Fiche technique pour la conservation génétique

Sapin pectiné

Abies alba

Heino Wolf
Conseil national pour les forêts (Saxe), Pirna, Allemagne

Cette Fiche Technique est rédigée à l'intention de toutes les personnes soucieuses de préserver des ressources génétiques du Sapin pectiné, que ce soit par la conservation de précieuses sources de graines ou par l'utilisation de cette espèce dans la gestion forestière. Les recommandations proposées dans les Fiches Techniques produites par EUFORGEN envisagent la conservation de la diversité génétique des espèces forestières à l'échelle européenne et doivent être considérées comme un ensemble de principes généraux communément admis à cette échelle. Elles doivent être complétées et développées au niveau local, national ou trans-national. La présente Fiche Technique est fondée sur les connaissances disponibles sur l'espèce concernée et elle propose des méthodes communément adoptées en matière de conservation des ressources génétiques forestières.

Biologie et écologie

Le sapin pectiné est le plus grand arbre du genre Abies en Europe. Dans des conditions favorables, l'espèce peut atteindre un âge de 500 à 600 ans et des hauteurs avoisinant 60 m, voire 65m. Le diamètre du tronc d'un arbre adulte mesuré à 1,5 m varie de 150 à 200 cm, exceptionnellement 380 cm. Le houppier est conique sur les jeunes arbres, puis arrondi et finalement tabulaire sur de vieux arbres. En futaie irrégulière, le houppier occupe entre la moitié et les deux tiers de la hauteur de l'arbre. Le tronc est droit et cylindrique avec une branchaison horizontale.

La floraison commence à l'âge de 25-35 ans sur les arbres hors forêt, et à 60-70 ans en peuplement. La floraison est très irrégulière selon les années.

Le sapin pectiné est monoïque. Les fleurs mâles et femelles sont portées séparément sur un même arbre, les fleurs femelles étant généralement insérées à l'extrémité des plus hautes branches tandis que les fleurs mâles se répartissent plus bas dans le houppier. La période de floraison varie d'avril à juin. Les graines arrivées à maturité sont disséminés par le vent en septembre et octobre de la même année. Les cônes sont dressés et se désarticulent à maturité, contrairement à d'autres genres de conifères, ne laissant que l'axe du cône sur les branches. La dormance des semences causée par les huiles essentielles (contenant, par exemple, des terpènes) stockées dans le tégument dure généralement un hiver. Les graines conservées en sécherie exigent une stratification froide et humide de 6 semaines pour pouvoir germer. En semis d'automne, on peut également obtenir des taux de germination convenables.

Le sapin pectiné tolère un large éventail de conditions de sol, tant pour la teneur et la disponibilité en éléments nutritifs que pour le pH. Il est plus exigeant en terme d'humidité et de température. La meilleure croissance

du sapin est cependant observée sur les sols profonds, riches en éléments nutritifs, de texture fine à moyenne et bien drainés. Il forme des peuplements purs ou mixtes avec le hêtre et l'épicéa. Bien que très résistante au froid, l'espèce est très sensible à la sécheresse hivernale survenant lors de redoux quand le sol est encore gelé ; elle est également très sensible aux gelées de printemps.

Le sapin pectiné est très tolérant à l'ombrage et peut demeurer pendant des décennies à l'état de "banque de semis" sous le couvert d'arbres plus âgés. L'espèce ne se reproduit que par voie générative, la multiplication végétative ne se produisant pas en conditions naturelles. La dispersion des graines est très efficace, ce qui permet au sapin pectiné de coloniser des milieux favorables, par exemple les boisements pionniers de pins et les friches arbustives.

Répartition

L'aire de répartition du sapin pectiné est limitée principalement aux régions montagneuses de l'est, de l'ouest, du sud et du centre de l'Europe. La majeure partie de l'aire est comprise entre 52°N à sa limite septentrionale (Pologne) et 40°N à sa limite méridionale (frontière nord de la Grèce). En longitude, elle s'étend de 5°E à sa limite ouest (Alpes occidentales) à 27°E dans ses marges orientales (Roumanie, Bulgarie). Des populations disjointes de l'aire principale sont présentes en France (Massif Central et Pyrénées) et dans le nord de l'Espagne (Pyrénées), où l'espèce atteint sa la limite ouest à 1°O, ainsi que dans le centre et le sud de l'Italie (Calabre) où elle porte la limite méridionale de l'espèce à 38°N.

Dans la partie de son aire située au nord-est du Danube, le sapin pectiné peut être trouvé à des altitudes allant de 135 m en Pologne à 1350 m dans l'est des Carpates (Roumanie). Au sud-ouest du Danube, il pousse de 325 m dans les Apennins (Italie) à 2100 m dans les Alpes occidentales, et jusqu'à 2900 m dans les monts Pirin (Bulgarie). Dans son aire de répartition principale, l'espèce forme une ceinture occupant une tranche altitudinale de 500 à 600 m, voire 800 m, de dénivelée ; l'altitude moyenne de cette ceinture s'élève du nord au sud de l'aire.

Importance et usages

Parmi les différentes espèces de sapins présentes naturellement en Europe, le sapin pectiné est la plus importante en termes économique et écologique. L'espèce joue un rôle écologique et sylvicole majeur, en particulier pour la constitution et la gestion de peuplements mixtes bien adaptés sur le plan stationnel et de grande stabilité au vent en raison de son système racinaire pivotant très développé et profondément ancré. De plus, il tolère bien l'ombrage dans le jeune âge et ses aiguilles produisent une litière qui se décompose facilement. Comme le sapin pectiné est traditionnellement et principalement régénéré naturellement, l'espèce n'a pas été beaucoup prise en compte dans les programmes d'amélioration génétique dans la plupart des pays européens où elle est présente.

Le bois du sapin pectiné est solide, léger et de couleur claire, à grain fin, de texture homogène et à longues fibres. Le bois parfait a la même couleur que l'aubier. Les canaux secréteurs (résinifères) primaires sont absents. Le bois est principalement utilisé pour la construction, l'ameublement, le contreplaqué et la pâte à papier. En raison de sa durabilité, en particulier dans des conditions humides, et du fait qu'il est facile à fendre, il convient pour la production de bardeaux et le génie hydraulique. Les jeunes arbres sont employés comme arbres de Noël.

Connaissances génétiques

Le sapin pectiné est une espèce pollinisée par le vent et généralement allogame. Dans les peuplements constitués d'un nombre suffisant d'arbres adultes, le taux d'allofécondation dépasse 80% sur l'ensemble des graines produites, ce qui est comparable avec ce que l'on observe sur de nombreuses autres espèces de conifères. Toutefois, dans le cas de populations de petite taille et lors de mauvaises années de floraison, le taux d'autofécondation des graines de certains arbres peut atteindre 95%.

Des études génétiques conduites à l'aide de marqueurs biochimiques ou moléculaires sur des échantillons prélevés dans l'ensemble de l'aire du sapin suggèrent que, durant les glaciations, l'espèce avait trouvé refuge dans les régions suivantes: les Pyrénées, le centre/l'est de la France, le sud et le centre de l'Italie ainsi que le sud des Balkans. Il est prouvé que le sapin pectiné a recolonisé son aire actuelle à partir des refuges situés dans le centre de l'Italie et le sud des Balkans et que des zones d'introgression se sont formées dans les régions de contact entre ces deux voies migratoires.

Le sapin pectiné a longtemps été considéré comme moins variable que d'autres conifères en raison de sa faible variation morphologique. Toutefois, les études génétiques réalisées au moyen de plantations comparatives sur le terrain et d'analyses en laboratoire ont montré des différences significatives de mortalité, de croissance, ainsi que de caractères écophysiologiques et biochimiques entre des populations provenant de différentes parties de l'aire de répartition. La différenciation relativement élevée que l'on observe entre populations pourrait résulter de différentes causes comme la fragmentation de l'aire ou la taille et la lourdeur inhabituelles des grains de pollen de sapin pectiné. Les études biochimiques ou moléculaires comparant des populations issues de différentes régions représentatives de l'aire du sapin ont révélé l'existence de différences génétiques locales, notamment en termes de présence et de fréquence de certains gènes, ainsi qu'une variation de la diversité génétique intra-population. Cette dernière décroit au fur et à mesure que l'on s'éloigne du refuge glaciaire dont elle est issue.

Menaces sur la diversité génétique

Le sapin pectiné n'est pas menacé en tant qu'espèce sur l'ensemble de son aire. Toutefois, la superficie des forêts de sapin pectiné et le pourcentage occupé par les sapinières en forêt ont diminué de manière significative au cours des 200 dernières années dans la plupart des pays européens. Une partie des raisons de ce déclin est liée aux activités humaines générant la déforestation, la surexploitation des forêts, la promotion des espèces à croissance rapide, les coupes à blanc, une gestion sylvicole inadaptée, la pollution de l'air ou les dégâts causés par le gibier. En outre, un syndrome complexe de dépérissement du sapin pectiné a atteint des proportions dramatiques au XIX^{e} et au XX^{e} siècles, en particulier dans le centre et le nord-est de son aire. Ce dépérissement a vraisemblablement été causé par plusieurs agents biotiques et abiotiques et éventuellement aggravé par un manque de capacité d'adaptation des populations locales de sapin pectiné, à base génétique trop étroite. Dans la partie nord-est de son aire de répartition, le sapin pectiné n'est aujourd'hui présent que sous forme de petits groupes d'arbres ou d'individus uniques, très souvent isolés. Toutefois, on constate une amélioration de sa santé consécutivement à la diminution de la pollution atmosphérique dans le centre et le nord-est de l'aire depuis les années 1990.

Conscients de la valeur du sapin pectiné pour la stabilité et l'écologie des peuplements forestiers, les gestionnaires forestiers promeuvent

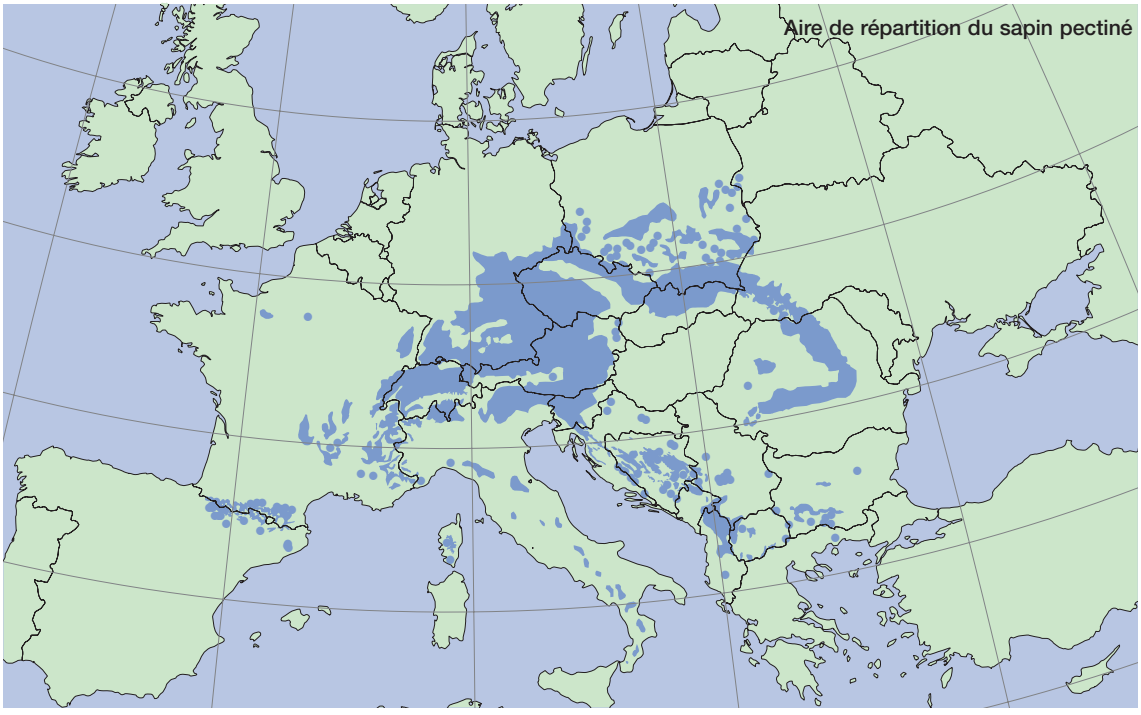
actuellement le sapin pectiné en favorisant sa régénération naturelle et sa plantation ainsi que par des éclaircies sélectives en sa faveur et par le contrôle des populations de cervidés, etc.

Toutefois, il existe encore des menaces qui pèsent sur les ressources génétiques de cette espèce. Les dégâts causés par le gibier compromettent le succès des régénérations naturelles et artificielles. Dans les petites populations, l'autofécondation et la production de plein- ou demi-frères peut diminuer la diversité génétique. Enfin, les effets du changement climatique pourraient entraîner une menace pour les populations sapin pectiné. L'augmentation de la température combinée avec une évapotranspiration plus élevée et une baisse des précipitations pourraient entraîner une modification importante de l'habitat de sapin pectiné ainsi qu'une augmentation de sa sensibilité à des maladies et parasites déjà existants ou apparus suite au changement climatique.

Dans plusieurs régions, des sapins méditerranéens sont souvent plantés près de peuplements de sapin pectiné car ils tolèrent mieux que lui des conditions écologiques plus sévères. Comme les deux groupes de sapins s'interfécondent facilement, on peut craindre que des flux de gènes interspécifiques ne mettent sérieusement en danger des ressources génétique locales méritant d'être protégées, notamment celles dont la bonne adaptation locale garantit leur survie à long terme.

Recommandations pour la conservation génétique

Comme les sapinières sont de longue date régénérées principalement par régénération naturelle, on peut considérer qu'elles ont conservé leur structure génétique et leur diversité originelles, même si l'adaptation et / ou la dérive génétique ont pu modifier la composition génétique des populations. Il est clair que, dans plusieurs parties de l'aire de répartition du sapin pectiné, la diversité génétique des populations a diminué en raison du phénomène de dépérissement évoqué ci-dessus. La réduction de la taille des populations peut avoir atteint le stade où la survie de la population relictuelle locale n'est plus garantie. Pour préserver les structures génétiques propres aux différentes populations de sapin pectiné, c'est-à-dire les allèles et les fréquences alléliques rencontrées localement, de nombreuses populations de diverses zones de l'aire de répartition devraient être choisis systématiquement pour la conservation des ressources génétiques. Le moyen le plus efficace pour conserver les ressources génétiques du sapin pectiné là où il est largement répandu est la conservation *in situ* de peuplements et de populations ainsi que leur régénération naturelle par le biais d'une sylviculture à petite échelle et à long terme. En outre, il convient de favoriser le sapin lors des dégagements et des éclaircies et d'assurer un strict contrôle des populations de gibier. Si l'on doit recourir à la plantation, le tri de plants par catégories de hauteur en pépinière doit être évité car les effets génétiques de tels tris ne peuvent être exclus. Dans les petites populations, il est recommandé d'enrichir la régénération naturelle par plantation de matériel végétal issu d'autres et, de préférence, plus grandes populations de la même région, ceci afin d'éviter une fréquence élevée de demi-frères dans la descendance et des problèmes consanguinité dans les générations suivantes. Pour éviter les risques d'introgression par les

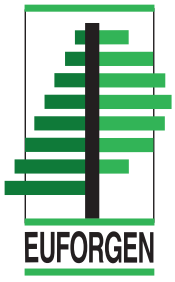


gènes d'autres espèces, le reboisement avec des espèces de sapins exotiques devrait être strictement contrôlé à proximité de peuplements de sapin pectiné. Ce n'est que dans les zones marginales, avec des pool génétiques très dégradés et des conditions écologiques très défavorables, que l'on peut envisager de recourir à l'hybridation interspécifique pour favoriser l'apparition de nouveaux génotypes adaptés. Dans tous les autres cas, on devra éviter ce genre d'hybridation.

Pour les petites populations dont le nombre d'arbres est devenu critique, il est recommandé, en complément de mesures de conservation *in situ*, de réaliser un verger à graines conservatoire *ex situ* permettant de rompre l'isolement reproductif des arbres et de restaurer l'allofécondation. L'échantillonnage des arbres qui devront être représentés dans le verger à graines n'a pas d'incidence sur sa structure génétique si un nombre suffisant d'individus sont pris en compte. Toutefois, l'échantillonnage doit être réalisé exclusivement dans les populations autochtones, au hasard en ce qui concerne le phénotype mais de manière stratifiée en ce qui concerne les variations écologiques. Dans la mesure du possible, le génotype des individus échantillonnés doit être caractérisé et pris en considération, par exemple à l'aide de marqueurs moléculaires, afin d'éviter toute perte de variation et de diversité génétique.

En complément des mesures de conservation *in situ* et *ex situ* déjà évoquées, on peut conserver des graines de sapin pendant environ 3 à 5 ans dans des banques de gènes mais il convient de s'assurer que ces graines proviennent d'au moins 20 arbres-mères allofécondés. Pour surmonter par une mesure de court terme les effets négatifs de l'isolement reproductif de rares sapins relictuels, on pourrait recourir à la récolte et au stockage de pollen en combinaison avec la pollinisation artificielle d'arbres adultes ; cette méthode serait probablement efficace mais onéreuse.

Dans la Communauté européenne, le sapin pectiné est placé sous la directive de l'UE sur la commercialisation



Cette Fiche technique a été produite par des membres du réseau EUFORGEN Feuillus disséminés. L'objectif de ce réseau est de définir les conditions minimales requises pour la conservation génétique à long terme des ressources génétiques forestières en Europe. L'activité de ce réseau doit permettre de réduire le coût global de conservation et d'améliorer la qualité des normes dans chaque pays.

*Citation: Wolf, Heino. 2008. Fiche technique d'EUFORGEN pour la conservation génétique et l'utilisation du sapin pectiné (*Abies alba*). Collin Eric, traducteur. Bioversity International, Rome, Italie. 6 pages.*

Première édition en anglais par Bioversity en 2003

Dessins: Abies alba, *Claudio Giordano © Bioversity, 2003.*

Ministère de l'Agriculture et de la Pêche
DGPAAT
19, avenue du Maine
75732 Paris cedex 15
Site internet : http://agriculture.gouv.fr/sections/thematiques/foret-bois/conservation-ressources

des matériels forestiers de reproduction. Pour les reboisements réalisés à l'aide de cette espèce, seuls des matériels forestiers de reproduction conformes à la réglementation peuvent être utilisés. On veillera à leur bonne adaptation aux conditions écologiques du site de plantation. Dans les pays non soumis à la législation de l'UE, l'approvisionnement en matériels forestiers de reproduction doit se conformer aux principes d'agrément, d'identification et de contrôle de ces matériels. Dans tous les cas, cependant, des recommandations sont nécessaires pour promouvoir la bonne utilisation des matériels forestiers de reproduction.

Sélection bibliographique

Bucher, H.U. 1999. *Abies alba* Miller, 1768. *In* Enzyklopädie der Holzgewächse (P. Schütt, H. Weisgerber, H.J. Schuck, U. Lang and A. Roloff, eds.). 16th volume, ecomed-Verlag, Landsberg/Lech, 18 p.

Konnert, M. and F. Bergmann. 1995. The geographical distribution of genetic variation of silver fir (*Abies alba*, Pinaceae) in relation to its migration history. Plant Systematics and Evolution 196:19–30.

Korpel, St., L. Paule and A. Laffér̀s. 1982. Genetics and breeding of the silver fir (*Abies alba* Mill.). Annales Forestales 9/5:151–184.

Liepelt, S., R. Bialozyt and B. Ziegenhagen. 2002. Wind-dispersed pollen mediates postglacial gene flow among refugia. PNAS 99:14590–14594.

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

Vendramin, G.G., B. Degen, R.J. Petit, M. Anzidei, A. Madaghiele and B. Ziegenhagen. 1999. High level of variation at *Abies alba* chloroplast microsatellite loci in Europe. Molecular Ecology 8:1117–1126.

Wolf, H. (ed.) 1994. Weißtannen-Herkünfte—Neue Resultate zur Provenienzforschung bei *Abies alba* Mill. [Silver fir-provenances—recent results related to provenance research of *Abies alba* Mill.]. ecomed-Verlag, Landsberg/Lech, 150 p.

Pour plus d'information

www.euforgen.org