



L'HISTOIRE DES CHÊNES  
AU COURS DES 18 000  
DERNIÈRES ANNÉES A PU  
ÊTRE RECONSTITUÉE  
© A. KREMER - INRA

*Histoire de plantes*

## MIGRATION ET COLONISATION DES CHÊNES AU COURS DES RÉCHAUFFEMENTS CLIMATIQUES

Par Antoine Kremer

Le chêne est un bel exemple d'étude de migration des plantes, due notamment aux changements climatiques. Antoine Kremer nous résume les études qui ont été menées au cours des vingt dernières années, à l'échelle de l'Europe, et qui ont permis de reconstituer les trajectoires évolutives de cette espèce.

Les réponses des espèces aux changements climatiques sont aujourd'hui au centre de préoccupations écologiques et d'enjeux économiques majeurs. Ces questions sont d'autant plus brûlantes pour des espèces longévives comme les arbres, pour lesquelles l'adaptation biologique

est a priori plus lente que pour des plantes annuelles<sup>1</sup>. La communauté scientifique aborde ces questions par différentes approches allant de simulations théoriques jusqu'à des reconstructions sur l'évolution des espèces en réponse à des changements environnementaux qui se sont produits naturellement par le passé. En effet, des réchauffements climatiques de grande ampleur ont eu lieu de manière séquentielle à la suite des périodes glaciaires qui ont eu cours durant le quaternaire. La dernière période glaciaire remonte à 18 000 ans. En associant plusieurs disciplines

<sup>1</sup> Se référer au dossier n°632 de Jardins de France sur le réchauffement climatique.

scientifiques (génétique des populations, paléontologie...), on peut assez bien reconstituer l'histoire récente d'une espèce. L'exemple le plus connu est notre propre espèce, dont les migrations depuis l'Afrique ont pu être retracées grâce à l'analyse des restes fossiles et l'étude génétique des populations humaines actuelles. Des analyses similaires ont été conduites chez les plantes. Les arbres, et notamment les chênes, se prêtent bien à ces études parce qu'ils ont laissé des restes fossiles en quantité.

### — LE SCÉNARIO DE LA MIGRATION POSTGLACIAIRE —

Deux contributions essentielles ont permis de retracer l'histoire postglaciaire des chênes: l'exploitation de la base de données des pollens fossiles en Europe et l'analyse des variations génétiques dans l'ADN chloroplastique. Les paléontologues du règne végétal reconstituent les communautés végétales par analyse des grains de pollen fossile conservés dans les tourbières. Récemment, ces données ont été rassemblées dans des bases de données à l'échelle européenne, qui peuvent être exploitées pour reconstituer l'aire de distribution d'une espèce à différentes dates de son histoire (Figure 1). Les généticiens ont porté leur attention sur les variations génétiques de la molécule d'ADN chloroplastique. Les chloroplastes, tout comme les mitochondries, renferment des molécules d'ADN et ont la particularité d'être hérités exclusivement par la mère. En d'autres termes, chez les chênes, les chloroplastes ne se propagent que par les glands et non par le pollen. Or, une espèce végétale ne peut se disperser que par graines. La répartition géographique actuelle des différents variants de l'ADN chloroplastique (haplotypes) doit donc témoigner des voies de migration empruntées par l'espèce.

### — TRANCHES LONGITUDINALES —

De manière schématique, la palynologie permet donc de dater l'arrivée des chênes à un endroit donné et le variant génétique de l'ADN chloroplastique permet d'identifier l'origine maternelle de la chênaie du lieu. Sur la base de l'inventaire systématique réalisé sur plus de 3 000 populations (au sein du groupe des chênes blancs), nous avons pu dénombrer 42 variants différents, qui se regroupent en six

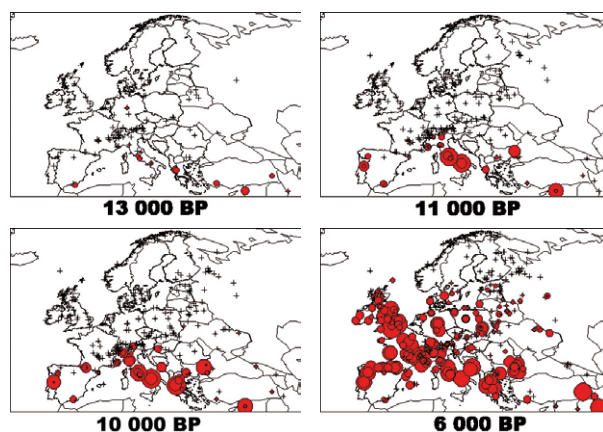


FIGURE 1 : CARTE DES POLLENS FOSSILES DE CHÊNES EUROPÉENS. LES DONNÉES POLLINIQUES RELATIVES AUX CHÊNES À FEUILLES CADUQUES ONT ÉTÉ EXTRAITES DE LA BASE DE DONNÉES DES POLLENS FOSSILES (EUROPEAN POLLEN DATA BASE), POUR RETRACER LEURS MIGRATIONS DEPUIS LES DERNIÈRES GLACIATIONS. LES CARTES ONT ÉTÉ CONSTRUITES PAR TRANCHE DE 1000 ANS, DEPUIS 13000 BP (BP= BEFORE PRESENT, C'EST-À-DIRE AVANT L'AIRE ACTUELLE) JUSQU'À 6 000 BP. LA FIGURE REPRÉSENTE LES DONNÉES POUR QUATRE TRANCHE. LA PRÉSENCE DE POLLEN EST NOTÉE PAR DES CERCLES ROUGES, LA LARGEUR DU CERCLE EST PROPORTIONNELLE À LA PRÉSENCE DE CHÊNES. EN MOINS DE 6000 ANS, L'EUROPE ENTIÈRE A ÉTÉ COLONISÉE, AVEC DES VARIATIONS IMPORTANTES DE VITESSE SELON LES ÉPOQUES (VOIR TEXTE). DONNÉES ISSUES DE BREWER ET AL., 2002.

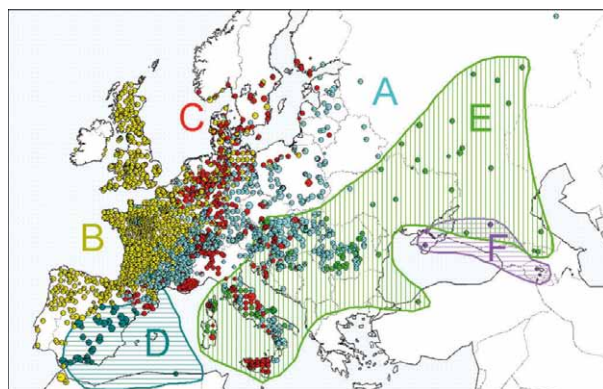


FIGURE 2 : DISTRIBUTION DES VARIANTS GÉNÉTIQUES CHLOROPLASTIQUES DES CHÊNES EUROPÉENS

« lignées ». Une lignée chloroplastique regroupe plusieurs variants ayant dérivé les uns des autres par mutation et qui manifestent donc une certaine similarité génétique (Figure 2). Cette similarité génétique est associée à une proximité géographique, les variants d'une même lignée se retrouvent géographiquement proches. Pour résumer, les différentes lignées occupent des tranches « longitudinales » de l'Europe, certaines étant exclusivement cantonnées à l'Ouest et d'autres confinées à l'Est (Figure 2).

### — UNE HISTOIRE DE 18 000 ANNÉES —

En appliquant ces deux approches sur l'ensemble de l'Europe, depuis les régions méditerranéennes jusqu'en Scandinavie et à l'Oural, on a pu reconstituer l'histoire des chênaies au cours des 18 000 dernières années. Elle se résume en plusieurs faits marquants.

À la fin du dernier âge glaciaire, les chênes étaient cantonnés dans trois zones géographiques (souvent qualifiées de zones refuges): la péninsule ibérique, la botte italienne, et les Balkans. La péninsule ibérique était génétiquement isolée par rapport aux deux autres refuges. Par contre des communications génétiques étaient possibles entre l'Italie et les Balkans, la mer Adriatique étant partiellement comblée durant l'aire glaciaire (Figure 1).

### — REFUGES BALKANIQUES OU IBÉRIQUES —

Avec le réchauffement postglaciaire, les chênes ont migré vers le Nord à partir de ces refuges. La migration a été très rapide de 13 000 BP<sup>2</sup> à 11 000 BP, puis s'est stabilisée à cause du refroidissement du Dryas récent<sup>3</sup>. La colonisation a repris par la suite et les chênes ont atteint leur distribution actuelle vers 6 000 BP (Figure 1).

La comparaison des données génétiques et des données palynologiques rend compte des voies de colonisation. Il apparaît ainsi que les chênaies actuelles situées à l'Ouest d'une ligne Toulouse-Cologne-Amsterdam-Copenhague sont principalement issues des refuges ibériques. Les îles britanniques ont été exclusivement colonisées à partir des origines ibériques. À l'inverse les chênaies de l'Europe Centrale et Orientale ont été constituées par des migrants provenant des refuges balkaniques et italiens (Figure 2).

### — UNE MIGRATION RAPIDE —

Que nous apprend cette histoire passée? Tout d'abord elle révèle que la migration a été extrêmement rapide. En moyenne, elle a été évaluée à 500 m/an, et plus rapide encore au tout début du réchauffement. Elle est bien plus

rapide que celle prédite par le vecteur biologique de dispersion des glands (geais ou rongeurs). Pour résoudre ce paradoxe, des simulations informatiques ont été conduites, qui suggèrent que des événements de dispersion à longue distance, mais rares, peuvent rendre compte de telles vitesses. Certains auteurs suggèrent aujourd'hui que des micro populations refuges ont pu persister plus au nord pendant la période glaciaire et n'ont pas pu être détectées par la palynologie. D'autres auteurs invoquent le rôle de l'homme en tant que disperseur. Notre espèce a migré à la même époque dans le même sens et se nourrissait de glands. Il n'est donc pas exclu que l'homme transportant des glands pour s'en nourrir, ait contribué à la migration des chênes.

### — UNE REMARQUABLE ORGANISATION GÉOGRAPHIQUE —

La seconde leçon de ce scénario est que les chênes n'ont pas perdu en diversité lors de ces mouvements migratoires. Les inventaires actuels montrent en effet une très faible érosion de la diversité. Ceci est sans doute dû aux flux polliniques très importants qui ont permis des échanges de gènes entre populations sources et populations migratrices. Ces flux géniques ont, d'une part, homogénéisé génétiquement les peuplements et, d'autre part, contribué au maintien de la diversité génétique sur l'ensemble de l'aire de distribution.

Enfin l'inventaire génétique des forêts a également révélé une remarquable organisation géographique de la diversité génétique chloroplastique à l'échelle européenne. Celle-ci correspond dans la majorité des cas à l'empreinte des tout premiers colonisateurs. Ces résultats suggèrent notamment que les transferts de populations dus à l'activité humaine (plantation ou semis artificiels) n'ont joué qu'un rôle mineur dans la distribution actuelle ou qu'ils se sont déroulés à une échelle spatiale très réduite. Cette organisation géographique permet d'entrevoir de très nombreuses applications dans la filière bois, notamment en matière d'identification ou de traçabilité de lots de graines ou de produits manufacturés en bois de chêne, pour autant qu'on puisse en extraire de l'ADN...

<sup>2</sup> BP = Before Present, c'est-à-dire avant l'aire actuelle.

<sup>3</sup> Entre 11 000 BP et 10 000 BP.