



**HAL**  
open science

## Bases d'une gestion durable des forêts mélangées : résultats d'un projet de recherche mené sur quatre ans

Thomas Cordonnier, Catherine C. Collet, Erwin Dreyer

### ► To cite this version:

Thomas Cordonnier, Catherine C. Collet, Erwin Dreyer. Bases d'une gestion durable des forêts mélangées : résultats d'un projet de recherche mené sur quatre ans. Rendez-vous Techniques de l'ONF, 2010, 27-28, pp.19-22. hal-02593590

**HAL Id: hal-02593590**

**<https://hal.inrae.fr/hal-02593590v1>**

Submitted on 11 Jul 2024

**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.

## Bases d'une gestion durable des forêts mélangées : résultats d'un projet de recherche mené sur quatre ans

Bien représentés en France, les peuplements mélangés sont susceptibles de constituer dans de nombreuses situations un atout intéressant pour la gestion durable des forêts. Cet article « chapeau » rappelle brièvement le contexte particulier des forêts mélangées et présente la philosophie générale d'un projet de recherche mené pendant quatre ans sur les bases de la gestion durable des forêts mélangées (dans le cadre du programme fédérateur ECOGER) ; il synthétise aussi les apports de chacune des contributions à ce dossier.

La forêt française est constituée pour environ la moitié de sa surface de peuplements comprenant plusieurs essences en mélange, l'importance de ces peuplements augmentant dans le quart Nord-Est et en montagne (Morneau *et al.* 2008). Les peuplements mélangés font l'objet depuis plusieurs années d'un regain d'intérêt de la part des gestionnaires ainsi que des usagers de la forêt. Ce phénomène résulte d'une demande sociale forte pour un environnement de meilleure qualité, mais aussi, dans le contexte de diminution constante de la rentabilité forestière, de la recherche de méthodes de gestion économes, reposant sur les dynamiques naturelles (ex. successions des espèces). L'idée générale est que les peuplements mélangés seraient plus à même de répondre aux besoins de diversification économique (ne pas mettre tous ses œufs dans le même panier), écologique et sociale exprimés par la communauté forestière et que ces peuplements seraient plus résilients aux contraintes naturelles (sécheresse, pathogènes...). Les peuplements mélangés permettraient ainsi une gestion moins dépendante des aléas économiques et écologiques



Futaie mélangée dans le Vercors

M. Redon, Cemagref

(ex. changements climatiques, cf. Legay *et al.*, 2008). De ce point de vue, ils sont souvent considérés comme un moyen efficace pour améliorer ou garantir la gestion durable des forêts (Sardin *et al.*, 2008).

Dans la pratique, ces avantages ne s'avèrent pas systématiques, les mélanges posant parfois plus de difficultés qu'ils ne présentent d'atouts (Sardin *et al.*, 2008 ; Brucciamachie *et al.*, 2007). Des études et synthèses récentes vien-

nent peu à peu alimenter les débats autour de l'intérêt des mélanges pour la biodiversité, la résilience ou la résistance des forêts aux perturbations (Barbier *et al.*, 2008 ; Colin *et al.*, 2008 ; Jactel *et al.*, 2008). Les forêts mélangées ne seraient donc pas la solution universelle pour la gestion durable, et il convient de bien identifier les situations écologiques et les associations d'espèces qui constituent des atouts à la fois pour le forestier et pour le fonctionnement de l'écosystème.

Ceci étant, la gestion des mélanges en place reste un problème fondamental. Les questions des gestionnaires à ce sujet sont encore nombreuses et les connaissances sur la dynamique des mélanges et sur les outils d'aide à leur gestion représentent donc des enjeux importants. Ce dossier aborde la question des mélanges sous cet angle.

## Pour les gestionnaires forestiers, les peuplements mélangés posent des questions spécifiques

Les peuplements mélangés ne sont pas nouveaux et font depuis longtemps l'objet d'une gestion sylvicole raisonnée, que ce soit à l'échelle du peuplement, de la forêt ou du massif au travers de la sylviculture et de l'aménagement. Le mélange, préconisé dans la plupart des guides de sylvicultures, soulève cependant des difficultés spécifiques, notamment sur le plan de la conduite sylvicole, plus particulièrement au niveau du renouvellement et des interventions dans les stades juvéniles (Sardin *et al.* 2008). Comment obtenir, doser et maintenir un mélange au cours du développement du peuplement ? Quels sont les stades d'interventions clés en fonction des types de mélange ? Comment tenir compte des différentiels de croissance entre les essences ? Quelle structure spatiale du mélange privilégier (ex. mélange intime ; mélange par bouquets) ? À ces questions précises s'ajoutent également des questions plus générales sur les contextes stationnels favorables ou non à la conduite de certains mélanges (ex. hêtre-frêne ; hêtre-chêne).

## Un projet de recherche mobilisant de nombreuses disciplines

Ces questions interpellent bien évidemment le monde de la recherche. Les enjeux de recherche autour des forêts mélangées ainsi que les méthodes d'études ont

déjà fait l'objet d'articles dans deux dossiers précédents des Rendez-Vous Techniques consacrés aux forêts hétérogènes (Dhôte *et al.*, 2005 ; Cordonnier *et al.*, 2007). Il ne s'agit pas ici d'y revenir, mais de présenter quelques résultats obtenus dans le cadre d'un projet de recherche mené sur les forêts mélangées, et plus particulièrement les hêtraies mélangées. Ce projet intitulé « *Bases d'une gestion durable des forêts mélangées : croissance, écophysiologie et démogénétique des espèces constitutives* » et financé par le programme fédérateur ECOGER de l'INRA (ÉCOlogie pour la Gestion des Écosystèmes et de leur Ressource) a réuni de 2005 à 2008 des équipes de l'INRA, du Cemagref et de l'ONF autour d'un même objectif : élaborer des outils d'aide à la décision pour la gestion des hêtraies mélangées et permettre ainsi de défricher une partie des questions posées précédemment.

Le choix du hêtre comme essence centrale de ce projet résulte de sa grande amplitude écologique et de son tempérament très social qui en font une essence fortement présente dans les mélanges naturels sur une grande partie de notre territoire. Le hêtre est ainsi l'essence qui structure les peuplements mélangés dans l'Est de la France et l'essence qui colonise les terroirs agricoles abandonnés de moyenne montagne du Massif Central et les vieilles plantations résineuses de l'étage montagnard méditerranéen. Son caractère d'essence dryade et ses grandes capacités de régénération impliquent parfois de le contenir pour que puissent se maintenir des espèces sociales plus héliophiles ou des espèces disséminées (ONF, 2005).

Les travaux se sont focalisés sur la dynamique de développement des mélanges et des différentes essences qui les constituent, et sur la diversité génétique et fonctionnelle au sein des mélanges. Une approche de modélisation s'appuyant

sur des bases théoriques et sur des données de terrain a été mise en œuvre ; l'objectif était d'obtenir des prédictions d'évolution des peuplements dans des cas de figure complexes faisant intervenir de nombreux facteurs, à l'échelle de la parcelle ou du massif forestier et à moyen terme ou long terme, pour pouvoir ensuite réaliser des comparaisons de scénarios sylvicoles ou d'orientations d'aménagement à l'échelle du massif forestier.

Le projet a donc mobilisé des compétences multiples : écophysiologie (ex. étude de la résistance à la sécheresse ; diversité du fonctionnement carboné et hydrique des arbres), génétique (diversité génétique), dendrométrie (croissance, compétition), modélisation.

## Une meilleure connaissance du comportement des essences en hêtraie mélangée

Un effort important a porté sur l'analyse des relations de compétition au sein d'une même espèce ou entre espèces, entre les différentes strates du peuplement (strate juvénile, intermédiaire ou adulte) ou au sein d'une même strate. Les mécanismes de l'interaction ont été détaillés, en quantifiant notamment l'accès aux ressources (eau, lumière) et leur utilisation par les individus. On a pu ainsi caractériser la diversité des réponses spécifiques et décrire les stratégies de développement des différentes espèces, d'après une analyse de différentes composantes de l'économie de l'eau et du carbone. Les principaux résultats obtenus sur ces sujets sont présentés et discutés dans les différents articles de ce dossier en intégrant bien sûr les résultats d'études antérieures.

Collet *et al.* démontrent ainsi la bonne réactivité en croissance et en qualité de semis préexistants de hêtre et d'érable à une sou-





J. Fay, ONF

Futaie mélangée en Chartreuse

daine mise en lumière dans des peuplements feuillus mélangés à base de hêtre sur plateau calcaire en Lorraine. Les implications d'un tel résultat pour la conduite de coupes de régénération sont discutées. Cordonnier *et al.* abordent cette même question pour le stade perchis : après avoir identifié différents types morphologiques de perches de hêtre et de chênes dans des futaies hétérogènes, ils observent également une bonne réactivité générale de la croissance des perches de hêtre « libérées » par une éclaircie à leur profit. Une expérimentation de

« libération » de perches de chêne est actuellement en cours pour comparer la réactivité de ces deux espèces feuillues majeures en France. Balandier *et al.* font le point sur notre capacité à estimer et modéliser de manière satisfaisante la ressource lumière dans des peuplements présentant différentes complexités structurales. Cette question s'avère fondamentale pour pouvoir aborder l'étude des relations entre lumière et composition des régénérations, ou entre lumière et croissance des espèces en mélange (Sardin *et al.*, 2008). Dreyfus *et al.* nous offrent

une vision éclairée de la dynamique des forêts mélangées du Mont Ventoux, en faisant la part des facteurs climatiques (ex. altitude) et anthropiques (gestion) sur la distribution des espèces et leurs interactions en situation de mélange. Enfin, Dreyer *et al.* abordent la question essentielle, mais difficile, de la caractérisation du comportement des espèces constitutives de mélanges, en particulier la tolérance à l'ombre. Ils mettent l'accent sur la notion de diversité fonctionnelle, qui devrait permettre dorénavant de mieux comprendre la réaction des espèces dans des mélanges soumis à différentes contraintes climatiques.

### Un outil privilégié pour le transfert : la modélisation

Ces processus ont été intégrés dans une suite de modèles pour construire différents outils de simulation pour la communauté scientifique ainsi que des outils d'aide à la gestion. Les partenaires du projet ont développé quatre séries de modèles et simulateurs : (1) de la structure de peuplements mélangés ; (2) de l'interception et de la transmission du rayonnement lumineux par les arbres individuels et les couverts (voir Balandier *et al.*, ce dossier) ; (3) de la dynamique des peuplements mélangés à base de hêtre du Nord de la France ; et (4) de la dynamique de peuplements mélangés hêtre-sapin-pin en zone méditerranéenne à l'échelle du massif (voir Dreyfus *et al.*, ce dossier). En parallèle, des programmes informatiques ont été conçus pour mettre en œuvre et exploiter efficacement ces simulateurs dans le cadre de plateformes de modélisation (ALEA et CAPSIS).

Le projet a combiné des approches expérimentales pour l'étude des processus élémentaires, et des approches virtuelles par simulation (ex. création de peuplements vir-

tuels « réalistes » pour estimer la ressource lumière) pour assembler ces processus et analyser la résultante à des échelles spatiales et temporelles plus larges. L'approche expérimentale était basée pour une large part sur un réseau de dispositifs déjà en place, permettant ainsi de disposer de séries de données longues au regard de la durée effective du projet. De manière similaire, l'approche virtuelle s'est appuyée sur des modèles et simulateurs déjà fonctionnels et a permis leur d'améliorer leur fiabilité et d'étendre leur champ d'application (ex. des peuplements purs aux peuplements mélangés).

## Des avancées, certes, mais beaucoup reste encore à faire

Les lecteurs pourront regretter, à juste titre, que les outils proposés soient encore loin de fournir des résultats « clé en main » directement utilisables par les sylviculteurs ou les aménagistes. Mais un tel objectif n'est que rarement affiché pour des projets scientifiques de cette ampleur, même dans le cadre d'une recherche finalisée. Les résultats obtenus et présentés dans ce dossier sont donc encore partiels. Il ne pouvait en être autrement pour un sujet difficile, faisant appel à des domaines scientifiques très variés et nécessitant de développer des outils intégrateurs dont la validation s'avère longue, délicate et laborieuse. Ce projet a cependant abouti à des avancées significatives sur les outils et les développements conceptuels nécessaires pour aborder des peuplements mélangés : modélisation de la ressource lumière, meilleure connaissance du fonctionnement hydrique et carboné des arbres en situation de mélange, réactivité des espèces à une mise en lumière, modélisation de la structure spatiale de mélanges, structuration de la diversité intraspécifique, et enfin, modélisation de la dynamique de certains mélanges à base de hêtre (hêtre-

frêne, non présenté dans ce dossier ; hêtre-pin-sapin). Nous espérons avoir, au travers de ce projet, apporté une pierre solide à cet édifice complexe, mais passionnant que représente la connaissance des « forêts hétérogènes ».

### Thomas CORDONNIER

Cemagref Grenoble, Unité EMGR  
thomas.cordonnier@cemagref.fr

### Catherine COLLET

INRA Nancy, UMR 1092 - LERFoB  
collet@nancy.inra.fr

### Erwin DREYER

INRA Nancy, UMR 1137 – EEF  
dreyer@nancy.inra.fr

## Remerciements

Nous voudrions remercier l'ensemble des chercheurs, techniciens, doctorants et personnels ayant participé de près ou de loin à la réalisation de ce projet. Nous remercions également l'ensemble des relecteurs des articles de ce dossier. Nos pensées vont à la famille d'Hervé SINOQUET (INRA PIAF), une des chevilles ouvrières du projet, décédé en septembre 2008 après un long combat contre la maladie.

## Bibliographie

BARBIER S., GOSELIN F., BALANDIER P., 2008. Le mélange est-il favorable à la diversité végétale en forêt ? *Revue Forestière Française* tome LX, pp. 159-167

BRUCIAMACCHIE M., HANEWINKEL M., PEYRON J.-L., 2007. Aspects économiques de la gestion des peuplements forestiers mélangés. Communication orale REGEFOR, Atelier Recherche et Gestion Forestière « Forêts mélangées : quels scénarios pour l'avenir ? » 26-28 juin 2007, Champenoux

CORDONNIER T., GINISTY C., NINGRE F., PÉROT T., PIBOULE A., VINKLER I., 2007. Recherches sur les forêts hétérogènes : observation, expérimentation, et modélisation. ONF, *Rendez-Vous Techniques* n° 18 pp. 18-25

COLIN E., BRUNET Y., VINKLER I., DHÔTE J.-F., 2008. Résistance aux vents forts des peuplements forestiers, et notamment des mélanges d'espèces. *Revue Forestière Française* tome LX pp. 191-205

DHÔTE J.-F., CORDONNIER T., LEGOFF N., DREYFUS P., 2005. Quelques enjeux autour des forêts hétérogènes tempérées. ONF, *Rendez-Vous Techniques* n° 10 pp. 22-31

JACTEL H., BROCKERHOFF E., PIOU D., 2008. Le risque sanitaire dans les forêts mélangées. *Revue Forestière Française* tome LX, pp. 168-180

LEGAY M., CORDONNIER T., DHÔTE J.-F., 2008. Des forêts mélangées pour composer avec les changements climatiques. *Revue Forestière Française* tome LX, pp. 181-190

MORNEAU F., DUPREZ C., HERVÉ J.-C., 2008. Les forêts mélangées en France métropolitaine. Caractérisation à partir des résultats de l'Inventaire Forestier National. *Revue Forestière Française* tome LX, pp. 117-120

ONF, 2005. Guide des sylvicultures : le hêtre en Lorraine. Direction Territoriale Lorraine, 88p.

SARDIN T., BOCK J., BECQUEY J., 2008. Les peuplements mélangés : enjeux et interrogations des gestionnaires. *Revue Forestière Française* tome LX, pp. 121-128