



ÉTAT DES LIEUX DES PRATIQUES ET DES FREINS EN MATIERE DE MELANGES D'ESSENCES POUR LA PRODUCTION DE BOIS D'ŒUVRE EN REGION PAYS DE LA LOIRE

2022

Etudiant	STEPHAN, Alexandre Promotion 86
Entreprise	Nom : CNPF Bretagne - Pays de la Loire Adresse : 36 avenue de la Bouvardière, 44800 SAINT-HERBLAIN Code APE : 8413Z Secteur d'activité : Administration publique (tutelle) des activités économiques
Stage	PFE
Sujet	L'objectif du stage est de dresser un état des lieux des pratiques en matière de mélanges d'essences sur la Région Pays de la Loire et de connaître les 3 principaux freins dans les domaines techniques, sociaux, économiques et administratifs au développement de cette méthode.

1 RESUME ET MOTS CLES

Les changements climatiques annoncés obligent les forestiers à s'interroger sur la pérennisation des forêts et de la ressource bois dans le temps. Dans ce cadre, l'une des solutions évoquées dans différentes publications et appuyée par le Programme Régional de la Forêt et du Bois des Pays de la Loire est de favoriser les peuplements mélangés. Cette pratique sylvicole permet une forte résilience des peuplements faces à des aléas climatiques et biotiques de plus en plus fréquents. Le peuplement mélangé ne se développe pas aussi rapidement que souhaité en région Pays de la Loire. C'est pourquoi une étude ayant pour objectifs de faire un état des lieux et de connaître les freins au développement des peuplements mélangés a été menée. Une centaine de personnes ont été interviewées comprenant des Gestionnaires, des entrepreneurs de travaux forestiers (ETF) et exploitants forestiers, des salariés du Centre national de la propriété forestière (CNPFP) ainsi que des propriétaires forestiers privés. Durant quatre mois et demi, des entretiens en parallèle d'une étude bibliographique corrélés à des mesures sur le terrain ont permis d'analyser les principaux freins techniques, économiques, administratifs et sociaux au développement des peuplements mélangés. L'analyse de ces freins a permis de préconiser des solutions pour développer ce type de peuplement tout en garantissant une production de bois d'œuvre pour alimenter la filière bois.

Mots clés : Etat des lieux ; Freins ; Peuplements mélangés ; Pays de la Loire

2 TABLE DES MATIERES

1	Résumé et mots clés	2
3	Introduction.....	4
3.1	Contexte général	4
3.2	Présentation de la mission	4
3.3	Présentation du plan du rapport	4
4	Contexte	5
5	Présentation de la mission et de ses enjeux	5
5.1	Prises de mesures sur le terrain	6
5.2	Entretiens	6
6	Résultat de la phase d’entretien	8
6.1	Méthodologie d’analyse	8
6.2	Etat des lieux des peuplements mélangés	8
6.2.1	Définition des peuplements mélangés.....	8
6.2.2	Intérêt des mélanges.....	10
6.2.3	Schémas de plantations et mélanges existants.....	13
6.2.4	Retour sur des plantations mélangées en pays de la Loire	18
6.3	Identification des freins	23
6.3.1	Freins techniques	23
6.3.2	Freins économiques	25
6.3.3	Freins administratifs.....	27
6.3.4	Freins sociaux	28
6.4	Synthèse des solutions et préconisation	30
6.4.1	Plantations	30
6.4.2	Exploitation	30
6.4.3	Aides régionales	30
6.4.4	Général.....	31
6.4.5	Partages de connaissances.....	31
6.5	Limites de la mission.....	32
7	Conclusion et perspectives.....	32
8	Références bibliographiques	34
9	Tables des illustrations	36
10	Annexes	37

3 INTRODUCTION

3.1 Contexte général

La forêt est ancrée dans notre histoire. Elle est une ressource importante à différents niveaux (bois, sève, etc.). Elle a subi de nombreux changements et résisté à divers aléas biotiques et abiotiques (pathogènes, tempêtes, sécheresse, incendie, ...). Aujourd'hui, à l'ère d'un des plus importants changements de l'histoire, le Dérèglement Climatique, la forêt est soumise à une intensification de ces aléas. C'est dans ce contexte que le CNPF s'emploie à conseiller des itinéraires et des pratiques différentes face à ce changement. Une des solutions évoquée pour adapter les forêts réside en le mélange d'essences au sein d'un peuplement.

3.2 Présentation de la mission

Les peuplements mélangés ont pour intérêt d'améliorer l'adaptabilité face aux aléas climatiques. Au regard des évolutions climatiques et des différents rapports rédigés à propos de l'adaptation des forêts à ces changements, le CNPF encourage les gestionnaires à varier les essences au sein d'un même peuplement, cela depuis quelques années déjà. Néanmoins, les peuplements mélangés représentent une faible proportion des boisements, reboisements en Pays de la Loire. C'est pourquoi le CNPF a souhaité mener une étude afin d'identifier et de comprendre les freins au développement de ce type de peuplement.

3.3 Présentation du plan du rapport

Le contexte et l'entreprise seront présentés avant d'entrer plus en détail dans la mission du stage. Seront alors développés les résultats et solutions apportés à la problématique, à savoir quels sont les freins au développement des peuplements mélangés sur les Pays de la Loire ? La dernière partie sera consacrée au ressenti personnel de ce stage, détaillé en 3 aspects : ressenti sur le travail mis en œuvre et sur les apports de ce stage, tant au niveau personnel que professionnel. Ce rapport sera clôturé par la bibliographie et les annexes.

4 CONTEXTE

Dans le cadre de ses missions, le CNPF souhaite faire la promotion des plantations en mélange qui permettent de répondre à leurs objectifs. Ces mêmes plantations sont encouragées au sein de plusieurs programmes et rapports :

- **PRFB (Programme Régional de la Forêt et du Bois)**
 - *Axe 1 – 1.2 : « [...] Des solutions en termes de sylvicultures adaptatives et de résilience de peuplements devront être recherchées prioritairement. »*
- **Avis CESE (Conseil Economique Social et environnemental)**
 - *3– A : « [...] identifier les essences locales et celles à introduire, les mieux adaptées et concevoir des mélanges ; »*
- **Rapport CATTELOT**
 - *Axe 2 : « Dans un contexte d’incertitude, l’augmentation de la diversité des essences et des modes de gestion, à toutes les échelles, permet à la fois de diluer les risques et de renforcer la résilience globale. »*
- **Rapport du GIEC (Groupe d’expert Intergouvernemental sur l’Evolution du Climat)**
 - *Chap 18 IPCC WGII Sixth Assessment Report “There is high agreement and robust evidence supporting the ecological capacity enhancement of biodiversity-based and ecosystem connectivity strategies [...]. Forest management that favors mixed-species rather than non-native monocultures can promote the resilience of timber production and carbon storage while also benefiting biodiversity [...].”*

Ces programmes et rapports évoquent le besoin d’une forêt « résiliente », c’est un des nombreux intérêts des peuplements mélangés.

5 PRESENTATION DE LA MISSION ET DE SES ENJEUX

Le CNPF souhaite que la proportion de peuplement mélangé s’accroisse dans les années à venir. Cette pratique permet une meilleure adaptation des peuplements face au réchauffement climatique.

Dans cette optique, le CNPF de Bretagne - Pays de la Loire a proposé de mener une étude sur ce sujet. L’objectif était de faire un état des lieux sur les pratiques en matière de peuplement mélangés sur la Région et de comprendre les potentiels freins au développement de cette pratique. Cette étude se déroule sous forme d’entretiens avec différents acteurs de la filière, complétés de prises de mesures sur le terrain, afin de pouvoir obtenir des données chiffrées sur les peuplements mélangés.

Ainsi, la mission a pour but de **dresser un état des lieux des pratiques en matière de mélanges d’essences sur la Région Pays de la Loire et de connaître les 3 principaux freins dans les domaines techniques, sociaux, économiques et administratifs au développement de cette méthode.**

La mission du stage s'est organisée de la sorte (Figure 1). La partie de la « connaissances sur les mélanges » s'est déroulé en parallèle des Entretiens. Une fois ces données collectées, un temps d'analyse a été nécessaire afin de quantifier les différents sujets énoncés par les interviewés. Une dernière partie a été consacrée à la synthèse des résultats.

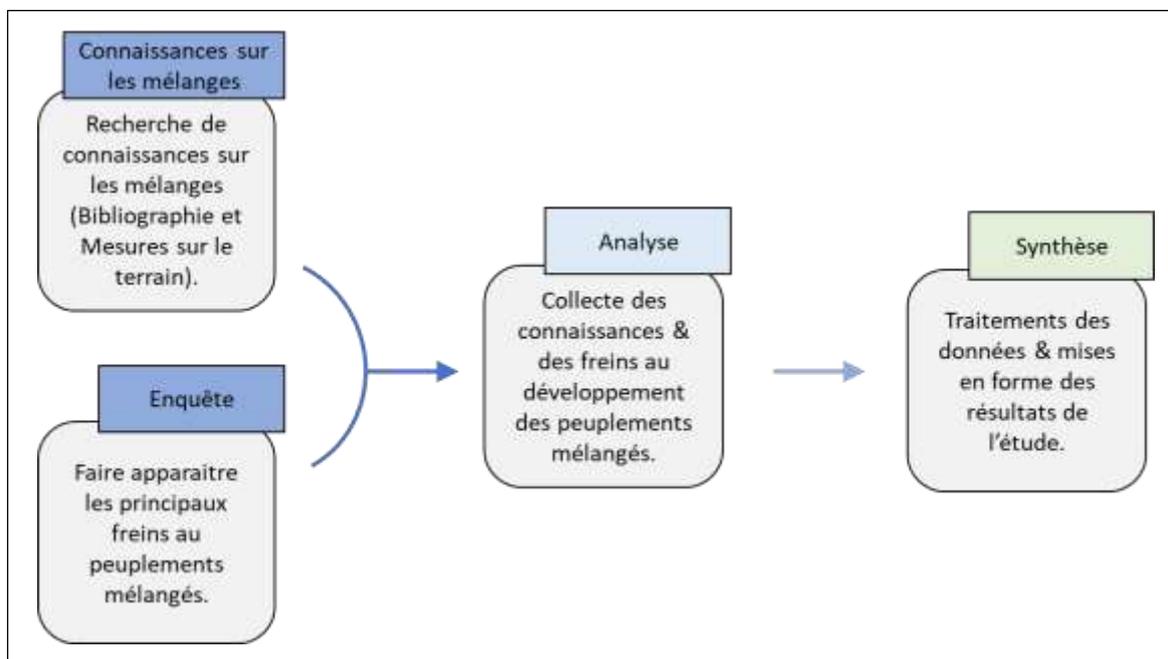


FIGURE 1 - SCHEMA DU DEROULEMENT DE L'ETUDE

5.1 Prises de mesures sur le terrain

Afin d'acquérir de la connaissance sur les peuplements mélangés, une partie de mesures de terrains a été effectuées. L'objectif de ces mesures était de relever les qualités des arbres dans un contexte de mélange d'essences. Pour que ces résultats soient exploitables, des exemples de mélanges similaires et nombreux étaient nécessaires, ainsi, le mélange chêne et charme a été privilégié. Le mélange avec du cèdre a également été recherché sans pour autant donner suite à des prises de mesures par manque de disponibilité. Les plantations ciblées étaient des parcelles de plus de 20 ans, si possible avec une plantation de chênes purs à côté pour pouvoir comparer ces deux modalités sur une même station.

5.2 Entretiens

Les entretiens ont été construits de façon semi-directive. Dans un premier temps, l'objectif était de faire le point sur les connaissances et les pratiques concernant les peuplements mélangés. La seconde partie de l'entretien a pour objectif de comprendre les raisons qui peuvent freiner les interlocuteurs à implanter des peuplements mélangés ou à maintenir le mélange dans le temps.

Pour se faire et afin d'obtenir des témoignages de l'ensemble de la filière (Figure 2), 40 personnes ont été interrogées, représentant un large panel de la filière forêt-bois, à savoir, des personnels du CNPF, des gestionnaires, des exploitants forestiers et entrepreneurs de travaux forestiers, des propriétaires forestiers privés ainsi que du personnel d'autres organismes (ONF, DRAAF, PEFC). Afin d'orienter au mieux les résultats et de permettre une analyse de ces derniers, trois formulaires d'entretien ont été rédigés, de façon à s'adapter au mieux au contexte. Un questionnaire pour le personnel du CNPF ainsi que les Experts et gestionnaires forestiers professionnels (Annexe 1). Un second pour les Exploitants forestiers et Entrepreneurs de travaux forestiers (Annexe 2), un troisième pour les propriétaires forestiers privés (Annexe 3).

Ces entretiens semi-directifs ont été complétés par un questionnaire en ligne, adressé à l'ensemble des propriétaires forestiers destinataires de la lettre électronique d'information du CNPFF (L@ Feuille de l'Ouest), soit près de 4000 destinataires. 61 propriétaires ont répondu à ce questionnaire, dont les questions étaient en majorité fermée pour augmenter les chances de réponses et faciliter les traitements.

Les entretiens ont permis d'interroger 101 personnes sur plusieurs thèmes différents :

- La définition des peuplements mélangés.
- Les mélanges existants en Pays de la Loire.
- Les différents types de schémas de plantations.
- Les différents freins potentiels.

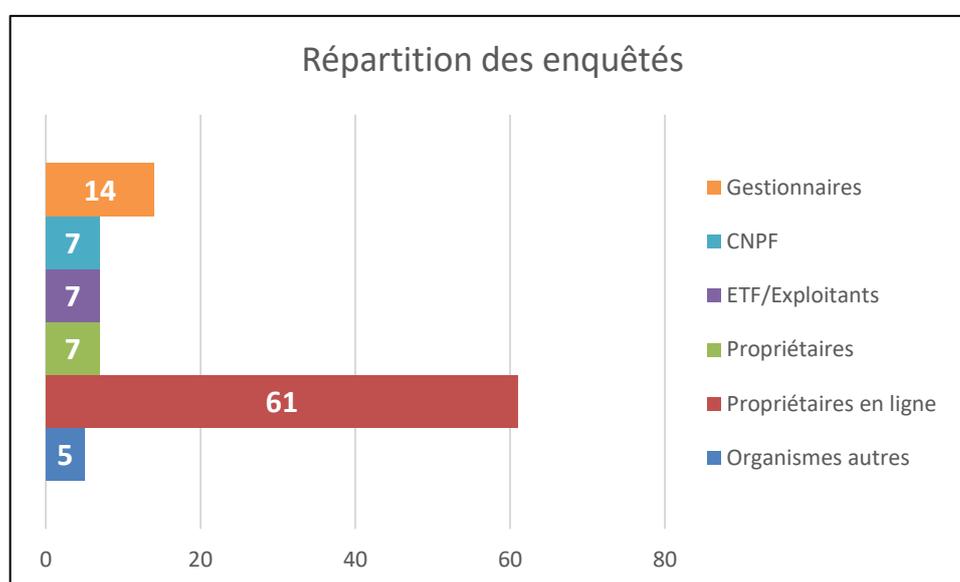


FIGURE 2 - PRESENTATION DE LA REPARTITION DES PERSONNES INTERVIEWEES

6 RESULTAT DE LA PHASE D'ENTRETIEN

6.1 Méthodologie d'analyse

Lors des entretiens, chaque information a été notée sur une feuille associée à son questionnaire. Par la suite, après chaque entretien, ces notes étaient retranscrites sur un Excel reprenant chaque question afin de les regrouper. Un Excel a été construit pour les gestionnaires et techniciens CNPFP, un autre pour les ETF et Exploitants et un dernier pour les propriétaires.

Pour construire les tableaux d'occurrences visibles par la suite, il a fallu reprendre toutes les notes, les trier dans des catégories assez détaillées puis les regrouper sans perdre l'information.

6.2 Etat des lieux des peuplements mélangés

6.2.1 Définition des peuplements mélangés

- Retour des entretiens

Lors de la recherche bibliographique, plusieurs définitions des peuplements mélangés sont ressorties. C'est pourquoi il était intéressant de questionner les acteurs quant à leur définition des peuplements mélangés. Dans ce rapport, les essences objectifs sont considérées comme l'essence prioritaire pour la production de bois d'œuvre. L'essence d'accompagnement est une essence qui va aider cette essence objectif, que ce soit pour obtenir une densité optimale ou pour gagner l'essence objectif (Charme, Hêtre, Erable champêtre). L'essence de diversification a pour intérêt d'améliorer le potentiel de biodiversité au sein de la parcelle ou améliorer un aspect paysager (Tilleul, Alisier, Poirier, ...). Les essences d'accompagnement et de diversification peuvent rapporter des bénéfices, mais ne seront pas la principale source de revenue.

Thèmes	Sous thèmes	Nombre de citations	
		Professionnels (26)	Propriétaires (7*)
Nombre d'essences	Plusieurs essences différentes.	13	3
	Une essence objectif et une essence d'accompagnement.	10	0
	Au moins deux essences objectifs.	8	0
Proportion	Au moins 10% d'une autre essence.	1	1
	Au moins 20% d'une autre essence.	8	0
	Au moins 30% d'une autre essence.	5	1
	Au moins 50% d'une autre essence.	2	0
	Peu importe la proportion tant qu'il y a deux essences objectifs	2	0
Schéma	Pied à pied	17	3
	Ligne - Bande	15	2
	Placeau	11	1
	Bouquet	13	0
	Parquet	5	0

TABLEAU 1 - PERCEPTION DE LA DEFINITION DES PEUPLEMENTS MELANGES

Le (Tableau 1) permet de se rendre compte de la différence de perception des peuplements mélangés. En effet, selon les personnes interviewées, une partie considère qu'il est nécessaire d'avoir à minima une essence objectif et une essence d'accompagnement pour que cela soit considéré comme un peuplement mélangé. Cependant,

d'autres personnes considèrent qu'il faut un minimum de deux essences objectifs. Cette différence est expliquée par le fait que certains perçoivent les peuplements mélangés sous l'aspect de production de bois d'œuvre tandis que d'autres y voient plutôt un intérêt pour la biodiversité. Ce point de l'entretien explique la disparité des réponses concernant la proportion minimum de la 2^{ème} essence pour que ce peuplement soit considéré comme du mélange. Cette disparité s'étend de 10% d'une autre essence jusqu'à 50%. Cette différence de perception des peuplements mélangés ne permet pas d'aborder ce sujet sans se mettre en accord quant au sens de cette pratique.

Un des derniers points importants ressorti de cette question concerne les schémas de plantation en mélange. Plusieurs termes sont revenus ; Pied à pied, Ligne, Bande, Placeaux, Bouquet, Parquet, îlot ou encore damier. Une terminologie précise a été établie dans la suite du rapport, afin de simplifier l'analyse.

* Le nombre de propriétaires est faible, car ce point n'a pas été abordé dans le formulaire en ligne.

- **Retour de la bibliographie**

La définition des peuplements mélangés de l'Institut national de l'information géographique et forestière (IGN) (« C - INVENTAIRE FORESTIER » s. d.).

« Si deux essences ou plus sont nécessaires pour atteindre [...] un taux de couvert libre relatif (Figure 3) de 75%, [...] on parle alors de peuplement mélangé. »

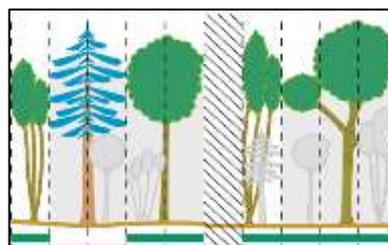


FIGURE 3 - COUVERT LIBRE RELATIF

6.2.2 Intérêt des mélanges

- Retour des entretiens

Thèmes	Sous thèmes	Nombre de citations	
		Professionnels (20)	Propriétaires (53)
Les intérêts du mélange	« Ne pas mettre tous ses œufs dans le même panier ».	13	19
	Favoriser & maintenir la biodiversité.	12	31
	Le Changement Climatique.	11	23
	La santé des forêts.	11	17
	L'aspect paysager.	6	21
	La résilience des peuplements.	5	22
	Amélioration de la production et qualité du bois.	5	2
	Demande de la société civile.	3	0
	Résistance aux tempêtes.	3	10
	Apport mellifère.	1	11
	Interaction racinaire.	1	1
	La protection contre les incendies.	1	1
	« C'est ce que l'on trouve dans la nature ».	1	1

TABLEAU 2 - INTERETS DES PEUPELEMENTS MELANGES

Le (Tableau 2) présente les différents intérêts pour le mélange de la part des professionnels et des propriétaires. L'assurance économique qui se cache derrière la phrase « Ne pas mettre tous ses œufs dans le même panier » est une priorité chez les professionnels tandis qu'elle n'arrive pas en premier chez les propriétaires. Ces derniers ne voient pas les mêmes intérêts que les professionnels.

- Retour de la bibliographie

La littérature forestière regorge d'informations sur les intérêts des peuplements mélangés, une schématisation de certains de ces intérêts (Figure 4) permet de comprendre les avantages du mélange.

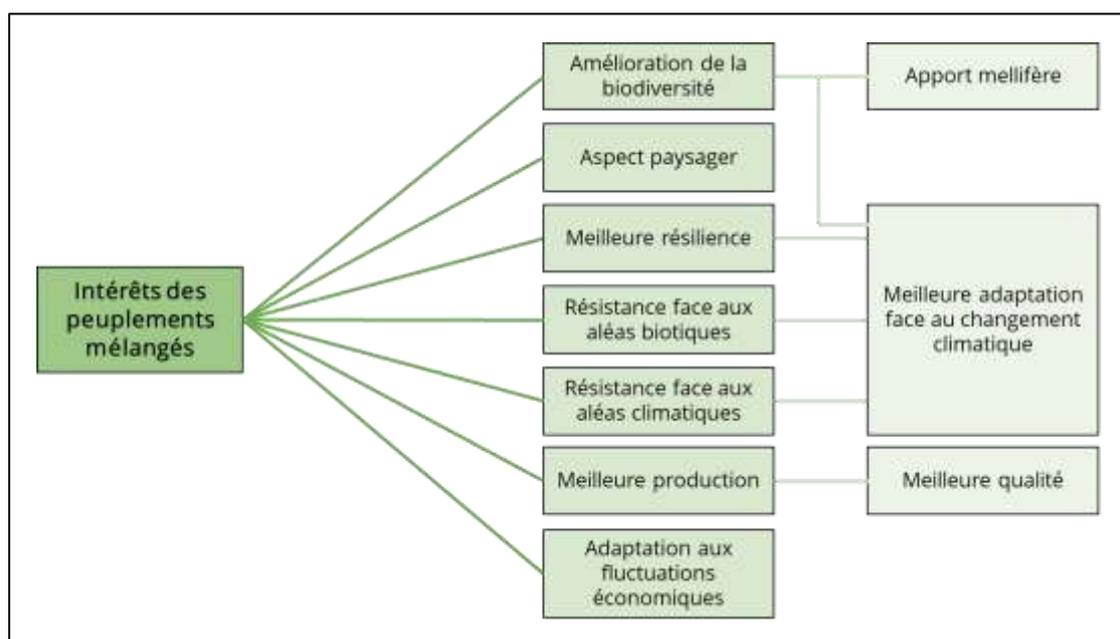


FIGURE 4 - SCHEMA DES DIFFERENTS INTERETS AUX PEUPELEMENTS MELANGES

- Amélioration de la biodiversité

« Les forêts composées de plusieurs essences sont en général plus diversifiées en termes de biodiversité que les peuplements purs » (« diversité-des-essences-forestieres_2011.pdf » s. d.). Cette affirmation est expliquée par l'accroissement des ressources disponibles et par les plus grandes hétérogénéités des habitats dans un peuplement comportant plusieurs essences. Le mélange joue un rôle important dans la richesse floristique et faunistique de la forêt. En effet, le potentiel biologique élevé (nombre d'organismes liés à une espèce) de certaines espèces (saules, chênes, aulnes, bouleau) permet de produire une litière et une floraison plus attractive pour les insectes et hébergent une flore plus importante. La diversification des essences permet de multiplier les conditions d'habitats. Il en découle également une augmentation de la diversité des niches écologiques. (SARDIN, BOCK, et BECQUEY 2008)

- Meilleure résilience

Le mélange d'essences est assimilé à une meilleure résilience des peuplements suite à des attaques biotiques et/ou abiotiques. « L'association à la plantation d'une ou plusieurs essences permet de mieux répartir les risques en cas de défaillance » (BORDE 2021). Les essences utilisent les ressources de manière complémentaires (consommation en eau différente en quantité ou en saisonnalité, prospection à différent niveau du sol), elles se protègent mutuellement un peu mieux face aux insectes, maladies et sécheresse. Le mélange des espèces améliore généralement la résistance globale du couvert et ses capacités de cicatrisation. (LEGAY, CORDONNIER, et DHÔTE 2008).

- Résistance face aux aléas biotiques

Les peuplements mélangés sont souvent reliés à l'argument de « ne pas mettre ses œufs dans le même panier ». En effet, face à un stress, les différentes essences composant un peuplement mélangé sont rarement affectées de façon identique. Les stress biotiques n'affectent généralement qu'une essence puisque les bioagresseurs (insectes, pathogènes) ne sont généralement adaptés qu'à un nombre limité d'espèces. (LEGAY, CORDONNIER, et DHÔTE 2008). Une méta-analyse à l'échelle mondiale montre que le mélange d'essence permet de réduire d'environ 25% les dégâts d'insectes en moyenne. Ceci est observé chez toutes les guildes trophiques (scolytes, défoliateurs, séminiphages, galles mineuses, tordeuses et pucerons) avec une réduction des dégâts plus importante dans le cas d'insectes monophages (de l'ordre de 40%). La résistance des forêts mélangées est donc significativement plus importante que celle des forêts pures. C'est le type de mélange (identité des essences associées) plus que le nombre d'essences en mélange (richesse spécifique) qui compte pour prédire le niveau de résistance par association. (JACTEL 2022)

- Résistance face aux aléas climatiques

Le mélange d'essence permet de réagir face à des aléas climatiques d'une façon différente de la monoculture, en effet, selon une étude québécoise, la diversité stabilise les peuplements face aux stress, car chaque espèce réagit à des moments différents et les pertes d'une espèce sont compensées par les autres espèces (AUSSENAC et al. 2016). Elle permet une meilleure utilisation des ressources contenues dans le sol par la complémentarité des systèmes racinaires, ce qui est très intéressant en cas de sécheresse (BRASSARD et al. 2013). Selon une étude du CIRAD et l'INRAE, l'effet du mélange sur la résistance à la sécheresse des espèces est souvent positif. L'effet varie en fonction de l'identité des espèces mélangées et du site étudié (GUILLEMOT et MARTIN 2022). Le mélange d'essence peut permettre une meilleure stabilité mécanique, la différence d'élasticité des bois amenant une oscillation asynchrone réduisant l'effet de « vague » du vent. De plus, la structuration différente des houppiers permet de réduire la pression au vent et de limiter l'accumulation de neige lourde (BASTIEN, s. d.).

- Meilleure production

Le mélange d'essence améliore l'installation, la croissance et la qualité des bois produits. En effet, certaines essences du mélange jouent un rôle d'auxiliaire sylvicole et une fonction d'éducation. Ce rôle peut prendre différentes formes : un abri vertical permettant la création d'une ambiance forestière ou bien la limitation d'espèces non désirées. Un abri latéral permettant de stimuler la croissance en hauteur de certaines essences et d'améliorer la qualité (rectitude, branchaison, élagage naturel)(SARDIN, BOCK, et BECQUEY 2008). Une étude sur les forêts européennes a déterminé qu'un peuplement composé de 4 essences différentes obtenait 18 à 28% de croissance en plus par rapport à une monoculture du fait de sa diversité accrue (CHAMAGNE et al. 2016). Une étude de l'INRAE a permis de quantifier par le biais d'une méta-analyse deux éléments (JACTEL 2022).

- Si on compare le volume produit par un mélange de 2 essences par rapport au volume moyen de ces deux essences en monoculture, le mélange apporte un gain de productivité de 15% en moyenne
- Si on compare le volume produit par un mélange de 2 essences par rapport au volume de l'essence la plus productive en monoculture, le mélange n'apporte pas de gain supplémentaire.

- Adaptation aux fluctuations économiques

Optimiser la gestion des mélanges, et à plus forte raison ceux considérés comme temporaires, est, non seulement possible, mais de surcroît très profitable en matière de gestion sylvicole et de pertinence économique(MOYSES 2015). Le mélange permet généralement au propriétaire de diversifier les sources de revenus et une meilleure adaptation à l'évolution du marché. En contrepartie, la commercialisation devient alors plus complexe, notamment avec une demande croissante de la filière pour des lots les plus homogènes possibles (SARDIN, BOCK, et BECQUEY 2008).

6.2.3 Schémas de plantations et mélanges existants

Lors de la partie sur la définition des peuplements mélangés, il a été évoqué la multitude de schémas de plantation, afin de clarifier ceci, la (Figure 5) précise les cinq principaux types de schéma.

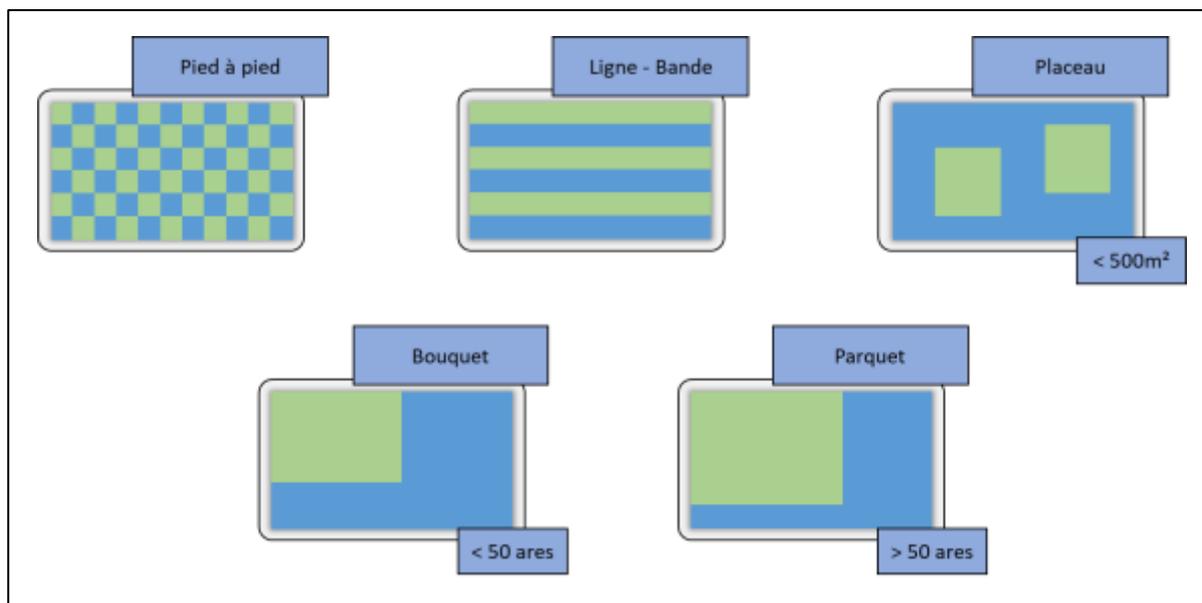


FIGURE 5 - DESCRIPTION DES CINQ PRINCIPAUX SCHEMAS DE PLANTATIONS

- Le pied à pied consiste en un mélange à l'échelle de chaque plant, il peut être conduit sous forme d'un séquençage précis ou de façon aléatoire en suivant des proportions respectives pour chaque essence.
- Les lignes représentent un mélange pour lequel une même essence compose toute une ligne, le mélange se fait d'une ligne à l'autre en alternant les essences ou alors par bande en disposant plusieurs lignes d'une même essence juxtaposées puis en disposant une ligne de la deuxième essence par la suite.
- Le mélange par placeau est un regroupement d'une surface inférieure à 500m² (entre 9 et 100 plants) répartis au sein de la parcelle en une séquence donnée ou aléatoirement.
- Le mélange par bouquet constitue un regroupement de plants d'une même essence compris entre une surface de 500 et 5000 m².
- Le mélange par parquet est similaire au bouquet, cependant, sa surface est supérieure à 5000 m². La définition du parquet ne comprend pas de limite de surface haute, cela amène à se poser des questions sur l'efficacité du mélange pour des surfaces aussi importantes.

- **Retour des entretiens**

Lors des entretiens, certains mélanges ont été évoqués (Tableau 3). Parmi tous ces mélanges, deux catégories ont été sélectionnées : les mélanges qui « fonctionnent bien » pour les mélanges positifs et les mélanges « qui ne fonctionnent pas » pour les mélanges négatifs.

Essence 1	Essence 2	Essence 3	Nombre d'occurrences	Schéma	Commentaires
Mélanges positifs					
Chêne sessile (<i>Quercus petraea</i>) ou pédonculé (<i>Quercus robur</i>)	Charme (<i>Carpinus betulus</i>)	Cormier (<i>Sorbus domestica</i>) / Alisier (<i>Sorbus torminalis</i>)	7	Ligne	Recéper le charme tôt, permet le gainage du chêne
Chêne sessile (<i>Quercus petraea</i>) ou pédonculé (<i>Quercus robur</i>)	Robinier (<i>Robinia pseudoacacia</i>)		2	Pied à pied	Le Robinier protège le chêne et se fait recéper par le gibier
Douglas (<i>Pseudotsuga menziesli</i>)	Chêne rouge d'Amérique (<i>Quercus rubra</i>)		2	Bande	
Pin Maritime (<i>Pinus pinaster</i>)	Châtaignier (<i>Castanea sativa</i>)		2	Pied à pied	Le taillis de châtaignier va gagner les pins. Besoin ensuite de baliver le châtaignier
Chêne Sessile (<i>Quercus petraea</i>)	Chêne pédonculé (<i>Quercus robur</i>)	Chêne pubescent (<i>Quercus pubescens</i>)	1	Pied à pied	
Pin Laricio (<i>Pinus nigra laricio</i>)	Pin Maritime (<i>Pinus pinaster</i>)		1	Bande	
Pin Maritime (<i>Pinus pinaster</i>)	Bouleau verruqueux (<i>Betula pendula</i>)		1		Améliore la qualité de l'humus/la litière
Robinier (<i>Robinia pseudoacacia</i>)	Châtaignier (<i>Castanea sativa</i>)	Pin Maritime (<i>Pinus pinaster</i>)	1	Ligne	Recru de châtaignier et pins entre les lignes
Mélanges négatifs					
Chêne sessile (<i>Quercus petraea</i>)	Alisier (<i>Sorbus torminalis</i>)		1	Pied à pied	Le chêne a étouffé les alisiers
Cèdre de l'atlas (<i>Cedrus atlantica</i>)	Pin Laricio (<i>Pinus nigra laricio</i>)		1	Pied à pied	Le pin se fait étouffer sous le cèdre
Chêne (<i>Quercus</i>)	Douglas (<i>Pseudotsuga menziesli</i>)		1		Il y a une trop forte différence de croissance
Peuplier (<i>Populus canescens</i>)	Mélèze (<i>Larix decidua</i>)		1		Un pathogène se développe entre les deux espèces
Pin maritime (<i>Pinus pinaster</i>)	Tremble (<i>Populus tremula</i>)		1		Sujet à la rouille courbeuse

TABLEAU 3 - PRESENTATION DES MELANGES POSITIFS ET NEGATIFS SUITE AU RETOUR DES ENTRETIENS

Parmi les retours des entretiens, certains schémas de plantations particuliers sont ressortis (Figure 6). Ces schémas de plantation peuvent être installés pour les mélanges vus ci-dessus. Ces schémas sont différents de ceux présentés en début de chapitre, ils sont plus complexes, mais peuvent avoir leurs avantages.

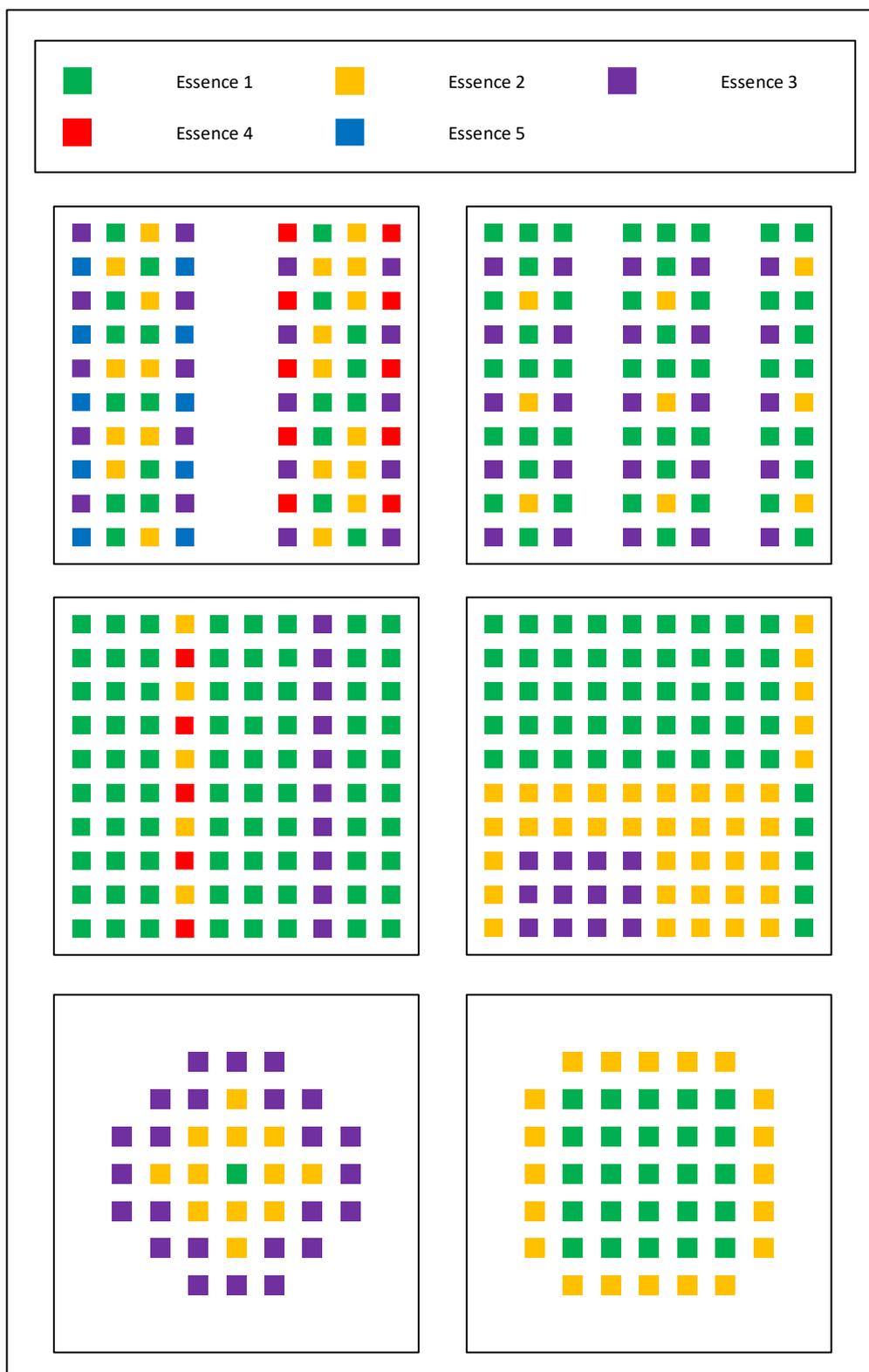


FIGURE 6 - SCHEMAS DE PLANTATIONS EVOQUES LORS DES ENTRETIENS

- **Retour de la bibliographie**

Des exemples de bénéfices et inconvénients de mélanges que l'on peut retrouver dans la littérature sont présentés dans le (Tableau 4).

Concept	Détails	Référence bibliographique
Résistance aux risques sanitaires	L'Epicéa est moins sensible au Fomes en mélange avec le hêtre (réduction des greffes racinaires favorisant la progression du champignon). Le hêtre mélangé aux feuillus divers est moins sujet au chancre.	(BASTIEN, s. d.)
	Réduction des dégâts ou de la progression de la maladie dans les peuplements mélangés pour plusieurs pathogènes comme <i>Armillaria ostoyae</i> , agent de pourridié racinaire sur conifères, <i>Ceratocystis fagacearum</i> , agent de flétrissement du Chêne) et <i>Gremmeniella abietina</i> , agent d'un chancre sur <i>Pinus contorta</i>	(Morrison et al., 1988)(Gerlach et al., 1997)(Menges et Loucks, 1984)(Karlman et al)(JACTEL, BROCKERHOFF, et PIOUS 2008)
Amélioration de l'humus	Certaines essences produisent un mauvais humus : épicéa, pin maritime et sylvestre et, à un degré moindre, le hêtre. Le mélange d'espèces dites améliorantes (mélèze, divers feuillus dont bouleau et sorbier des oiseaux) peut corriger les évolutions régressives des sols et favoriser la régénération naturelle.	(BASTIEN, s. d.)

TABLEAU 4 - BÉNÉFICES ET INCONVÉNIENTS DU MÉLANGE

Certains mélanges permettent de réduire le risque de pathogène dans le peuplement. Le hêtre est une essence qui est vulnérable à un parasite : le *Nectria ditissima* (le chancre nectrien). Le mélange a pour intérêt de provoquer des discontinuités dans le peuplement de hêtre et ainsi de limiter la propagation du parasite. Les essences qui composent le mélange, n'étant pas vulnérable à ce chancre, vont permettre de rendre le peuplement moins vulnérable à cette maladie (« chancre_hetre.pdf » s. d.).

A contrario, certains mélanges peuvent être un lieu de propagation de maladies. En effet, le mélange peuplier et mélèze à un effet négatif sur le mélange. Le peuplier est sensible à plusieurs maladies dont la rouille *Melampsora larici populina* autrement appelée la « rouille du mélèze » (« Les maladies et ravageurs | Peupliers de France » s. d.). Ce champignon se développe sur les aiguilles du mélèze dans un premier temps sous forme de petites vésicules contenant des spores. Ces spores ne peuvent développer leurs actions pathogènes que lorsqu'ils sont déposés sur des feuilles de peupliers grâce à l'action du vent (« Forêts - Rouilles des peupliers à *Melampsora* » s. d.).

Des exemples de mélange que l'on peut retrouver dans la littérature sont présentés dans le (Tableau 5).

Essence 1	Essence 2	Essence 3	Schéma	Références bibliographiques
Mélange positif				
Chêne sessile (<i>Quercus petraea</i>)	Pin Sylvestre (<i>Pinus sylvestris</i>)		Bouquet	(« Guide des bonnes pratiques du programme Breizh Forêt Bois. » 2015)
Chêne sessile (<i>Quercus petraea</i>)	Alisier torminal (<i>Sorbus torminalis</i>)		Bouquet	
Chêne pédonculé (<i>Quercus robur</i>)	Charme (<i>Carpinus betulus</i>)		Pied à pied, Ligne	
Chêne rouge d'Amérique (<i>Quercus rubra</i>)	Pin sylvestre (<i>Pinus sylvestris</i>) ou laricio (<i>Pinus nigra laricio</i>)		Bouquet	
Cèdre de l'atlas (<i>Cedrus atlantica</i>)	Pin parasol (<i>Pinus pinea</i>)		Bouquet	
Cèdre de l'atlas (<i>Cedrus atlantica</i>)	Chêne vert (<i>Quercus ilex</i>)		Bouquet	
Douglas vert (<i>Pseudotsuga menziesli</i>)	Châtaignier (<i>Castanea sativa</i>)		Pied à pied	
Pin maritime (<i>Pinus pinaster</i>)	Cèdre de l'atlas (<i>Cedrus atlantica</i>)		Pied à pied	
Pin maritime (<i>Pinus pinaster</i>)	Bouleau verruqueux (<i>Betula pendula</i>)		Bouquet	
Mélange négatif				
Mélèze (<i>Larix decidua</i>)	Peuplier (<i>Populus canescens</i>)			(BECQUEY 2008)
Peuplier (<i>Populus canescens</i>)	Pin laricio (<i>Pinus nigra laricio</i>)			(BLANCHIN, s. d.)
Chêne rouge d'Amérique (<i>Quercus rubra</i>)	Châtaignier (<i>Castanea sativa</i>)			

TABLEAU 5 - PRESENTATION DES MELANGES POSITIFS ET NEGATIFS ISSUS DE LA BIBLIOGRAPHIE

6.2.4 Retour sur des plantations mélangées en pays de la Loire

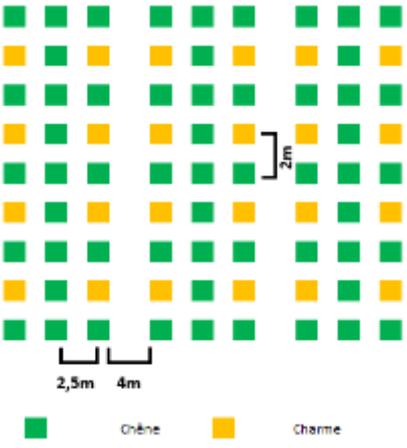
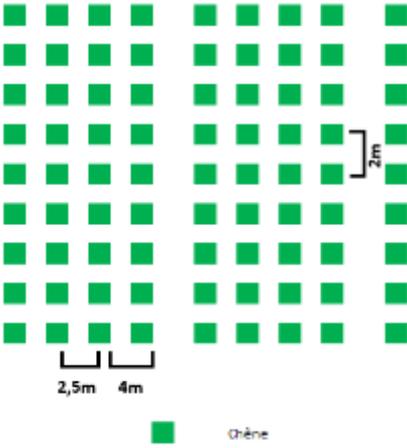
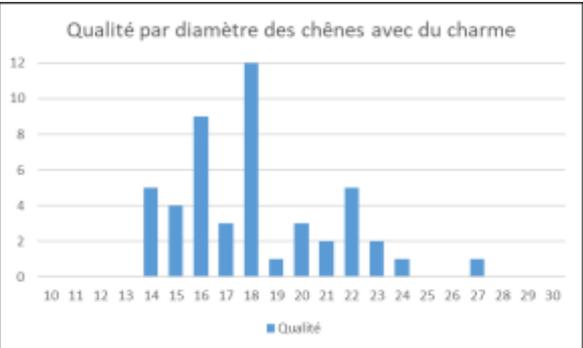
- **Mélange Chêne-Charme**

Plusieurs parcelles ont été visitées afin de mener ces prises de mesures. Certaines parcelles visitées ne permettent pas une analyse correcte du fait du faible échantillonnage de plants. Ainsi, trois parcelles ont été sélectionnées, dont deux d'entre elles ayant une parcelle de chêne pur, pour pouvoir comparer les deux modalités. Pour les parcelles mesurées, un protocole (Annexe 4) a été établi dont les principales mesures ont été :

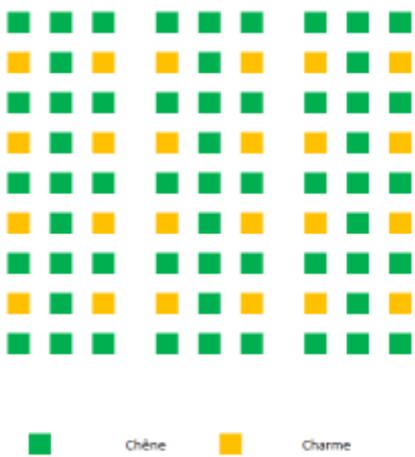
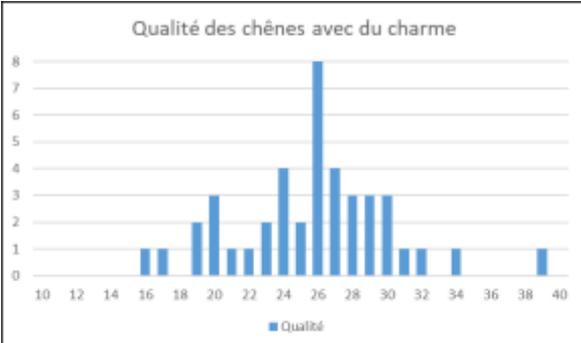
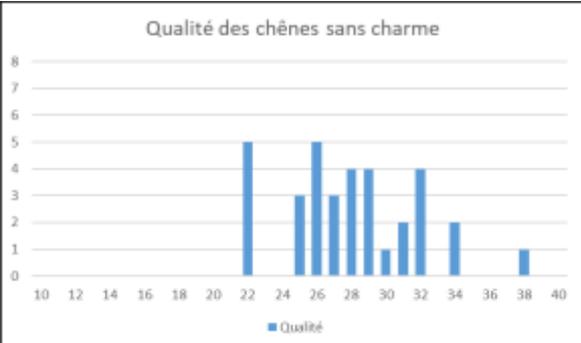
- Mesure des diamètres.
- Mesure de la hauteur dominante.
- Appréciation de la qualité des arbres.
- Analyse pédologique.

Ce mélange a été étudié dans un but de production de bois d'œuvre. Les mesures de qualités correspondent à ce critère. Une liste des usages des essences d'arbres en tant que bois d'œuvre est disponible en (Annexe 5).

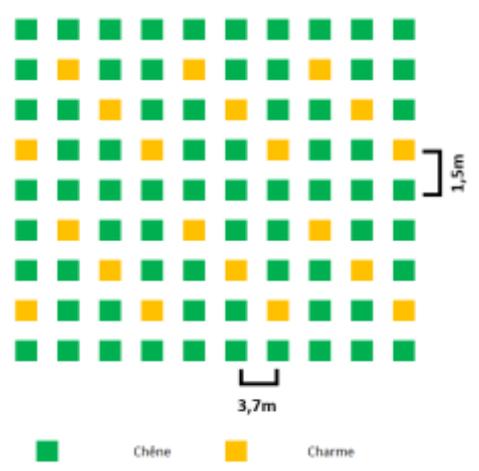
○ Parcelle n°1

Localisation	Mayenne	Année de plantation	1995
Profondeur du sol	1m	Texture dominante	Argileuse
Chêne-Charme		Chêne	
Schéma de plantation		Schéma de plantation	
 <p>2,5m 4m</p> <p>■ Chêne ■ Charme</p>		 <p>2,5m 4m</p> <p>■ Chêne</p>	
Diamètre moyen	17.0 cm	Diamètre moyen	16.0 cm
Hauteur dominante	15.9 m	Hauteur dominante	14.9 m
Pourcentage de chênes de qualités	24%	Pourcentage de chênes de qualités	17%
Qualité des chênes par diamètre		Qualité des chênes par diamètre	
 <p>Qualité par diamètre des chênes avec du charme</p>		 <p>Qualité par diamètre des chênes sans charme</p>	
			

○ Parcelle n°2

Localisation	Maine et Loire	Année de plantation	1984
Profondeur du sol	40 cm	Texture dominante	Limono-argileuse
Chêne-Charme		Chêne	
Schéma de plantation		Schéma de plantation	
 <p>■ Chêne ■ Charme</p>		 <p>■ Chêne</p>	
Diamètre moyen	23.1 cm	Diamètre moyen	24.0cm
Hauteur dominante	20.4 m	Hauteur dominante	21.6 m
Pourcentage de chênes de qualités	43%	Pourcentage de chênes de qualités	22%
Qualité des chênes par diamètre		Qualité des chênes par diamètre	
			
			

○ **Parcelle n°3**

Localisation	Mayenne	Année de plantation	1992
Profondeur du sol	80 cm	Texture dominante	Limono-argileuse
Chêne-Charme			
Schéma de plantation			
 <p style="text-align: center;"> ■ Chêne ■ Charme </p>			
Diamètre moyen	26.1 cm		
Hauteur dominante	20.5 m		
Pourcentage de chênes de qualités	32%		
Qualité des chênes par diamètre	Photo du peuplement		
			

○ **Conclusions**

Au vu de ces différents cas de mélange chêne-charme, il est possible de voir une amélioration de la qualité des bois par rapport à une monoculture de chêne.

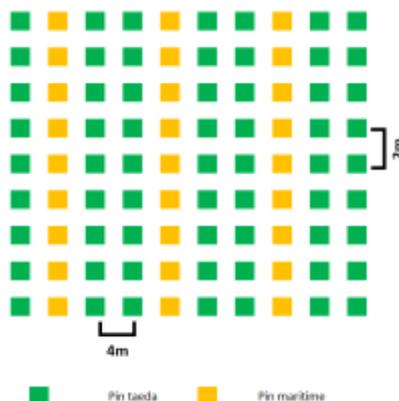
Dans la parcelle n°1, le charme a commencé à dominer le chêne, le propriétaire a recépé ses charmes un peu tardivement, le charme n'est plus trop présent dans la parcelle contrairement à la parcelle n°2 dans laquelle le charme coexiste toujours et prolonge l'intérêt du mélange.

• **Mélange Pin taeda – Pin maritime**

Localisation	Sarthe	Année de plantation	2003
Profondeur du sol		Texture dominante	

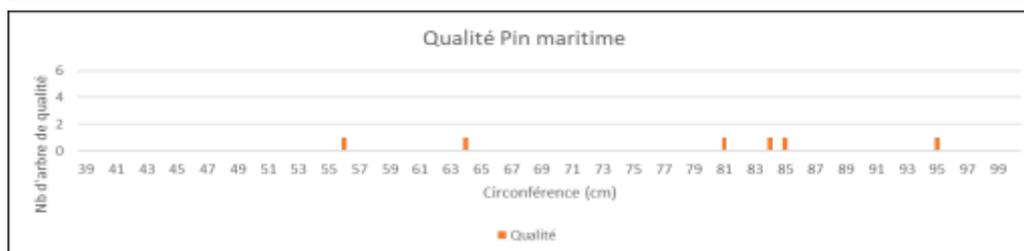
Pin taeda – Pin maritime

Schéma de plantation



Pin Taeda		Pin Maritime	
Circonférence moyenne	66,4 cm	Diamètre moyen	90.4 cm
Hauteur dominante	13,6 m	Hauteur dominante	16.2 m
Pourcentage de chênes de qualités	52.3%	Pourcentage de chênes de qualités	14.6%

Qualité des pins par diamètre



Dans ce mélange de résineux, les pins maritimes ne sont pas d'une grande qualité. Cependant, les pins taeda sont d'une rectitude intéressante. 52.3 % de ces pins taeda présente un aspect qualitatif (Rectitude des bois, Hauteur de 5-6 m sans branche basse vivante, Etat sanitaire (pas de décollement), Absence de fourche, Vérifier le retard de diamètre par rapport à ses voisins).

Le mélange a été bénéfique principalement pour les pins taeda dans ce cas.



6.3 Identification des freins

Les freins ont été répartis en plusieurs grandes familles :

- Techniques
- Economiques
- Administratifs
- Sociaux

Malgré cette répartition, certains freins peuvent se retrouver dans plusieurs catégories puisqu'ils ont plusieurs impacts.

6.3.1 Freins techniques

- Retour des entretiens

Thèmes	Sous thèmes	Nombre de citations	
		Professionnels (26)	Propriétaires (53)
Plantation	Complexité des schémas de plantations pour les ETF.	7	7
	Plantation d'un mélange en racine nu et motte.	2	0
	Adaptation des essences à la station (moins de choix sur sols pauvres).	2	0
Gestion du peuplement	« Le mélange est plus dur à gérer que le monospécifique. »	6	1
	Manque de techniques sylvicoles pour les nouveaux schémas.	5	0
	Entretien des plants plus complexe (Elagage, Dégagement, Taille de formation).	6	1
Exploitation	Plusieurs passages du fait du nombre d'essences différentes.	2	1
Matériel	Manque de disponibilité des plants.	8	2
	Manque de graines.	2	0
	Manque de plants d'essences plus rares.	2	0
Autre	Aucune difficulté	0	20

TABLEAU 6 - FREINS TECHNIQUES ISSUS DES ENTRETIENS

Le (Tableau 6) présente les différents freins techniques relevés lors des entretiens. Ils se déclinent selon plusieurs thèmes : La plantation, la gestion du peuplement, l'exploitation, ou encore le matériel. Dans le thème plantation, il est apparu que des schémas de plantations avec des séquençages trop précis complexifie le travail des ETF. En effet, lorsque la plantation se fait en suivant un schéma précis (3 chênes puis 1 merisier puis 3 chênes puis 1 robinier par exemple), la préparation de la plantation prend plus de temps.

De plus, lorsque le mélange comprend des plants en racines nues et des plants en mottes, les planteurs doivent effectuer deux passages sur la parcelle puisque le mode de transport, de conservation des plants et de plantation n'est pas toujours le même.

Les freins liés à la gestion du peuplement concernent principalement l'entretien des jeunes plantations. Pour les peuplements mixtes, les traitements chimiques ne sont pas les mêmes selon que c'est un feuillu ou un résineux, en fonction du schéma de plantation, cela peut amener à des complications de mise en place. La différence de croissance entre les essences peut complexifier les dégagements, avec un risque accru de couper les plants plus petits lors de dégagements ou bien d'oublier certains plants, car difficilement repérable. La gestion des mélanges est également complexe vis-à-vis de l'âge d'exploitabilité qui peut être différent, ainsi, les travaux sylvicoles et coupes d'éclaircies doivent être effectués sur une essence sans en affecter la croissance de l'autre.

Le verbatim « Le mélange est plus dur à gérer que le monospécifique » a été évoqué à plusieurs reprises, une des préoccupations derrière ce verbatim concerne le manque de techniques sylvicoles vis-à-vis des nouveaux mélanges.

Concernant l'exploitation, la multitude d'essences oblige les débardeurs à effectuer plusieurs passages pour sortir différents types de produits, cela augmente le risque de tassement des sols.

Les peuplements mélangés sont sujets à un manque de plants qui touche également les plantations en monospécifique, cependant, ajouter du mélange requiert parfois des plants peu communs qui ne sont pas toujours disponibles en pépinière.

- **Solutions et préconisation**

Problèmes	Solutions et/ou préconisations
Complexité des schémas de plantations pour les ETF.	Privilégier les placeaux.
	Privilégier les plantations en aléatoire dans le cas de mélange pied à pied.
Vitesse de croissance différente.	Privilégier les placeaux (notamment en peuplement mixte)
Risque de couper les plants plus petits lors des dégagements dû à la différence de croissance.	Installer des tuteurs à chaque plant.
Préparation des mélanges.	Préparer par avance des lots avec la proportion de mélange attendue dans le cas de plantation en aléatoire.
Le tri des bois est conséquent du fait du grand nombre de produits.	Faire des mélanges qui ont le même produit d'exploitation.
	Maintenir le mélange tout au long de la vie du peuplement afin de bénéficier de ses intérêts.
	Instaurer du mélange dans une régénération naturelle avec de l'enrichissement.

TABLEAU 7 - SOLUTIONS ET PRECONISATIONS DES FREINS TECHNIQUES

Le (Tableau 7) présente des solutions et des préconisations concernant les freins techniques. Pour faire face aux difficultés des schémas de plantation, la plantation mélangée par placeau s'avère être une bonne solution tant pour la plantation, la gestion que pour l'exploitation. Si le choix se porte néanmoins sur un schéma pied à pied, une plantation en aléatoire simplifie le travail des ETF.

Afin de gérer au mieux les peuplements mélangés, il faut tenir compte de la différence de vitesse de croissance des essences, c'est pourquoi une gestion par placeaux permet d'effectuer les interventions sylvicoles plus facilement. Pour faciliter la gestion de ces mélanges, il convient de positionner les placeaux de façon à les rendre accessibles depuis les cloisonnements d'exploitation.

La multiplication du nombre d'essences va amener une multiplication du nombre de produits et ainsi générer un tri des bois plus important. Lors du choix du mélange, il est intéressant de privilégier des couples d'essences qui ont le même produit d'exploitation afin de limiter le tri supplémentaire.

Instaurer du mélange dans une régénération naturelle permet de diversifier son peuplement en y instaurant une deuxième essence, souvent à faible densité. Cela permet de profiter de la densité naturelle de l'essence en régénération pour la conduite de l'essence plantée et de limiter les coûts de plantation. Afin de ne pas entraver l'installation de l'essence introduite, une préparation de terrain en potet travaillé semble être la meilleure solution.

6.3.2 Freins économiques

- Retour des entretiens

Thèmes	Sous thèmes	Nombre de citations	
		Professionnels (26)	Propriétaires (53)
Plants	Installation en peuplement mixte → Les plants de feuillus sont plus chers que les plants de résineux	3	0
	Les plants de diversifications sont plus chers que les plants objectifs.	2	6
Protection contre le gibier	Les peuplements mixtes nécessitent des protections contre le gibier.	2	0
Plantation	Surcoût lors de l'installation pour le mélange.	5	0
	Surcoût lors de l'installation d'un mélange racines nues et mottes.	1	0
Exploitation	« L'exploitation coûte plus cher qu'en peuplement pur. »	4	9
	Pas de marché pour l'essence d'accompagnement.	1	0
	Plusieurs passages du fait du nombre d'essences différentes.	2	1
	La période de récolte est différente. Besoin de faire deux coupes au lieu d'une.	1	0
	Moins de volume sorti par essence.	3	1
	Nécessite plus de tri des bois.	2	0
	Tenir un rendement avec des machines (plusieurs essences).	4	0
Autre	Aucune difficulté	0	20

TABLEAU 8 - FREINS ECONOMIQUES ISSUS DES ENTRETIENS

Le (Tableau 8) présente les freins économiques recensés lors des entretiens. Sur le sujet des plants, il est ressorti que la différence de prix entre résineux et feuillus peut-être un frein à l'installation d'un mélange mixte comparativement à une monoculture de résineux. De plus, le prix des essences de diversification peut également freiner la mise en place d'un mélange, sachant que ce type d'essence n'a pas vocation à être le revenu le plus important.

Lors de la plantation, la préparation prend plus de temps qu'en peuplement pur, en effet, il faut préparer les bons nombres de plants en fonction du schéma à suivre. Cette préparation entraîne donc un surcoût. De plus, comme évoqué dans les freins techniques, le mélange racines nues et mottes demande deux passages donc engendre un temps de plantation plus important.

Les freins économiques sur le thème de l'exploitation se concentrent autour de la différence des produits ainsi que du volume de bois sortis. La question d'une surface minimum pour pouvoir envisager le mélange est revenue régulièrement, elle est associée à l'idée d'obtenir un volume minimum par essence pour pouvoir trouver des acheteurs. En effet, le fait de multiplier les essences peut multiplier les types de produit et ainsi demander un tri des bois plus important. Ce tri des bois demande au débardeur de faire plusieurs passages supplémentaires sur les parcelles, ce qui prend du temps supplémentaire et mène à un surcoût.

Afin de compléter la partie économique, une demande de devis pour une plantation a été soumise à plusieurs ETF. Ce devis repose sur un chantier réel divisé en deux parties. La première partie se compose d'un mélange chêne sessile (75%), charme (10%), érable champêtre (10%) et alisier torminal (5%), le tout en pied à pied aléatoire. La seconde partie est un mélange de cèdre (50%) et de douglas (50%) en damier de 10 plants par 5

lignes. L'objectif de ce devis était d'obtenir les prix pour une plantation mélangée et de demander les prix pour la même plantation en monoculture pour comparer les deux modalités.

Les ETF n'ont pas répondu selon ce qui était demandé dans le devis. Il y a eu deux réponses téléphoniques afin de discuter du devis :

- Le premier ETF a fourni le premier devis pour le mélange, lors de l'entretien, il est ressorti que celui-ci ne faisait pas de différence de prix entre la modalité mélange et la modalité pur. En effet, le chantier étant conséquent et non loin de son entreprise, il saisit l'opportunité. A priori, le mélange aléatoire en racines nues ne pose pas de difficulté, cependant, l'ETF n'a jamais installé de mélange en damier, il ne connaît pas encore s'il existe une différence de prix.
- Le second ETF précise que le mélange feuillu n'a pas de différence de prix puisqu'il se plante de manière aléatoire. Si le schéma de plantation était précis, il y aurait un surcoût par rapport à du monospécifique. Les parcelles plantées en résineux sont composées d'un mélange de cèdre (mottes) avec du douglas (racines nues). Ici, le fait de devoir installer un mélange en racines et mottes fait augmenter le prix. Comme on peut le voir dans le (Tableau 9), lorsque l'on effectue une implantation en damier, l'augmentation est moins importante, cela est dû au fait que les placeaux au sein du damier font 50 plants d'une même essence, la plantation est plus simple à organiser qu'un schéma précis en pied à pied.

Modalité	Racines nues ou mottes (centimes d'euros)	Racines nues et mottes (centimes d'euros)
Plantation monospécifique	45-50c	/
Plantation mélangée en aléatoire	45-50c	50-60c
Plantation mélangée avec un schéma précis	> 45-50c	50-60c
Plantation mélangée en damier	45-50c	50-55c

TABLEAU 9 - COUT DE LA PLANTATION PAR PLANTS POUR DIFFERENTES MODALITES DE PLANTATIONS

- **Solutions et préconisation**

Problèmes	Solutions et/ou préconisations
Surface trop petite pour du mélange (<4ha).	S'assurer d'avoir un volume minimal à sortir par produit (au moins un camion)
	Planter du charme avec du chêne pour réduire les couts.
	Planter avec un séquençage aléatoire.
Le volume de bois sortis d'une essence est trop faible	Eviter les mélanges en racines nues et mottes.
	Travailler avec l'existant en privilégiant les plantations dans le recru.
Le volume de bois sortis d'une essence est trop faible	Instaurer des places de dépôts centralisées afin de regrouper ces faibles volumes de bois en vue de les vendre une fois un camion constitué.
	Prévoir le remplissage d'un camion d'un même produit en collaboration avec d'autres propriétaires dans une même zone géographique.

TABLEAU 10 - SOLUTIONS ET PRECONISATIONS DES FREINS ECONOMIQUES

Le (Tableau 10) présente certaines solutions et préconisations concernant les freins économiques. Le problème de la surface minimale est souvent revenu. Cependant, ce n'est pas à un souci de surface dont nous avons à faire, mais à un problème de volume de bois par produit. Afin de s'assurer de pouvoir vendre correctement ses bois, il est conseillé de prévoir un volume minimal correspondant à un camion d'un même produit. A noter que les

essences de diversification ou d'accompagnement n'ont pas toute vocation à produire du bois d'œuvre, et le volume minimal nécessaire n'est donc pas toujours à prendre en compte.

Dans un but de faire des économies sur la plantation, planter du charme avec du chêne s'avère être une solution efficace. En effet, les plants de charme étant moins coûteux que ceux de chêne, la plantation s'avère moins onéreuse. Ce mélange va gagner les chênes et permettre une meilleure production de bois d'œuvre.

Privilégier le recru naturel pour instaurer le mélange. Cette technique peut permettre tout d'abord de limiter les coûts d'une plantation en évitant d'installer une essence d'accompagnement qui sera naturellement présente et en réduisant les densités de plantation. Cette technique permet aussi de protéger les plantations du gibier, et présente l'avantage de moins impacter les sols puisque le travail est localisé.

Le volume insuffisant pour une essence est un souci qui est revenu souvent. Face à ce problème, certaines entreprises ont instauré des places de dépôts centralisées sur une zone géographique. Cela permet de pouvoir stocker des lots d'une même essence en trop faible quantité, jusqu'à ce qu'il y ait un volume conséquent pour faire un camion. Cependant, cette solution demande de faire plus de manipulation de chargement/déchargement. Une autre solution consiste à prévoir le remplissage d'un camion d'un même produit en collaboration avec d'autres propriétaires dans une même zone géographique. Cela permet de limiter les manipulations supplémentaires vues sur la solution précédente. Ce type de solution peut se faire grâce à l'animation pour mettre en relation les propriétaires.

6.3.3 Freins administratifs

- Retour des entretiens

Thèmes	Sous thèmes	Nombre de citations	
		Professionnels (26)	Propriétaires (53)
PDRR	Le cahier des charges de l'aide ne permet pas de faire des peuplements mélangés.	10	21
	Ne permets pas de faire du pied à pied.	1	0
MFR	Le choix des essences disponibles est trop faible.	2	2
	Impossibilité de mettre une essence d'accompagnement en essence objectif.	2	0
	La provenance des plants est bridée.	2	0
PDR	Obligation de faire un schéma d'implantation précis lors de la plantation.	1	0
	Les pépinières n'ont pas pu prévoir les pénuries.	1	0
Propriétaires	Blocages administratifs.	4	0
Autre	Aucune difficulté	0	3

TABLEAU 11 - FREINS ADMINISTRATIFS ISSUS DES ENTRETIENS

Le (Tableau 11) présente les différents freins administratifs évoqués lors des entretiens. Un des principaux freins concerne l'aide du Plan de Développement Rural Régional (PDRR) une aide pour le reboisement des peuplements pauvres. Il est ressorti que l'aide ne permettait pas de faire du mélange pour certains types de schéma. En effet, selon les critères de cette aide, entre 10 à 30% de la surface du projet est consacrée à la biodiversité sous forme d'ilots (placeaux) non reboisés ou d'ilots reboisés avec d'autres essences que l'essence objectif principale. Ce fonctionnement a été mis en place pour faciliter la vérification de la conformité du projet lors des inspections. Ces critères ne permettent pas d'installer des mélanges pied à pied ou par lignes sur l'intégralité de la parcelle.

L'arrêté préfectoral sur les Matériels Forestiers de Reproduction (MFR) empêche certains choix de provenance pour l'installation de mélanges. Illimite également de mettre certaines essences en essences objectifs et le peu d'essences objectif dryade limite les possibilités pour l'enrichissement de peuplement.

Les dossiers d'aide du Plan De Relance (PDR) oblige à spécifier un schéma de plantation précis, cela a amené certains gestionnaires à diminuer le nombre d'essences prévus dans le projet puisqu'ils ont l'habitude de faire des plantations en aléatoire, ce qui n'est pas compatible avec les critères de l'aide.

Il est ressorti un frein lié au blocage administratif comprenant des dossiers d'aides trop complexes à remplir ainsi qu'un remboursement des aides trop tardif et donc la nécessité d'une avance de trésorerie trop conséquente.

- **Solutions et préconisation**

Problèmes	Solutions et/ou préconisations
Le cahier des charges de l'aide ne permet pas de faire des peuplements mélangés.	Voir auprès des aides privés.
	Elargir le cahier des charges des aides régionales dans le cadre de la prochaine programmation du Plan Stratégie National (PSN).
Pénuries de plants.	Autoriser l'élargissement des provenances des plants.

TABLEAU 12 - SOLUTIONS ET PRECONISATIONS DES FREINS ADMINISTRATIFS

Le (Tableau 12) présente les différentes préconisations par rapport aux freins administratifs. Le cahier des charges de certaines aides ne permet pas de planter tous les types de schémas de mélange. Face à ce problème, certains propriétaires se tournent vers des aides privées pour faire leur boisement. Dans le but d'inciter au mélange, il serait intéressant d'élargir le cahier des charges de ces aides.

L'aide du MFR pourrait élargir la provenance des plants autorisés afin de lutter contre les pénuries.

6.3.4 Freins sociaux

- **Retour des entretiens**

Thèmes	Sous thèmes	Nombre de citations	
		Professionnels (26)	Propriétaires (53)
Connaissances	Manque de connaissances dans les schémas de plantations en mélange.	1	0
	Manque de recul économique et technique.	5	0
	Lacune dans les mélanges.	7	5
Formation	Manque de méthodologie.	1	0
	Manque de temps pour se former.	1	0
	Manque de formation sur l'intérêt des mélanges.	1	0
Personnel	Remettre en causes ses propres connaissances.	2	0
	Ne pas oser se lancer.	1	0
	N'a pas vu beaucoup de mélange réussi.	1	0

TABLEAU 13 - FREINS SOCIAUX ISSUS DES ENTRETIENS

Le (Tableau 13) présentent les freins sociaux de cette étude. Il est apparu au cours des entretiens que certains gestionnaires considèrent avoir un manque de connaissances dans les schémas de plantation mélangés, principalement concernant la gestion des premières éclaircies. Ils ont également un manque de recul économique, ce qui les empêche de conseiller les propriétaires quant à cette pratique.

Il y a un manque de formation concernant la mise en place de mélange, mais également sur l'intérêt même du mélange.

Certains professionnels ont indiqué avoir du mal à remettre en cause leurs propres connaissances, de bouleverser leurs habitudes. Ne pouvant pas être certains de leur diagnostic quant au mélange installé, ils préfèrent s'en abstenir.

Thèmes	Sous thèmes	Nombre de citations	
		Propriétaires possédant du mélange (28)	Propriétaires ne possédant pas de mélange (12)
Connaissances	Des conseils sur les peuplements mélangés.	11	2
	Des propositions d'itinéraires sylvicoles.	6	0
	Avoir du recul sur les taux de réussites et les possibilités d'exploitations.	0	1
Formations	Visiter des peuplements mélangés qui ont réussi.	2	1
	Avoir des formations sur les peuplements mélangés.	0	1
Administratif	Intégrer le mélange dans les subventions.	6	1
	Faciliter le remplissage des dossiers.	1	0

TABLEAU 14 - SOUHAITS DES PROPRIETAIRES POUR SE LANCER DANS LE MELANGE

Le (Tableau 14) présente les réponses au questionnaire en ligne pour la question suivante : « Que souhaiteriez-vous pour vous lancer dans la conduite de peuplements mélangés ? ».

- **Solutions et préconisation**

Problèmes	Solutions et/ou préconisations
Lacunes concernant les mélanges	Elaboration de fiches explicatives sur l'intérêt et l'itinéraire sylvicole des peuplements mélangés.
	Organiser des formations sur les peuplements mélangés.
	Mise en place d'une plateforme de recensement des différentes tentatives de mélanges à destination des acteurs de la filière. L'objectif de cette plateforme serait de pouvoir partager ses connaissances en matière de mélange et de faire avancer cette pratique.

TABLEAU 15 - SOLUTIONS ET PRECONISATIONS DES FREINS SOCIAUX

Le (Tableau 15) présente les solutions et préconisations concernant les freins sociaux. Certains professionnels et propriétaires ont indiqué avoir des lacunes au sujet des peuplements mélangés. Dans le but d'informer le plus de personnes à cette pratique, il serait intéressant d'élaborer des fiches explicatives par rapport aux intérêts de ces mélanges, mais également de l'itinéraire sylvicole à suivre. Des formations peuvent être utiles pour approfondir ce sujet.

Au fil des entretiens, il est apparu qu'il n'y avait pas beaucoup de retour d'expérience des acteurs de la filière sur le mélange. Il serait intéressant de permettre le dialogue sur ce sujet entre les acteurs de la filière. Une plateforme d'échange permettrait de pouvoir découvrir les pratiques d'autres personnes et de faire évoluer les connaissances de ces sujets par le biais de retour d'expérience.

Afin de répondre à une demande de connaissance sur les mélanges, une publication du forêt entreprise de janvier-février 2022 a présenté un article sur les plantations en mélanges : [quelles combinaisons d'essences et quels schémas de plantation en vue d'obtenir une production de bois d'œuvre ?](#) (ROUVIER 2022). Cet article présente un outil sous forme d'application qui permet de visualiser les interactions possibles de plusieurs mélanges sur les points de vue : la complémentarité entre les essences, la similarité des cortèges de ravageurs, la mise en œuvre sylvicole et les avantages liés au mélange. Cependant, cet outil a été élaboré pour la région Hauts de France. Ainsi, il est adapté aux sols de cette région. C'est un outil intéressant pour s'inspirer de certains mélanges tout en sachant qu'il n'est pas tout à fait compatible avec la région. Cette appli est disponible sous cette adresse : <https://sylvainrouvier.shinyapps.io/Appli/>

6.4 Synthèse des solutions et préconisation

Suite aux freins présentés, cette partie a pour but de regrouper toutes les solutions et préconisations concernant les peuplements mélangés en vue de production de bois d'œuvres.

6.4.1 Plantations

- Privilégier les **placeaux** (Figure 7) qui sont plus simples pour la plantation, la gestion et l'exploitation. C'est un schéma d'implantation permettant une installation et un suivi dans des conditions technico économiques satisfaisantes. La taille des placeaux pouvant varier de 9 à 100 plants, cela laisse la possibilité de simplement introduire de la diversification ou bien de mener deux essences objectifs de front. Les placeaux sont préconisés pour les mélanges à plusieurs essences objectifs.
- Si on souhaite faire du pied à pied : Privilégier les **plantations en aléatoires** plutôt qu'un schéma de plantation précis.
- **Eviter le mélange racines nues et mottes** afin d'éviter aux ETF de » devoir faire deux passages sur la parcelle.
- Planter une essence d'accompagnement pour réduire les coûts de la plantation. L'essence d'accompagnement coûte souvent moins cher que l'essence objectif. De plus, elle permet de gagner l'essence objectif.

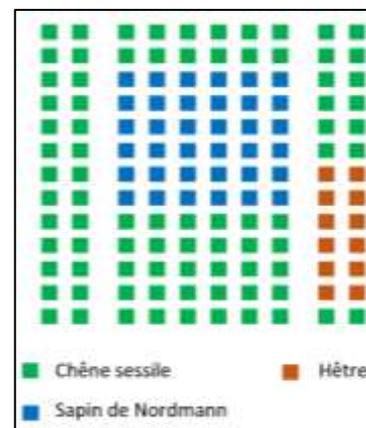


FIGURE 7 - EXEMPLE DE PLANTATION PAR PLACEAUX

6.4.2 Exploitation

- Avoir un **schéma de desserte**.
- S'assurer d'avoir un **volume minimal** (au moins un camion) à sortir par produit pour les essences objectifs.
- Prévoir le remplissage d'un camion d'un même produit en **collaboration** avec d'autres propriétaires dans une même zone géographique. L'objectif est de remplir un camion avec deux ou plusieurs propriétés lorsque les volumes de bois d'un même produit est trop faible.

6.4.3 Aides régionales

- **Elargir le cahier des charges en autorisant le mélange** pour différents types de schémas d'implantations.
- Proposer un système de **bonification** en cas de mélange d'essences (au-delà des 25% pour reprendre la définition de l'IGN).
- Rendre éligible cette aide pour tous les schémas excepté le parquet.
- Diminuer le seuil de densité de plants minimum pour inciter à l'enrichissement.

6.4.4 Général

- **Ne pas planter plus de 3 essences objectifs** de bois d'œuvre.
- Travailler avec l'existant en privilégiant les **plantations dans le recru** (Figure 8). Cette technique peut permettre tout d'abord de limiter les coûts d'une plantation en évitant d'installer une essence d'accompagnement qui sera naturellement présente et en diminuant la densité de plantation. Cette technique permet aussi de protéger les plantations du gibier. L'objectif consiste à planter une essence entourée de végétation naturelle qui va gagner l'essence objectif plantée.
- Instaurer du mélange dans une régénération naturelle avec de l'**enrichissement**. Cette technique permet de diversifier son peuplement en y instaurant une deuxième essence, souvent dans une faible densité. Cela permet de profiter de la densité naturelle de l'essence en régénération pour la conduite de l'essence plantée.



FIGURE 8 - EXEMPLE DE PLANTATION DANS LE RECRU

6.4.5 Partages de connaissances

- Mettre en place une plateforme de recensement des différentes tentatives de mélanges à destination des acteurs de la filière. L'objectif de cette plateforme serait de pouvoir partager ses connaissances en matière de mélange et de faire avancer cette pratique.
- Concevoir des **fiches techniques** sur les mélanges.
- Prévoir des formations sur les peuplements mélangés.

6.5 Limites de la mission

La mission s'est déroulée sur quatre mois et demi. Cette durée n'a pas été suffisamment longue pour affiner l'analyse, vérifier la faisabilité de certaines propositions auprès des acteurs de la filière et réfléchir à des propositions. En effet, il aurait été intéressant de compléter certains aspects de l'étude :

- Lors des entretiens, il aurait été intéressant d'accentuer plus en détails sur les mélanges ainsi que leurs modalités pour pouvoir faire une analyse complète des différents mélanges en Pays de la Loire. Cette étude aurait pu permettre de proposer plusieurs itinéraires sylvicoles « clés en main » pour certains mélanges.
- La partie des prises de mesures n'a pas été aussi complète que prévu. En effet, la difficulté à trouver des mélanges de plus de 20 ans et le manque de temps n'ont pas permis de recueillir autant de données pour mener une étude plus étayée. Il aurait été souhaitable de mesurer plusieurs autres dispositifs permettant de comparer le mélange chêne-charme avec du chêne pur. L'apport de ces mesures aurait pu permettre d'analyser l'effet du type de sylviculture mené sur le mélange. De plus, des mesures sur des mélanges avec du cèdre auraient été intéressantes.
- L'analyse économique effectuée à travers les devis aurait pu être plus détaillée si un plus grand nombre d'ETF avait répondu. Il aurait pu être possible de comprendre précisément les points bloquants qui font augmenter le prix des plantations.
- Il aurait été fort intéressant de pouvoir confronter ces solutions aux acteurs interrogés afin d'élaborer des solutions viables pour la suite.

Les acteurs de la filière et les propriétaires n'ont pas nécessairement les mêmes priorités dans la conduite des peuplements. En effet, lorsqu'un professionnel cherchera à instaurer un peuplement mélangé en vue de production de bois d'œuvres, certains propriétaires préféreront des peuplements conduits pour de la biodiversité afin de privilégier la chasse dans sa parcelle. L'objectif des peuplements mélangés n'est donc pas le même.

7 CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Cette partie va permettre de faire le point concernant l'objectif de la mission posé en début de rapport : **« Dresser un état des lieux des pratiques en matière de mélanges d'essences sur la Région Pays de la Loire et de connaître les 3 principaux freins dans les domaines techniques, sociaux, économiques et administratifs au développement de cette méthode. »**.

L'étude a permis de dresser un état des lieux des peuplements mélangés en présentant les différentes perceptions de cette pratique. De plus, la mission a permis de connaître le degré de connaissance des professionnels et des propriétaires vis-à-vis des intérêts que les peuplements mélangés peuvent procurer. Ce stage a permis de lister certains mélanges existant sur la région Pays de la Loire ainsi que leur schéma de plantations possibles.

Ces quatre mois et demi auront permis de relever les principaux freins dans les domaines techniques, économiques, administratifs et sociaux. En accompagnement de ces freins, des solutions et des préconisations ont pu être apportés afin de limiter l'impact de ces freins à l'avenir.

Cette mission aura apporté des réponses sur le sujet demandé, cependant, à la suite de cette étude, plusieurs pistes de poursuite de cette étude peuvent être envisagées :

- Mener une étude sur un ou plusieurs mélanges définis dans le but d'en tirer des itinéraires sylvicoles « clés en main ». L'objectif serait de pouvoir corréliser des coûts faibles de plantation, une gestion sylvicole simple à mener ainsi qu'une exploitation faisable.
- Développer les plantations par placeaux dans la région. Discuté avec les acteurs de la filière afin de déterminer les caractéristiques optimales liés au mélange. Installer des dispositifs avec des protocoles de suivi dans le temps pour en mesurer l'évolution.

8 REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AUSSENAC, Raphaël, Yves BERGERON, Claudele GHOTSA MEKONTCHOU, Dominique GRAVEL, Kamil PILCH, et Igor DROBYSHEV. 2016. « Intraspecific variability in growth response to environmental fluctuations modulates the stabilizing effect of species diversity on forest growth. »
- BASTIEN, Yves. s. d. « ENGREF Nancy ».
- BECQUEY, Jacques. 2008. « Forêt entreprise » 178.
- BLANCHIN, Julien. s. d. « Chêne rouge d'Amérique ». *Bois et Forêts de l'Ouest*, n° 9.
- BORDE, Bruno. 2021. « Forêts Privées de Bourgogne-Franche-Comté ». *Forêts Privées de Bourgogne-Franche-Comté* 11 (juin).
- BRASSARD, BW, HYH CHEN, X CAVARD, J REICH, Y BERGERON, D PARE, et Z YUAN. 2013. « Tree species diversity increases fine root productivity through increased soil volume filling. » *Journal of Ecology* 101, 2013.
- « C - INVENTAIRE FORESTIER ». s. d. Consulté le 28 juin 2022. <https://inventaire-forestier.ign.fr/spip.php?article593>.
- « cedre.pdf ». s. d. Consulté le 28 juin 2022. <http://sylviculture.free.fr/web-content/contenu/cedre.pdf>.
- CHAMAGNE, J, M TANADINI, D FRANK, R MATULA, CET PAINE, CD PHILIPSON, M SVATSEK, LA TURNBULL, D VOLARIK, et HECTOR A. 2016. « Forest diversity promotes individual tree growth in central European forest stands. » *Journal of Applied Ecology* 54, 2016.
- « chancre_hetre.pdf ». s. d. Consulté le 28 juin 2022. https://foresmesnieres.fr/parasite/chancre_hetre.pdf.
- « diversite-des-essences-forestieres_2011.pdf ». s. d. Consulté le 25 juin 2022. https://www.observatoire-biodiversite-hdf.fr/sites/default/files/documents/medias/fiches-indicateurs/diversite-des-essences-forestieres_2011.pdf.
- EcoTree. s. d. « Différentes essences de bois : quelle est leur utilisation ? EcoTree ». EcoTree. Consulté le 28 juin 2022. <https://ecotree.green/blog/quel-est-l-usage-des-differentes-essences-de-bois>.
- « Forêts - Rouilles des peupliers à Melampsora ». s. d. Consulté le 28 juin 2022. <https://ephytia.inra.fr/fr/C/19052/Forets-Rouilles-des-peupliers-a-Melampsora>.
- « Guide des bonnes pratiques du programme Breizh Forêt Bois. » 2015.
- « Guide Pratique: usage des bois feuillus ». 2019. 30 octobre 2019. <https://lafabriqueabois.com/espace-conseil/guide-et-usage-des-bois-feuillus/>.
- GUILLEMOT, Joannes, et Nicolas MARTIN. 2022. « Effet du mélange d'espèces sur la résistance à la sécheresse et l'utilisation de l'eau des plantations forestières. » Présenté à Atelier sur l'intérêt et les bonnes pratiques de la plantation en mélange, INRAE Cestas Pierroton, avril 21.
- JACTEL, Hervé. 2022. « Effets du mélange d'essences sur la santé des forêts ». Présenté à Atelier sur l'intérêt et les bonnes pratiques de la plantation en mélange, INRAE Cestas Pierroton, avril 21.
- JACTEL, Hervé, Eckehard BROCKERHOFF, et Dominique PIOU. 2008. « Le risque sanitaire dans les forêts mélangées. » In *Les forêts mélangées sont-elles plus résistantes, plus résilientes que les autres ?*, 168-80.

- LEGAY, Myriam, Thomas CORDONNIER, et Jean-françois DHÔTE. 2008. « Des forêts mélangées pour composer avec les changements climatiques_181_190_LEGAY ». In *Les forêts mélangées sont-elles plus résistantes, plus résilientes que les autres ?*, 2:181-90.
- « L'équipe technique ». s. d. Site Internet du CNPF Bretagne Pays de la Loire. Consulté le 29 juin 2022. <https://bretagne-paysdelaloire.cnpf.fr/le-cnpf-et-la-foret-privee/votre-cnpf/l-equipe-technique>.
- « Les maladies et ravageurs | Peupliers de France ». s. d. Consulté le 28 juin 2022. <https://www.peupliersdefrance.org/page/60-les-maladies-et-ravageurs>.
- MOYSES, François. 2015, Forêt Privée, , n° 346 (novembre).
- « Nos essences de bois ». s. d. www.essarbois.com. Consulté le 28 juin 2022. <https://essarbois.com/nos-essences-de-bois/>.
- « organigramme_janvier_2022[1].pdf ». s. d. Consulté le 29 juin 2022. https://www.cnpf.fr/sites/socle/files/2022-02/organigramme_janvier_2022%5B1%5D.pdf.
- « plaquette_cnpf_mail.pdf ». s. d. Consulté le 29 juin 2022. https://www.cnpf.fr/sites/socle/files/2022-04/plaquette_cnpf_mail.pdf.
- ROSA, Jérôme. s. d. *Plantation dans le recru*.
- ROUVIER, Sylvain. 2022. « Plantations en mélange : quelles combinaisons d'essences et quels schémas de plantation en vue d'obtenir une production de bois d'œuvre ? » *Forêt entreprise* 262 (février): 46-49.
- SARDIN, Thierry, Jérôme BOCK, et Jacques BECQUEY. 2008. « Les peuplements mélangés : Enjeux et interrogations des gestionnaires. » In *Les forêts mélangées sont-elles plus résistantes, plus résilientes que les autres ? Vol. 2*.

9 TABLES DES ILLUSTRATIONS

FIGURE 1 - FINANCEMENT DU CNPF	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
(« plaquette_cnpf_mail.pdf » s. d.)	
FIGURE 2 - CARTE DE LA REPARTITION DU CNPF EN FRANCE ET ORGANIGRAMME NATIONAL... ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.	
(« plaquette_cnpf_mail.pdf » s. d.) (« organigramme_janvier_2022[1].pdf » s. d.)	
FIGURE 3 - ORGANIGRAMME CRPF BRETAGNE - PAYS DE LA LOIRE.....	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
(« L'équipe technique » s. d.)	
FIGURE 4 - SCHEMA DU DEROULEMENT DE L'ETUDE	6
FIGURE 5 - PLANNING GANTT DE L'ETUDE.....	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
FIGURE 6 - PRESENTATION DE LA REPARTITION DES PERSONNES INTERVIEWEES.....	7
FIGURE 7 - COUVERT LIBRE RELATIF	9
(« C - INVENTAIRE FORESTIER » s. d.)	
FIGURE 8 - SCHEMA DES DIFFERENTS INTERETS AUX PEUPELEMENTS MELANGES	10
FIGURE 9 - DESCRIPTION DES CINQ PRINCIPAUX SCHEMAS DE PLANTATIONS	13
FIGURE 10 - SCHEMAS DE PLANTATIONS EVOQUES LORS DES ENTRETIENS	15
FIGURE 11 - EXEMPLE DE PLANTATION PAR PLACEAUX	30
FIGURE 12 - EXEMPLE DE PLANTATION DANS LE RECRU	31
(ROSA, s. d.)	

10 ANNEXES

- **Annexe 1 : Questionnaire des Gestionnaires et Techniciens du CRPF**

Questionnaire SemiDirectif Gestionnaires & Techniciens CNPFP

Présentation de la mission : Etude sur les peuplements mélangés issus de plantation.

Présentation

- Pouvez-vous vous présenter ? (Organisme, Fonctions, Missions principales)
- Quel est votre rayon d'activité ? (On se concentre sur les Pays de la Loire)
- Vous gérez combien de propriétés et pour quelle surface totale ?
- Répartition des surfaces : <10 ha / 10-25 ha / 25-50 ha / 50-200ha / > 200 ha

Point de vue des propriétaires

- Quels sont les profils de vos propriétaires ?
 - Catégorie d'âges (Pourcentages) :
 - < 45 ans
 - 45 – 65 ans
 - 65 – 75 ans
 - > 75 ans
 - Typologie de propriétaires :
 - Engagé dans la gestion de sa parcelle
 - Peu engagé dans la gestion de sa parcelle
 - Intérêt de la clientèle pour leur bois (de 1 à 7):
 - Un attachement affectif
 - Un régime fiscal
 - La production de bois
 - Un espace de liberté
 - Une constitution de patrimoine
 - Un territoire de chasse
 - La préservation de la biodiversité
- Y-a-t-il des demandes de la part des propriétaires pour du mélange ?
 - Qu'est-ce qui les a amenés à envisager le mélange ?

Perception des peuplements mélangés

- Comment définiriez-vous un peuplement mélangé ?
 - Au moins 2 essences objectifs ?
 - Une essence objectif et de la diversification/accompagnement
- Avez-vous déjà installé/préconisé ces peuplements ?
- Qu'est-ce qui vous a conduit à (ne pas) le faire ?

- Freins
 - Avez-vous été confronté à des complexités techniques qui ont amené à ne pas se diriger vers le mélange ?
 - Techniques (sylviculture, matériel à disposition, savoir faire des ETF, ...)
 - Connaissez-vous des réticences de la part des propriétaires concernant l'implantation de mélange ?
 - Sociaux (volonté des propriétaires, des gestionnaires, ...)
 - Etes-vous amené à écarter l'option du mélange pour raison économique ?
 - Economiques (difficulté de valorisation des bois, ...)
 - Estimez-vous que la gestion administrative ne favorise pas le développement des peuplements mélangés ?
 - Administratifs (réglementation, financements existants, ...)
 - Avez-vous été limité dans votre conseil à cause d'un manque de connaissances sur les peuplements mélangés ?
 - Connaissances (manque de données scientifiques, ...)

Etat des lieux des mélanges

- Quels sont les types de mélange d'essences que vous avez déjà installé ?
- Lesquels ont fonctionné ?
 - Quels ont été les modes de gestion de ces peuplements (entretiens, éclaircies, itinéraire, maintien du mélange, ...)
- Lesquels n'ont pas fonctionné ?
 - Quelles en sont les raisons ? (Compétition entre espèces, mauvaise station, manque de gestion, ...)
- Quels schémas de plantations sont utilisés pour ces mélanges ?
- Selon vous, lequel de ces schémas est le plus performant/adapté ?
- Que pensez-vous d'un mélange en croissance différé ? (Plantation différé)
- Avez-vous rencontré des difficultés particulières ? (lors de la plantation, des éclaircies)
- Lors d'éclaircie/récolte sur des PM adulte, est ce que vous privilégiez des lots de bois homogènes ? (1 essence = 1 camion)
- Quelles informations/connaissances techniques aimeriez-vous avoir ?
- Auriez-vous des données économiques concernant la rentabilité des peuplements mélangés ?

Avez-vous des exemples concrets de chantiers de boisement ou reboisement ?

Avez-vous des exemples concrets de peuplement adultes en cours de gestion ?

→ Localisation de la parcelle et nom du propriétaire.

- **Annexe 2 : Questionnaire des ETF et Exploitants forestiers**

Questionnaire SemiDirectif ETF – Exploitants

Présentation de la mission : Etude sur les peuplements mélangés issus de plantation.

Présentation

- **Pouvez-vous vous présenter ?** (Organisme, Fonctions, Missions principales)
 - Combien de salarié dans l'entreprise (sur le secteur PDL) ?
 - Domaine d'activité : Plantation/Exploitation
- **Quel est votre rayon géographique d'activité ?** (On se concentre sur les Pays de la Loire)
- **Répartition des surfaces de plantation/exploitation par chantier :** <10 ha / 10-25 ha / 25-50 ha / 50-200ha / > 200 ha

Perception des peuplements mélangés

- **Comment définiriez-vous un peuplement mélangé ?**
 - Au moins 2 essences objectifs ?
 - Une essence objectif et de la diversification/accompagnement
 - Une essence « plantée » et du recrû naturel
 - **Avez-vous déjà installé/exploité ces peuplements ?**
 - Si oui, quel type de schéma de plantation avez-vous déjà mis en place ?
 - En ligne ?
 - Pied à pied ?
 - Par bouquet ?
 - Plantation dans le recrû ?
 - Autre ?
 - Si oui, quel mélange avez-vous déjà planté/exploité ? (mélange d'essences)
 - Si non, pourquoi refuser ces chantiers ou chantier inexistant ?
- ➔ Que pensez-vous de ces PM (aspect sylviculture) ?

Freins

- **Avez-vous été confronté à des difficultés (techniques, sociales, économiques, administratives) concernant la plantation et/ou la récolte ?**

Pour la plantation :

 - Complexité des schémas de plantation à l'installation
 - Gestion de la distribution des plants
 - Manque de clarté des consignes du gestionnaire
- **Quel est selon vous le schéma de plantation le plus adéquat ? (perception efficacité du mélange ou contrainte pour l'installation)**
 - Y a-t-il une différence d'entretien des plantations mélangées par rapport à des plantations monospécifiques ?
 - Complexité de gérer les différences de croissance entre les essences ?

- Besoin de regarnir si mortalité sur une seule essence ?
- Matériel à disposition.
 - De quel matériel disposez-vous ?
 - Approvisionnement en plants divers ? (besoin de contacter plusieurs pépinières)

Pour l'exploitation :

- Y a-t-il des complexités en PM pour l'exploitation ?
 - Abattage : Besoin d'utiliser du matériel différent selon les essences ?
 - Problématique du tri des produits ? A quel moment se fait le tri ? (lors de l'abattage ? lors du débardage ? sur la place de dépôt ?)
- Matériel à disposition.
 - De quel matériel disposez-vous ?
- **Etes-vous amené à écarter l'option d'intervenir dans des peuplements mélangés pour raison économique ?**
 - Difficulté de valorisation des bois pour la transformation.
 - Faible volume ?
 - Difficultés des débouchés : Diversité d'essences, besoin de trouver plusieurs acheteurs
- **Préférez-vous exploiter une petite surface avec une seule essence ou une surface plus conséquente mais avec plusieurs essences ? Pouvez-vous me donner un seuil minimal de surface pour passer à une exploitation d'un PM ?**
- **A surface égale, quel est le surcoût d'exploitation d'une parcelle mélangée ?**
 - Surcoût de main d'œuvre / matériel, machines
 - Temps d'intervention plus long
 - Temps passé pour une plantation mélangée par rapport à une plantation monospécifique ?
- **Selon vous, est ce que les PM sont rentable par rapport à un peuplement monospécifique ?**
- **Auriez-vous des données économiques concernant la rentabilité des peuplements mélangés ?**
- **Que pensez-vous de l'administration dans le développement des peuplements mélangés ?**
 - Administratifs (réglementation (MFR), financements existants, ...)

- **Annexe 3 : Questionnaire des Propriétaires**

Questionnaire SemiDirectif Propriétaires

Présentation de la mission : Etude sur les peuplements mélangés issus de plantation.

Présentation et typologie du propriétaire

- Nom
- Age (<45 ans / 45-65 ans / 65-75 ans / >75 ans)
- Localisation (Commune, Département)
- Surface de la forêt
- Depuis quand êtes-vous propriétaire de vos bois ? (<5 ans / 5-9 ans / 10-19 ans / >20 ans)
- Comment avez-vous obtenu votre forêt ? (Achat/Héritage) ?
- Qui gère votre forêt (gestionnaire/expert/coop/vous-même) ?
 - Engagement dans la gestion
- Intérêt du propriétaire pour ses bois (de 1 à 7) :
 - Un attachement affectif
 - Un régime fiscal
 - La production de bois
 - Un espace de liberté
 - Une constitution de patrimoine
 - Un territoire de chasse
 - La préservation de la biodiversité
- Qu'est-ce qui vous a amenés à envisager le mélange ?
 - Quels sont les avantages du mélange ?
 - Qui a été à l'initiative de l'installation du mélange ?

Perception et freins des peuplements mélangés

- Comment définiriez-vous un peuplement mélangé ?
 - Au moins 2 essences objectifs ?
 - Une essence objectif et de la diversification/accompagnement
- Quels types de mélange avez-vous déjà installés ?
 - Identification des rôles des essences (EO, EA, ED).
 - Année de plantation.
 - Schéma de plantation.
 - L'itinéraire suivi de la parcelle (Nb d'éclaircie, ...).
 - Le mélange fonctionne-t-il ?
 - Selon quel critère ?

- Avez-vous rencontrés certaines complications dans le choix d'implanter du mélange ?
 - Complications techniques :
 - Schéma de plantation complexe
 - Indisponibilité de la main d'œuvre
 - Indisponibilité des plants (Essence basique et/ou particulière)
 - Exploitation difficile
 - Complications économiques :
 - Différence de prix des essences
 - Exploitation (2 acheteurs différents, surface minimum)
 - Faible valorisation des bois issus du mélange
 - Complications administratives :
 - MFR
 - PDRR
 - Délai de remboursement des frais d'avance est trop long
 - Complications sociales :
 - Gestionnaire qui dissuade du PM
 - Complications liées au gibier

- Est ce qu'il y aurait des informations/connaissances techniques que vous aimeriez avoir ?
- Observez-vous une différence de rentabilité entre des peuplements purs et en mélange ?
 - Coût à l'installation
 - Coût d'exploitation

Annexe 4 : Protocole des prises de mesures

- Condition de prise des mesures → Avoir l'âge du peuplement
- Nombre d'individus :
 - Chêne/Charme :
 - Si Pied à pied → (200 Chênes / 30 Charmes)
 - Si en Ligne → (200 Chênes)
 - (2L de 100) ou (4L de 50) ou (8L de 25)
- Mesure à prendre :
 - Pour le peuplement :
 - Schéma du peuplement → Distance interligne et entre les plants.
 - Données stationnelle → Pédologie.
 - Schéma géographique du dispositif pour pouvoir y revenir si besoin.
 - Schéma de déplacement lors de l'essai :
 - Si Terre Agricole (aligné) → Prise de mesure par ligne
 - Pour chaque individu :
 - Diamètre des arbres (au cm [12.4 = 12 & 12.5 = 13])
 - Hauteur Dominante (Hauteur des 4 plus gros arbres)
 - Hauteur de la 1^{ère} branche basse vivante
 - Qualité :
 - Rectitude des bois
 - 5-6 m sans branche basse
 - Etat sanitaire (pas de décollement)
 - Absence de fourche
 - Vérifier le retard de diamètre par rapport à ses voisins

• **Annexe 5 : Usages des essences en tant que bois d'œuvres**

Essences	Usages	Source
Alisier	L'alisier est utilisé dans le mobilier ainsi que la marqueterie.	(« Nos essences de bois » s. d.)
Bouleau	Le bouleau s'utilise dans le bardage et pour la menuiserie intérieure.	(« Guide Pratique: usage des bois feuillus » 2019)
Cèdre	Le cèdre s'utilise en tranchage et déroulage pour les meilleures qualités. Il est utilisé également en menuiserie extérieure et intérieures et en charpente.	(« cedre.pdf » s. d.)
Châtaignier	Cette essence est utilisée pour la confection de meubles ou de lames de parquet. Elle est également utilisée pour des usages extérieurs : volets, portes, charpentes, menuiserie, ...	(EcoTree s. d.)
Chêne	Cette essence est recherchée pour la tonnellerie, la charpente et la construction, la menuiserie intérieure comme extérieure, en tranchage ou encore pour la fabrication de parquets.	(EcoTree s. d.)
Chêne rouge	Le chêne rouge est utilisé en ébénisterie, en tranchage ou en menuiserie.	(EcoTree s. d.)
Douglas	Utilisé en charpente ainsi qu'en menuiserie.	(EcoTree s. d.)
Frêne	Cette essence est utilisée en tranchage, en ébénisterie, menuiserie ainsi que tournerie.	(EcoTree s. d.)
Hêtre	Employé couramment en tranchage, déroulage, en ébénisterie, en menuiserie et en parqueterie.	(EcoTree s. d.)
Merisier	Le merisier s'utilise dans la menuiserie d'intérieur et l'ébénisterie.	(EcoTree s. d.)
Noyer commun	Le noyer est utilisé pour la conception de meuble ainsi qu'en ébénisterie.	(EcoTree s. d.)
Peuplier	Cette essence est valorisée pour de la charpente, de l'aménagement extérieur et intérieur	(« Guide Pratique: usage des bois feuillus » 2019)
Pin laricio	Cette essence est valorisée pour de la charpente ainsi que de la menuiserie extérieure.	(« Nos essences de bois » s. d.)
Pin maritime	Il est utilisé pour la charpente, le parquet massif ainsi que la moulure.	(« Nos essences de bois » s. d.)
Robinier	Le robinier s'utilise dans l'aménagement extérieur.	(« Guide Pratique: usage des bois feuillus » 2019)