



**HAL**  
open science

## Quels intérêts et limites du mélange d'essences face aux changements globaux ? Les apports du dispositif OPTMix

Nathalie Korboulewsky, Philippe Balandier, Yann Dumas, Marion Gosselin, Anders Mårell, Thomas Perot

### ► To cite this version:

Nathalie Korboulewsky, Philippe Balandier, Yann Dumas, Marion Gosselin, Anders Mårell, et al.. Quels intérêts et limites du mélange d'essences face aux changements globaux ? Les apports du dispositif OPTMix. *La voix de la forêt*, 2022, n°85, pp.21-23. hal-03900952

**HAL Id: hal-03900952**

**<https://hal.inrae.fr/hal-03900952>**

Submitted on 23 Feb 2023

**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.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License



# QUELS INTÉRÊTS ET LIMITES DU MÉLANGE D'ESSENCES FACE AUX CHANGEMENTS GLOBAUX ? LES APPORTS DU DISPOSITIF OPTMIX

Nathalie Korboulewsky, Philippe Balandier, Yann Dumas, Marion Gosselin, Anders Mårell, Thomas Perot, Institut national de la recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement (INRAE) – UR EFNO

LES GESTIONNAIRES forestiers doivent relever des défis : adapter les forêts au changement climatique, répondre à la demande croissante de bois, préserver la biodiversité et la qualité des sols, et assurer le renouvellement des peuplements sous contraintes multiples (conditions stationnelles, compétition, prédation, présence de pathogènes...). Parmi les stratégies envisagées, deux sont souvent citées : réduire la densité des arbres, pour consommer moins d'eau dans un climat futur où l'augmentation des températures et des sécheresses aggravera la contrainte hydrique, et mélanger les essences pour des peuplements plus résistants ou résilients aux aléas biotiques (liés au vivant) et abiotiques, par complémentarité : deux essences différentes ne seraient pas affectées par ces aléas avec la même intensité et l'une pourrait suppléer à l'autre.

Le dispositif OPTMIX (*Oak Pine Tree Mixture* ;

<https://optmix.inrae.fr>), installé par l'INRAE en 2015 en forêt domaniale d'Orléans, teste les facteurs densité des arbres, mélange des essences en présence ou exclusion des ongulés sauvages (cerfs, chevreuils, sangliers), dans des peuplements de chêne sessile et de pin sylvestre. Il évalue leurs effets sur la croissance

des arbres, l'utilisation des ressources (eau, nutriments, lumière), la dynamique de la biodiversité et de la végétation du sous-bois, dont la régénération des arbres.

## PRÉSENTATION DU DISPOSITIF OPTMIX

OPTMIX est composé de trente-trois placettes de 0,5 ha, sélectionnées dans des peuplements équiennes (de même âge) de pin sylvestre et de chêne sessile, âgés de 60 à 80 ans. L'expérimentation couvre au total 40 hectares et comporte trois répétitions pour chaque combinaison des trois facteurs suivants :

- **Composition** : placettes de chêne seul, de pin seul, et de mélange pin-chêne à parts égales.

- **Densité** : placettes de densité faible, moyenne, et forte. La densité faible correspond à une sylviculture dynamique ( $RDI = 0,4$ )<sup>1)</sup>, la densité moyenne à une sylviculture conservatrice ( $RDI = 0,7$ ), et la densité forte, installée seulement en mélange, est la densité maximale atteinte en libre évolution ( $RDI = 1$ ).

- **Herbivorie** : placettes en enclos et en exclos pour étudier l'effet de la présence ou de l'absence des grands herbivores sur l'écosystème.

Les placettes sont équipées d'appareils de mesure du microclimat et des ressources (eau, lumière, nutriments) (photo 1). Des dendromètres automa-



1 - Relevé d'une centrale d'enregistrement des données des appareils de mesure du microclimat (capteurs de température, humidité relative de l'air, rayonnement, pluviomètres, sondes d'humidité du sol, piézomètres).

tiques suivent la croissance en continu d'un échantillon d'arbres. En parallèle, des mesures régulières évaluent la dynamique de populations d'ongulés sauvages et de micromammifères, la diversité des communautés de flore, bryophytes, lichens, mésofaune<sup>2)</sup>, la croissance de la végétation et de la régénération forestière, l'état sanitaire et physiologique des arbres. Le dispositif permet d'aborder des questions capitales comme :

1) L'indice de densité relative ( $RDI$ ) est compris entre 0 (arbres écartés sans concurrence entre eux) et 1 (densité maximale d'un peuplement en libre évolution).

2) Espèces animales de 0,2 à 4 mm de longueur présentes dans la litière et le sol.

■ Quels sont les effets du mélange et de la baisse de densité des arbres sur la consommation en eau, la croissance du peuplement, sa résistance en période de sécheresse et sa biodiversité ?

■ Quels sont les facteurs clefs pour renouveler les peuplements mélangés ?

Nous donnons ici des éléments de réponses à partir des cinq premières années de suivi du dispositif et d'un éclairage bibliographique.

### LA CROISSANCE : RÉDUIRE LA VULNÉRABILITÉ FACE AUX CONTRAINTES HYDRIQUES

L'effet du mélange sur la croissance des arbres en conditions hydriques limitantes dépend de l'identité des espèces et du contexte pédoclimatique. Dans le cas d'OPTMIX, la variabilité interannuelle de croissance du chêne sessile et du pin sylvestre est expliquée principalement par le déficit hydrique du sol ; la croissance en diamètre est réduite de 40 % lorsque les précipitations ne suffisent plus à combler la demande des arbres. Chênes et pins répondent différemment à la sécheresse selon l'essence, la densité du peuplement et la date de la sécheresse : lors de sécheresse de l'été 2016, la densité faible favorisait la croissance des chênes par rapport à la densité moyenne, mais cet effet n'était pas observé pour les pins. Quant au mélange, il favorisait la croissance des chênes au détriment des pins mais uniquement en densité moyenne, et lors d'une sécheresse estivale tardive.

### CONTRAINTES THERMIQUE ET HYDRIQUE S'AJOUTENT, AU DÉTRIMENT DES ARBRES

Les changements climatiques tendent à réduire les pluies estivales (moins d'apports en eau) et augmenter les températures (plus de pertes par évaporation des sols et transpiration des végétaux) : on s'attend à un bilan en eau plus négatif. Sur OPTMIX, il ressort que le pin consomme moins d'eau que le chêne et que les peuplements moins denses consomment moins

d'eau. Mais la hauteur fluctuante de la nappe d'eau temporaire rend le bilan en eau difficile à établir, d'autant que les réserves effectives dépendent aussi de la capacité des racines à absorber l'eau à plus ou moins grande profondeur. Cependant, les premiers résultats indiquent que la moindre densité et le mélange ont un effet trop faible pour contrer les contraintes hydriques et thermiques inégalées des années 2018, 2019 et 2020.

### AMÉLIORER LA NUTRITION MINÉRALE

Facteur clef de croissance, la nutrition minérale des arbres dépend de la fertilité du sol et du niveau de compétition intra- et interspécifique. De nombreux sols forestiers sont pauvres pour au moins un élément nutritif, généralement le phosphore, le magnésium et/ou le potassium. Le mélange peut-il modifier avantageusement le cycle des éléments nutritifs ?

Sur OPTMIX, les chutes de litière représentent 2 à 3 t/ha/an avec, dans les mélanges, 1/3 d'aiguilles et 2/3 de feuilles. La biomasse de litière de chêne est proportionnellement plus élevée en mélange (+ 40 %) qu'en peuplement pur, tandis que le mélange influence peu la litière de pin. En outre, la composition chimique des feuilles et des aiguilles est plus riche en mélange, avec une décomposition plus rapide des litières : au bilan, les retours au sol des nutriments sont plus importants en mélange (photo 2), ce qui améliore la nutrition minérale des arbres.

### COMMENT RENOUVELER LE MÉLANGE ?

Renouveler des peuplements mélangés est un défi si les essences en présence ont des besoins différents, en lumière par exemple. Sur OPTMIX, nous étudions les facteurs de blocage de la régénération sous couvert arboré et leurs interactions. La végétation interférente est un facteur important : la molinie bleue est très compétitive pour l'eau et les éléments



2 - Prélèvement de feuilles et d'aiguilles dans le houppier pour réaliser un diagnostic foliaire et évaluer l'état nutritionnel des arbres (analyses chimiques et comparaison à des seuils d'optimum et de carence).

minéraux, la fougère aigle impose un ombrage important. Les ongulés sauvages sont facteurs de perturbation, au détriment du chêne, dont ils consomment les glands, rejets ou semis. La capacité des essences à produire des graines nombreuses et viables joue aussi. Une thèse, soutenue en 2022, étudie les effets négatifs (compétition) et positifs (facilitation) des mousses sur la germination et l'installation des semis de chênes et pin. (Photos 3 a et b, page suivante).

### LA BIODIVERSITÉ : COMMENT LA PRÉSERVER ET L'AMÉLIORER ?

Les arbres influencent la biodiversité en offrant des supports de vie (écorce, houppier, dendromicrohabitats) ou en créant des conditions de sous-bois (lumière, litière, humus) favorables à certaines espèces plutôt qu'à d'autres. Les effets du mélange sur la biodiversité locale diffèrent selon les groupes d'espèces considérés et l'identité des essences en mélange, mais on note souvent des effets positifs de l'introduction de feuillus dans un peuplement résineux, ou de l'introduction d'une ou deux essences dans un peuplement pur.

Sur OPTMIX, le nombre d'espèces de flore vasculaire et carabidés<sup>3</sup> diffère

3) La famille des Carabidés regroupe des insectes coléoptères terrestres, de grande taille, majoritairement prédateurs, dont les carabes (= espèces du genre *Carabus*), connus pour leurs couleurs vives et métalliques.



3 a et b : Mesure d'un semis de pin sylvestre dans un peuplement mélangé du dispositif OPTMix.

peu entre les trois types de peuplement, alors que pour d'autres groupes (lichens, bryophytes corticoles <sup>4)</sup>, collemboles <sup>5)</sup>), le mélange et les chênaies pures ont des communautés nettement plus riches et abondantes que les pineraies pures. Les mélanges offrent des habitats plus variés, mais leur richesse en espèces n'est souvent qu'intermédiaire par rapport aux richesses des peuplements purs. En outre, la composition des communautés montre aussi l'intérêt des peuplements purs, même les moins riches : ainsi, trois espèces de bryophytes sont préférentiellement associées aux pineraies pures, sept sont préférentiellement associées aux chênaies pures, et une est associée au pin en mélange. De plus, les communautés de faune du sol sont souvent les mêmes en peuplements mélangés, quelle que soit la nature des essences en présence. À l'échelle du paysage, il faut donc de tout : des peuplements purs (pauvres ou riches, mais avec des espèces qui leur sont préférentielle-

ment associées) et des mélanges (riches, avec en plus des espèces préférentiellement associées à une essence quand elle est en mélange).

#### LES ONGULÉS SAUVAGES : ACTEURS MAJEURS DE L'ÉCOSYSTÈME

Les populations d'ongulés sauvages ont triplé au cours des dernières décennies. Leurs interactions avec le milieu englobent de multiples mécanismes et forment un réseau très complexe qu'OPTMix cherche à démêler.

Ainsi, nous avons montré que l'abroustissement par le chevreuil peut moduler le rapport de dominance entre le chêne sessile et une espèce compétitrice, la ronce. Mais il est difficile de trouver les bons dosages de lumière d'une part, par ouverture du peuplement, et de pression d'herbivorie, d'autre part, par gestion des populations de chevreuils, pour limiter la concurrence de la ronce et augmenter son rôle de protection du chêne face à la dent du gibier.

Nous avons montré aussi que re-

courir au recépage pour régénérer les chênes sous couvert n'est envisageable qu'en maintenant les populations de cervidés à un niveau très faible ou en utilisant des moyens de protection, car l'abroustissement répété augmente la mortalité des souches et empêche la croissance des rejets. Enfin, en consommant préférentiellement certains végétaux, les ongulés contribuent à modifier la composition et la richesse des communautés végétales et in fine à substituer des essences forestières. À terme, ces travaux permettront de mieux comprendre les mécanismes par lesquels les ongulés sauvages influencent la dynamique de renouvellement de la forêt et contribuent au maintien de la biodiversité forestière.

#### CONCLUSION

Le dispositif OPTMix étudie les effets conjugués du climat, de la gestion (mélange, densité) et des grands herbivores sur le fonctionnement des forêts tempérées de chênes et pins de plaine. Les premiers résultats ont révélé des intérêts du mélange vis-à-vis de l'acquisition des ressources, mais aussi des limites. Par ailleurs, il apparaît plus pertinent d'étudier certains objectifs, comme l'amélioration de la biodiversité, à l'échelle du massif plutôt qu'à celle de la parcelle. Ces travaux permettront de mieux comprendre le fonctionnement de ces forêts dans la durée, ainsi que les intérêts et les limites des solutions techniques envisagées ■

#### POUR ALLER PLUS LOIN

Pour les lecteurs qui souhaiteraient approfondir ce sujet, nous serons heureux de leur fournir les références bibliographiques correspondantes.

4) Bryophytes (= mousses et hépatiques) qui se développent sur l'écorce des arbres.

5) Espèces de la mésofaune qui participent à la décomposition des matières organiques et qui sont des bioindicateurs de l'état biologique des sols.