce titre, chaque État signataire s'engage à assurer la conservation des RGF sur son territoire. Ce cycle européen de conférences ministérielles a maintenant pris le nom de Forest Europe. Au cours de la conférence Forest Europe de Varsovie (2007), les États européens et l'Union européenne se sont engagés à nouveau à « maintenir, conserver, restaurer et améliorer la diversité biologique de leurs forêts, y compris leurs ressources génétiques, par une gestion forestière durable ».

### Le programme paneuropéen EUFORGEN

C'est à l'initiative de la conférence de Strasbourg et de sa résolution S2 qu'un programme pan-européen facilitant la coordination des actions de conservation des RGF à l'échelle du continent a vu le jour. Ce programme, dénommé EUFORGEN (European Forest Genetic

Resources programme<sup>3</sup>), a été officiellement créé en 1994. Il fonctionne par cycles de quatre années, financé par les cotisations annuelles des États qui y participent sur la base du volontariat. Son Secrétariat, basé à Rome, est assuré par Bioversity International<sup>4</sup>. EUFORGEN a longtemps fonctionné par grands réseaux spécifiques (Conifères, Feuillus sociaux, Feuillus disséminés, ...) réunissant chacun un représentant par pays membre. Dans la phase actuelle de fonctionnement du programme (EUFORGEN IV), les réseaux se sont structurés en groupes de travail thématiques se focalisant sur des questionnements ciblés. Le comité de pilotage d'EUFORGEN, composé de représentants nationaux (un par pays) a choisi trois grands domaines de travail pour les groupes thématiques composés d'un petit groupe d'experts (une dizaine) reconnus pour leur compétence dans le domaine : (1) promouvoir l'utilisation raisonnée des RGF dans le cadre de la gestion durable des forêts pour faciliter l'adaptation de la gestion forestière au changement climatique, (2) développer et promouvoir des stratégies de gestion des RGF à l'échelle européenne et améliorer les critères de gestion des UC et des aires protégées et (3) compiler, archiver et diffuser des informations fiables sur les RGF en Europe.

### Le rôle moteur de la CRGF

Par le biais de la CRGF et de ses membres, la France a joué un rôle important dans la création et dans l'animation d'EUFORGEN. Les experts français auprès d'EUFORGEN, tous membres de la CRGF, assurent la coordination et la complémentarité entre notre programme national et la stratégie paneuropéenne définie par EUFORGEN. La CRGF a aussi largement contribué au fonctionnement des groupes de travail sur les grandes espèces forestières et la gestion durable de leur RGF, par exemple en promouvant le modèle français à base d'UC pour la conservation *in situ*. Elle a largement contribué aux activités de production et de diffusion des connaissances d'EUFORGEN, notamment en matière de cartes d'aires de répartition des espèces d'intérêt européen (figure 4) et de guides techniques

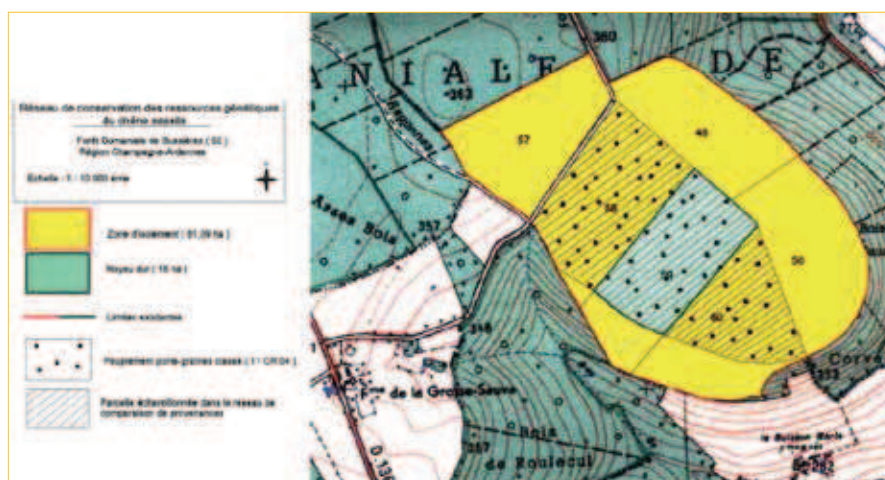


Fig. 3 : plan de l'UC de chêne sessile de la forêt domaniale de Bussières, en haute-Marne (52), montrant le noyau central entouré de la zone tampon. Surface de la zone centrale : 15 ha ; surface de la zone tampon : 81,09 ha et surface totale : 96,09 ha.

<sup>3</sup> <http://www.euforgen.org/>

<sup>4</sup> <http://www.bioversityinternational.org/>

sur les enjeux de la conservation des RGF par espèce. Ces guides techniques sont en cours de traduction française, avec l'insertion d'un encart spécifique de la situation française pour l'espèce concernée<sup>5</sup>.

Au cours des quatre dernières années, la CRGF a apporté une contribution majeure à la définition d'une stratégie commune pour la conservation des RGF au niveau européen, notamment en contribuant à la définition d'une norme de base, acceptée par tous, pour la définition de ce qu'est une unité de conservation et de ce qui ne peut pas être considéré comme tel. Les grands principes des UC tels que décrits ci-dessus sont repris dans cette norme commune, qui constitue une réelle avancée pour l'intégration européenne en matière de conservation des RGF, les acceptions de ce qu'était la conservation *in situ* étant extrêmement variables auparavant. Ces règles communes acceptées étaient une des gageures du projet de système d'information géographique sur le réseau paneuropéen de conservation *in situ*, dont l'acronyme est EUFGIS<sup>6</sup>. La mise en place du système d'information EUFGIS, soutenue par l'Union européenne et coordonnée par EUFORGEN, s'est achevée en 2011. Sa base de données répertoriait (en 2011) 1967 UC réparties dans 31 pays européens pour la conservation des RGF de 86 espèces différentes (figure 5). Ce système d'information permettra de mieux coordonner l'effort de conservation à l'échelle continentale, par une harmonisation de l'information, par l'identification de manques ou de redondances (zones éco-géographiques ou présentant une diversité génétique particulière sous-représentées, doublons, etc.).

### La conservation *in situ* en France : un bilan très conséquent et de forts enjeux à venir

Outre leur rôle premier de conservation des RGF, les réseaux *in situ* mis en place par la CRGF jouent un rôle de démonstration de ce que peut être la prise en compte de l'adaptation et de l'évolution pour la gestion forestière. À ce jour, ce

<sup>5</sup> <http://agriculture.gouv.fr/conservation-des-ressources>

<sup>6</sup> <http://www.eufgis.org/>

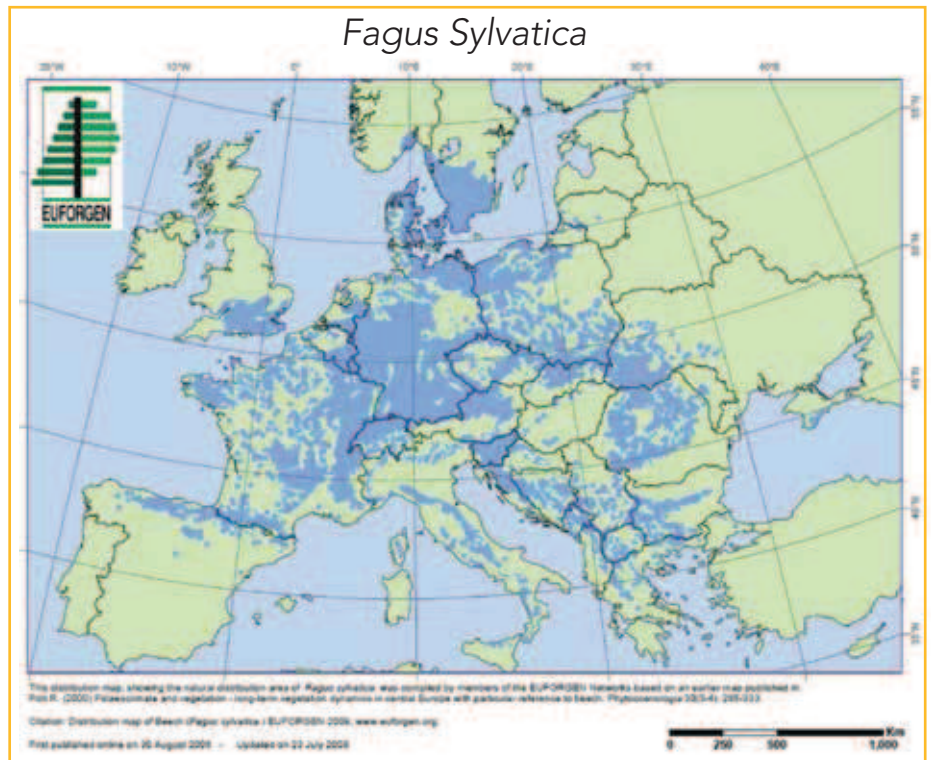


Fig. 4 : Carte de répartition du hêtre en Europe, un exemple de production phare d'EUFORGEN avec les guides techniques pour la conservation des RGF

### EUFGIS : Système d'Information sur la conservation dynamique des RGF en Europe

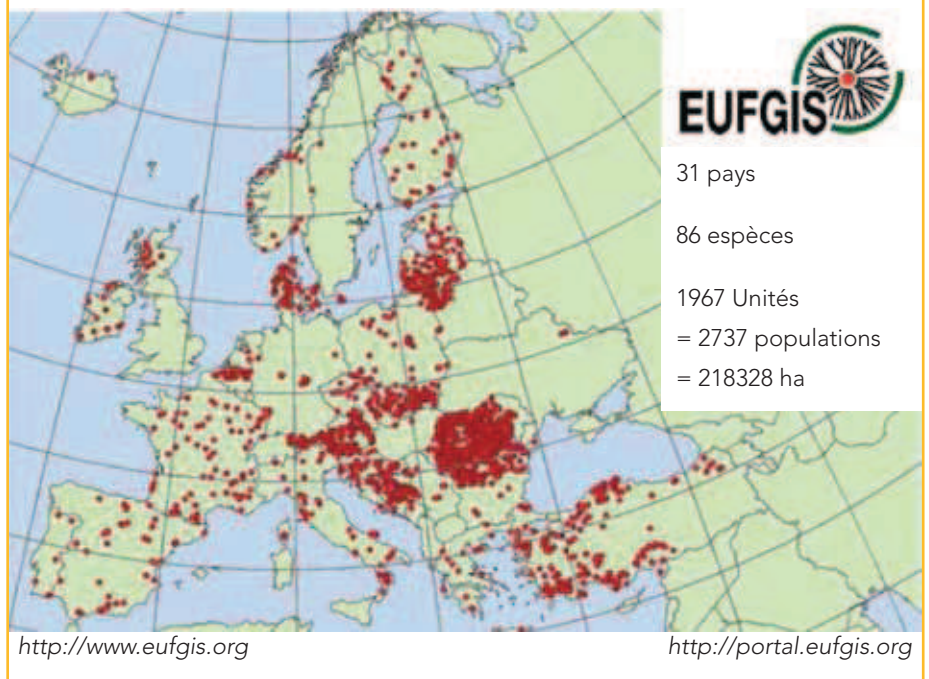


Fig. 5 : carte de l'Europe issue de la base de données des UC du projet EUFGIS (données de Juin 2011)

sont 9 réseaux en fonctionnement ou en cours de construction qui peuvent aider à faire progresser la prise en compte des ressources génétiques dans la gestion courante des forêts. D'ores et déjà, des dispositions sont prises dans les instructions de gestion des forêts publiques (voir l'article de B. Musch *et al.* sur la gestion forestière dans ce dossier).

### Faire face aux questions nouvelles

La CRGF est maintenant à un tournant. Faut-il constituer de nouveaux réseaux, et pour quelles espèces forestières ? La question vaut bien évidemment pour les espèces disséminées, peu représentées à l'heure actuelle. L'inventaire de leur répartition n'est pas encore achevé, en France métropolitaine comme dans les régions tropicales où elles constituent la majorité des ressources forestières. Une stratégie originale de gestion des RGF de ces espèces reste à inventer, et nul doute qu'elle doit fortement s'articuler avec la gestion conservatoire des habitats telle qu'elle est pratiquée dans les aires protégées. La question vaut aussi pour les nombreuses espèces sociales qui ne font pas encore l'objet de réseaux d'UC. Il paraît urgent, dans le cadre des changements climatiques, de considérer les espèces et ressources génétiques thermophiles. Dans le cadre d'EUFORGEN, une réflexion a été conduite sur l'ensemble des chênes européens présents sur le pourtour méditerranéen. Cette région héberge 41 taxons (28 espèces et leurs sous-espèces) reconnus. À l'exception des chênes sessile et pédonculé, tous ces taxons sont thermophiles et présentent donc un intérêt à l'échelle européenne pour l'adaptation aux changements climatiques. Les menaces à court terme sur ces espèces sont importantes : une a

disparu récemment, 5 sont menacées de disparition et 15 ont des ressources génétiques fortement menacées. La protection des espèces thermophiles est donc une nouvelle priorité à développer d'urgence et la France a un rôle important à jouer dans cette stratégie.

### Travailler avec les réseaux d'aires protégées

Nous appelons de nos vœux une meilleure articulation des réseaux d'UC avec les réseaux d'aires protégées. Hormis peut-être les réserves biologiques intégrales dans lesquelles tout recours à la régénération assistée est interdit, les aires protégées représentent souvent des zones où des RGF sont conservées *in situ* en adéquation avec les exigences de la charte de gestion des UC. Même si cette conservation doit être considérée comme transitoire, les objectifs de gestion des aires protégées n'étant pas *a priori* les RGF mais les habitats, un inventaire des aires protégées contenant des RGF dont les pratiques de gestion correspondent à celle de la charte des UC à un moment donné devrait être établi et remis à jour régulièrement. Il apparaîtrait alors clairement que les RGF sont conservées dans de nombreux sites en France, au-delà des réseaux d'UC.

### Ne pas relâcher l'effort

Enfin, les efforts de gestion des réseaux d'UC prennent une nouvelle dimension dans le cadre de l'adaptation des forêts françaises aux changements climatiques. Couvrant des conditions pédoclimatiques nombreuses et variées, chaque réseau a un rôle important de vigie à jouer. Le suivi des UC et des indicateurs de leur dynamique évolutive, comme les dépérissements des semenciers adultes et la quantité

de la régénération, doit être maintenu avec une grande régularité. Il est assuré par les animateurs de réseaux et leurs correspondants locaux et nous formons le vœu, en ces temps de contraintes budgétaires, que cette activité essentielle ne sera pas réduite. Il en irait de la pérennité du dispositif de conservation *in situ* des RGF en France.

**Bruno FADY**

INRA Avignon  
URFM Écologie des Forêts  
Méditerranéennes

**Éric COLLIN**

Irstea Nogent/V.  
UR Écosystèmes Forestiers

**Alexis DUCOUSSO**

INRA, Bordeaux (Cestas)  
UMR Biodiversité, Gènes  
et Communautés

**François LEFÈVRE**

INRA Avignon  
URFM Écologie des Forêts  
Méditerranéennes

**Brigitte MUSCH**

ONF, département R&D  
Conservatoire Génétique  
des Arbres Forestiers

**Jean Michel FARGEIX**

André PROCHASSON  
Nicolas REINHORN  
ONF, département R&D

**Marc VILLAR**

INRA Orléans  
UR Amélioration, Génétique  
et Physiologie Forestières



## Lectures conseillées

Bastien C., Valadon A., 2007. Conserver les ressources génétiques du pin sylvestre en France : pourquoi, comment ? Rendez-vous techniques de l'ONF, n° 17, pp. 11-16

Martin S., Ducouso A. Valadon A., 2009. Conserver les ressources génétiques du hêtre en France : pourquoi, comment ? Rendez-vous techniques de l'ONF, n° 23-24, pp. 64-71

Office national des forêts, Direction technique, 2004. Diversité génétique des arbres forestiers : un enjeu de gestion ordinaire. Rendez-vous techniques de l'ONF, hors série n°1, 130 p.

Plancheron F., Valadon A., Fady B., 2007. Conserver les ressources génétiques de l'épicéa commun en France : pourquoi, comment ? Rendez-vous techniques de l'ONF, n° 18, pp. 73-80

Plas G., Valadon A., Fady B., 2008. Conserver les ressources génétiques du sapin pectiné en France : pourquoi, comment ? Rendez-vous techniques de l'ONF, n° 19, pp. 55-63

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.

Verger S., Ducouso A. 2009. Conserver les ressources génétiques du chêne sessile en France : pourquoi, comment ? Rendez-vous techniques de l'ONF, n° 23-24, pp. 55-63

## Bibliographie

Allendorf FW, Luikart G, 2007. Conservation and the genetics of populations. Blackwell publishing, Malden, USA

Aravanopoulos FA, 2011. Genetic monitoring in natural perennial plant populations. Botany, vol 89, pp. 75-81

CRGF, 2008. Préserver et utiliser la diversité des ressources génétiques forestières pour renforcer la capacité d'adaptation des forêts au changement climatique. MAAPRAT, Paris, 4p.

Ducouso A, Bordacs S, 2004. EUFORGEN Technical Guidelines for genetic conservation and use for pedunculate and sessile oaks (*Quercus robur* and *Q. petraea*). International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy. 6 p.

Fady B, Forest I, Hochu I, Ribiollet A, de Beaulieu JL, Pastuzska P, 1999. Genetic differentiation in *Abies alba* populations from south-eastern France. Forest Genetics, vol 6(3), pp. 129-138

Lesica P, Allendorf FW, 1995. When are peripheral populations valuable for conservation? Conservation Biology, vol 9, pp. 753-760

Liepelt S, Cheddadi R, de Beaulieu JL, Fady B, Gömöry D, Hussendörfer E, Konnert M, Litt T, Longauer R, Terhürne-Berson R, Ziegenhagen B, 2009. Postglacial range expansion and its genetic imprints in *Abies alba* (Mill.) - a synthesis from paleobotanic and genetic data. Review of Palaeobotany and Palynology, vol 153, pp. 139-149

Moritz C, 1994. Defining evolutionarily-significant-units for conservation. Trends in Ecology and evolution, vol 9, pp. 373-375

Moritz C, Lavery S, Slade R, 1995. Using allele frequency and phylogeny to define units for conservation and management. American Fisheries Society Symposium vol 17, pp.249-262

Ryder OA, 1986. Species conservation and systematics : the dilemma of subspecies. Trends in Ecology and Evolution, vol 1, pp. 9-10

Sagnard F, Barberot C, Fady B, 2002. Structure of genetic diversity in *Abies alba* Mill. from southwestern Alps : multivariate analysis of adaptive and non-adaptive traits for conservation in France. Forest Ecology and Management, vol 157, pp. 175-189

Teissier du Cros E (coord.), 1999. Conserver les ressources génétiques forestières en France. INRA, MAAP, BRG, Paris, 60 p.

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

Verger S, Ducouso A, 2009. Conserver les ressources génétiques du chêne sessile en France : pourquoi, comment? RenDez-Vous Techniques ONF, n° 23-24, pp. 55-63