



HAL
open science

Diversité génétique des chênes et gestion forestière.

Alexis Ducouso, Pascal Jarret

► **To cite this version:**

Alexis Ducouso, Pascal Jarret. Diversité génétique des chênes et gestion forestière.. Revue forestière française, 2001, 53 (sp), pp.133-140. 10.4267/2042/5285 . hal-03443653

HAL Id: hal-03443653

<https://hal.science/hal-03443653>

Submitted on 23 Nov 2021

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

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

DIVERSITÉ GÉNÉTIQUE DES CHÊNES ET GESTION FORESTIÈRE

ALEXIS DUCOUSSO - PASCAL JARRET

PRÉSENTATION DES CHÊNES BLANCS EUROPÉENS

Les Chênes blancs européens

Le genre *Quercus* est divisé en différentes sections, dont celles des Chênes blancs (section *Lepidobalanus*) à laquelle appartiennent les Chênes pédonculé, rouvre, pubescent et tauzin. Ces espèces forment des écosystèmes majeurs en France tant par leur importance économique que par leur capacité d'accueil de la biodiversité. En effet, la part de ces essences dans la surface forestière est de 18 % pour le Chêne pédonculé, 13 % pour le Chêne sessile, 6 % pour le Chêne pubescent et de moins de 1 % pour le Chêne tauzin.

Écologie

Du point de l'autoécologie, deux facteurs différencient la composition taxinomique des chênaies : l'alimentation en eau et la richesse du sol (Grandjean et Sigaud, 1987). Il en ressort que le Chêne pédonculé, bien que présent partout, a une préférence marquée pour les milieux bien alimentés en eau ; son optimum étant dans les vallées où il trouve un sol fertile en plus de l'humidité. Le Chêne sessile se rencontre depuis les milieux xéro-acidophiles jusqu'aux neutro-calcaires avec un optimum sur ceux acidophiles comme, par exemple, les limons lessivés des plateaux. Le Chêne pubescent a des affinités plus méridionales et se limite aux calcaires souvent superficiels comme sur les coteaux. Le Chêne tauzin est une espèce thermo-atlantique des sols secs et acides. Au sein d'une région naturelle, dans des conditions stationnelles identiques, se rencontrent souvent des chênaies de types différents (chênaie pubescente, pédonculée, sessiliflore, hêtraie-chênaie sessiliflore). De nombreuses chênaies pubescentes ou pédonculées semblent être très éloignées de leur optimum écologique, situation que les forestiers qualifient de peuplements "hors station". Si, parfois, cette inadéquation résulte d'une plantation ancienne, ces populations sont issues le plus souvent de régénérations naturelles et découlent d'une évolution progressive ou régressive de la forêt (Rameau, 1990). Nous allons illustrer ces propos par un exemple d'évolution progressive en prenant le cas d'une déprise agricole. La parcelle, une fois la culture arrêtée, est colonisée par des espèces pionnières telles que Saules et Bouleaux. La composition floristique de ce jeune peuplement va évoluer vers une phase transitoire composée d'arbres post-pionniers puis une phase optimale avec des dryades. Dans certaines conditions stationnelles, des espèces post-pionnières ou dryades peuvent s'installer directement dans un milieu ouvert et jouer un rôle de pionniers : on parle de nomades. Les Chênes pédonculé, tauzin et pubescent en sont des exemples. L'évolution inverse s'appelle régressive, elle résulte par exemple des traitements en taillis et en taillis-sous-futaie. Il existe de très nombreux modèles de successions en France. Celles-ci varient en fonction du climat et des conditions édaphiques.

Notion d'espèces

Les Chênes blancs ne sont pas des espèces au sens biologique du terme (Mayr, 1963) car ils s'hybrident facilement. L'hybridation est asymétrique, les fleurs mâles du Chêne sessile fertilisant facilement le pédonculé, l'inverse étant plus rare (Bacilieri *et al.*, 1993). Ce mécanisme a un rôle évolutif majeur dans le maintien d'une diversité génétique élevée et les mécanismes de recolonisation postglaciaire. Cet ensemble de taxons s'appelle un complexe d'espèces (Pernès, 1984).

La diversité et la variabilité génétique

- *Niveau de diversité*

La diversité génétique de différents niveaux taxinomiques a été comparée (tableau I, ci-dessous). La valeur de l'hétérozygotie théorique (H_{es}) varie de 0, lorsque tous les individus sont semblables, à 1, lorsque tous les individus sont différents. Pour les animaux et les plantes, les moyennes varient de 0,054 à 0,113. Pour les arbres, la valeur correspondante est plus élevée et s'échelonne de 0,145 pour le genre *Abies* à 0,264 pour le Chêne sessile. De manière générale, la diversité génétique des Chênes est très grande. Elle représente probablement l'indispensable contrepartie d'une grande longévité des arbres qui constitue quant à elle un frein à l'évolution.

TABLEAU I **Comparaison de la diversité génétique intraspécifique (H_{es}) entre différents niveaux taxinomiques, les arbres et les chênes**
La diversité génétique a été mesurée à l'aide des isoenzymes (Hamrick *et al.*, 1992)

| | H_{es} | Arbres | |
|--------------------|----------|------------------------|-------|
| Animaux | | | 0,177 |
| Invertébrés | 0,100 | <i>Abies</i> | 0,145 |
| Vertébrés | 0,054 | <i>Picea</i> | 0,219 |
| Plantes | 0,113 | <i>Pinus</i> | 0,157 |
| Plantes annuelles | 0,101 | <i>Acacia</i> | 0,125 |
| Herbacées pérennes | 0,098 | <i>Populus</i> | 0,161 |
| | | <i>Quercus</i> | 0,186 |
| | | <i>Quercus petraea</i> | 0,264 |

- *Structuration géographique des ressources génétiques*

L'organisation spatiale des ressources génétiques résulte de deux forces évolutives : l'histoire biologique des populations et la sélection naturelle.

Historique des populations

Le climat a subi de nombreuses modifications au cours du Quaternaire avec une alternance de longues périodes glaciaires et de périodes plus clémentes. Lorsque le climat était froid, les espèces se sont repliées dans des refuges méridionaux. Lors de la dernière glaciation, l'aire de répartition des Chênes blancs européens se limitait à la péninsule Ibérique, le Sud de l'Italie, les Balkans et peut-être le Caucase. La recolonisation de l'Europe a commencé vers 13000 ans BP ("before present", c'est-à-dire avant 1950) et s'est terminée vers 8000 ans BP. Cette recolonisation a laissé son empreinte génétique et a pu être reconstituée avec les marqueurs moléculaires en particulier en étudiant l'ADN du chloroplaste (Dumolin-Lapègue *et al.*, 1997).

La sélection naturelle

Les marqueurs quantitatifs tels que la phénologie, la vigueur, l'architecture sont soumis à la sélection naturelle et montrent une forte différenciation entre les populations (Ducouso *et al.*, soumis). Chez le Chêne sessile, les populations du Sud font preuve d'une plus grande précocité dans le débourrement que celles du Nord (Ducouso *et al.*, 1996). De tels gradients s'observent aussi pour la marcescence et le polycyclisme... Une différenciation régionale existe aussi pour la vigueur. L'origine de la mortalité dépend du site d'évaluation des populations. En milieux fertiles, la mortalité est corrélée avec la distance de transfert, alors qu'en site extrême (podzol), elle est liée aux conditions climatiques du milieu d'origine de la population.

Dispersion des gènes

Les études conduites par Streiff *et al.* (1998) ont montré une dispersion importante du pollen dans les peuplements. Dans une parcelle de 5 ha, 64 % des pères étaient extérieurs à celle-ci.

Menaces sur les ressources génétiques

Il existe une longue tradition de gestion forestière des chênaies qui paraît globalement respectueuse de leurs ressources génétiques. Le traitement en taillis-sous-futaie a certainement retardé la progression du Chêne sessile. Dans les traitements en futaie, l'impact des pratiques sylvicoles (régénération naturelle, dépressages, éclaircies...) reste mal connu. Seule l'introduction de génotypes exotiques lors des boisements ou des régénérations artificielles constitue une menace importante parfois négligée dans un passé encore récent.

Naturellement, les Chênes blancs ont une niche écologique très large et occupent parfois des milieux extrêmes, probablement grâce à des adaptations particulières. Dans ce cas, les populations sont menacées et risquent de disparaître car leurs effectifs sont faibles, les milieux fragiles et l'impact de l'homme important (feux, aménagements touristiques...).

CONSERVATION DES RESSOURCES GÉNÉTIQUES

Objectifs

La conservation des ressources génétiques commence par la mise en place d'un réseau conservatoire pour le Chêne sessile, avec quatre objectifs principaux :

- Objectif 1 : échantillonnage de la diversité et de la variabilité.
- Objectif 2 : conservation des mécanismes de maintien de la diversité. L'hybridation est l'un d'eux. Certaines placettes retenues seront un mélange de 2 voire 3 espèces de Chênes blancs.
- Objectif 3 : conservation des crus et des chênaies. Par sa diversité de gestion, l'homme a probablement généré des écotypes particuliers.
- Objectif 4 : sauvegarde des ressources en danger. Il existe de nombreux types de populations marginales (tourbières, dunes...) et, dans certaines régions, l'espèce est très rare (Corse, Sud-Est). Ces populations sont souvent menacées de disparition à court terme.

La conservation des ressources génétiques sera *in situ* pour les objectifs 1, 2 et 3, l'*ex situ* pouvant être envisagé pour l'objectif 4.

Mise en œuvre de l'objectif 1 (Ducoussou et Kremer, 1998)

Dans chacun des sites, on vise à :

- assurer la réalisation d'une régénération par voie sexuée en quantité suffisante pour permettre le renouvellement des unités du réseau de conservation ;
- assurer une diversité et une structuration génétiques de cette régénération lui permettant d'assurer son propre renouvellement ;
- maintenir les caractéristiques écologiques et génétiques des unités du réseau de conservation au fil des générations.

Chaque placette sera divisée en deux zones :

- une zone de conservation au sens strict, de 15 ha environ ("noyau") garantissant la présence d'un minimum de 500 Chênes sessiles reproducteurs à maturité,
- une zone tampon de l'ordre de 100 ha destinée à limiter les flux de pollen de l'extérieur vers la zone de conservation, et à fournir une réserve de semences en cas d'échec de la régénération du noyau.

Le maintien du Chêne sessile, qui est un post-pionnier, suppose une exploitation forestière pour contrôler l'arrivée des espèces climaciques comme le Hêtre. Le gestionnaire favorisera le plus possible la régénération naturelle en gérant ou en orientant la réserve vers un paysage à Chêne sessile prépondérant. La sylviculture en futaie régulière qui a fait ses preuves pour une gestion simple et durable de cette essence sera poursuivie.

Le noyau : la régénération naturelle devra être la règle, avec la participation effective d'un minimum de 60 semenciers/ha. En cas d'échec, les régénérations artificielles ou assistées sont envisageables à partir de matériel en provenance exclusive du noyau ou, à défaut, de la zone tampon.

La zone tampon : l'application des règles de gestion sera moins stricte. Il s'agit surtout de créer un paysage de Chênes autochtones, à prédominance sessile. La régénération naturelle doit être favorisée mais n'est pas impérative. Les parcelles de Chênes allochtones seront régénérées artificiellement avec du matériel local lorsqu'elles arriveront en fin de révolution. Les peuplements dominés par d'autres essences seront remplacés à maturité par du Chêne sessile autochtone quand la station le permet.

GESTION DES RESSOURCES GÉNÉTIQUES

La régénération naturelle

L'impact de la régénération naturelle sur les ressources génétiques est encore très mal connu. Des études sont en cours et des modèles sont développés. De nombreuses questions restent posées comme :

- Y a-t-il un risque d'accumulation de la consanguinité au cours de différents cycles de régénération d'une parcelle ?
- Quel est l'impact du chevauchement des générations dans une futaie irrégulière ?

La régénération artificielle

Il n'existe pas de programme d'amélioration génétique sur ces espèces de Chênes. Les graines nécessaires aux reboisements sont récoltées dans les peuplements naturels. Pour améliorer la

qualité des semences et limiter les transferts à longue distance, une politique de peuplements classés, de régions de provenance et de régions d'utilisation a été mise en place. Nos résultats actuels confirment le bien-fondé de ces mesures et permettent d'améliorer leurs conditions de mise en œuvre.

De nombreux arguments militent en faveur d'un grand nombre de régions de provenance : structuration de la diversité et de la variabilité génétique, réduction des introductions de génotypes exotiques... Mais de nombreuses contraintes en limitent la possibilité :

— **techniques** : difficultés pour les marchands grainiers et les pépiniéristes de gérer un grand nombre de lots de semences et de plants ;

— **biologiques** : du fait de l'hétérogénéité spatio-temporelle des glandées, une augmentation du nombre de régions de provenance entraînerait une difficulté croissante d'approvisionnement du marché et une augmentation des échanges entre régions de provenance ;

— **critères de sélection des peuplements classés** : ces derniers sont sélectionnés sur leur pureté spécifique et leurs qualités phénotypiques et sanitaires. Le nombre de peuplements retenus est très inférieur à celui des candidats. Une augmentation du nombre de régions de provenance obligerait à réduire ces contraintes afin d'avoir plusieurs peuplements classés dans chacune de ces régions.

Afin d'harmoniser la politique des différents pays européens, le système des régions de provenance et régions d'utilisation sera refondu d'ici 2003. Deux stratégies différentes ont été définies pour le Chêne sessile et pour le Chêne pédonculé :

- *Réduction du nombre de régions de provenance pour le Chêne pédonculé*

Le Chêne pédonculé est une espèce des vallées où les besoins sont marginaux car les ripisylves sont rares. La majorité des 6 000 000 de plants commercialisés est plantée hors station. Nous pouvons nous attendre à une forte réduction de ces reboisements à la suite d'une meilleure prise en compte des exigences écologiques de cette espèce. Dans le cadre de la réhabilitation des ripisylves, un raisonnement génétique plus poussé est nécessaire et le reboisement s'effectuera en dérogation.

- *Légère augmentation du nombre de régions de provenance pour le Chêne sessile*

Cette essence des plaines et collines devrait rester une espèce majeure des reboisements car elle est potentiellement intéressante dans le cadre de la reconstitution des peuplements après les tempêtes de décembre 1999 et pour remplacer les 1 800 000 ha de Chêne pédonculé hors station. Devant cela, le nombre de régions de provenance devrait légèrement progresser et le nombre de régions d'utilisation par régions de provenance fortement réduire. Nous conseillons fortement aux aménagistes d'utiliser le peuplement classé le plus proche (géographiquement ou écologiquement) dans sa région de provenance. Une telle évolution nécessite la généralisation des contrats de culture.

Les diverses techniques disponibles actuellement devraient rendre les pénuries relativement rares en intervenant aux niveaux :

— des semences : en motivant les gestionnaires de peuplements classés à les récolter et en utilisant plus souvent les possibilités offertes par la conservation des glands ;

— des plants : en étalant au maximum la production des plants (1 à 3 ans) et en multipliant végétativement les planches entières en pépinière (technique de la multiplication végétative en "bulk").

CONCLUSIONS

Conservation des ressources génétiques

Nous allons faire le point pour chacun des quatre objectifs :

— Objectif 1 : échantillonnage de la diversité. Il est en cours de réalisation pour le Chêne sessile. Vingt sites ont été sélectionnés pour leur représentativité. Ils ont été retenus sur des données génétiques, écologiques et géographiques, principalement issues d'un réseau multisite de plantations comparatives de provenances mis en place en collaboration entre l'INRA et l'ONF. Les problèmes spécifiques ont été identifiés par une enquête conduite auprès des gestionnaires. Un cahier des charges a été élaboré avant mise en place définitive courant 2001.

— Objectif 2 : mécanisme de maintien de la diversité. Il sera abordé dès que le premier objectif sera achevé.

— Objectif 3 : conservation des crus et des chênaies. Un inventaire et une caractérisation de tous les types d'utilisation de la chênaie (futaie, taillis-sous-futaie, taillis, airiale, aire de panage,...) sont nécessaires pour retenir des populations et ensuite proposer un mode de gestion.

— Objectif 4 : populations marginales et ressources en danger. Une typologie et un inventaire des situations à risques et des populations marginales sont à entreprendre. Ensuite, un choix représentatif de toutes celles-ci sera réalisé.

Gestion des ressources génétiques

• *La régénération naturelle*

Ce mode de régénération paraît *a priori* à favoriser dès que l'on s'adresse à des peuplements autochtones de bonne qualité et que la station le permet. L'impact sur les ressources génétiques de ce mode de renouvellement reste néanmoins mal connu. Des études sont en cours de réalisation à la station de recherche forestière de l'INRA de Bordeaux.

• *La régénération artificielle*

L'aménagiste doit au minimum reboiser avec du matériel issu de peuplements classés de sa région de provenance afin de réduire les transferts de populations ; l'idéal étant de s'approvisionner dans le peuplement classé le plus proche (géographiquement ou écologiquement), ce qui nécessite la généralisation des contrats de culture. En effet, la filière graines et plants ne peut pas assurer la fourniture des 132 peuplements classés de Chêne sessile sans être sûre de la vente de ces plants. La poursuite de la conservation des glands et le développement de la technique de multiplication végétative en "bulk" permettront d'assurer un approvisionnement régulier en matériel de reboisement pour les peuplements dont les fructifications sont rares tout en conservant une grande diversité et variabilité génétique dans les lots de matériel de reboisement fourni.

Ce message évoluera probablement à long terme pour faire face aux changements climatiques globaux, en s'infléchissant vers l'injection dans les populations autochtones de gènes d'adaptation aux nouvelles conditions de croissance. Cela demande de meilleures connaissances des conditions du futur, sur les ressources génétiques et sur le génie écologique.

• *De la recherche en génétique à la pratique du gestionnaire*

Les avancées récentes et décisives de la recherche en génétique des populations forestières mettent en évidence la nécessité de prendre en compte la diversité génétique des espèces comme composante de la biodiversité générale. Cela n'interdit pas d'utiliser la variabilité géné-

tique comme outil de gestion forestière, par exemple en organisant des transferts de gènes limités pour améliorer la qualité ou l'adaptabilité des peuplements, à condition de respecter la diversité et son organisation. C'est le sens de la stratégie actuelle d'étude des Chênes blancs et, plus largement, des grandes espèces sociales indigènes ; celle-là justifie totalement le maintien de l'effort de recherche en ce domaine, et entraîne parfois de nécessaires changements des pratiques de gestion. Ces dernières tardent parfois à évoluer malgré les efforts de l'ensemble de la collectivité forestière, le développement restant chroniquement son maillon faible. Une vigilance particulière est nécessaire, en cette période de reconstitution forestière après chablis, de manière à éviter des transferts de semences non raisonnés, volontaires ou pas, sous la seule pression de l'urgence.

Alexis DUCOUSSO
Ingénieur de recherche
Laboratoire de Génétique et d'Amélioration
des Arbres forestiers
INRA
BP 45
F-33611 GAZINET-CESTAS CEDEX
(ducoussou@zouk.pierroton.inra.fr)

Pascal JARRET
Ingénieur STIR Ouest
Animateur du réseau
Conservation des Ressources génétiques
des Chênes blancs
OFFICE NATIONAL DES FORÊTS
100, boulevard de la Salle
BP 23
F-45760 BOIGNY-SUR-BIONNE

BIBLIOGRAPHIE

- BACILIERI (R.), ROUSSEL (G.), DUCOUSSO (A.). — Hybridization and mating system in a mixed stand of sessile and pedunculate oaks. — *Annales des Sciences forestières*, vol. 50, n° 1, 1993, pp. 122s-127s.
- DUCOUSSO (A.), GUYON (J.-P.), KREMER (A.). — Latitudinal and altitudinal and burst in western populations of sessile oak [*Quercus petraea* (Matt.) Liebl.]. — *Annales des Sciences forestières*, vol. 53, 1996, pp. 775-782.
- DUCOUSSO (A.), KREMER (A.). — *Quercus petraea* - Chêne sessile ou rouvre. In : Les ressources génétiques forestières. Tome 2 : les feuillus / M. Arbez, J.-F. Lacaze Eds. — Paris : INRA-BRG, 1998. — pp. 249-258.
- DUCOUSSO (A.), VALLANCE (M.), LOUVET (J.-M.), KOLTALO (J.-P.), KREMER (A.). — Premiers résultats à 10 ans du test de provenances de Chênes de la forêt domaniale de la Petite Charmie (72). — *Revue forestière française*, soumis à publication.
- DUMOLIN-LAPÈGUE (S.), DÉMESURE (B.), FINESCHI (S.), LE CORRE (V.), PETIT (R.J.). — Phylogeographic structure of white oaks throughout the European continent. — *Genetics*, n° 146, 1997, pp. 1475-1487.
- GRANDJEAN (G.), SIGAUD (P.). — Contribution à la taxonomie et à l'écologie des Chênes du Berry. — *Annales des Sciences forestières*, vol. 44, n° 1, 1987, pp. 35-66.
- HAMRICK (J.L.), GODT (M.J.W.), SHERMAN-BROYLES (S.L.). — Factors influencing levels of genetic diversity in woody plants species. — *New Forest*, vol. 6, n° 1-4, 1992, pp. 95-124.
- MAYR (E.). — Animal species and evolution. — Cambridge (USA) : Harvard University Press, 1963.
- PERNES (J.). — Gestion des ressources génétiques, tome II. — Paris : ACCT, 1984.
- RAMEAU (J.-C.). — Comportement dynamique du Chêne pédonculé et du Chêne sessile dans les successions forestières. — *Revue forestière française*, vol. XLII, n° 2, 1990, pp. 155-164.
- STREIFF (R.), DUCOUSSO (A.), KREMER (A.). — Organisation spatiale de la diversité génétique et flux polliniques dans une chênaie mixte. — *Genet. Sel. Evol.*, vol. 30, n° 1, 1998, pp. 137s-152s.

DIVERSITÉ GÉNÉTIQUE DES CHÊNES ET GESTION FORESTIÈRE (Résumé)

Les Chênes blancs s'hybrident facilement car ils appartiennent à un complexe d'espèces et forment souvent des peuplements mélangés car les niches écologiques sont proches. Ils possèdent une diversité génétique élevée qui se structure géographiquement du fait de l'histoire et de la sélection naturelle. Quatre objectifs constituent la politique de conservation des ressources génétiques : échantillonnage de la diversité, conservation des mécanismes de son maintien, conservation de crus et des chênaies et sauvegarde des ressources en dangers. Les régénérations naturelles et artificielles sont les deux modes de gestions des ressources génétiques. L'impact de la première est mal connu. Pour la seconde, il est conseillé d'utiliser les ressources de la région de provenance.

GENETIC DIVERSITY OF OAK – RELEVANCE FOR FOREST MANAGEMENT (Abstract)

White oaks readily hybridise because they belong to a complex of species and often make up mixed stands due to the similarity of the ecological niches. Their genetic diversity is high and geographically differentiated due to history and natural selection. There are four objectives to genetic resource conservation policies: sampling of diversity, conservation of the mechanisms involved in maintaining it, conservation of natural extensions and oak woodland and protection of threatened resources. Natural and assisted regeneration are the two management methods for the genetic resources. The impact of the first is not well understood while for the second it is advisable to use resources from the region of provenance.
