

Populations naturelles du Peuplier noir (*Populus nigra* L.) en Loire : inventaire, diversité génétique et adaptation aux variations de l'environnement

Natural populations of Black Poplar (*Populus nigra* L.) along the Loire river: inventory, genetic diversity and adaptation to climate change

Marc Villar¹, Catherine Bastien¹, Franck Brignolas², Sylvain Chamailard², Michel Chantereau³, Olivier Forestier⁴, Véronique Jorge¹, Stéphane Rodrigues⁵ and Coraline Wintenberger⁵

¹INRA Orléans, UR0588 Amélioration, génétique et physiologie forestières, 2163 Avenue de la Pomme de Pin, CS 40001 Ardon, 45075 ORLEANS Cedex 2, France (auteur : marc.villar@orleans.inra.fr ; <http://peupliernoir.orleans.inra.fr>) ;

²LBLGC, USC 'Arche' Université d'Orléans, UFR Sciences, rue de Chartres, BP 6759, 45067 Orléans Cedex 2, France.

³Réserve Naturelle Nationale de St-Mesmin, Loiret Nature Environnement, 64 route d'Olivet, 45100 Orléans, France. ⁴Pépinière Forestière de l'Etat, DRAAF Pays-de-la-Loire, route de Redon, 44290 Guémené Penfao, France. ⁵ISTO Tours, UFR Sciences et Techniques, Université François Rabelais, Parc de Grandmont, 37200 Tours, France.

RÉSUMÉ

Depuis 2006, un important travail de recherche se concentre sur l'espèce pionnière sauvage de la ripisylve de Loire, le Peuplier noir (*Populus nigra* L.). Les principaux résultats d'inventaire, de caractérisation structurelle des peuplements, de biologie de la reproduction sexuée, de diversité génétique (via le polymorphisme ADN et la variabilité de caractères adaptatifs) et de comportement face aux variations de l'environnement seront présentés. Ces travaux sont basés sur l'interdisciplinarité, en couplant génétique, écophysiologie, écologie, biogéographie et sédimentologie. Le Peuplier noir est une espèce clef du patrimoine ligérien, et, caractérisé par une diversité génétique intra et interpopulation importante, représente un marqueur biologique du dynamisme hydrosédimentaire de ce fleuve.

ABSTRACT

Since 2006, an important research programme has been conducted with the pioneer wild Black Poplar (*Populus nigra* L.) of the riparian forests of the Loire river. Main results concerning inventories, characterization of populations, biology of sexual reproduction, genetic diversity (via DNA polymorphism and variability of adaptive traits) and behaviour faced to climate change will be presented. This multidisciplinary approach combines genetics, ecophysiology, ecology, biogeography and sedimentology. Black Poplar is a key species of the Loire ecosystem, and thanks to its important genetic intra and interpopulation diversity, represents one biological marker of the sediment dynamics and fluvial metamorphosis of the Loire river.

MOTS CLES

Adaptation, diversité génétique, *Populus nigra*, ressources génétiques, ripisylve.

Le Peuplier noir (*Populus nigra*) est l'une des espèces dominantes de la forêt alluviale à bois tendre (ripisylve) le long des cours d'eau de l'Europe de l'Ouest à l'Asie (extrémité Ouest de la Chine). La répartition de l'espèce est très contrastée en France (Villar et Forestier 2009). Le Peuplier noir ne bénéficie pas actuellement d'un statut de protection particulier, mais il est présent dans l'habitat prioritaire de l'Union Européenne 91E0 (*Alno-Padion*, *Alnion incanae*, *Salicion albae*).

- Atouts écologiques de l'espèce dans son habitat

Le Peuplier noir présente de nombreux atouts écologiques dans son habitat naturel, la forêt alluviale. Cet espace tampon entre le fleuve et les zones anthropisées adjacentes est un des habitats terrestres les plus riches : la faune sauvage trouve dans cette mosaïque végétale des conditions favorables pour se cacher, se nourrir et se reproduire. Cette forêt joue le rôle de corridor écologique, assurant une continuité entre des milieux souvent fragmentés, facilitant les échanges et les déplacements entre les différentes communautés animales (Piégay *et al.* 2003). De part la présence de nombreuses espèces à croissance rapide (*Salicaceae*), elle présente également une fonction épuratrice remarquable des nutriments (nitrate et phosphate). Enfin, le Peuplier noir est un élément important dans l'attractivité et la qualité des paysages de vallées.

- Menaces avérées pour l'espèce et son habitat

La principale menace correspond à l'altération, à la fragmentation et à la réduction de son habitat engendrées par le développement de l'agriculture et des activités humaines. Les barrages hydroélectriques, les endiguements, l'extraction intensive de matériaux ont modifié le régime hydrologique des rivières et perturbé les cycles naturels d'érosion et de sédimentation. Ces changements ont abouti à une réduction des surfaces favorables à la régénération de l'espèce. En effet, cette régénération ne peut se réaliser qu'au travers de la colonisation de sédiments frais, mobilisés par la dynamique fluviale pendant les crues. Cette dernière menace affecte la taille efficace et la composition génétique des populations, paramètres essentiels pour le maintien à long terme de la diversité génétique et de l'adaptabilité de l'espèce. Ainsi, le long du Rhône, Seine et Rhin, les forêts alluviales sont en train d'évoluer progressivement vers des peuplements à bois durs (frêne, orme...). Les modifications climatiques avérées peuvent représenter une autre menace. Les experts du Groupe Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat sont unanimes sur les conséquences des modifications climatiques (IPCC 2007). Des vagues de températures estivales extrêmes et des sécheresses plus sévères et plus fréquentes sont classiquement prédites auxquelles s'ajoutent des inondations également plus fréquentes et plus intenses (dues à une quantité de précipitation plus importante).

- Programme de conservation des ressources génétiques

A cause de ces menaces et suite à la première conférence ministérielle sur la protection des forêts en Europe (Strasbourg 1990), un programme national de conservation des ressources génétiques de *Populus nigra* a été engagé par le Ministère de l'Agriculture et de la Pêche (MAAPRAT). L'objectif est de conserver la diversité génétique de cette espèce, garante de l'adaptabilité de l'espèce, ainsi que les mécanismes naturels qui la sous-tendent. Cette problématique de conservation du peuplier noir et de son habitat s'intègre également dans plusieurs plans et stratégies initiés récemment : (i) Directive Cadre sur l'Eau (2000-2015), (ii) Stratégie Nationale pour la Biodiversité 2011-2020, (iii) plan Trame verte et bleue du Grenelle de l'Environnement (2007).

- Inventaire des populations de Loire à deux échelles différentes

Un important travail de recherche a été réalisé sur le premier bassin riverain français (117000 km²) dans le cadre d'un projet interrégional POPLOIRE (2006-2009, cadre du Plan Loire Grandeur Nature II). Ce fleuve présente une plaine alluviale (encore) active, avec un large espace de liberté favorable au peuplier noir. Une cartographie de la ripisylve ligérienne a été réalisée à partir de photos aériennes disponibles à la DREAL Bassin Loire Bretagne (via le SIEL) et par 83 points de contrôle sur le terrain. Les 1000 km de Loire, 80 km de l'Allier, les deux rives et les îles ont été étudiés. Une typologie spécifique des groupements végétaux à 9 écotopes (avec une différenciation saules/peuplier noir), combinée avec une notation de densité et de sociabilité a été créée. Ce travail a montré clairement l'importance des populations de peuplier noir sur ce fleuve, représentant 4000 ha le long de ce cours d'eau. Il est observé globalement la domination des peupliers noirs par rapport aux saules et un déficit très important (moins de 4 % de la surface) de la Saulaie Peupleraie arbustive qui constitue les futures populations matures. Le secteur le plus dynamique est compris entre Digoïn (aval de Roanne) et Langeais (en aval de Tours), avec des populations bien réparties, des classes d'âge variées et des zones de régénération potentielle.

Le Peuplier noir est donc inséré dans une mosaïque d'habitats complexes, qui ont été très bien caractérisés par cette première étude. La difficulté est que cette organisation n'est qu'un état de transition, du fait de la spécificité du milieu riverain dynamique avec ses perturbations génératrices de diversité. Pour comprendre le fonctionnement et l'évolution de cet espace alluvial, il est donc indispensable d'intégrer les dimensions spatiales, temporelles et fonctionnelles et ce, sur une surface expérimentale de dimension plus gérable. L'ISS Loire 'Intensive Study Site Loire' (modèle d'une forêt alluviale européenne sélectionnée par le réseau d'Excellence 'Evoltree') a la vocation de représenter ce secteur d'étude. Cet ISS comprend 53 km de Loire dans le département du Loiret et comprend une RNN et plusieurs sites Natura 2000. Basée sur des relevés de terrain, une deuxième étude en 2008 a permis d'inventorier et de géoréférencer les différentes cohortes, en fonction de leur écotope, surface, classe d'âge, densité et espèces forestières accompagnatrices (recensement de 39 espèces). 368 polygones ont été répertoriés sur les 210 hectares de cette portion dynamique de Loire.

- Diversité génétique et variabilité phénotypique

La diversité génétique constitue le carburant des êtres vivants pour permettre à une population de survivre et de se reproduire sous des conditions environnementales changeantes. La diversité génétique d'une espèce se distribue entre un ensemble de populations et à l'intérieur des populations. Depuis 2006, trois types de travaux complémentaires ont été conduits sur la Loire : (i) la variabilité de la phénologie florale de peupliers noirs a été étudiée en conditions *in situ*, caractère clef en génétique des populations pour l'évaluation de la fitness. Dix observateurs sur treize sites de Loire ont permis le recueil de 4000 données au printemps 2006 selon un barème à 5 notes (pour chaque sexe). (ii) des boutures ont été collectés sur ces treize populations (30 à 40 individus par site) pour des études de polymorphisme génétique de l'ADN foliaire basées sur 10 marqueurs de type microsatellite. (iii) des dispositifs expérimentaux de pépinière ont été installés à partir de ces boutures pour permettre des comparaisons de populations et de génotypes dans un même environnement (et ainsi avoir accès à la composante génétique du phénotype, Chamillard *et al.* 2011). Plusieurs résultats seront présentés. Une des conséquences est la sélection de trois unités de conservation (UC) du Peuplier noir sur la Loire (RNN de St-Mesmin, du Val de Loire et du Val d'Allier), validée par la CRGF et le MAAPRAT.

- Adaptation changement climatique : premières expérimentations

Les plantes peuvent répondre aux modifications climatiques de différentes façons, s'ajuster *via* la plasticité phénotypique, s'adapter après brassage génétique et sélection naturelle ou migrer vers des conditions climatiques plus favorables. Les travaux actuels, centrés sur la plasticité phénotypique ont pour objectif de comprendre les bases génétiques et écophysiologiques de l'adaptation locale. Par définition, la population adaptée locale aura la meilleure fitness dans son environnement par rapport à d'autres populations en comparaison. Dans d'autres environnements, cette même population aura une plus faible fitness par rapport aux populations locales. Les premiers résultats d'expériences sur semis en chambre de culture et sur boutures en serre, de différents fonds génétiques de Peuplier noir de Loire seront présentés. Les perspectives se concentrent sur une expérimentation de transplantations réciproques *in situ* à partir de boutures en pots de divers génotypes (Loire, en comparaison avec des individus de la Drôme et des Pyrénées-Orientales) et sur trois dispositifs expérimentaux de pépinière répartis sur le corridor Rhône / Saône / Doubs / Rhin, qui est le plus important gradient latitudinal riverain français (impliquant 15 populations locales de ce réseau fluvial).

Ce travail de recherche interdisciplinaire permet de mieux comprendre la biologie de cette espèce pionnière, son importance comme élément essentiel de la biodiversité et des paysages des ripisylves et sur sa diversité génétique intraspécifique. Ces travaux impliquant de nombreux partenaires scientifiques, ont également été présentés en de nombreuses occasions (*via* le PLGN, la Zone Atelier Loire et la DREAL Bassin Loire Bretagne) aux gestionnaires des ripisylves ligériennes, qu'ils soient en charge de gérer des espaces remarquables ou de l'entretien du Lit de la Loire.

BIBLIOGRAPHIE

- Chamillard, S., Fichot, R., Vincent-Barbaroux, C., Bastien, C., Depierreux, C., Dreyer, E., Villar, M. and Brignolas, F. (2011). *Variations in bulk leaf carbon isotope discrimination, growth and related leaf traits among three Populus nigra L. populations*. Tree Physiol. 31 : 1076-1087.
- Piegay, H., Pautou, G. and Ruffinoni, C. (2003). *Les forêts riveraines des cours d'eau, écologie, fonctions et gestion*. IDF, Paris, France.
- Villar, M., and Forestier, O. (2009). *Le Peuplier noir en France : pourquoi conserver ses ressources génétiques et comment les valoriser ?* Rev. For. Fr. LXI - 5 : 457-467.