

d'espèces d'origine et la mise en place d'une faune et d'une flore spécialisée. Si on laisse évoluer naturellement un milieu, la biodiversité n'augmente pas forcément. Le climax n'apparaît donc pas comme un stade d'évolution à privilégier systématiquement. Dans le débat, une voix s'élève contre cette opinion et affirme que, faute de preuves, la fermeture des milieux ne représente pas une menace pour la diversité biologique. Dans une forêt, il y a toujours des espaces ouverts (clairières, zones de chablis). Et un espace fermé est favorable à l'activité pédogénétique car c'est en ambiance forestière que se constituent les sols.

Il semble que la diversité biologique maximale ne se rencontre ni dans les milieux les plus perturbés, ni dans les milieux les moins perturbés, mais dans les milieux qui ont un taux de perturbation intermédiaire. Il est néanmoins difficile de trouver des indicateurs qui signaleraient que l'on est en deçà de la ligne de perturbation minimale ou au delà de la ligne de perturbation maximale. Ceux-ci dépendent essentiellement de la discipline scientifique considérée. Il convient donc de rester prudent dans la gestion quotidienne des espaces naturels.

Une autre idée est que le maintien de la diversité maximale ne va pas forcément à l'encontre du développement économique. Jusqu'à récemment, l'homme a privilégié le développement économique sans se préoccuper de la conservation de la diversité biologique et il s'attache maintenant à intégrer le maintien de la biodiversité dans ses schémas d'aménagement et de gestion.

La seconde intervention illustre un niveau de diversité biologique qui est celui de la diversité génétique des espèces.

François LEFEVRE : diversité génétique des espèces forestières, pollution génétique.

Diversité génétique des espèces forestières, pollution génétique

par François LEFEVRE*

Introduction : les enjeux

La préservation de la diversité biologique peut être un objectif en soi : l'homme prend ainsi la mesure de son impact sur l'évolution des espèces et des milieux. D'un autre point de vue, la biodiversité est aussi un outil pour la gestion durable de notre milieu de vie, notamment dans les forêts, qu'elles soient de protection, de production ou périurbaines. La gestion des forêts passe par le choix d'objectifs, de techniques sylvicoles et, le cas échéant, d'un matériel forestier de reboisement adaptés.

Si la diversité génétique est ce qui nous permet aujourd'hui de faire des choix, et nous souhaitons préserver cette possibilité de sélection du matériel forestier pour répondre à des besoins futurs que nous ne savons pas toujours prédire, c'est aussi ce qui permet aux espèces d'évoluer et de résister aux aléas environnementaux (climat, parasites, etc.) dans une échelle de temps qui nous dépasse. La diversité génétique est particulièrement forte chez les arbres forestiers, il y a là un capital que l'homme doit savoir gérer, c'est-à-dire utiliser et préserver, correctement.

1. Qu'est-ce que la diversité génétique ?

Quand on parle de biodiversité, on pense principalement à la diversité des espèces, mais il existe également une importante diversité génétique au sein de chacune des espèces, entre différentes populations, et entre les individus d'une même population.

On sait caractériser les espèces d'intérêt économique par leurs exi-

gences (autécologie) ou leurs potentialités en terme de quantité et de qualité des produits dans un milieu donné. Les arboretums d'élimination permettent un premier tri d'espèces forestières susceptibles d'être utilisées, après confirmation, pour la reconstitution d'une couverture végétale dans des conditions de sol et de climat déterminées.

Pour une espèce donnée, on peut aller récolter des graines dans différents peuplements de l'aire d'origine. Les plantations comparatives de provenances, réalisées à partir de ces lots de graines, révèlent dans une même parcelle des performances parfois contrastées en terme de survie, vigueur, production, et qualité. On parle alors de «valeur génétique» pour caractériser les potentialités des différents lots de graines dans une gamme d'environnements donnée (les variétés «étiquette bleue» des essences forestières réglementées sont des provenances dont la supériorité génétique a été contrôlée). On observe ainsi que les meilleures provenances de cèdres de l'Atlas pour nos régions sont les peuplements artificiels du Ventoux et du Luberon issus des reboisements de la fin du XIX^e siècle. Dans le cas des peuplements naturels, les différences de valeur génétique peuvent refléter l'effet de la sélection naturelle ayant conduit à différentes adaptations écologiques.

Chez certaines essences comme le peuplier, on plante des variétés clones issues de la multiplication végétative d'individus sélectionnés: tous les arbres d'un clone sont génétiquement identiques. Les génotypes sélectionnés pour ce genre de variété fores-

INRA, Unité de recherches forestières méditerranéennes - Avenue A. Vivaldi
84000 Avignon tél. 04 90 13 59 00 Fax 04 90 13 59 59

tière sont souvent issus d'hybridation contrôlée entre géniteurs eux-mêmes sélectionnés.

Finalement, on parle de diversité génétique pour signifier que chaque individu est unique du point de vue de son patrimoine génétique : chaque arbre de la forêt est une combinaison originale d'une partie des gènes de chacun de ses deux parents. On voit ainsi apparaître la notion de transmission héréditaire : la diversité génétique n'est pas figée, elle évolue au fil des régénérations. On voit également comment l'homme peut intervenir sur cette évolution par l'élimination de certains arbres lors des éclaircies, par la mise en contact d'origines génétiques diverses, etc.



Photo 1 : Régénération par semis (pin d'Alep) et rejets de souche (chêne vert) : la diversité génétique n'est pas un patrimoine figé, elle évolue.

Photo F. Lefèvre

2. Qu'entend-on par pollution génétique ?

Le terme de «pollution génétique», qui sous-entend une dégradation de la ressource actuelle par action humaine, est mal défini et recouvre différents types de menaces. Le facteur de risque est l'introduction d'individus non autochtones.

On ne parlera pas ici du risque portant sur les introductions elles-mêmes (cas des provenances exotiques de pins d'Alep ayant subi le gel de 1985) : il s'agit là d'un risque que l'on doit pouvoir contrôler, aux catastrophes près (prise en compte du froid décennal, plus difficilement du froid séculaire). On ne parlera pas non plus du risque de perturbation forte des écosystèmes lié à un comportement envahissant des espèces introduites : bien que difficile à évaluer *a priori*, ce risque semble plus important dans le cas d'introductions d'espèces animales ou végétales à cycle court, au moins à court terme ; néanmoins les exemples forestiers existent comme le robinier.

Le terme de pollution génétique concerne les introductions d'espèces parentes des espèces autochtones, voire de provenances exotiques de ces mêmes espèces, c'est-à-dire tout matériel végétal susceptible de s'hybrider

spontanément avec la ressource locale. On peut déjà noter que la notion même de matériel forestier de reproduction (graines certifiées) nécessite une protection efficace des peuplements porte-graines contre toute apparition incontrôlée de graines hybrides. Pour les autres peuplements, lors de la régénération naturelle, il y aura compétition entre plantules issues de graines «pures» et celles issues de graines «polluées», il y a alors deux scénarios possibles : (1) les plantules hybridées s'avèrent moins performantes et seront progressivement éliminées ou maintenues à une faible proportion, situation la plus attendue, ou bien (2) ces plantules hybrides sont vigoureuses, se maintiennent et pourront à leur tour se croiser avec la ressource locale. A long terme, ce processus récurrent d'hybridation et de rétrocroisements successifs conduit à des individus semblables à l'espèce autochtone originelle, mais ayant gardé quelques gènes exotiques de l'hybridation initiale : on parle alors de «transfert» de gènes d'une espèce à l'autre, ou «d'introgression».

Le maintien d'une proportion plus ou moins grande d'individus introgressés est-il une menace pour la survie de la ressource locale à long terme ? C'est une question délicate. Si

l'on considère que la ressource locale se caractérise par une bonne adaptation au milieu résultant d'un long processus évolutif, on peut imaginer qu'en comparaison les plantules hybrides aient une viabilité et une fertilité réduites : si la proportion d'exotiques est telle que la ressource locale ne se reproduit plus que par croisement avec ceux-ci, il y a alors menace d'arrêt progressif des régénérations. Un autre risque serait que les individus introgressés prennent momentanément «le dessus» sur l'espèce autochtone et participent à sa disparition, avant de se révéler eux-mêmes plus fragiles face à des aléas écologiques et de disparaître à leur tour. On peut néanmoins remarquer que les espèces forestières sont pérennes et très prolifiques, et il est vraisemblable que le seul processus d'introgression ne pourrait conduire à la disparition de la ressource autochtone que si celle-ci était d'effectif réduit par rapport à l'effectif introduit. D'un autre point de vue, il ne faut pas oublier que le matériel introduit peut également avoir un impact indirect sur l'évolution de la ressource locale, en modifiant par exemple la nature de la pression parasitaire.

En conclusion, l'introduction de nouvelles espèces, de provenances, ou

même la culture d'hybrides, comporte une part de risque qu'il faut gérer. On protégera en priorité les peuplements porte-graines, et les ressources d'effectif particulièrement limité (le seuil de risque est malheureusement difficilement estimable de façon objective, il doit être apprécié au cas par cas). On suivra également de près l'évolution de la diversité génétique des espèces parentes des essences introduites. Parmi les exemples d'introductions réussies, on peut citer la cédraie du Ventoux et du Luberon (pas de ressource locale apparentée), et les reboisements «RTM» à partir de provenances allochtones d'essences locales.

3. Comment gérer les ressources génétiques ?

L'amélioration génétique du matériel forestier repose d'abord sur la sélection des meilleures origines génétiques «naturelles» : peuplements classés, clonage d'arbres exceptionnels. On peut également accroître les performances en créant de nouvelles combinaisons de gènes, inexistantes à l'état spontané : cela va de la création de peuplements artificiels pour la récolte de leurs graines, vergers à graines constitués d'individus sélectionnés, à l'hybridation contrôlée entre provenances, voire à l'hybridation

entre espèces. Il nous faut prendre des précautions, évaluer objectivement les risques quand nous en avons les moyens, mais cela ne doit pas remettre en cause toute utilisation raisonnée de la diversité génétique.

La conservation des ressources génétiques a pour premier objectif de préserver les meilleures sources de matériel forestier de reproduction. Mais ce n'est pas suffisant : il faut également assurer le maintien d'une diversité suffisante pour répondre dans l'avenir à des demandes (évolution des besoins) ou des contraintes (évolution des conditions climatiques, des populations de parasite) que nous ne connaissons pas aujourd'hui *a priori*. Suivant les moyens disponibles, les programmes de préservation de la diversité revêtent diverses formes parfois combinées entre elles : conservation de sites, conservation *in situ* de peuplements évoluant en conditions naturelles, collections d'arbres ou de semences, conservation dite «dynamique» de populations évoluant en conditions plus ou moins artificielles. La Commission technique nationale de conservation des ressources génétiques forestières (DERF) veille à la coordination des projets inter-organismes : INRA, ONF, CEMAGREF, AFOCEL, Forêt Privée, Conservatoires des sites, etc. Des réseaux de conservation *in situ* ont ainsi été établis pour deux espèces «climaciques», le hêtre et le sapin : sur ces placettes, l'objectif est d'accompa-

gner l'évolution naturelle par régénération en limitant le risque de pollution génétique. Dans le cas des ormes, sont entreprises des mesures d'urgence de collecte et conservation *ex situ* d'arbres non atteints par la graphiose. Dans le cas du merisier, espèce disséminée, une stratégie intermédiaire entre la conservation *in situ* et *ex situ* a été définie. Dans le cas du peuplier noir, espèce pionnière des ripisylves, les différentes options sont envisagées, avec une réflexion particulière sur la gestion des milieux (cette espèce ayant besoin de perturbations pour se régénérer). Il est bien évident que la conservation de la diversité génétique n'est pas bornée par des frontières administratives, c'est pourquoi 26 pays du continent Européen ont souscrit à ce jour au programme EUFORGEN (IPGRI/FAO) de Conservation des Forêts en Europe. Les recherches sur les stratégies de conservation de la diversité génétique sont encore jeunes : impact de la sylviculture sur la diversité, conservation de la diversité intraspécifique et gestion des milieux, questions d'échelles de temps et d'espace, etc.

F.L.

Pour en savoir plus :

La conservation des ressources phyto-génétiques en France, Rapport à la FAO. Bureau des Ressources Génétiques, Paris, Juin 1995, 171 p.

Après l'intervention de F. Lefèvre, le débat s'oriente autour du risque d'introduction d'espèces non autochtones. Le cas des sapins méditerranéens, qui regroupe une dizaine d'espèces, a été rappelé. Une spéciation particulière s'est opérée sur un temps très long à partir d'un ancêtre commun. Certaines espèces qui n'existaient plus qu'à quelques exemplaires ont été répandues dans des peuplements et des jardins botaniques et se sont révélés interfécondes avec les autres espèces. Le mélange des génomes n'entraîne-t-il pas la perte de

pureté des espèces originelles et la perte du processus de spéciation ? Rappelons qu'il s'agit là du cas de ressources particulièrement restreintes et menacées.

Lors d'introductions de provenances exotiques, il y a effectivement risque de perte d'une adaptation particulière au sein d'une même espèce. Mais à l'inverse, une adaptation peut s'effectuer très rapidement, à l'exemple du Chêne rouge en France, qui s'est fortement différencié de ses origines américaines en deux ou trois générations.

Les conséquences d'introductions d'espèces ont pu se révéler catastrophiques dans des milieux insulaires notamment, en perturbant fortement l'écosystème en place et en entraînant la disparition d'espèces locales. Par contre, dans les milieux continentaux méditerranéens où existait une forte activité humaine, les introductions ont eu peu de répercussions néfastes, même si elles ont eu une influence sur la structure génétique des populations. Citons le cas des peupliers. On parle toujours de «pollution» des populations naturelles par des hybrides cultivés. Or

si l'on cherche des hybrides au stade adulte dans la nature, il n'est pas possible d'en trouver. Il existe donc des systèmes de régulation qui empêchent le processus d'hybridation de se réaliser en conditions naturelles. L'introduction de nouvelles espèces ou provenances comporte certes un risque mais qu'il faut gérer.

Le dernier point évoqué est l'échelle coordinatrice à laquelle il est optimal de se placer pour conserver et gérer les ressources génétiques : au niveau national, international ? Des études complémentaires sont encore à mener.

Les interventions suivantes offrent une vision « sociale » et non plus « technique » de la biodiversité, qui reflète davantage la perception du public le plus nombreux.

Hervé GUMUCHIAN : la biodiversité ou la migration d'une notion du champ scientifique au champ social.

Bertrand ADER : la biodiversité vue par une association de naturalistes.

Si les scientifiques témoignent de leur sentiment d'être dépassés par la notion de biodiversité, il apparaît que la volonté de protéger la diversité biologique est avant tout une préoccupation d'ordre social et politique. Ce mouvement social va plus vite que les avancées scientifiques. Il est rappelé à l'occasion qu'une nécessaire coopération et qu'une communication fructueuse doivent être menées entre les divers partenaires impliqués dans la gestion et la protection de la biodiversité, et faire fi des antagonismes qui se sont révélés.

La biodiversité ou la migration d'une notion du champ scientifique au champ social et politique

par Hervé GUMUCHIAN *

La notion d'environnement possède une dualité intrinsèque ; elle renvoie à la nature et à la société, ce qui n'est pas sans poser quelques difficultés de communication, notamment entre scientifiques : quand ils emploient le terme d'environnement, les spécialistes des sciences de la nature continuent implicitement de penser "milieux" et "nature", pendant que les tenants des sciences sociales pensent de leur côté "problèmes de société" et "débat social".

A cet égard, la question de la biodiversité inscrite aujourd'hui au cœur des interrogations environnementales, n'échappe pas à cette ambiguïté, au moins pour le grand public. Le terme de biodiversité utilisé de manière récente par les scientifiques (1988)¹ a été popularisé plus largement à l'occasion du sommet de la terre (juin 1992, Rio de Janeiro) avec la signature de la Convention sur la biodiversité. A partir de ce moment éminemment politique, la notion de biodiversité (tout comme celle de développement durable quelques années plus tôt) est passée du domaine scientifique *stricto sensu* (variété et variabilité des organismes vivants et des complexes écologiques dont ils font partie), au domaine social et politique : c'est toute la question du maintien des écosystèmes existant et donc de la conservation et de la protection, voire de la valorisation des ressources biologiques et naturelles qui est alors posée. C'est, à l'amont, la question du rapport à la Nature dans nos sociétés occidentales.

Or, aborder le rapport à la Nature, c'est entrer dans le domaine du sens : valeurs et significations se trouvent placées au cœur de la réflexion. Le

succès de la notion d'environnement tout comme celui de biodiversité ne sauraient échapper à cette logique. La notion de biodiversité est sortie du champ scientifique de l'écologie à partir du moment où elle a été propulsée dans les champs du politique et du social. C'est là un bel exemple de migration d'une notion d'un champ à un autre. Cette migration va jusqu'à l'opérationnalité. La Convention sur la Protection des Alpes (dite Convention alpine), déjà ratifiée par quatre pays dont la France, et qui concerne notamment la partie méditerranéenne de l'Arc alpin, mentionne effectivement la biodiversité : le thème de la biodiversité et de sa nécessaire gestion à l'échelle transfrontalière est fort présent dans plusieurs articles de la Convention. Parmi les divers protocoles en cours d'élaboration ou de négociation (aucun de ces protocoles n'a encore été ratifié), celui consacré à "la protection de la nature et l'entretien des paysages" est quasi totalement axé sur cette question de la diversité biologique (articles 5, 11 et 17).

Il est maintenant indispensable de se poser la double question : comment la question de la conservation de la diversité réagit-elle sur les rapports sociaux ? Inversement, comment les dynamiques sociales en cours agissent-elles sur la biodiversité ? La multiplication des appels d'offres en matière de recherche, le plus souvent de recherche appliquée, à toutes les échelles décisionnelles prouve, s'il en était besoin, l'intérêt porté par les décideurs à cette double question. Pour ne citer que quelques exemples, il est possible de mentionner l'un des pro-

* CERMOSEM

Université Joseph Fourier
17, rue Maurice Gignoux
38031 Grenoble Cedex

1 - Le terme de biodiversité est, de fait, la contraction de "biological diversity".