

LES FORÊTS MÉLANGÉES

La forêt française regroupe une multitude de forêts, différentes tant par leurs essences que par leur composition. Sur la moitié de la superficie forêt française, deux essences ou plus cohabitent. Ce numéro de L'IF, grâce aux données de l'inventaire forestier, caractérise ces forêts en termes de localisation, de ressources, de biodiversité et de productivité.

SOMMAIRE

Introduction 2

Localisation et caractéristiques des forêts mélangées 4

Plus de forêts mélangées dans l'Est 4

Les mélanges d'essences varient géographiquement 5

Moins de prélèvements dans les forêts mélangées 7

L'affinité des essences feuillues au mélange est plus forte 7

Plus de vieux bois mort sur pied dans les peuplements mélangés 9

Conclusion 12

Introduction

La diversité bioclimatique française engendre une diversité des paysages forestiers. Les forêts de Lorraine ne ressemblent pas aux forêts des Alpes, ni à celles du Massif central ou de Sologne. Cette diversité se retrouve également plus localement, au sein même des peuplements forestiers. La moitié de la superficie forestière française est ainsi constituée de forêts mélangées, c'est-à-dire de peuplements contenant plusieurs essences d'arbres.

Le mélange d'essences présenterait des intérêts biologiques et écologiques et pourrait faire partie des réponses pertinentes à l'adaptation des forêts aux changements globaux. Il offrirait :

- une meilleure adaptabilité des peuplements face aux perturbations climatiques ;
- une moins grande exposition aux ravageurs ;
- une plus grande diversité d'habitats ;
- une biodiversité plus élevée ;
- etc.

Ce type de forêt peut aussi être pertinent économiquement : une meilleure productivité des forêts mélangées a pu être observée dans certains contextes (cf. encadré p. 9). De même la qualité supérieure de certains produits en forêt mélangée

est reconnue. C'est le cas par exemple des pins sylvestres en mélange avec du chêne en région Centre. Enfin, une meilleure adaptabilité au marché serait possible, grâce à la disponibilité de plusieurs essences sur une même parcelle. Tous ces points font l'objet de recherches actives et ont notamment suscité la mise en place de l'action COST¹ EuMIXFOR (www.mixedforests.eu).

Avant 2004², la composition des peuplements était une donnée globale, estimée par les agents de terrain de l'inventaire forestier. Depuis 2004, ils estiment les taux de couvert de chaque essence et c'est cette donnée qui est combinée pour estimer la composition des peuplements. D'autres données telles que le pourcentage de surface terrière pourraient également être utilisées afin de classer les peuplements.

Peuplement de feuillus mélangés dans les Pyrénées-Atlantiques



¹ Programme de Coopération européenne dans le domaine de la recherche scientifique et technique.

² Année de mise en place de la nouvelle méthode d'inventaire forestier (cf. bibliographie en fin de document : Hervé *et al.*, 2014).

Le degré de mélange des forêts est estimé par l'inventaire à partir des taux de couvert des arbres. Le taux de couvert correspond à la projection verticale du houppier des arbres. Il est estimé pour chaque essence par les agents de terrain, à vue, en dixièmes de surface. Ils notent les couverts absolu et relatif (ayant accès à la lumière) de chaque espèce.

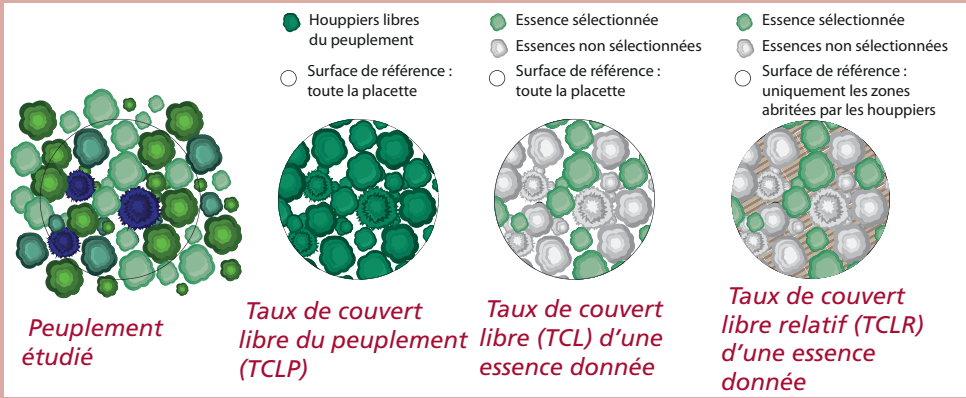


Fig 1. Méthode de calcul des différents taux de couvert

Détermination des taux de couvert libre

Plusieurs types de couverts sont calculables (figure 1). Les principaux taux de couvert utilisés sont :

- Le taux de couvert libre du peuplement (TCLP). Il représente la somme des taux de couvert libre des arbres qui ont un accès direct à la lumière, rapporté à la superficie de la placette ;
- Le taux de couvert libre (TCL) d'une essence. Il correspond à la somme des couverts des houppiers de cette essence qui ont un accès direct à la lumière, rapportée à la superficie de la placette ;
- Le taux de couvert libre relatif (TCLR) d'une essence. Il correspond au couvert libre d'une essence, rapporté au couvert libre du peuplement.

Le rayon de la placette d'observation varie selon que l'on prenne ou non en compte les arbres non recensables³ : le couvert des arbres recensables est évalué sur une placette de 25 m de rayon et celui des arbres non recensables l'est sur une placette de 15 m de rayon.

Pour la suite, seuls les taux de couverts libres des arbres recensables seront utilisés. Par ailleurs, sur tous les points d'inventaire où le taux de couvert libre du peuplement recensable n'atteint pas 15 %, le peuplement sera considéré comme non recensable et aucune composition ne sera calculée.

Calcul du nombre d'espèces en mélange

Le nombre d'espèces du peuplement est déterminé à partir des taux de couvert libre relatif de chaque espèce. Il correspond au nombre minimum d'espèces nécessaires pour obtenir un taux de couvert de 75 % (figure 2). Plus le nombre d'essences à regrouper pour atteindre 75 % est grand, plus le peuplement est mélangé.

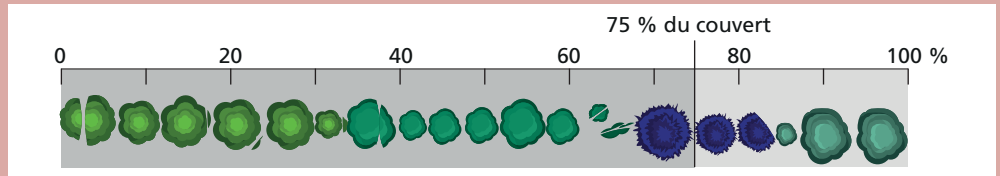


Fig 2. Détermination du nombre d'espèces à 75 % du couvert

Dans ce numéro de L'IF ainsi que dans la majorité des publications de l'inventaire, on distingue :

- **Les peuplements monospécifiques.** On y regroupe les « peuplements purs » (peuplement à une seule espèce) et les « peuplements à une essence prépondérante » (aucune essence n'a un taux de couvert libre relatif qui atteint 75 %, mais une essence domine et dépasse 50 % et aucune autre essence n'a un taux de couvert libre relatif supérieur à 15 %).
- **Les peuplements mélangés,** regroupant les peuplements de deux espèces ou plus.

Définition de la composition

La composition des peuplements est déterminée en identifiant les essences et en les classant dans l'ordre décroissant des taux de couvert (TCLR) (figure 2). Environ 5000 types de compositions différentes ont ainsi été déterminés pour les neuf dernières campagnes d'inventaire. Ces compositions présentent toutefois un très fort niveau de détail : on y distingue par exemple les « mélanges de hêtre, sapin pectiné et érable sycomore » des « mélanges de sapin pectiné, hêtre et érable sycomore ». Des regroupements emboîtés à plusieurs niveaux ont donc été effectués afin de rendre l'ensemble exploitable : « mélange hêtre, sapin pectiné et une seule autre essence (hors épicéa commun) » (niveau 4 – 115 types) puis « hêtraie sapinière » (niveau 3 – 39 types), « hêtraie sapinière pessière » (niveau 2 – 19 types) et mélange mixte (niveau 1 – 5 types).

Ces données de nombre d'espèces et de composition sont toutefois à manipuler avec précautions. En effet, les taux de couvert des placettes sont estimés sur une placette de 25 m de rayon, ce qui correspond à une surface d'environ 20 ares, qui n'est pas forcément représentative de l'échelle « peuplement » des forestiers. Par ailleurs, il faut être prudent lors de la confrontation de ces données de composition avec les données dendrométriques, qui sont relevées sur une placette de 15 m de rayon maximum.

³ Arbres dont le diamètre à 1,3 m est inférieur à 7,5 cm de diamètre

Localisation et caractéristiques des forêts mélangées

Plus de forêts mélangées dans l'Est

Les données relevées sur les couverts depuis la campagne 2005 permettent d'obtenir une bonne représentativité du niveau de mélange des forêts françaises : 7,2 millions d'hectares de forêts, soit la moitié de la forêt française (ayant un couvert recensable), sont composés d'au moins deux essences.

Géographiquement (figure 3), ces forêts sont plus présentes dans le nord-est de la France. Plus de 70 % des forêts des deux grandes régions écologiques (GRECO) « Grand-Est semi continental » et « Jura » sont des forêts mélangées. La GRECO « Sud-Ouest océanique » possède un faible pourcentage de forêts mélangées dû au très fort poids du massif landais, où les peuplements

monospécifiques de pin maritime couvrent près de 440 000 hectares. La zone méditerranéenne se caractérise également par des peuplements faiblement mélangés (peuplements monospécifiques de chêne vert, chêne pubescent et pin d'Alep).

en forêt domaniale à 55 % dans les autres forêts publiques et 49 % pour les forêts privées. De même que pour les tendances globales nationales, les forêts mélangées publiques se situent principalement dans le nord-est de la France (figure 4).

En termes de propriété, le pourcentage de peuplements mélangés montre peu d'écarts : il va de 46 %

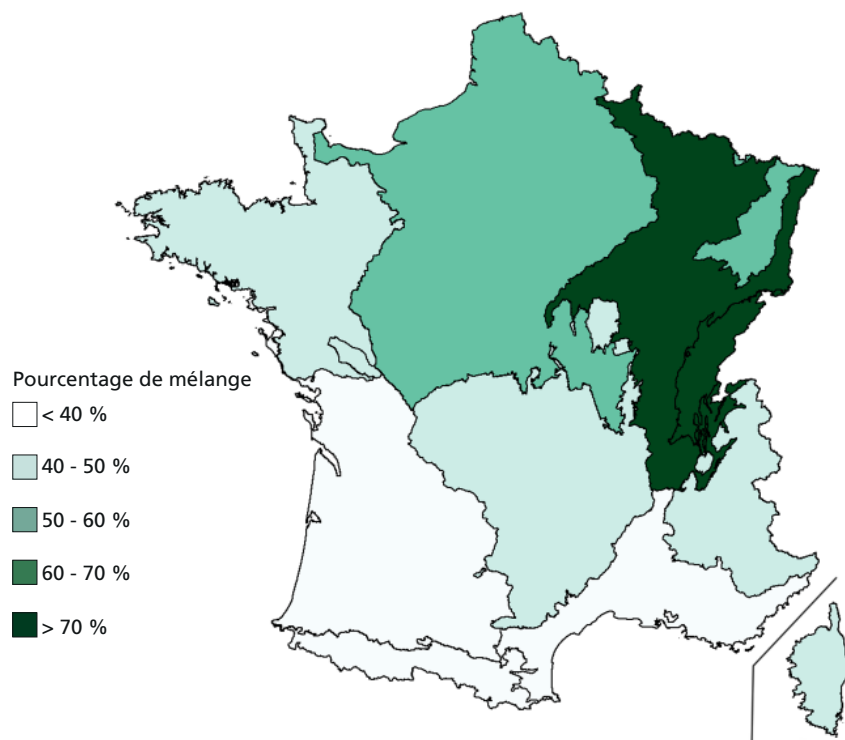


Fig 3. Proportion de forêts mélangées en surface par grande région écologique

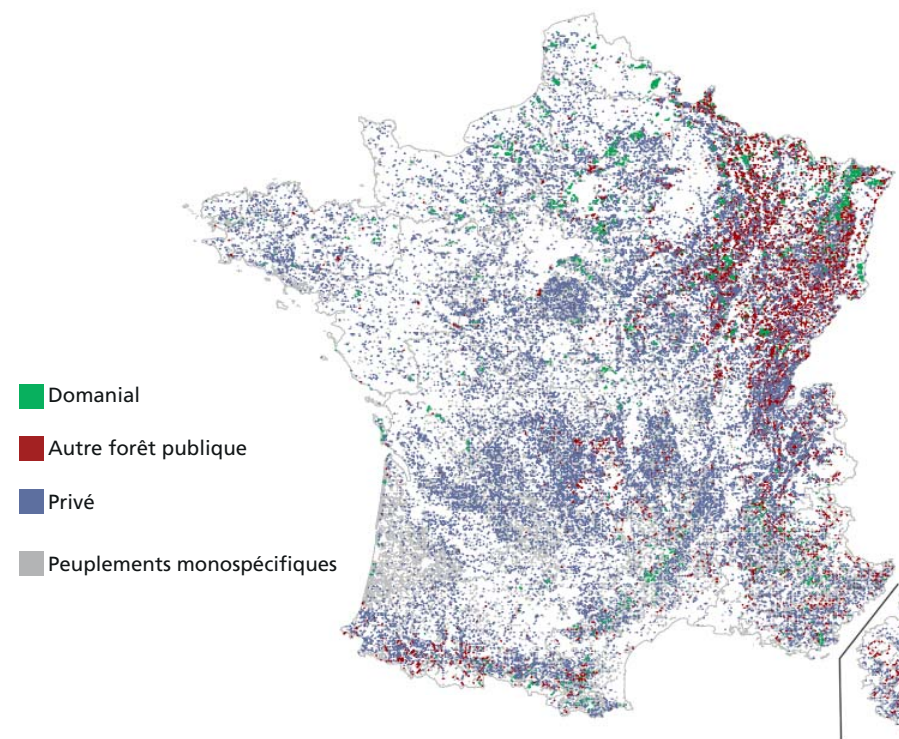


Fig 4. Propriété des forêts mélangées

En observant la diversité des mélanges (figure 5), il apparaît que la majorité d'entre eux (67 %) sont composés de deux essences. Les peuplements à trois (25 %) ou quatre essence ou plus (8 %) sont globalement plus répandus dans le « Grand-Est semi-continentale » et dans le « Jura ».

Les mélanges d'essences varient géographiquement

En termes de composition, deux tiers de la surface des forêts mélangées sont des mélanges de feuillus (figure 6). On les retrouve principalement en plaine. Les mélanges

feuillus-résineux représentent 27 % de la surface des peuplements mélangés et sont souvent localisés dans les massifs montagneux (Alpes, Jura, Vosges, Massif central) mais aussi dans des forêts de plaine (Sologne). Les mélanges de conifères sont assez rares, ils ne représentent que 6 % de la surface forestière.

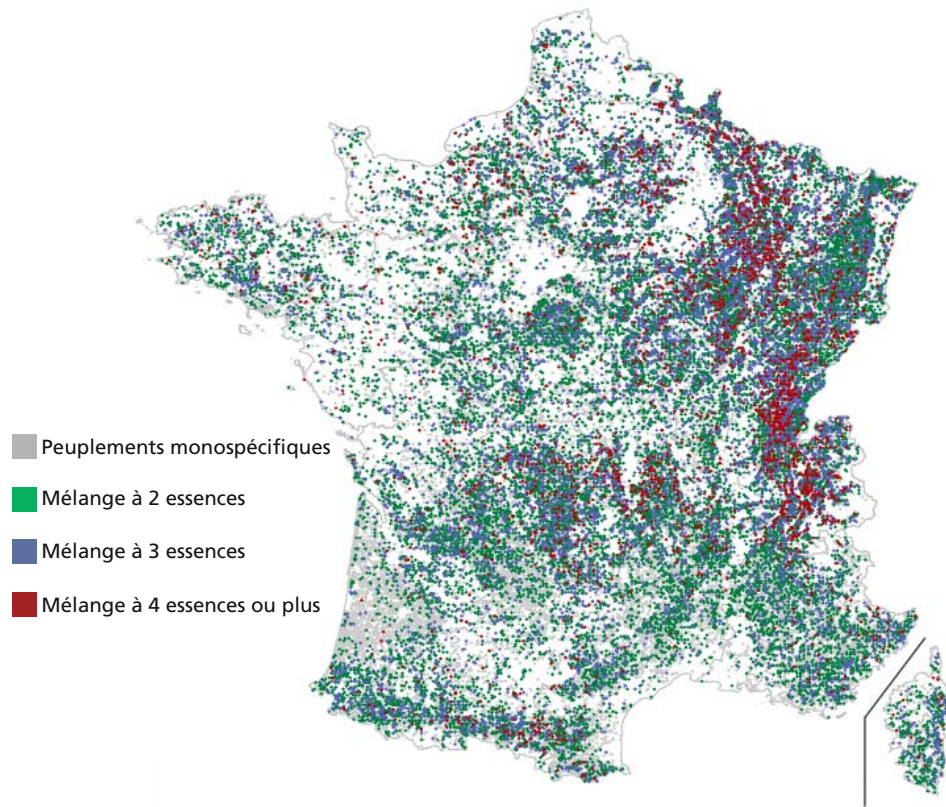


Fig 5. Diversité des forêts mélangées

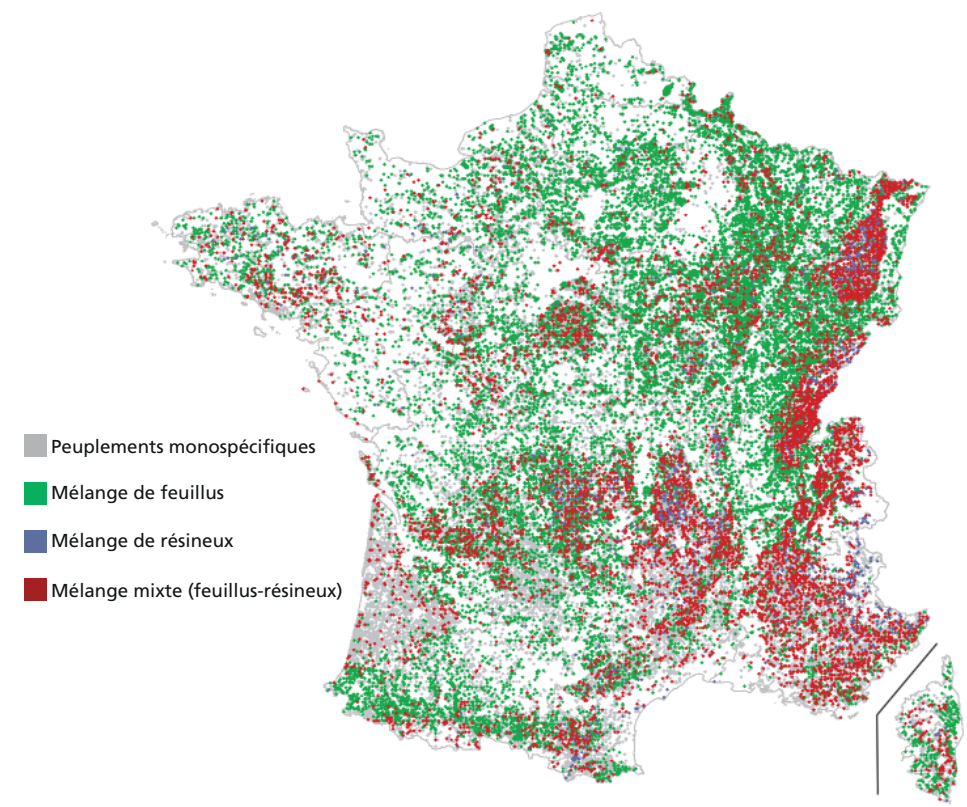


Fig 6. Composition des forêts mélangées

En précisant la composition, on peut identifier les principaux mélanges présents dans les forêts françaises (figures 7 A). Les mélanges contenant du chêne sont les plus courants : la chênaie-charmaie (740 000 ha), la chênaie-hêtraie (680 000 ha) et la chênaie-frênaie (510 000 ha). Ces trois mélanges se situent là où les conditions climatiques et hydriques, notamment, conviennent à ces essences, c'est-à-dire essentiellement dans le nord de la France ou plus au sud mais alors en altitude (Pyrénées et Massif central).

Pour les mélanges avec résineux, on distingue les mélanges de montagne avec des hêtres, des sapins et des épicéas (423 000 ha), que l'on retrouve en majorité dans les Alpes, le Jura et les Vosges (figures 7 B) et des mélanges de chênes et pins (498 000 ha) qui se situent en Aquitaine, en région Centre et sur le pourtour méditerranéen (l'essence de pin évolue alors selon la distance à la côte).

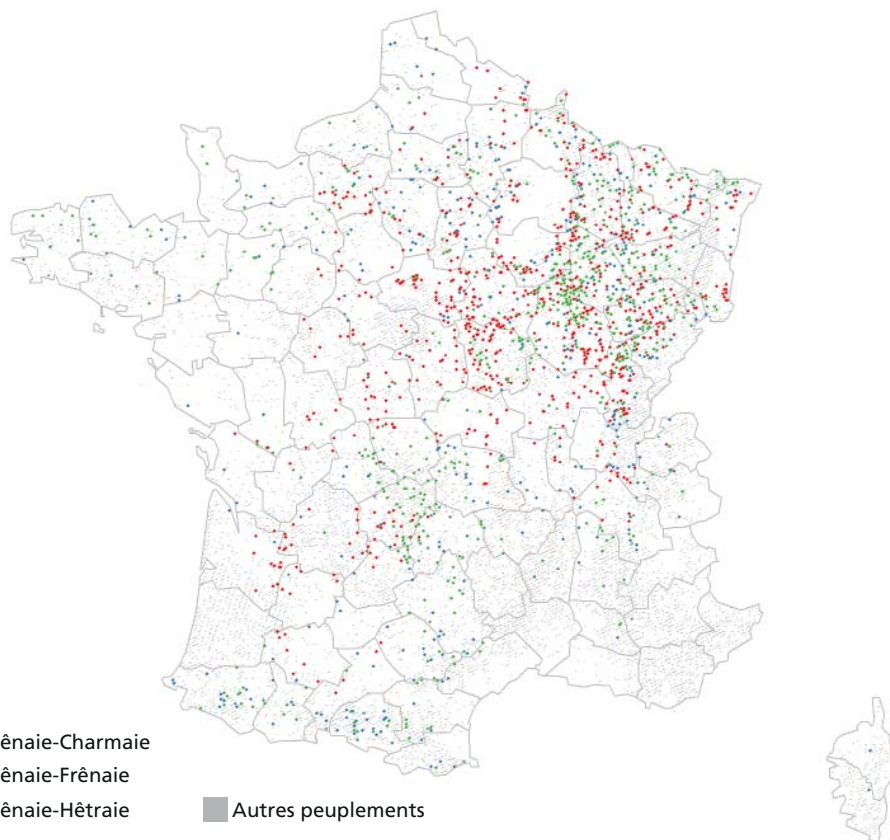


Fig 7. A - Mélanges de chênes avec charme, hêtre ou frêne

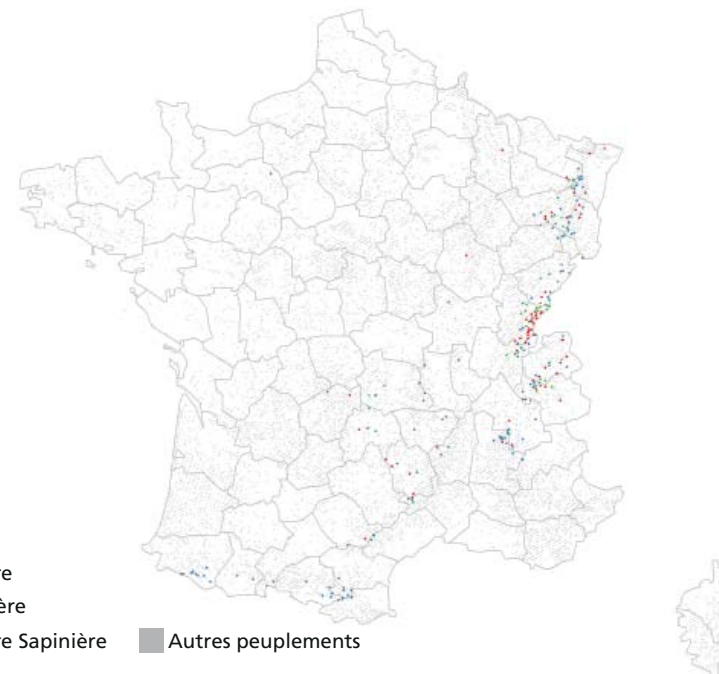


Fig 7. B - Mélanges de hêtre avec sapin et épicéa

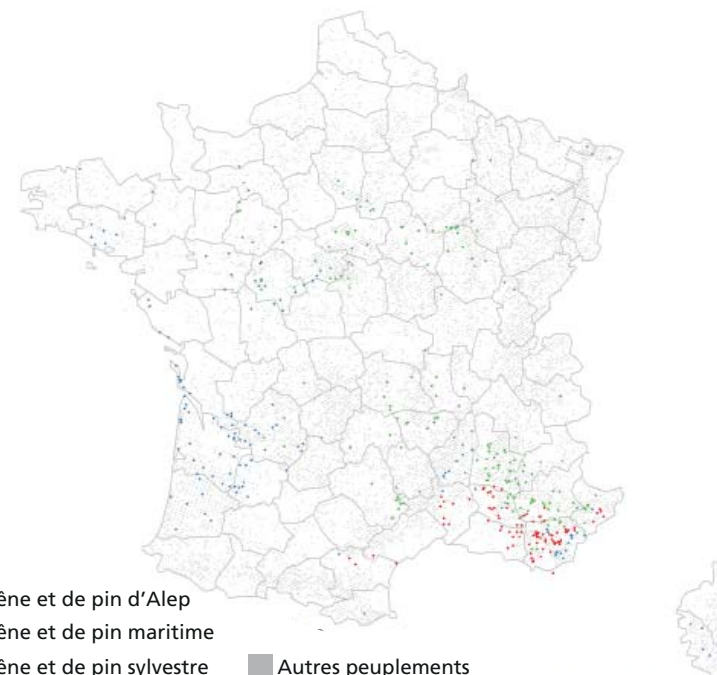


Fig 7. C - Mélanges de chênes et de pins

Moins de prélèvements dans les forêts mélangées

En termes de volume à l'hectare et de production, les peuplements monospécifiques et les peuplements mélangés se ressemblent. Ils présentent un volume (environ 176 m³/ha) et une production (environ 6 m³/ha/an) sensiblement identiques (figure 8).

Toutefois, l'analyse du bilan des flux montre de nettes différences quant

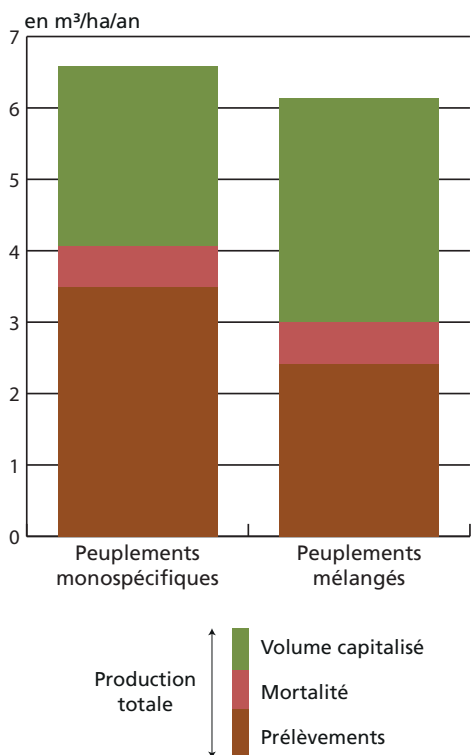


Fig 8. Comparaison des flux à l'hectare en peuplement monospécifique et en peuplement mélangé

aux prélèvements et au volume capitalisé. Les prélèvements sont plus faibles dans les peuplements mélangés que dans les peuplements monospécifiques (42 % de la production des peuplements mélangés contre 58 % de celle des peuplements monospécifiques), et le volume capitalisé est donc plus important dans les peuplements mélangés (3,1 m³/ha/an contre 2,5 m³/ha/an).

Dans les peuplements monospécifiques, les prélèvements de pin maritime représentent un quart des prélèvements, ce qui explique une grande part de l'écart entre les deux types de peuplements. En effet, en faisant abstraction du pin maritime, les prélèvements en peuplements monospécifiques s'élèvent à 2,6 m³/ha/an contre 2,3 m³/ha/an pour les peuplements mélangés.

Pour établir le bilan des flux d'un type de peuplement, on observe, sur une période donnée, le volume de bois qui est produit (la production totale), le volume de bois qui est mort (la mortalité) et le volume qui a été coupé (les prélèvements). En retirant ces deux derniers termes à la production, il est possible de montrer si la ressource forestière a augmenté, ou diminué sur la période. Lorsqu'elle augmente, on parle de capitalisation.

L'affinité des essences feuillues au mélange est plus forte

À partir des données d'inventaire, il est possible de montrer l'affinité des essences aux mélanges.

Dans un premier temps, nous avons calculé pour chaque essence, la part de son volume en peuplement mélangé (figure 9). Il est ainsi possible d'identifier les essences qui semblent plus fréquentes en peuplements mélangés plutôt qu'en peuplements monospécifiques.

On observe que les essences qui ont la majorité de leur volume en peuplements mélangés sont celles que l'on caractérise en général comme des essences secondaires : le charme, le tilleul, le tremble, et les érables dont 80 % du volume est en peuplement mélangé. Le premier grand chêne (le chêne pédonculé) n'arrive qu'à la 17^e place sur les 65 essences étudiées, et le premier résineux (le sapin pectiné) arrive 24^e.

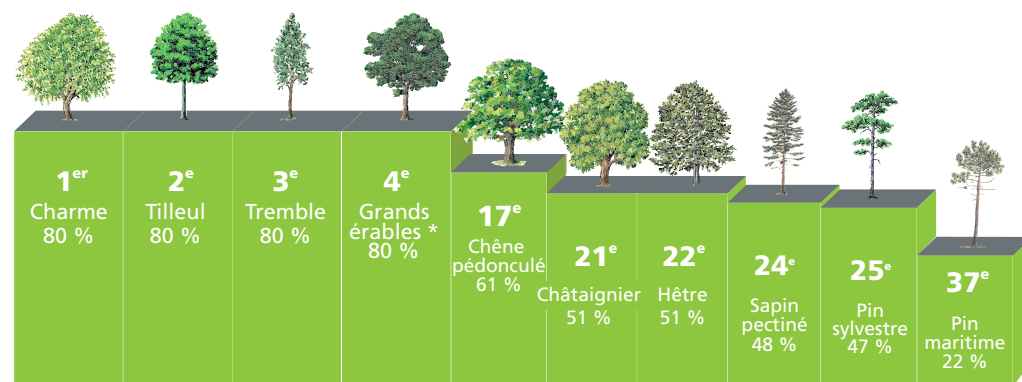


Fig 9. Classement des essences selon la part de leur volume en peuplements mélangés

Nombre moyen d'espèces arborées sur les placettes où chaque essence est présente

CLASSEMENT	ESSENCES	NOMBRE MOYEN D'ESPÈCES ARBORÉES
1	Tilleul à grandes feuilles	9,1
2	Tilleul à petites feuilles	8,4
3	Aubépine monogyne	8,4
12	Frêne commun	7,7
17	Charme	7,1
18	Épicéa commun	7,1
19	Sapin pectiné	7,0
21	Douglas	6,9
23	Hêtre	6,7
24	Châtaignier	6,6
25	Chêne pédonculé	6,6
26	Chêne sessile	6,6
27	Pin sylvestre	6,4
28	Chêne pubescent	5,5
29	Chêne vert	4,3
30	Pin maritime	4,3

À partir des données brutes, il est aussi possible d'analyser, pour chaque essence, le nombre moyen d'espèces arborées sur les placettes où elle est présente (tableau 1). On montre ainsi que les placettes possédant des tilleuls ou de l'aubépine monogyne sont les placettes

qui ont en moyenne le nombre d'espèces arborées le plus élevé (plus de 8,4). L'épicéa commun et le sapin pectiné sont en moyenne entourés de sept espèces arborées tandis que les chênes sessile et pédonculé ont un nombre moyen d'espèces de 6,6.

Pour compléter l'analyse de l'affinité des peuplements au mélange, on peut comparer, pour chaque essence, sa production lorsqu'elle est en mélange et sa production lorsqu'elle est en peuplement monospécifique (figure 10). On observe ainsi que certaines essences ont une production plus élevée en mélange : le chêne pédonculé, le charme, le frêne, et dans une moindre mesure le hêtre, tandis que l'épicéa commun, le Douglas, le pin maritime, et dans une moindre mesure le

chêne rouvre, sont plus productifs en peuplements monospécifiques. Cette comparaison n'est toutefois qu'une constatation des résultats de l'inventaire au niveau national et ne permet pas de conclure que le mélange est à lui seul la cause de cet écart de production. Elle ne tient notamment pas compte du type de sol, du climat et de la gestion sylvicole. Pour pousser cette analyse plus loin, une thèse a été menée à partir des données d'inventaire pour montrer l'influence du mélange sur la croissance des essences (voir encadré p. 9).

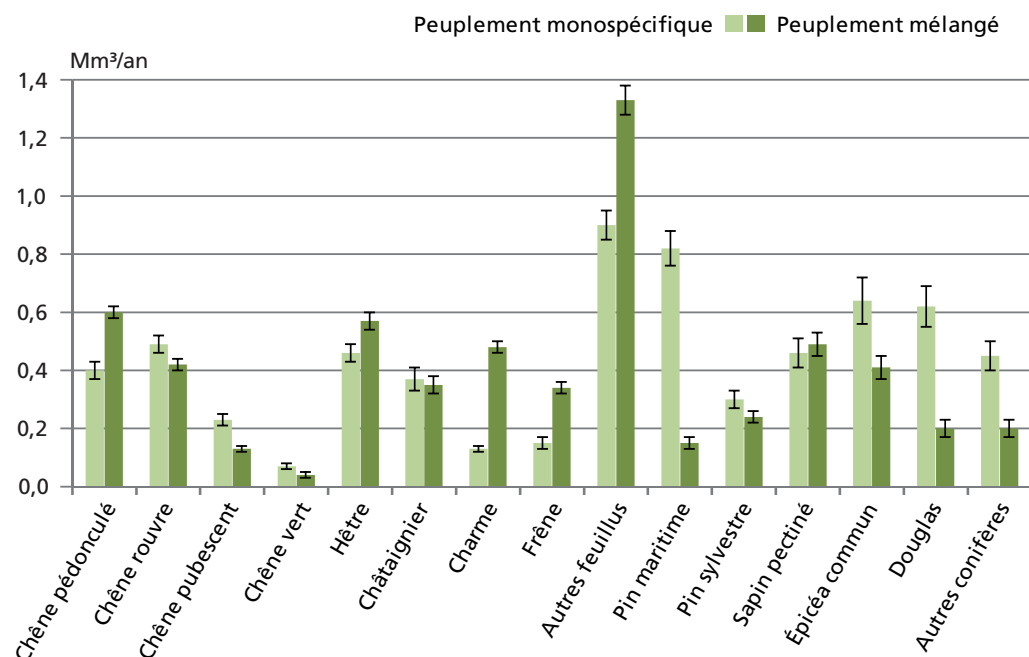


Fig 10. Comparaison de la production biologique des essences en peuplements monospécifiques et en peuplements mélangés

Plus de vieux bois mort sur pied dans les peuplements mélangés

Les peuplements mélangés sont souvent mis en avant comme un mode de gestion qui encourage la biodiversité des peuplements. L'inventaire forestier relève des données comme le bois mort sur pied et le bois mort au sol qui peuvent favoriser la biodiversité dans les peuplements forestiers. Des écarts significatifs sont visibles (figure 11 A) : le volume à l'hectare des arbres morts sur pied de plus de

cinq ans est supérieur dans les forêts mélangées, tandis que celui des chablis y est inférieur. Cet écart va de pair avec la moindre exploitation des peuplements mélangés. Dans les forêts gérées, les arbres dépérissants ou morts sont en général rapidement coupés pour pouvoir être valorisés avant la dépréciation du bois.

Aucune différence significative n'est visible au niveau des arbres morts depuis moins de cinq ans et du bois mort au sol.

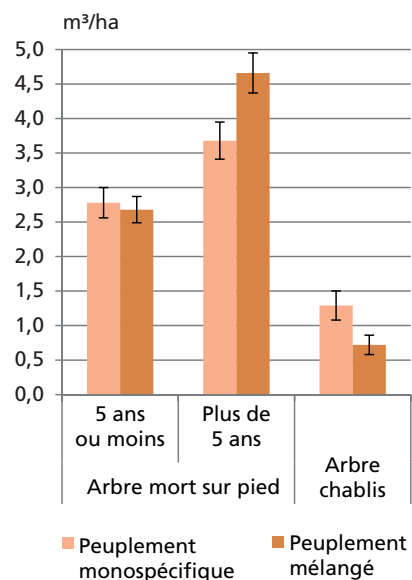


Fig 11. A - Comparaison du volume hectare des arbres morts sur pied et chablis en peuplement monospécifique et en peuplement mélangé

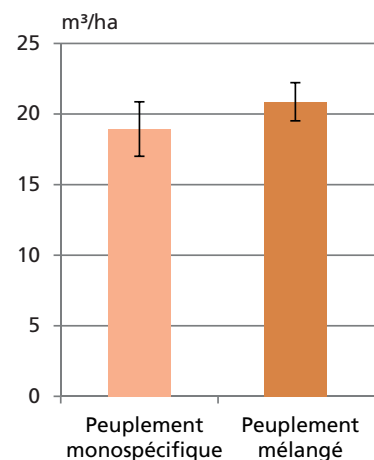


Fig 11. B - Comparaison du volume hectare de bois mort au sol en peuplement monospécifique et en peuplement mélangé

UNE THÈSE POUR ÉTUDIER LA PRODUCTIVITÉ DES PEUPELEMENTS MÉLANGÉS À L'ÉCHELLE NATIONALE

Dans le cadre d'un travail de thèse (M. Toïgo, 2015), l'Institut national de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture (IRSTEA) avec le soutien de l'Office National des Forêts (ONF) s'est intéressé aux effets du mélange d'essences sur la productivité des peuplements forestiers à partir des données d'inventaire 2006-2010. Ces données ont permis, sur plusieurs couples d'essences et dans des conditions environnementales variées, de comparer la productivité des essences en peuplements purs et mélangés (Toïgo *et al.* 2015). Dans cette étude, les critères de sélection des peuplements purs et mélangés s'appuient sur les données dendrométriques de l'inventaire, soit sur des placettes de 15 mètres au maximum. Pour caractériser l'effet du mélange sur la productivité des essences, un modèle de croissance a été construit pour les peuplements purs, puis appliqué dans les mélanges de manière à mettre en évidence les écarts de productivité entre ces deux types de composition. La comparaison est effectuée à l'échelle globale des peuplements, puis en observant les réponses individuelles de chaque essence. Une dernière étape a consisté en l'analyse de l'influence des conditions du milieu sur l'effet du mélange.

Modélisation à partir des données d'inventaire

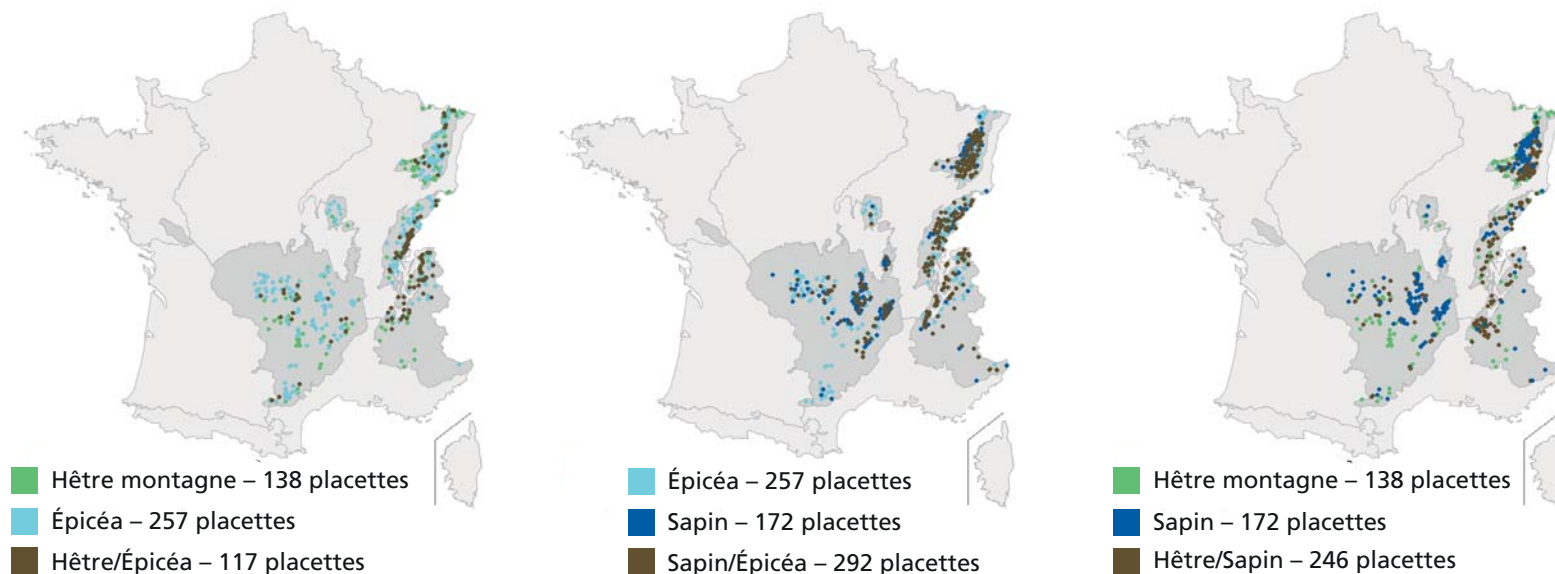
Le modèle de croissance des peuplements purs prédit la croissance en surface terrière d'un peuplement à partir des conditions environnementales (relief, sol, climat), du stade de développement du peuplement (représenté par le diamètre quadratique moyen) et de la sylviculture qui y est menée (capital sur pied, représenté par une fonction du nombre de tiges pour un diamètre moyen donné). À partir du modèle de croissance de l'essence en peuplement pur, les auteurs estiment la productivité attendue de l'essence en peuplement mélangé sans effet du mélange. L'écart entre cette productivité attendue et la productivité observée de l'essence en peuplement mélangé mesure l'effet du mélange.

Des peuplements feuillus, résineux, de plaine et de montagne ont été sélectionnés pour observer une plus grande diversité de réponses. Les auteurs ont choisi des essences bien représentées en monocultures et en peuplements mélangés. Il s'agit pour les mélanges de plaine, des peuplements de chêne sessile/hêtre et de chêne sessile/pin sylvestre. Les peuplements de hêtre/épicéa, hêtre/sapin et sapin/épicéa ont été mobilisés pour les peuplements de montagne.

Pour chaque essence, deux types de placettes d'inventaire ont été sélectionnées : les placettes où l'essence est pure (une seule espèce représente 100 % de la surface terrière) et les placettes où deux essences sont en mélange (la surface terrière des deux essences principales doit être au moins supérieure à 80 % de la surface terrière de la placette et la représentation des autres essences sur la placette ne doit pas dépasser celles des essences étudiées). Cette analyse est restreinte aux futaies régulières. Les modèles incluent les facteurs environnementaux afin de comparer peuplements purs et mélangés, toutes choses étant égales par ailleurs. De plus, pour éviter de trop grands écarts dans les conditions abiotiques, les peuplements purs et mélangés sont sélectionnés dans les mêmes GRECO. Les placettes de montagne ont été sélectionnées dans les GRECO Massif central, Vosges, Alpes et Jura, et les placettes de plaine dans les GRECO Grand ouest cristallin et Océanique, Centre nord semi-océanique et Grand-Est semi-continental (figure 12).

suite page suivante

3 mélanges de montagne



2 mélanges de plaine

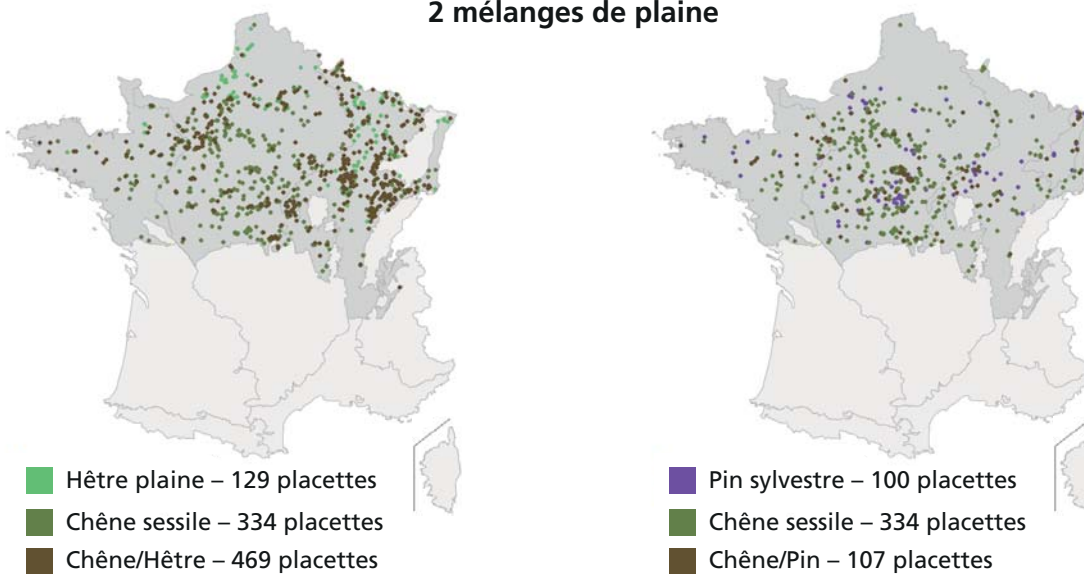


Fig 12. Répartition des espèces sélectionnées pour la modélisation

Le hêtre est l'essence à qui le mélange profite le plus

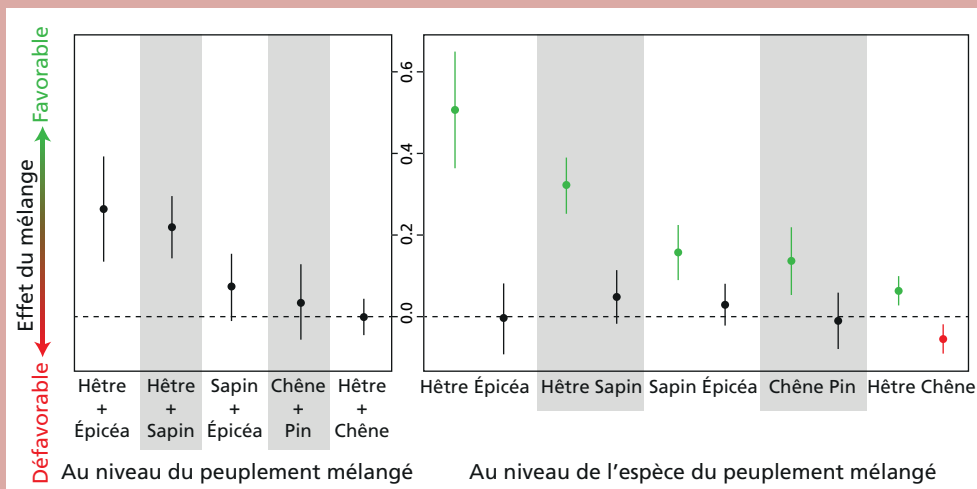


Fig 13. Effet du mélange sur la productivité des peuplements, dans le cas de proportions équilibrées (50 % de chaque espèce)

L'analyse globale par peuplement (figure 13) montre que le mélange d'essences entraîne une augmentation de productivité pour les peuplements de montagne (mélanges à base de hêtre, épicéa et sapin) mais quasiment pas pour les peuplements de plaine (mélanges à base de chêne, pin et hêtre). En détaillant les réponses par essence, on peut souligner le fait que dans les cas étudiés, le mélange profite souvent plus à une des deux essences. En effet, le hêtre profite toujours plus que l'autre essence, que ce soit en plaine ou en montagne. Cette augmentation de productivité indique que la compétition intraspécifique (c'est-à-dire entre les arbres d'une même essence) est supérieure à la compétition interspécifique (entre arbres d'essences différentes).

Aussi, en plaine dans le mélange hêtre/chêne, l'effet positif du chêne sessile sur la productivité du hêtre s'accompagne d'un effet négatif du hêtre sur la productivité du chêne sessile. Ces résultats indiquent une compétitivité du hêtre supérieure à celle du chêne. Les deux effets se compensent à l'échelle du peuplement ce qui conduit à un effet du mélange global nul.

Ces résultats peuvent être nuancés car dans cette étude un effet positif du mélange sur la productivité globale du peuplement signifie que le mélange produit plus que la moyenne des productivités des populations en peuplement pur, pondérée par leurs proportions dans le mélange. Cela ne signifie donc pas que le mélange est plus productif que la plus productive des essences en peuplement pur. Enfin ces résultats concernent la productivité des peuplements et non pas la qualité du bois, sur laquelle les conséquences du mélange peuvent être différentes.

Le bénéfice du mélange augmente lorsque les conditions du milieu sont défavorables

En analysant l'effet du mélange sur la productivité des essences en fonction des conditions du milieu (figure 14), on constate que celles-ci influencent de manière significative la productivité des mélanges en montagne. On observe ainsi pour toutes ces essences que plus les conditions du milieu sont défavorables à la croissance des essences, plus le bénéfice du mélange augmente. Quelles que soient les conditions environnementales, la croissance du hêtre est toujours supérieure à celle des peuplements purs. En revanche, dans des conditions de station optimales pour la productivité, les mélanges possédant du sapin ou de l'épicéa, peuvent avoir une croissance inférieure aux peuplements purs. Les mélanges étudiés sont donc généralement favorables par rapport aux peuplements purs lorsque les conditions de station sont défavorables à la croissance des essences.

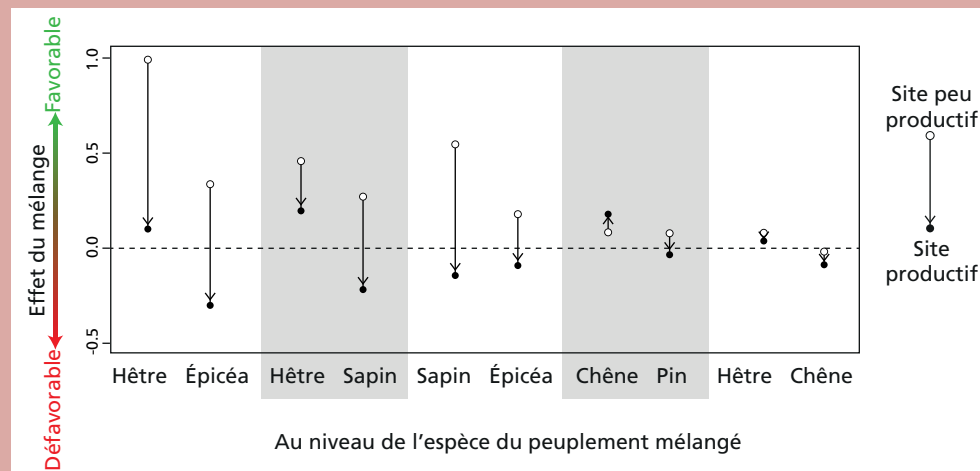


Fig 14. Impact du mélange sur la productivité des essences selon la productivité de la station

Conclusion

Les données d'inventaire, de par leur diversité, permettent d'analyser toute une gamme de caractéristiques des forêts mélangées. Elles apportent des éléments sur la répartition, la composition et la biodiversité potentielle des peuplements. Il est aussi possible d'orienter les analyses vers les essences elles-mêmes pour observer leur comportement en mélange (affinité, diversité des placettes, impact sur la production, etc.).

Ces données sont d'autant plus facilement mobilisables qu'elles sont modulables : la composition des peuplements forestiers étant définie à partir des taux de couvert de chaque espèce, le mode de calcul peut être adapté selon les contextes et les demandes.

Toutes les combinaisons *a posteriori* de ces données analytiques sont possibles et offrent une grande flexibilité permettant de produire à la demande des résultats nouveaux. Il est par exemple possible de redéfinir le seuil de définition d'une forêt mélangée ou de moduler ses propres compositions de peuplements.

Ces données fournissent également de la matière à des recherches de haut niveau, publiées dans des revues mondiales reconnues et permettent aux chercheurs impliqués d'aborder la question des mélanges à des échelles auxquelles ils ne pourraient avoir accès sans elles. Elles constituent donc une source de données de qualité qui peut être mobilisée facilement et dont l'exploitation n'en est qu'à ses débuts.

Morneau F., Duprez C., Hervé J-C., *Les forêts mélangées en France métropolitaine. Caractérisation à partir des résultats de l'Inventaire Forestier National*, Revue Forestière Française, LX-2, 2008, 107-120pp.

Landeau S., Landmann G., *Les peuplements forestiers mélangés. Introduction aux ateliers Recherche et Gestion Forestière (REGEFOR) 2007*, Revue Forestière Française, LX-2, 2008, 99-105pp.

Hervé J.-C., Wurpillot S., Vidal C. et Roman-Amat B., *L'inventaire des ressources forestières en France : un nouveau regard sur de nouvelles forêts*, Revue Forestière Française, LXVI-3, 2014, 247-260pp.

Toïgo M., *Productivité des forêts mélangées : Effet de la diversité en essences dans un contexte climatique et édaphique variable*, Doctorat en Biologie forestière, Université d'Orléans, 2015.

Toïgo M. et al, *Overyielding in mixed forests decreases with site productivity*, Journal of Ecology, 2015, 103, 502-512pp.



L'IF,

LA FEUILLE DE L'INVENTAIRE FORESTIER IGN

Janvier 2016

Ont participé à ce numéro
François MORNEAU
Patrick VALLET
Maude TOÏGO
Marine DALMASSO

© IGN