

# Synthèse des débats des tables rondes

## Rôle des ressources génétiques forestières face aux enjeux de biodiversité

### Participants à la table ronde :

- Christian Barthod  
(Ministère français chargé de l'Écologie, MEEDDTL)
- Michel Chantereau  
(Réserves naturelles de France, RNF)
- Nicolas Drapier  
(Office national des forêts, ONF)
- Bruno Fady  
(INRA Avignon, membre de la CRGF)
- Robin Goffaux  
(Fondation pour la recherche pour la biodiversité, FRB)
- Salustiano Iglesias  
(Ministère espagnol de l'Environnement, Min Medio Ambiente, Madrid)

### Animation :

- Gérard Largier  
(Conservatoires botaniques nationaux, membre de la CRGF)

La table ronde a été introduite en rappelant les deux principes fondamentaux énoncés le matin par François Lefèvre pour une conception dynamique des RGF :

- préserver la diversité génétique sur le long terme, pour maintenir les possibilités d'évolution future ;
- favoriser les processus évolutifs, pour permettre aux peuplements de coller au mieux au changement de leur environnement.

Cette synthèse rend compte des principales interventions et questions de la salle lors de la table ronde ; tous les points n'ont pas pu être discutés en détail dans le temps imparti.

### 1 - Quel regard portez-vous sur la place de la diversité génétique forestière dans les enjeux de biodiversité ?

Diversité génétique, ressources génétiques, diversité intraspécifique, représentent la diversité entre les individus et entre les populations. Quelles que soient nos origines et notre secteur d'activité, il faut prendre conscience que nous parlons tous de la même chose. Cette diversité est un élément essentiel de la diversité biologique et constitue le moteur de l'évolution. Il reste cependant très difficile de faire prendre en compte et de mettre en valeur cette diversité alors que des risques de disparition de certaines ressources existent. Comment faire prendre conscience de ce potentiel et des risques est un enjeu majeur, y compris dans des territoires où le taux d'espaces protégés, avec une très forte représentation des habitats forestiers, est élevé (cas de l'Espagne en particulier).

La sensibilisation des gestionnaires forestiers s'est accentuée ces dernières années, en particulier dans les forêts publiques, reflétant une volonté des organismes de prendre en compte cette

dimension mais on reste souvent au stade de la prise de conscience. Les gestionnaires d'espaces naturels sous-estiment également la place de la diversité génétique, ou ne savent pas bien comment l'appréhender, et sont en forte attente vis-à-vis de la recherche.

D'une manière générale, il semble essentiel de réintégrer les ressources génétiques dans la thématique biodiversité dont elles ont souvent été isolées. Les RGF présentent d'ailleurs un intérêt particulier, vues sous l'angle d'un continuum entre ressources sauvages et cultivées, conservation *in* et *ex situ*.

Pour le ministère chargé de l'Écologie, il y a bien un consensus sur 4 niveaux de la biodiversité (gènes, espèces, écosystèmes et paysages) mais les politiques opérationnelles restent orientées sur les espèces et les écosystèmes : la diversité génétique peut être comparée à une fondation (on sait qu'elle existe mais on ne la voit pas) et pour les paysages, on ne sait pas vraiment quelle politique développer et valoriser. De plus, comment les espaces protégés peuvent-ils prendre en compte la conservation des ressources génétiques forestières, alors que le monde forestier, traditionnellement allergique aux aires protégées, a développé ses propres outils de protection ? Ces positions sont cependant en cours d'évolution et c'est le bon moment de se poser la question de prise en compte des RGF.

Par ailleurs, les politiques traditionnelles sont bousculées par la question du changement climatique. Dans ce contexte, la biodiversité est perçue comme une assurance, ce qui conduit à renouveler le questionnement sur l'articulation entre aires protégées, politiques sur la biodiversité et ressources génétiques. On peut cependant s'interroger sur la stratégie communautaire dans laquelle

on retrouve la priorité sur les espèces et écosystèmes, on voit apparaître les infrastructures vertes, mais sans aucun progrès sur le niveau de la diversité génétique. Cela appelle à notre responsabilité individuelle et collective face à la difficulté de faire émerger cet enjeu.

## 2 - Les politiques forestières et la gestion des forêts de production répondent-elles à l'enjeu de conservation dynamique de la diversité génétique ?

Il est nécessaire d'arriver à faire intégrer les réflexions et actions développées sur la gestion des ressources génétiques dans la gestion courante. C'est un des enjeux de la CRGF.

L'obligation d'utiliser des matériels forestiers de reproduction (MFR), y compris pour des actions qui relèveraient du génie écologique, est identifiée comme une menace pour la conservation des RGF à cause des problèmes d'introggression. En particulier lorsque les MFR sont issus de l'amélioration génétique et représentent une diversité génétique minimale (exemple du peuplier). Cela soulève un grave problème vis-à-vis des réglementations communautaire et nationale. Le fait d'utiliser des graines issues de peuplements sélectionnés, dont la valeur génétique n'est pas connue, pour des reboisements à grande échelle, alors qu'il existe des ressources génétiques identifiées en conservation à proximité, pose souvent question. Les rôles respectifs de la réglementation MFR et du réseau de conservation des RGF ont été rappelés. En particulier le progrès qu'a pu représenter la réglementation MFR quand elle a été mise en place, par rapport aux pratiques antérieures, ainsi que les évolutions récentes (récolte sur un maximum d'individus pour maximiser la diversité génétique). Les réseaux conservatoires ont des objectifs propres et intègrent également des peuplements marginaux. La réglementation se trouve aujourd'hui confrontée à des questions nouvelles et il se pose une vraie question sur le couplage des deux dispositifs. Dans ce contexte, la notion de gestion adaptative

des forêts est à faire passer ou à mieux prendre en compte. Il a été également souligné que les RGF sont exemplaires en matière de prise en compte d'autres valeurs que la production, par rapport aux ressources génétiques agricoles.

## 3 - Comment mieux intégrer la conservation des ressources génétiques dans les politiques de préservation de la biodiversité ?

Il y a souvent peu de relations entre gestionnaires d'aires protégées et conservateurs de ressources génétiques. Pourtant certaines ressources génétiques en danger sont identifiées comme potentiellement adaptées au changement climatique (exemple de *Pinus sylvestris* var. *nevadensis* en Espagne). En France, il n'y a pas encore eu de création d'une réserve naturelle dans un objectif de conservation de RGF mais des réserves prennent déjà en compte la conservation du peuplier noir ou de l'orme lisse en accueillant une UC. Or les réserves doivent pouvoir jouer un rôle, les habitats forestiers étant les plus représentés. Pour les gestionnaires, la démarche semble devoir venir du monde de la recherche. Dans les réserves biologiques, cette dimension commence à être prise en compte (cas de Saint-Guilhem le désert pour le pin de Salzmann) et les échanges avec la communauté scientifique permettent de disposer d'éléments très concrets pour la gestion ou la mise en réserve intégrale. Le partenariat à bénéfices réciproques entre chercheurs et gestionnaire est souligné comme un élément clé.

## 4 - Perceptions et représentations des décideurs, quels freins à une meilleure prise en compte aux différentes échelles [vers une conclusion]

La nouvelle approche de valorisation des services écosystémiques rend plus attrayante pour les décideurs la prise en compte d'enjeux comme ceux de la conservation des ressources génétiques. Cependant, on atteint vite des limites car

la question génétique n'est pas facile à appréhender par les hommes politiques, voire décourageante quand on pense au sujet difficile du partage des droits sur les ressources. Sur la limitation aux espèces et écosystèmes, il faut continuer à sensibiliser les décideurs et souligner que la conservation des ressources génétiques s'intègre dans la conservation des espèces. Il faut également s'inscrire dans le débat général sur les capacités à gérer ou freiner les effets du changement climatique. Par analogie avec le secteur bancaire, les décideurs comprennent en général l'intérêt de pouvoir minimiser des risques.

Il est suggéré également de lier la conservation des ressources génétiques à un processus de certification, comme pour l'agriculture biologique, qui garantirait que la gestion forestière prend en compte cet élément. La conservation des RGF serait également à intégrer dans les objectifs de la directive européenne habitats pour une prise en compte effective dans la gestion des sites d'intérêt communautaire.



D. Cambon, ONF

La réserve biologique domaniale de St Guilhem le Désert affiche un objectif de conservation du patrimoine génétique du pin de Salzmann

## Rôle des RGF face aux enjeux d'adaptation au changement climatique

### Participants à la table ronde :

- Jean-François Dhôte  
(Office national des forêts, ONF),
- Jean-Luc Guitton  
(Ministère chargé de l'Agriculture, MAAPRAT),
- Pierre Guy  
(France nature environnement, FNE),
- Jean-Luc Peyron  
(Groupement d'intérêt public ECOFOR, Écosystèmes forestiers),
- Philippe Riou-Nivert  
(Institut pour le développement forestier, IDF),
- Bernard Roman-Amat  
(Institut AgroParisTech et Comité Technique Permanent de la Sélection, CTPS)

### Animation :

François Lefèvre  
(INRA Avignon, président de la CRGF)

### 1 - Diagnostiquer la vulnérabilité, organiser la surveillance, décider les déclenchements

L'évaluation de la vulnérabilité des peuplements est à la fois une évaluation des capacités du patrimoine génétique local et une évaluation des conditions écologiques locales (actuelles et futures). La disponibilité et la mise en pratique de nouveaux outils pour évaluer les stations forestières dans le contexte de changement climatique est encore limitante. Des recherches sont en cours dans différentes équipes.

Le rôle du réseau des observateurs du DSF est fondamental pour la détection et l'alerte rapide sur d'éventuels impacts sanitaires du changement climatique. L'organisation du réseau de surveillance est opérationnelle, il faut assurer la permanence de la technicité et donner les moyens au réseau de bien fonctionner. Mais ce réseau est-il suffisant ? Il y a un besoin impérieux de conforter et développer le dispositif d'épidémio-surveillance.

Pour les observateurs de terrain, un enjeu crucial est de définir des critères de diagnostic visuel de la vulnérabilité du peuplement. Ces critères peuvent différer entre peuplements en place et reboisements récents.

La question de l'importance de la diversité génétique pour expliquer la vulnérabilité des peuplements aux aléas climatiques récents a été posée. Pour être en capacité de faire un tel retour d'expérience, il faudrait améliorer significativement la connaissance de la diversité génétique en place sur le terrain : par exemple, la traçabilité de l'utilisation sur le terrain des MFR est encore insuffisante, voire inexistante.

### 2 - Options sylvicoles pour l'adaptation au changement climatique

Les chercheurs de différentes disciplines, de différents pays, ont produit une littérature abondante sur le sujet. Mais ces discours apparaissent encore trop discordants pour les gestionnaires qui doivent les intégrer et en faire la synthèse : s'agit-il de vraies divergences de fond ou bien seulement d'angles de vues différents sans incompatibilités fondamentales sur les recommandations opérationnelles qui peuvent en découler ? Il est urgent de travailler sur une meilleure harmonisation des messages scientifiques, d'organiser le débat scientifique pour en faire partager les termes avec tous les acteurs concernés. Le GIP ECOFOR travaille sur la synthèse pluridisciplinaire des questions liées aux mesures adaptatives.

L'expérimentation *in situ* des options sylvicoles pour l'adaptation au changement climatique reste peu pratiquée en France : une telle expérimentation est coûteuse, il faut alors optimiser les options à tester. Le choix des MFR est l'un des paramètres à prendre en compte dans ces expérimentations. À l'échelle du territoire, la diversification des options sylvicoles peut aussi être un facteur favorisant la résilience globale.

La réponse au changement climatique est complexe, et donc aussi l'appréhension de la vulnérabilité : elles dépendent des interactions génotype x environnement dont la déclinaison de chacun des termes est elle-même complexe. Pour évaluer et gérer les risques, le sylviculteur peut s'en remettre à la nature ou orienter la sylviculture (choix des semenciers, hybridation, substitutions d'espèces, etc.). Deux types d'outils sont alors nécessaires : (1) outils et méthodes d'évaluation et de gestion du risque, (2) propositions d'itinéraires

techniques. Sur l'exemple concret du choix des semenciers, le point de vue dynamique des RGF se décline selon deux axes. D'un côté se pose la question de la sélection génétique, directe ou indirecte, opérée lors du choix sur base phénotypique des arbres reproducteurs. D'un autre côté se pose la question de l'impact sur le processus même de « brassage génétique », qui détermine le potentiel d'évolution génétique entre générations, lors du choix du nombre et de la distribution spatiale des reproducteurs. Le premier aspect est essentiel pour préserver la qualité phénotypique du peuplement, le second aspect est fondamental pour en assurer le potentiel adaptatif.

Tous les acteurs n'ont pas les mêmes rôles ni les mêmes objectifs. Le propriétaire ou le gestionnaire forestier fera le plus souvent un choix stratégique « à l'économie », tandis que les pouvoirs publics gèrent l'intérêt général. En terme de graines et plants, se pose la question de l'identification et de la mise à disposition de matériels de reproduction adéquats. Il y a besoin d'outils et méthodes d'évaluation rapide et précoce des matériels de base (peuplements, variétés, clones) sur des critères d'adaptation et de stabilité des performances, le seul classement phénotypique des peuplements ne suffira pas. La disponibilité des MFR pour demain est un enjeu capital. Il faut bien distinguer (i) la mise à disposition de matériels de reproduction bien identifiés et certifiés (loyauté du commerce) et (ii) les règles d'utilisation recommandées aux gestionnaires par les pouvoirs publics (à l'appui d'octroi de subventions) qui peuvent admettre le mélange de certains de ces matériels.

De façon générale, la question des hybridations entre espèces est à reconsidérer dans le contexte du changement climatique. Ces hybridations sont fréquentes chez les arbres que ce soit entre espèces indigènes (chênes, frênes, ormes, pins)

ou entre espèces indigènes et exotiques (sapins...). Il y a là des enjeux de préservation à long terme des ressources génétiques et d'accélération du potentiel évolutif (enjeux combinés ou antagonistes ?) qui nécessitent une réflexion plurielle : CTPS et CRGF doivent travailler de concert sur ces questions qui vont de la biologie à la réglementation.

### 3 - Mise en œuvre des mesures adaptatives : perceptions, réglementation, expérimentation

Dans un contexte de risque croissant, l'éventail des options possibles, y compris en terme de choix de MFR, risque de diminuer au moins à court terme. La priorité est alors d'éviter d'ajouter toute contrainte supplémentaire non justifiée : réglementation, écocertification... Les questions de jurisprudence et des perceptions sont également des facteurs déterminants pour l'acceptabilité, et donc la mise en œuvre, des mesures adaptatives.

Le rôle de la recherche et de la diffusion des connaissances sur les nouveaux enjeux d'adaptation est important.

### 4 - Conservation des RGF dans le contexte de changement climatique

Les méthodes de conservation des RGF ont été imaginées dans un contexte d'environnement stable qui ne va pas perdurer. Il faut donc réexaminer les stratégies mises en place dans ce nouveau cadre. Par ailleurs, la prise en compte des RGF dans les pratiques de gestion courante devient plus que jamais essentielle. Pour les unités de conservation en place, on peut s'attendre à trois types de problèmes : une fragmentation accrue, l'arrivée de nouveaux parasites et ravageurs (qu'on attend déjà comme le nématode du pin, menace majeure, ou qu'on ne soupçonne pas encore), un boulever-

sement des équilibres entre espèces. Les solutions peuvent être d'adapter la sylviculture pour favoriser l'évolution génétique, de revoir le positionnement des unités conservatoires, voire de les « déplacer ». Il faut explorer différentes pistes, aller vers des structures de conservation plus vastes et incluant une hétérogénéité de conditions climatiques (par exemple gradients altitudinaux).

En terme de recommandation d'utilisation des MFR, le discours ambiant qui donne la priorité au matériel local, supposé adapté, peut paraître paradoxal dans un contexte d'environnement changeant où l'environnement local ne sera plus celui dans lequel la ressource locale a évolué. Cela montre bien que la question des RGF doit être posée selon deux axes : l'adaptation, ou adéquation aux conditions/besoins actuels, et l'adaptabilité, ou capacité à évoluer vers une adaptation aux conditions/besoins futurs. Là encore, pour les MFR, il faut bien distinguer la sélection du matériel de base, actuellement réalisée sur des critères d'adaptation (pourra-t-on définir des critères d'adaptabilité?) et les règles d'utilisation.

# Réponses de la CRGF aux questions des tables rondes

## p r é a m b u l e

Pour organiser les tables rondes, la CRGF avait demandé aux intervenants d'envoyer à l'avance leurs propres questions sur le thème proposé. Le temps limité de la discussion en séance exigeait de faire des regroupements, des reformulations, voire un tri dans ces questions. Après le colloque, la CRGF a souhaité construire une réponse à chacune des questions telles qu'elles étaient strictement formulées au départ, sans reformulation, sans

sélection. Vous trouverez ici toutes les questions originales, simplement classées en trois ou quatre thématiques (n'ayant pas modifié leur formulation, il y a des redondances), ainsi que les réponses de la CRGF. Il s'agit bien des réponses de la CRGF, construites collectivement dans son champ de compétence, et non de l'expression des avis personnels de ses membres : cela explique que nous renvoyons parfois à des compléments de

réponses que pourraient apporter d'autres instances, comme par exemple la section Arbres Forestiers du Comité Technique Permanent de la Sélection (CTPS) avec qui la CRGF entretient des liens étroits.

Les réponses de la CRGF ont été synthétisées par Gérard Largier, François Lefèvre et Éric Collin pour la table ronde « biodiversité », par François Lefèvre et Éric Collin pour celle des « changements climatiques ».

## Rôle des ressources génétiques forestières face aux enjeux de biodiversité

### La diversité génétique dans les politiques publiques de la biodiversité

■ Comment faire prendre conscience de l'importance des ressources génétiques forestières (RGF) et de la diversité génétique pour une gestion adaptative des espaces forestiers, en particulier dans un contexte de changement global ?

Les gestionnaires d'espaces forestiers et les décideurs publics en matière de biodiversité n'ignorent pas la dimension infraspécifique de la biodiversité mais sont peu familiers des méthodes de conservation dynamique prônées par la CRGF. Pour faire prendre conscience de l'importance de gérer dynamiquement les ressources génétiques au delà de la simple préservation des habitats et des espèces, il faut agir tant au niveau de la formation initiale et continue que par des articles de sensibilisation dans des revues techniques lues par les gestionnaires. Il convient notamment de porter à leur connaissance les projets déjà conduits en partenariat entre la CRGF et des gestionnaires. Cette approche relève pleinement du volet sensibilisation de la SNB (stratégie nationale pour la

biodiversité) et de celui du PNACC (Plan National d'Adaptation au Changement Climatique).

■ Quels moyens mettre en œuvre si l'on veut connaître et suivre la diversité génétique effectivement déployée sur le terrain ?

À l'heure actuelle, aucun indicateur standardisé n'est disponible pour évaluer en routine la diversité génétique présente sur le terrain mais on s'achemine vers un protocole unique et une démarche coordonnée pour les Unités de Conservation Génétique sélectionnées à l'échelle paneuropéenne par le réseau EUFORGEN (Collin *et al.* 2012, Aravanopoulos *et al.* 2012). Cet indicateur ferait appel à des données démographiques (classes d'âge, fructification, faculté germinative des graines, abondance de la régénération) et à des paramètres génétiques estimés à l'aide de marqueurs moléculaires de l'ADN. Le suivi périodique de la diversité génétique de ces populations conservatoires serait réalisé à un pas de temps d'environ 10 ans. En forêt ordinaire, un protocole simplifié (sans analyses ADN) pourrait fournir, à moindre coût, des indications sur la qualité des processus évolutifs en cours sur le terrain.

L'extension des analyses ADN pourrait relever d'une démarche d'inventaire national du patrimoine génétique, dans le cadre de l'inventaire du patrimoine naturel prévu par la loi, à l'image de ce qui se fait pour les autres niveaux de la biodiversité (écosystèmes, espèces). Une telle démarche pourrait d'ores et déjà permettre de gérer de manière normalisée et porter à connaissance les données déjà rassemblées.

Au niveau national et européen, des indicateurs adoptés en 1994 permettent de suivre les efforts en matière de conservation des RGF (nombre d'Unités Conservatoires) et d'approvisionnement en Matériels Forestiers de Reproduction (nombre d'espèces règlementées, de Régions de Provenance, de peuplements sélectionnés, de vergers à graines). Des enquêtes annuelles sur les récoltes de graines et les ventes de plants sont également réalisées mais aucune statistique ne fournit d'informations spatialisées sur l'utilisation effective de ces MFR. Dans le cas des forêts relevant du Régime Forestier, il serait donc très utile qu'une base de données nationale permette de compiler l'information normalement recueillie dans le sommier de chaque forêt quant à l'origine génétique du

matériel planté. Il serait également nécessaire de favoriser la collecte d'informations standardisées sur les conditions de régénération naturelle (durée de la phase de régénération, nombre d'arbres semenciers, abondance de la floraison et de la fructification, abondance de la régénération). La seule information sur l'introduction de matériel exogène dans une parcelle est déjà intéressante. L'extension du dispositif aux forêts privées pourrait être proposée.

■ Une place difficile à trouver à toutes les échelles (international, national, local) : comment faire évoluer le traitement de la diversité génétique dans les stratégies de conservation à ces différentes échelles, et en particulier au niveau communautaire ?

Les décideurs et négociateurs à ces différents niveaux connaissent bien les problématiques de protection d'habitat et de conservation d'espèces mais peuvent être déroutés par la notion de « ressources génétiques », perçue comme propre au monde agricole et aux sélectionneurs. Il convient donc de mettre en exergue l'importance de la variation génétique intraspécifique (pour des caractères adaptatifs, la divergence entre deux populations de la même espèce peut être du même ordre de grandeur que la divergence entre deux espèces) et son rôle fonctionnel majeur dans les écosystèmes forestiers et de les informer sur la nécessité de recourir à des méthodes de conservation dynamique, notamment dans le contexte du changement climatique. Pour cela, on pourra s'appuyer sur les résolutions et les documents produits par Forest Europe et EUFORGEN et rappeler les effets positifs du soutien apporté par l'UE ou d'autres instances (ex. Plan Loire Grandeur Nature) à des projets de conservation de la biodiversité forestière intraspécifique.

### Les réglementations sur la production et la commercialisation des essences forestières

■ (Quelle cohérence avec la conservation des ressources génétiques forestières : comment faire évoluer la

réglementation pour tenir compte des nouvelles questions qui se posent ?

La réglementation sur les Matériels Forestiers de Reproduction (MFR) conduit normalement les reboiseurs à utiliser globalement sur le territoire une large diversité de RGF. Des ajustements sont néanmoins souhaitables pour mieux répondre au changement climatique (cf. autre table ronde) et aux « nouveaux usages » de l'arbre, notamment pour les besoins de l'agroforesterie et du génie écologique. Certains ajustements peuvent être réalisés sans qu'il soit nécessaire de faire réellement « évoluer » la réglementation car celle-ci permet de modifier sensiblement les critères de sélection des peuplements porte-graines et les conseils d'utilisation des Régions de provenance. En revanche, l'utilisation d'hybrides naturels, potentiellement intéressants dans le contexte du changement climatique (Frascaria-Lacoste *et al.* 2011), nécessiterait que l'on assouplisse la notion de pureté spécifique des lots de graines et plants (ex : cas des chênaies hybrides entre chênes pubescent et sessile). Quant aux espèces actuellement non soumises à la réglementation, il est possible et relativement facile d'ajouter encore quelques espèces arborescentes (ex : pommier sauvage). En revanche, les espèces arbustives constituent une question entièrement nouvelle qu'il convient d'aborder globalement, éventuellement dans un cadre nouveau.

■ Comment améliorer/développer la coordination entre pays européens (renvoie en partie à la 3<sup>e</sup> question du thème 1) ?

En matière de RGF, la coordination est déjà convenablement assurée à l'échelle paneuropéenne par le programme EUFORGEN, financé par les états partenaires. Le réseau EUFORGEN est même le premier à proposer un système d'information sur les dispositifs de conservation dynamique de ressources génétiques à une échelle continentale (<http://www.eufgis.org/> ; Koskela *et al.*, 2012 ; Lefèvre *et al.*, 2012). À l'inverse, le financement d'actions concrètes fait défaut à cette échelle. L'Union Européenne, qui soutient des programmes de recherche sur les RGF, dispose de peu d'outils pour

co-financer des projets de conservation. Le programme 'AgriGenRes' en est un, mais sa dotation très faible doit absolument être augmentée pour que des projets forestiers soient soutenus, comme l'avait été le projet EUFGIS qui a permis la création de la base de données du même nom. À une échelle moins large, des actions peuvent éventuellement bénéficier de financements LIFE ou Interreg mais en moindre cohérence avec la stratégie paneuropéenne d'EUFORGEN. Il importe donc que l'Union Européenne se dote d'instruments de financement capables d'agir en synergie plus étroite avec EUFORGEN.

■ Comment les traités internationaux Nagoya and Co vont-ils impacter nos pratiques nationales de conservation ? C'est une question à laquelle il est difficile de répondre en détail car plusieurs règles pourront se télescoper à l'avenir. Dans le cas général des ressources génétiques végétales, le CIRAD, l'INRA et l'IRD ont édité à ce propos un vade-mecum intitulé « Lignes directrices pour l'accès aux ressources génétiques et leur transfert »<sup>1</sup> pour guider chercheurs et gestionnaires de ressources génétiques dans leurs démarches. Dans le cas spécifique des RGF, il y a là un sujet pour une étude approfondie. Les RGF n'étant pas dans la liste du Traité International sur les Ressources Phytogénétiques pour l'Alimentation et l'Agriculture de la FAO, les procédures d'Accès et de Partage des Avantages (APA) reposent sur les principes de la Convention sur la Biodiversité (CBD) et en particulier le protocole de Nagoya... qui entrera en vigueur quand 50 états l'auront ratifié et devra alors être inscrit dans les législations nationales. Le principe des APA est la souveraineté des États sur leurs ressources naturelles, y compris les ressources génétiques, ce qui ne veut pas dire propriété : chaque État souverain a la responsabilité de réguler l'accès aux RG présentes sur son territoire dans une optique de contrôle et de valorisation. Seraient concernés l'accès et le transfert des RG collectées ou acquises après Décembre 1993, date d'entrée en vigueur de la CBD. Les modalités de mise en œuvre pour les RGF restent à déterminer.

<sup>1</sup> Disponible sur internet et destiné à être régulièrement mis à jour : <http://www.cirad.fr/publications-ressources/editions/etudes-et-documents/lignes-directrices-pour-l-acces-aux-ressources-genetiques-et-leur-transfert>

## Gestion et diversité génétique

### ■ Comment passer de la prise de conscience des gestionnaires forestiers à l'action ?

Les directives et documents-cadres (Plan d'Action « Forêt » de la Stratégie Nationale Biodiversité, Directives Régionales d'Aménagement, notes de service ONF, ...) sont en place et les gestionnaires forestiers sont ouverts à l'idée de conserver les ressources génétiques mais celle-ci ne se traduit pas encore très concrètement dans les plans de gestion. Le surcoût d'une gestion plus fine de la régénération (naturelle ou artificielle) explique en partie cette situation, de même que des raisons purement techniques (ex : charte de qualité et de diversité génétique des graines et plants forestiers pas encore mise en place). Un effet d'entraînement pourra probablement se développer si l'exemple de chantiers-pilotes est diffusé dans des revues techniques.

### ■ Comment développer l'intérêt réciproque des chercheurs et gestionnaires ?

Sur les questions générales de biodiversité, renforcer le lien entre la recherche et les autres secteurs de la société est l'un des objectifs forts de la Fondation pour la Recherche sur la Biodiversité (FRB). Cette fondation est guidée par deux conseils, un Conseil Scientifique et un Conseil d'Orientation Stratégique, où tous les acteurs concernés par les RGF peuvent faire porter leur voix (des membres de la CRGF sont présents dans chacun de ces conseils).

Sur le terrain, des chantiers-pilotes pourraient montrer comment une attention plus grande à la conservation dynamique des RGF répond aux souhaits des chercheurs et aux intérêts des gestionnaires, notamment en termes de résilience et de capacité d'adaptation des peuplements aux effets du changement climatique. Le lien entre diversité génétique et diversité spécifique peut aussi être évoqué à partir d'exemples issus de publications scientifiques.

Le rôle de relai assuré par les structures compétentes (réseau Mixte Technologique

AFORCE, ONF, groupes de travail IDF, FNE) est également essentiel et peut être renforcé dans la limite des capacités de la CRGF à participer à des journées techniques, colloques et rédaction de plaquettes.

### ■ Comment mieux valoriser la complémentarité entre politique de conservation des RG et les autres programmes de protection de la biodiversité, à l'échelle des espèces, des écosystèmes et des infrastructures écologiques ?

C'est une question essentielle, qui comporte deux exigences. La première est d'enclencher un processus permettant d'officialiser le rôle de conservation de RGF déjà assuré pratiquement dans de nombreux espaces dédiés à la protection des espèces et habitats. Concrètement, ceci pourrait simplement consister en l'ajout d'un objectif explicitement défini dans les documents de gestion de ces espaces et celui d'une nouvelle Unité Conservatoire dans les bases de données de la CRGF et d'EUFORGEN. La seconde exigence, plus délicate à mettre en œuvre, nécessite de trouver une méthode pour gérer les conflits d'objectifs entre protection stricte des espaces et conservation dynamique des ressources génétiques d'une espèce d'arbre particulière. Ces conflits sont particulièrement aigus dans le cas de populations en limite d'aire, où elles ne subsistent parfois que dans des espaces protégés n'autorisant aucune intervention sylvicole en leur faveur, même quand les processus naturels de compétition dans la dynamique écologique pourraient conduire à leur éradication, notamment dans un contexte climatique nouveau. Ils se posent également lors de la transformation d'une Réserve Biologique Dirigée en Réserve Biologique Intégrale dans le périmètre d'une Unité Conservatoire précédemment établie.

La CRGF proposera aux gestionnaires d'espaces protégés contenant des RGF non conservées par ailleurs (ex : cas d'espèces hors réseaux CRGF) de s'engager à conserver ces ressources en signant une charte pour la Gestion d'Unités Conservatoires de RGF co-rédigée

par les gestionnaires concernés et la CRGF. Sauf cas particuliers (RBI, cœurs de parcs...), cet engagement pourra être pris sans risque de conflit d'objectifs. En situation de conflit théorique, il conviendra d'examiner si la dynamique écologique présente sur le terrain est compatible avec la conservation dynamique de RGF (ex : fonctionnement en métapopulations).

### ■ Vers une certification de la gestion des forêts prenant en compte la gestion des RG ? Si oui, qui fait quoi et comment ?

Il faudrait que l'écocertification prenne en considération le respect de deux chartes qui restent à finaliser. Dans le cas de plantations, il s'agit de la «Charte de qualité et de diversité génétique des graines et plants» dont l'idée avait été émise lors des Assises de la Forêt en novembre 2007 et qui est désormais portée par la filière graines et plants. Plusieurs réunions techniques ont déjà permis d'en définir les grandes lignes (nombre minimum de semenciers à récolter par type de peuplement, promotion de la vente de plants en planche plutôt que par catégories de hauteur). Pour la régénération naturelle, il serait nécessaire que les représentants des sylviculteurs privés et publics puissent, avec l'aide de généticiens forestiers, convenir d'une «Charte des pratiques favorables à la diversité génétique en régénération naturelle» donnant des recommandations générales en termes de nombre de semenciers, durée de la phase de régénération, densité minimale de semis. Cette seconde charte n'a pas encore été mise en chantier. Enfin, il reste à convaincre les organismes certificateurs que la conservation de la diversité génétique est une composante majeure de la gestion durable des forêts.

La CRGF apportera sa contribution pour la mise au point des chartes mais ne peut prendre en charge le travail de coordination restant à accomplir et dont l'organisation ne peut être définie que par les instances représentant respectivement le ministère de l'agriculture et de la forêt et les professionnels concernés.

## Rôle des RGF face aux enjeux d'adaptation au changement climatique

### À quel moment décider de changer d'espèce ou de provenance ?

■ Y a-t-il dans un peuplement des critères visuels (morphologiques, phénologiques...) liés à la résistance au stress hydrique qui puissent être repérés par le sylviculteur au cours des martelages ?

Il faut bien distinguer impact et vulnérabilité : la question de la vulnérabilité pose celle de l'anticipation, avant même que des impacts ne soient avérés. La définition de tels critères sort du strict domaine de compétence de la CRGF. Des projets de recherche récents, faisant notamment appel à l'écophysiologie et à la modélisation, apportent des éléments de réponse (ANR CLIMATOR, ANR DRYADE). Voir aussi le *Guide de gestion des forêts en crise sanitaire* (Gauquelin et al., 2001). Sur le plan génétique, l'idée d'éliminer les sujets vulnérables est bonne, cela ne fait qu'accélérer un processus annoncé. Mais il y a une autre question non posée ici : quels critères de vulnérabilité du peuplement (phénologie, dépérissements, reproduction..) ?

■ Sur un plan plus recherche, où en est la traque du gène de résistance au stress hydrique ?

Ce gène n'existe pas c'est un mythe ! La résistance au stress hydrique peut prendre diverses formes, différentes combinaisons de caractéristiques morphologiques et physiologiques, la valeur de chacune de ces caractéristiques étant elle-même déterminée par un très grand nombre de gènes polymorphes. La résistance au stress hydrique peut ainsi être obtenue avec un très grand nombre de combinaisons génétiques différentes. Cette diversité même des « solutions génétiques » possibles pour répondre au problème de la sécheresse, ou à toute autre question d'adaptation, est importante à préserver car elle garantit les potentialités d'évolutions futures sur le long terme. Il existe probablement, dans certains peuplements de certaines espèces, des gènes dits « majeurs » ayant

un effet plus fort que les autres, mais tout miser sur un seul de ces gènes, une seule de ces solutions, serait un pari risqué pour l'avenir. Les recherches sur les gènes impliqués dans la résistance à la sécheresse ont deux objectifs principaux : (1) mieux comprendre l'ampleur et l'organisation de la diversité génétique entre les individus, entre les peuplements, afin de prédire la valeur des graines à venir, voire de sélectionner plus efficacement les gènes des programmes d'amélioration, (2) mieux comprendre les mécanismes d'évolution de l'adaptation au fil des générations afin d'évaluer le potentiel évolutif des peuplements et de raisonner sur le plan de la diversité génétique les mesures adaptatives qui s'imposent

■ Doit-on vraiment (comme l'indique le 4 pages de la CRGF) attendre des dépérissements avérés pour changer de matériel végétal (sachant ce que cela peut impliquer s'ils sont massifs) ? C'est l'une des questions les plus délicates qui se posent actuellement aux forestiers. Certains disent que les zones de montagne fourniront l'opportunité d'observer les premiers signes de dépérissements à certaines altitudes permettant d'anticiper les changements à venir, ce qui ne sera pas le cas en plaine. Il faut surtout éviter les décisions hâtives : le partage de connaissances et d'expériences entre chercheurs et gestionnaires au sein du Réseau Mixte Technologique (RMT) AFORCE doit permettre d'élaborer une démarche raisonnée. Une difficulté est d'estimer si un dépérissement partiel peut se stabiliser ou si c'est le signe d'une mortalité massive à venir. L'expérience de l'épisode 2003 suggère que l'on a deux situations : (1) dépérissements massifs et continus sans signe de récupération depuis 9 ans (chênes) ou (2) dépérissements partiels avec des signes de stabilisation (sapins dans certains massifs ?). Si on décide de changer d'essence objectif en ayant recours à la plantation, alors bien suivre la recommandation du document de la CRGF d'utiliser une large base génétique du nouveau matériel choisi.

■ Comment utiliser des projections climatiques et les incertitudes associées pour identifier les cas où une telle substitution doit être engagée ?

Une carte est le résumé visuel et géoréférencé d'une information, on parle ici de carte de projection de scénarios futurs. Ce n'est pas l'image qui importe mais l'information qu'elle porte. Les cartes produites par la recherche sont en pleine évolution et, pour éviter tout risque de malentendu entre chercheurs et gestionnaires, le discours doit porter sur l'information portée plutôt que sur l'image cartographique. Il y a un risque d'utiliser à mauvais escient une « image-carte » dont on ne connaît pas bien l'information contenue. Les projections de scénarios futurs sont toujours le résultat de modèles.

Les cartes les plus élémentaires sont strictement basées sur un modèle purement statistique : elles reposent sur l'hypothèse que l'aire de répartition actuellement réalisée d'une espèce définit les contours de son enveloppe bioclimatique potentielle (ce qui est une hypothèse lourde), et les projections futures sont données de façon statique sans notion de dynamique. Ces cartes ne reflètent finalement que les scénarios climatiques illustrés au travers d'indicateurs biologiques, elles peuvent être utilisées pour organiser la surveillance : par choix de zones et d'essences à surveiller prioritairement.

Un deuxième type de cartes est obtenu à partir de modèles statistiques et fonctionnels qui tiennent compte de la variabilité fonctionnelle connue des espèces, voire de la plasticité connue des fonctions physiologiques en réponse aux variations climatiques ; les projections futures sont là aussi données de façon statique. Pour appuyer valablement la décision sur l'aire d'utilisation « à court terme » (plantations renouvelées, sans régénération naturelle ultérieure) d'une source de graines donnée, il faut utiliser une approche dérivée de ce deuxième type avec autant de cartes que de sources de graines envisagées. Un troisième type de cartes commence seulement à émerger, prenant en compte les processus dynamiques. Leur ambition



est d'intégrer non seulement la variabilité connue des fonctions physiologiques et de leurs plasticités mais aussi les processus d'évolution génétique (migration, sélection, dérive) ; dans ce cas, les projections futures commencent à être dynamiques et intègrent une vitesse d'évolution. Actuellement, les modèles d'évolution génétique utilisés intègrent essentiellement la réponse à une tendance climatique et pas ou peu la réponse aux aléas interannuels. Enfin il n'existe pas à notre connaissance de cartes issues de modèles dynamiques intégrant les interactions biotiques entre de multiples espèces d'arbres et leurs cortèges de symbiotes et bio-agresseurs. Les approches dynamiques sont indispensables pour évaluer l'évolution future des aires de distribution, ou pour appuyer la décision sur l'aire d'utilisation « à long terme » (laissant place à la régénération naturelle post-transfert) des essences.

### La génétique peut-elle offrir de nouvelles solutions en termes d'adaptation au changement climatique ?

■ **Comment résoudre la contradiction entre les conseils sylvicoles édictés (par exemple dans la plaquette CRGF) pour augmenter la diversité génétique (accroissement des densités de plantation, de semis, de semenciers, augmenter la longueur des phases de régénération) et ceux donnés pour diminuer les risques de stress hydrique, de chablis, d'attaques phytosanitaires (diminuer les densités à tous les stades et les révolutions) ?** Il n'y a pas de contradiction de fond, il faut revenir aux objectifs visés par ces recommandations, et le forestier est bien là face à son métier qui est de concilier des objectifs. Du point de vue fonctionnel, l'enjeu est de diminuer la transpiration, diminuer les risques de chablis ou les risques phytosanitaires. Il faudra d'ailleurs aussi par endroits se préoccuper du risque incendies en lien avec la structure verticale du combustible. Du point de vue de la génétique, les enjeux sont de conserver la diversité génétique lors de la phase de régénération (nombre de semenciers et durée de

la phase de régénération) et de laisser jouer la sélection naturelle (dont l'essentiel survient aux tout jeunes stades) : ce sont donc les phases les plus juvéniles et les plus avancées du cycle qui sont essentielles, laissant une grande latitude pour la majeure partie de la vie du peuplement. Pour une revue exhaustive des travaux de recherche permettant d'aborder la question de l'impact de la sylviculture sur les ressources génétiques, nous renvoyons au Dossier Forestier de l'ONF n°21 « Effets des interventions sylvicoles sur la diversité génétique des arbres forestiers » (Valadon 2009).

■ **Que dire aujourd'hui de l'épigénétique : peut-il y avoir, et dans quelle mesure, adaptation du patrimoine génétique (d'une espèce, d'individus) sous la pression du milieu (stress hydrique par exemple), en une génération, avec transmission à la génération suivante ?**

C'est une question actuellement abordée par la recherche. L'épigénétique est une modification héréditairement transmissible de l'expression des gènes. Son importance chez les arbres forestiers reste à évaluer sur différentes espèces et différentes situations environnementales, mais ce mécanisme pourrait être impliqué dans l'adaptation de provenances transplantées hors de leur enveloppe bioclimatique d'origine. Sans aller jusqu'à l'épigénétique, deux notions fondamentales doivent aussi être considérées : l'acclimatation, qui peut sans doute expliquer une partie de l'antagonisme parfois observé entre vigueur et résistance au stress, et les effets maternels, qui font que l'état physiologique de l'arbre mère influence la qualité des graines et par là même la performance au stade jeune des semis.

■ **Opportunités et risques de planter du matériel végétal sélectionné ?**

C'est une question très vaste qui appelle des réponses au cas par cas. Sur la question même du fait de planter comparativement à la régénération naturelle, nous renvoyons au document de 4 pages de la CRGF. Il n'y a pas de « bonne » ni de « mauvaise » option, le choix résulte d'autres considérations plus générales sur la gestion de la forêt. En revanche,

sur le plan génétique, l'une et l'autre option ont chacune leurs avantages et leurs inconvénients et nécessitent différentes attentions. Sur la question du choix du matériel sélectionné à utiliser en plantation, la section Arbres Forestiers du CTPS est à même d'apporter la réponse la plus appropriée.

■ **Opportunités et risques d'utiliser la dynamique de la végétation et le cortège des essences locales ?** Voir réponse à la question précédente.

■ **Dans les cas de substitution d'espèces ou de provenances : comment détecter, organiser et mettre à disposition les ressources génétiques qui seront utilisées pour ces transferts ?**

C'est effectivement un problème majeur d'organisation de l'anticipation pour toute la filière : comment se préparer à la mise à disposition d'une grande palette de MFR candidats futurs potentiels mais dont on n'utilisera peut-être qu'une partie ? Ici encore, le meilleur cercle de réflexion est la section Arbres Forestiers du CTPS. De façon plus générale, il y a un défi économique et un défi d'organisation pour l'ensemble de la filière : une bonne gestion des risques demande d'élargir la gamme de MFR proposés aux sylviculteurs et de rééquilibrer les quantités utilisées entre les différents MFR.

■ **Quelle peut être la place de l'hybridation et des hybrides, inter- ou intra-spécifiques, dans la stratégie d'adaptation au changement climatique (frênes, chênes, sapins...) ?**

Cette question est l'objet de recherches en cours, il est clair que le contexte de changement climatique peut changer la donne : en favorisant ou défavorisant la survenue de l'hybridation (changement du contexte de proximité des espèces, changement des décalages phénologiques), en modifiant la performance adaptative (face aux contraintes abiotiques et aux évolutions du cortège parasitaire) des formes hybrides spontanées ou volontairement créées. Le raisonnement devra se faire en terme de complexes d'espèces (espèces proches susceptibles de se croiser naturellement).

Pour aborder ces questions, la création de nouveaux hybrides expérimentaux demande beaucoup de temps. Il faut donc développer les observations dans des sites ou dispositifs où ces hybrides sont connus : suivi du taux d'hybridation ou d'introgression, suivi de la performance des hybrides.

■ **Opportunités et risques d'introduire des espèces qui puissent s'hybrider avec les espèces natives : favoriser, contrarier, laisser faire ?**  
Cette question est liée à la précédente. La question doit être abordée au cas par cas, localement. De façon générale, comme indiqué dans le document de 4 pages de la CRGF, la question se pose en terme de balance bénéfiques / risques. Le risque génétique est d'autant plus fort que la ressource locale est réduite et la ressource introduite est massive, que la base génétique de la ressource introduite est faible. Au-delà, il y a aussi un risque de déstabilisation du fonctionnement global de l'écosystème à ne pas négliger (formes invasives, introduction collatérale de parasites, modification des communautés associées...).

■ **Quelle place pour des ressources génétique forestières nouvelles, soit d'essences exotiques nouvelles ou encore peu utilisées comme les sapins méditerranéens, soit d'essences déjà utilisées comme le douglas pour lequel il faut peut-être repenser les critères de sélection et les régions de provenance prospectées ?**  
Ce genre d'étude prospective est en cours, notamment dans le cadre du RMT AFORCE. Il n'y a pas de raison de changer les positions de principe *a priori* (qui relèvent d'autres considérations plus générales sur les choix de gestion), en revanche le choix des critères d'évaluation du matériel doit intégrer non seulement l'adaptation aux conditions actuelles mais aussi en plus l'adaptabilité à des conditions futures incertaines (voir document de 4 pages de la CRGF).

■ **Comment introduire concrètement des « gènes de résistance à la sécheresse » dans des peuplements de grands crus ?**

La question de « l'enrichissement génétique » est importante, délicate philosophiquement, complexe et non résolue. Les recherches mériteraient d'être plus développées sur le sujet. On peut réfléchir par simulation sur la base de modèles théoriques (avec leurs limites), à confronter aux données issues d'observation dans des situations de transfert bien documentées au niveau des origines utilisées... Ce qui est très rare et permet de souligner à nouveau l'importance cruciale d'une traçabilité précise de tous les actes de gestion afin de pouvoir réaliser de tels retours d'expériences. Mais, ici encore, nous n'aurons pas le temps d'expérimenter avant de prendre les décisions.

■ **Opportunités et risques pour les espèces récemment acclimatées : régénérer naturellement ou faire évoluer leur base génétique en replantant ?**  
Effectivement, la question mérite d'être posée. La réponse devra être ajustée au cas par cas, au moins trois options sont envisageables : faire de la régénération naturelle en favorisant les processus évolutifs, mettre en place des vergers à graines locaux à partir d'individus adaptés localement, ou continuer d'introduire régulièrement des graines en faisant évoluer au besoin les origines. Les deux premières options ne sont envisageables que si la diversité génétique locale actuelle est importante. La deuxième et la troisième option sont également inscrites dans le cadre de la section Arbres Forestiers du CTPS.

■ **Selon quelles modalités pratiques mettre en œuvre les options précédentes pour qu'elles soient économiquement faisables, aussi réversibles que possible et qu'elles induisent des bénéfices en termes de capacité adaptative et de biodiversité ?**  
Cette question serait à traiter par des économistes, en lien avec la CRGF et le CTPS.

■ **Comment combiner ces différentes options sur le territoire ?**  
Vaste question qui mériterait sans doute tout un colloque ! Comme dans le cas de la question précédente sur les diverses recommandations en terme de

sylviculture, le décideur forestier devra rassembler les points de vues de divers spécialistes pour tenter de les concilier. S'ajoute aussi une question de gestion des risques à l'échelle du territoire. Du point de vue des ressources génétiques, la question se décline en termes d'adaptation locale, flux de gènes dans le paysage, expansion de risques parasitaires sévères émergents...

### Faut-il choisir différemment plants et provenances ?

■ **Faut-il maintenir le principe de priorité aux régions de provenances locales ou permettre (voire organiser) le transfert de provenances du sud vers le nord ?**  
En effet, la ressource locale ne sera pas toujours à préconiser systématiquement et il faudra probablement repenser l'aire d'utilisation des matériels forestiers de reproduction (MFR) avec plus de flexibilité. Cela devra être raisonné au cas par cas, selon les essences et selon les sites : le défi aujourd'hui est de réaliser des bilans actualisés des performances des MFR sur leurs sites d'utilisation et sites d'expérimentation. Des recherches sont en cours. Le RMT AFORCE principalement, le CTPS et la CRGF peuvent contribuer à dresser le bilan des connaissances sur ce point. La réglementation sur les MFR est avant tout un outil de traçabilité de l'origine génétique du matériel végétal. Elle constitue également le support de recommandations pour l'utilisation de ce matériel mais il s'agit d'un support intégrant de larges possibilités d'ajustement pour répondre à de nouveaux besoins, notamment en termes d'adaptation au changement climatique. Il faut espérer que, dans le cadre des aides à l'investissement, des moyens soient dégagés pour l'adaptation des forêts au changement climatique.

■ **Faut-il augmenter la diversité génétique des lots de plants fournis par les pépiniéristes (mélange de planches, de provenances...) au détriment de l'homogénéité de taille des lots, et est-ce possible ?**  
La diversité génétique effectivement

utilisée sur le terrain est importante pour deux raisons : (1) c'est une assurance de réduction des risques face aux incertitudes, (2) c'est ce qui déterminera le potentiel d'évolution future en régénération naturelle. Mais cette diversité peut se gérer différemment selon les cas. Par exemple, pour la peupleraie, le point (2) n'est pas à considérer du fait de la replantation systématique et l'alternative se pose alors comme suit : pour assurer l'existence d'une diversité génétique des clones utilisés à l'échelle d'un territoire, faut-il avoir une mosaïque de peupleraies monoclonales diversifiées ou mélanger les clones au sein de chaque parcelle ? Le choix entre ces deux options se fera en déterminant qui supporte les risques, et la première option reste parfaitement envisageable d'autant plus qu'elle permet de produire un bois de qualité de façon intensive donc sur un temps court. Concernant les plantations de matériels de type provenances, les préconisations en terme de mélange de peuplements classés au sein des régions de provenance prennent toute leur importance. Pour aller dans ce sens, la CRGF a suggéré l'idée d'une charte de qualité et diversité des lots de graines et plants. Cette idée, émise lors des Assises de la Forêt en novembre 2007, est désormais portée par la filière graines et plants. Plusieurs réunions techniques ont déjà permis d'en définir les grandes lignes (nombre de semenciers à récolter par type de peuplement, promotion de la vente de plants en planche plutôt que par catégories de hauteur). Il faut noter que diversité génétique ne signifie pas systématiquement hétérogénéité supérieure des lots de plants, notamment quand il s'agit de mélange de peuplements classés de la même région de provenance. Comme indiqué dans le document de 4 pages de la CRGF, la traçabilité de l'utilisation des MFR sera un enjeu majeur pour tirer les leçons des aléas climatiques : pour ce faire, il est essentiel que les lots de plants fournis par les pépiniéristes restent bien caractérisés au niveau du matériel forestier de reproduction (la région de provenance par exemple), charge au sylviculteur de décider s'il veut gérer les incertitudes en

augmentant la variabilité par exemple par des mélanges de MFR.

■ **Dans les (nouveaux) vergers à graines, envisage-t-on de modifier la stratégie d'éclaircies génétiques pour augmenter la diversité (au détriment évident de la croissance) ?**

C'est une question qui mérite d'être réfléchi au sein du CTPS. Comme indiqué pour la réponse précédente, la diversité n'est pas uniquement à raisonner au sein de chaque variété individuellement, mais bien au sein de l'utilisation effective sur le terrain des différentes variétés.

■ **Selon quelles priorités peut-on expérimenter, dès maintenant, sur ces options ?**

Il serait essentiel de mettre rapidement en place des plantations mélangeant des origines génétiques très différenciées, avec différentes modalités de mélange. Mais ces expérimentations nécessiteront, un suivi régulier à long terme.

■ **Sachant que les changements d'essences vont être visibles et parfois clivants, comment faciliter la recherche de terrains d'entente sur les représentations socioculturelles correspondantes ?**

Question fondamentale, à poser aux spécialistes des sciences de la décision.

■ **Y a-t-il des conceptions sur la biodiversité qui contrarient une bonne gestion des RGF ?**

Dans le contexte du changement climatique, avec de nombreuses incertitudes, les RGF doivent être raisonnées et gérées de façon dynamique. Les conceptions qui tendent à figer la biodiversité sur le long terme ne correspondent pas à cette conception dynamique. Ainsi, la CRGF préconise que les méthodes de conservation *ex situ* des ressources génétiques, qui permettent la sauvegarde et la mobilisation rapide des ressources, soient réfléchies dans une perspective dynamique (renouvellement et évolution des collections). En terme de conservation *in situ*, les systèmes de protection d'espaces naturels qui interdisent systématiquement toute intervention (par exemple pour le soutien de la régé-

neration) ne permettent de conserver efficacement que les ressources génétiques qui maintiennent une dynamique spontanée dans de telles conditions.

■ **Comment faire une réglementation [et une jurisprudence] qui évite les mauvaises pratiques mais favorise l'expérimentation ?**

Question fondamentale, à poser aux spécialistes des sciences de la décision.

■ **Comment l'écocertification peut-elle faciliter la bonne gestion des RGF ?**

Si cela n'est pas encore à l'étude, c'est une piste majeure pour une étude interdisciplinaire. On peut rappeler que la réglementation actuelle traite uniquement de la commercialisation mais pas de l'utilisation en plantation, qui est pourtant déterminante pour l'adaptation des forêts au changement climatique. Cela donne plus d'importance à la certification comme outil de régulation de la diversité génétique effectivement utilisée et distribuée sur le territoire.

### Les réseaux conservatoires : sentinelles et avant-garde

■ **Dans les réseaux de conservation des RGF : comment détecter les phases critiques (durée de survie des UC) ?**

C'est une question d'actualité, non seulement pour la CRGF mais beaucoup plus largement pour l'ensemble des pays impliqués dans le programme EUFORGEN. Clairement, les phases de reproduction et de régénération (où se concentrent les changements démographiques les plus importants) sont prépondérantes. Mais nous n'avons pas encore de critères et indicateurs opérationnels standardisés au niveau paneuropéen. Un premier bilan des connaissances a été réalisé par l'ONF (Dossier Forestier de l'ONF n° 21, Valadon 2009). Ces connaissances doivent encore être synthétisées, puis confrontées à des modèles couplant processus démographiques et génétiques et permettant de simuler divers scénarios. Au-delà des risques de dépérissements rapidement visibles, un risque majeur plus discret est à surveiller au niveau de la fécondité et de la qualité des graines.

■ Doit-on organiser le sauvetage à grande échelle de patrimoines génétiques de provenances ou d'écotypes sudistes (pin sylvestre, hêtre, sapin...) menacés de disparition et qu'il pourrait être utile d'introduire plus au nord ?

Dans notre conception dynamique, les ressources génétiques sont des arbres ou des peuplements, c'est-à-dire des assemblages de gènes, qui évoluent au travers du filtre de l'environnement dans lequel ils se trouvent. Vouloir sauver une ressource génétique c'est vouloir préserver une combinaison de gènes intéressante (pour éviter de reconstruire cette combinaison par croisement). Si on déplace cette ressource génétique dans un autre environnement on change le filtre, et donc les conditions de son évolution. On peut alors distinguer trois objectifs différents vis-à-vis d'une ressource génétique en difficulté ou vulnérable. Le premier objectif est sa sauvegarde proprement dite : on cherchera alors à en faire une réplique dans un site sensiblement équivalent sur le plan écologique où les conditions d'évolution sont maintenues. Le second objectif peut être de valoriser cette ressource pour enrichir une autre zone où elle peut être intéressante (par exemple la planter plus au nord). Enfin, le troisième point de vue consiste à considérer que la ressource génétique, déjà adaptée à des conditions intéressantes, peut être une source initiale intéressante pour rechercher une adaptation encore plus forte (par exemple, on pourra chercher à planter encore plus au sud pour sélectionner des résistances plus fortes)

■ Opportunités et risques de transférer des provenances vers des stations plus septentrionales ?

C'est une question à étudier au cas par cas, en s'appuyant sur la connaissance fine du fonctionnement physiologique de chaque espèce plutôt que sur de simples modèles statistiques. On peut aussi utiliser des unités de conservation des ressources génétiques septentrionales comme « sentinelles ».

## Références bibliographiques

### Pour la table ronde « biodiversité »

Aravanopoulos F., Tollefsrud M., Kätzel R., Soto de Viana A., Graudal L., Nagy L., Koskela J., Bozzano M., Pilipovic A., Zhelev P., 2012. Development of genetic monitoring methods for genetic conservation units of forest trees. Report to the Steering Committee. EUFORGEN.

Collin E., Lefevre F., Oddou-Muratorio S. 2012. Indicateurs de la diversité intraspécifique chez les arbres forestiers. In : Nivet C., Bonheme I., Peyron J.L. Les indicateurs de biodiversité forestière : Synthèse des réflexions issues du programme de recherche «Biodiversité, gestion forestière et politiques publiques». Paris : Gip Ecofor, MEDDE, pp. 79-81

Frascaria-Lacoste N., Henry A., Gérard P.R., Bertolino P., Collin E., Fernandez Manjarrés J., 2011. Should forest restoration with natural hybrids be allowed? Restoration Ecology, vol. 19 (6) pp. 701-704

Koskela J., Lefèvre F., Schüller S., Kraigher H., Olrik D.C., Hubert J., Longauer R., Bozzano M., Yrjänä L., Alizoti P., Rotach P., Vietto L., Bordács S., Myking T., Eysteinson T., Souvannavong O., Fady B., De Cuyper B., Heinze B., von Wühlisch G., Ducouso A., Ditlevsen B., 2012. Translating conservation genetics into management : pan-European minimum requirements for dynamic conservation units of forest tree genetic diversity. Biological Conservation, sous presse DOI 10.1016/j.biocon.2012.07.023.

Lefèvre F., Koskela J., Hubert J., Kraigher H., Longauer R., Olrik D.C., Schüller S., Bozzano M., Alizoti P., Bakys R., Baldwin C., Ballian D., Black-Samuelsson S., Bednarova D., Bordács S., Collin E., De Cuyper B., de Vries S.M.G., Eysteinson T., Frýdl J., haverkamp M., Ivankovic M., Konrad H., Koziol C., Maaten T., Notivol Paino E., Öztürk H., Pandeva I.D., Parnuta G., Pilipovi A, Postolache

D., Ryan C., Steffenrem A., Varela M.C., Vessella F., Volosyanchuk R.T., Westergren M., Wolter F., Yrjänä L., Zari a I., 2012. Dynamic Conservation of Forest Genetic Resources in 33 European Countries. Conservation Biology, sous presse

### Pour la table ronde « adaptation au changement climatique »

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.



< en ligne <http://agriculture.gouv.fr/conservation-des-ressources> >

Gauquelin X. (coord.), 2011. Guide de gestion des forêts en crise sanitaire. Paris : ONF/IDF. 96 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.