

# ETUDE SUR LA CAPACITÉ DE LA FILIÈRE DE TRANSFORMATION À S'ADAPTER A L'INTRODUCTION DE « NOUVELLES » ESSENCES DANS LE CADRE DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES

*Etat des lieux sur la commercialisation et l'utilisation  
de produits bois réalisés avec de « nouvelles » essences*



Source : Eichenlaub Lisa / Parc à Grumes Forêt de St  
Avoird - Février 2020

AgroParisTech  
ENGREF

Fibois  
GRAND EST

**ÉTUDIANTS  
FONCTIONNAIRES EN  
DEUXIÈME ANNÉE D'ÉCOLE  
D'INGÉNIEUR - DOMINANTE  
GESTION FORESTIÈRE**

#### Commanditaire

Fibois

#### Rédacteurs

Vincent BISQUAY GRACIA - Julie BRACONNIER DE  
OLIVIERA - Léo DARNON - Lisa EICHENLAUB -  
Marion HARISPE - Etienne LEY

#### Encadrant

Yves EHRHART

# Table des matières

<b>INTRODUCTION</b>	<b>1</b>
<b>MÉTHODOLOGIE</b>	<b>2</b>
<b>ETAT DES LIEUX DE L'UTILISATION DES 6 NOUVELLES ESSENCES</b>	<b>3</b>
1-1. Intérêt des 6 essences vis à vis du changement climatique : des essences supportant bien les sécheresses estivales	3
1-2. Utilisations, débouchés des 6 essences	5
<b>ETAT DES LIEUX DE LA COMMERCIALISATION DES 6 NOUVELLES ESSENCES</b>	<b>7</b>
2-1. Chiffres clés de la filière bois et marchés actuel dans le Grand Est	7
2-2. Place des 6 essences sur le marché actuel et perception des transformateurs	9
<b>CAPACITÉ DE LA FILIÈRE À TRANSFORMER LES 6 NOUVELLES ESSENCES</b>	<b>13</b>
3-1. Compatibilité des nouvelles essences avec les chaînes de transformation actuelles	14
3-2. Compatibilité des essences avec le modèle des scieries du futur et le programme national de la forêt et du bois - 2016-2026	15
3-3. Perception par les acteurs	17
<b>CONCLUSION</b>	<b>18</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE</b>	<b>19</b>

## INTRODUCTION

De nombreux dommages dus aux changements climatiques modifient les paysages forestiers habituels. La succession de sécheresses a affaibli les arbres et les a rendus plus vulnérables : chablis et dégâts aux arbres soumis à des tempêtes et incendies dont l'intensité et la fréquence augmentent, dépérissements du hêtre fragilisé par le stress hydrique, crises sanitaires faisant suite à la multiplication d'attaques de ravageurs et maladies (ex: attaques de scolytes sur les épicéas et certains sapins, chenilles processionnaires, chalarose du frêne...etc) en sont des exemples. La résilience des écosystèmes forestiers est compromise et la filière forêt-bois, reconnue comme l'une des filières d'avenir majeures du Grand Est, risque de voir ses essences phares (sapin, épicéa, hêtre, chêne) disparaître. Les forestiers doivent alors renouveler les peuplements dépérissants et adapter les forêts tout en tenant compte des risques futurs (AFORCE, [sans date]).

La principale interrogation qui reste actuellement en suspens porte donc sur le choix des essences à venir, la nécessité d'introduire de nouvelles essences afin de substituer ou diversifier celles actuellement présentes et la méthode de renouvellement des forêts (migration assistée ou encore plantation d'essences étrangères). Il faut y réfléchir en prenant en compte les modifications stationnelles envisagées avec, entre autre, saisonnalisation des pluies et hausse des températures moyennes annuelles, réduction ou migration du sud vers le nord à moyen et long terme des aires de répartition des essences. Certaines essences telles que l'épicéa posent également des questions à court terme quant à leur utilisation et leur valorisation en raison de l'afflux de bois (bois bleu scolytés) et l'évolution du marché (ONF, 2019).

Cette réflexion a été menée par l'interprofession Fibois et elle a portée sur 6 essences :

- Cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica*)
- Thuya géant, de nom commercial Western Red Cedar (*Thuja plicata*)
- Pin laricio (*Pinus nigra* subsp. *laricio* var. *corsicana*)
- Sapin de Bornmuller (*Abies bornmuelleriana*)
- Chêne pubescent (*Quercus pubescens*)
- Chêne zéen (*Quercus canariensis*)

L'étude se focalisera donc sur ces 6 essences qui font l'objet de réflexion et d'essais en forêt au sein des organismes de R&D. Elles ont été sélectionnées pour leur capacité à résister à la sécheresse, c'est-à-dire leur caractère thermophile et leur bonne adaptation comportementale face à un manque d'eau pouvant provoquer des dysfonctionnements hydrauliques (stress hydrique) ainsi que leur bonne compatibilité et affinité avec les conditions pédoclimatiques des stations forestières du Grand Est.

L'objectif de cette étude est de caractériser les produits issus des 6 nouvelles essences considérées comme plus résistantes au changement climatique afin de savoir si elles pourraient se positionner sur les mêmes marchés que les essences actuellement présentes (mais menacées par le changement climatique) et si elles seraient adaptées aux chaînes de production actuelles du Grand Est. Pour chacune des 6 essences, cela revient à comparer avec les essences actuelles les propriétés de leur bois et leur diamètre d'exploitabilité, leurs débouchés ainsi que leurs possibilités de transformations et d'insertion dans les marchés actuels. Cette étude s'intéressera donc aux marchés nationaux et internationaux dans lesquels certaines de ces 6 essences peuvent déjà être présentes.

# MÉTHODOLOGIE

Cette étude s'est déroulée en trois phases, à savoir une phase bibliographique suivie d'une phase d'enquête et d'une phase d'analyse de celle-ci.

La phase bibliographique a notamment consisté à se renseigner sur les différentes espèces évoquées en particulier sur les caractères suivants :

- Les conditions d'adaptation au milieu
- L'aire de répartition actuelle
- L'écologie
- Le comportement dans les essais d'introduction ou d'adaptation existants situés dans des conditions pédo-climatiques potentielle du Grand-Est au terme d'un cycle de production
- Les conditions d'utilisation du bois
- Les caractéristiques et propriétés des bois
- Les usages actuels de ces bois dans leurs zones d'origine, dans celles d'introduction plus anciennes et éventuellement dans le Grand-Est
- Les marchés existants avec leurs avantages et inconvénients.

Cette phase nous a également servi à acquérir des connaissances nous permettant de dialoguer plus facilement et de mener à bien les entretiens réalisés par la suite. En effet, la deuxième phase du travail fut la réalisation d'une enquête auprès d'acteurs de la première transformation. En confirmant ou nuanciant la bibliographie, cette enquête remplit alors une double fonction :

- Améliorer la connaissance des espèces concernées
- Évaluer leur adaptation aux conditions locales du marché : techniques de sciage actuelles et potentielles, compatibilité au marché local et mesures pour faciliter l'adoption par le marché.

La technique de mise en oeuvre adoptée pour satisfaire le cahier de charge était la réalisation d'entretiens semi-dirigés. En raison des conditions particulières de confinement lié au COVID-19, seul des entretiens téléphoniques ont été réalisés. Pour cette même raison qui a engendré des difficultés à contacter les acteurs, moins d'entretiens que prévu ont été réalisés. Nous nous sommes donc entretenus avec 2 scieurs, un membre du CRPF Bretagne-Pays-de-la-Loire et un chargé d'étude privée (pour une maison de production et vente de cognac). Toutefois, ils nous ont paru suffisant pour en tirer des analyses qui sont détaillées dans la suite du rapport. Un guide d'entretien, figurant en ANNEXE II, a également été confectionné en amont dans le but de cadrer les entretiens, de pouvoir les analyser, d'obtenir un éclairage des professionnels de la filière et de pouvoir donner une vision des acteurs de la 1er transformation.

Enfin, nous avons analysé ces entretiens et avons enrichi les observation par des recherches bibliographiques.

# 1. ETAT DES LIEUX DE L'UTILISATION DES 6 NOUVELLES ESSENCES

## 1-1. Intérêt des 6 essences au regard du changement climatique : des essences supportant bien les sécheresses estivales

Les 6 essences étudiées ont été retenues en raison de leur résistance aux sécheresses estivales (à l'exception du thuya géant et du chêne zéen) constatés dans les essais d'introduction d'espèces répartis sur toute la France. Par exemple, des essais d'introduction en arboreta permettant d'observer un comportement homogène et cohérent dans la perspective du réchauffement climatique ont été menés, ainsi que des essais d'introduction en forêt sur des zones présentant des conditions pédoclimatiques analogues à celles de l'aire d'origine. Cependant, les caractéristiques pédoclimatiques de la région Grand Est nécessitent d'autres particularités pour que ces essences puissent bien s'adapter (Tableau 1). Par exemple, elles devront supporter les gelées tardives, les sols calcaires, gréseux, granitiques ou encore engorgés selon les conditions méso et topo climatiques (IGN, 2012a ; 2012b) .

Tableau 1 : Exigences écologiques en lien avec les caractéristiques du Grand Est (ministère de l'agriculture et de l'alimentation, 2019 ; INRA, 2004)

ESSENCE	EXIGENCES ÉCOLOGIQUES EN LIEN AVEC LES CARACTÉRISTIQUES DU Grand Est
<b>Pin laricio de Corse ou de Calabre</b>	<p>Essence méditerranéenne de l'étage montagnard Exige une forte pluviométrie annuelle (800-1200 mm/an) Supporte les sécheresses estivales</p> <p><b>Ne supporte pas le calcaire actif et l'engorgement</b></p> <p>⇒ <u>Utilisation intéressante</u> : au regard des variations climatiques et de la saisonnalité des pluies et introduction dans le Grand Est par la méthode de migration assistée d'espèces thermophiles.</p>
<b>Chêne pubescent</b>	<p>Essence de l'étage supraméditerranéen Résiste plus à la sécheresse que les chênes sessile et pédonculé</p> <p><b>Provenance locale (QPU901 pour l'Est et Massif Central Nord) recommandée. Bien qu'il soit possible, lors d'un reboisement, de procéder au mélange de la provenance locale avec d'autres provenances plus méridionales potentiellement mieux adaptées aux conditions climatiques à venir, l'utilisation de provenance du sud est déconseillée dans certaines zones à cause de sa sensibilité aux gelées tardives.</b></p> <p>⇒ <u>Utilisation intéressante</u> : à moyen et long terme pour enrichir et adapter les peuplements dépérissants de chênes sessile ou pédonculé dans le nord de la France. Cette essence serait introduite dans le Grand Est par la méthode de migration assistée d'espèces thermophiles sur les sols calcaires les plus fertiles et souvent par mélange avec le chêne sessile (car l'hybridation est possible entre ces deux chênes).</p>

<b>Cèdre de l'Atlas</b>	<p>Essence très bien adaptée à l'étage du chêne pubescent  Résiste à la vigueur des hivers  Possède la particularité d'avoir une floraison automnale</p> <p>N'étant pas une essence de climat océanique, des incertitudes persistent quant à son adaptation à la forte humidité atmosphérique (MFR avec une seule région de provenance CAT900)</p> <p>⇒ <u>Utilisation intéressante</u> : Déjà utilisée en reboisement dans le sud de la France, mais également en Bourgogne et en Alsace. En Lorraine, il est fréquemment utilisé dans les parcs.</p>
<b>Thuja géant</b>	<p>Culture limitée en plaine  Tolère l'engorgement en eau des sols  Tolère l'ombrage au stade juvénile</p> <p>Essence à risque en contexte du changement climatique car sensible aux sécheresses</p> <p>⇒ <u>Utilisation intéressante</u> : comme essence de diversification ou de remplacement d'autres essences actuellement présentes dans les milieux humides et fragilisées par l'arrivée de certains pathogènes (ex du frêne).</p>
<b>Sapin de Bornmüller</b>	<p>Tolère mieux les sécheresses estivales que le sapin pectiné (stratégie "d'évitement" grâce à une fin de saison de végétation précoce début juillet confirmée)  Très peu sensible aux gelées tardives (grâce à un débourrement tardif)</p> <p>Résistance aux stress hydriques plus faible chez les jeunes plants</p> <p>⇒ <u>Utilisation intéressante</u> : dans les zones où les gelées tardives persistent, il s'agit du sapin méditerranéen le moins sensibles aux gelées tardives. Il est actuellement évalué dans des plantations expérimentales car il pourrait constituer une bonne opportunité pour des reboisements purs ou en mélange avec le sapin pectiné. (Il réalise des performances qui paraissent identiques à celles du sapin de Nordmann. Arbez et Barthod (1986) considèrent même qu'il a des possibilités supérieures à celles du sapin de Nordmann.</p>
<b>Chêne zéen</b>	<p>Exige une forte pluviométrie annuelle (&gt;800 mm/an)</p> <p>⇒ <u>Utilisation intéressante</u> : le niveau d'exigence en eau de l'essence tend plutôt à le cultiver dans les zones montagneuses. L'implanter dans les plaines serait une erreur au vue de l'évolution du changement climatique.</p>

L'introduction de ces 6 essences est envisageable plus ou moins facilement en fonction de sa présence déjà effective ou non en France :

Le chêne pubescent et le pin laricio sont des essences méridionales déjà présentes en France qui **pourront facilement trouver leur optimum écologique** dans les plaines et vallées du Grand Est. Leur introduction dans l'est de la France s'effectuerait par une méthode encouragée qui est celle de **migration assistée d'espèces thermophiles**. Cette méthode consiste à accélérer leur migration géographique naturelle en installant des plants d'essences méridionales plus au nord. Si l'on se réfère par exemple au chêne pubescent qui croît spontanément dans le sud de la France (Nouvelle Aquitaine, Occitanie, PACA, Vallée du Rhône), son introduction peut-être imaginée dans des chênaies déjà existantes du Grand Est, d'autant que cette essence n'est pas très sensible aux grands froids hivernaux. Par ailleurs, le chêne pubescent peut naturellement s'hybrider avec les chênes sessile et pédonculé renforçant ainsi les capacités d'adaptation de ces chênes au réchauffement du climat (Laforêt, 2019).

L'autre option, qui serait par exemple appliquée pour le chêne zéen et le sapin de Bornmuller, est d'implanter ces espèces étrangères et de surveiller comment elles s'adaptent.

## 1-2. Utilisations, débouchés des 6 essences

Certaines essences étudiées possèdent des propriétés physico-chimiques proches de certaines essences que les scieries utilisent actuellement. Elles pourraient donc plus facilement s'intégrer dans les marchés actuels (Tableau 2).

Tableau 2 : Essences actuelles que les sujets d'étude pourraient remplacer (Source personnelle)

ESSENCE ÉTUDIÉE	ESSENCES ACTUELLES QU'ELLE POURRAIT REMPLACER
Pin laricio de Corse ou de Calabre	pin sylvestre
Chêne pubescent	chêne sessile et chêne pédonculé
Sapin de Bornmuller	sapin pectiné ou épicéa
Thuya géant	Pourrait remplacer le frêne du point de vue de leur distribution géographique mais pas du point de vue de leurs caractéristiques et de leurs utilisations de leur bois

De plus, nous avons étudié les utilisations possibles pour chacune des 6 essences (Tableau 3). Pour le chêne zéen et le sapin de Bornmuller, il existe peu d'études sur le sujet. Nous ne pouvons donc qu'émettre des hypothèses quant à leurs utilisations ou leurs propriétés physico-chimiques. Par exemple, comme le sapin de Bornmuller est une sous-espèce du sapin de Nordmann, nous supposons que les propriétés de leurs bois et donc leurs utilisations sont très similaires et pourraient être utilisées comme essence de substitution au sapin pectiné ou à l'épicéa. Nous nous sommes cependant renseignés sur leurs utilisations dans leurs pays d'origine pour avoir une idée plus précise de leurs débouchés possibles. Nous ne pourrions cependant, pas aller plus loin dans les analyses. A cause de cette difficulté, ces deux essences seront mises de côté et nous nous consacrerons principalement aux quatre autres.

Pour ce qui est du chêne pubescent et du pin laricio, ceux-ci possèdent des caractéristiques techniques très similaires respectivement aux chêne sessile et chêne pédonculé ; (voir tableau comparatif en ANNEXE I) et aux pins (pin noir dont il est une sous espèce et pin sylvestre) naturellement présents dans la région Grand Est. De même, du point de vue de la durabilité et de l'aspect esthétique du bois, ils sont tout à fait substituables aux chênes et pins déjà utilisés.

Pour les caractéristiques physico-chimique du chêne pubescent, en dehors des retraits plus forts et d'une masse volumique plus grande, elles sont aussi bonnes voire meilleures que celles des autres chênes (RT/RR plus proche de 1, humidité à l'état vert plus faible) (Berti, 1995 ; Lemaire et al., 2011), bien que ces caractères technologiques forts, en corrélation étroite avec les retraits importants, ne sont pas les plus recherchés dans les usages actuels les plus rémunérateurs (merranderie, ébénisterie) qui privilégient les bois tendres et stables.

Quant au pin laricio, il est malgré tout le pin possédant la plus forte variabilité d'aspect et de densité et la plus forte part d'aubier/duramen particulièrement lorsqu'il est issu de plantations. Il est également plus difficile d'obtenir un bois sans noeud pour le pin laricio que pour le pin sylvestre mais là aussi, l'itinéraire sylvicole suivi en est en grande partie l'origine. (pins de France, [sans date])

Tableau 3 : Utilisations possibles de chacune des 6 essences  
(Sources diverses, notamment le Cirad et le Ministère de l'agriculture et de l'environnement)

ESSENCES	CARACTÉRISTIQUES	UTILISATIONS POSSIBLES
<b>Pin laricio</b>	Meilleures caractéristiques technologiques et de rectitude que le pin sylvestre  Non résistance aux termites  Classe d'emploi : 3a (CODEFA, [sans date])	Charpente et menuiserie intérieure et extérieur  Placage, emballage
<b>Chêne pubescent</b>	Caractéristiques technologiques similaires voire plus fortes que les chênes sessile et pédonculé, mais un retrait plus important  Résistance à l'humidité, peu sensible aux champignons et insectes  Solidité et durabilité  Défaut : bois noueux et tortueux	Peut se substituer parfaitement aux chênes sessile et pubescent quant à son utilisation  Aménagement extérieur  Ameublement, charpente  Possibilité de bois d'oeuvre
<b>Cèdre de l'Atlas</b>	Bois durable à très durable  Classe d'emploi : 3  Bonnes aptitudes au déroulage et au tranchage	Usage très dépendant de la qualité (noeuds très durs)  menuiserie, ébénisterie, construction/charpente, pâte à papier...

<b>Thuya géant</b>	Durabilité naturelle élevée Bois qui se fend facilement Classe d'emploi 3	Aménagements extérieurs, bardages
<b>Chêne zéen</b>	Retrait et densité élevés (Messaoudene et al., 2008) Bois hétérogène, déformations fréquentes Séchage lent et difficile Peu à moyennement durable (classe 3 et 4 de durabilité naturelle) (Ouadou, 2017)	Charpente, bois de trituration, traverse de chemin de fer, lamellation  Pourrait être utilisé en ébénisterie, parqueterie et artisanat (Messaoudene et al., 2008)
<b>Sapin de Bornmuller</b>	Bois peu durable Nécessite un traitement contre les insectes xylophages Hypothèse : caractéristiques similaires au sapin pectiné (classe d'emploi : 1)	Charpente et pâte à papier (utilisations en Turquie)  Utilisation en France : uniquement comme sapin de Noël

### 1-3. Perception des professionnels

En ce qui concerne le chêne, les organismes sont déjà activement mobilisés : l'étude de Lemaire et al. en 2011 et le projet CONQueTh (CNPF, [sans date]) par exemple, avaient mobilisés plusieurs CRPF pour établir une sylviculture du chêne pubescent, évaluer la ressource disponible en cette essence, identifier les dépérissements des autres chênes...

En revanche, pour ce qui est des transformateurs eux même, le CRPF interrogé estime que le chêne pubescent en bois d'oeuvre est encore trop marginal pour que les scieurs se posent la question. De plus, un des entretien, portant sur la merranderie, montre (pour l'instant) un traitement indifférent des chênes (les critères de qualité ne concernant pas l'essence).

Le cèdre et le pin laricio sont les deux essences résineuses étudiées et déjà connues des scieurs interrogés. D'ailleurs, ils mettent en avant que ces essences ne posent pas de difficulté à être transformées avec les chaînes de transformation existantes car elles ne présentent quasiment aucune différence de sciage. Malgré tout, ils reprochent le manque de qualité actuel de ces essences qui réduit leur valorisation à la charpente. Or il est vrai que leurs usages sont très dépendants de la qualité de leur bois. Donc si une réflexion permettant d'obtenir des bois de meilleur qualité est menée et qu'une valorisation en menuiserie devient possible, les scieurs seraient plus intéressés par la transformation de ces essences. Cependant, il convient de rappeler que l'introduction d'une espèce exogène se réalise par plantation. Représentant un investissement important, la plantation se fait habituellement à faible densité : la croissance des arbres sera alors rapide et la nodosité forte, influant sur la qualité. Pour le cèdre, le pin laricio et les résineux en général, une croissance rapide est synonyme de bois plus tendre et de caractéristiques plus faibles, une basse qualité serait donc à prévoir pour les premiers peuplements, surtout pour de la menuiserie (bien que certaines pratiques sylvicoles puissent en partie compenser cet effet).

## 2. ETAT DES LIEUX DE LA COMMERCIALISATION DES 6 NOUVELLES ESSENCES

### 2-1. Chiffres clés de la filière bois et marchés actuel dans le Grand Est

D'après l'état des lieux de l'IFN sur la disponibilité en bois dans le Grand Est, "les résineux représentent environ 30 % du volume sur pied et de la disponibilité régionale (Figure 1). Même avec l'entrée en production des peuplements de douglas plantés dans les années 70 (hausse de 1/4 de la disponibilité d'ici 2027) et la récolte d'épicéa, notamment de peuplements de plaine, quel que soit le scénario envisagé, les trois quarts des disponibilités supplémentaires sont des bois feuillus. Si les chênes et le hêtre en constituent l'essentiel, une part significative de cette disponibilité supplémentaire est liée à la récolte de frêne atteint par la chalarose". (IGN, [sans date]; DRAAF Grand Est, 2019 ; ministère de l'agriculture, de l'agroalimentaire et de la forêt, 2016 ; Agreste, 2019)

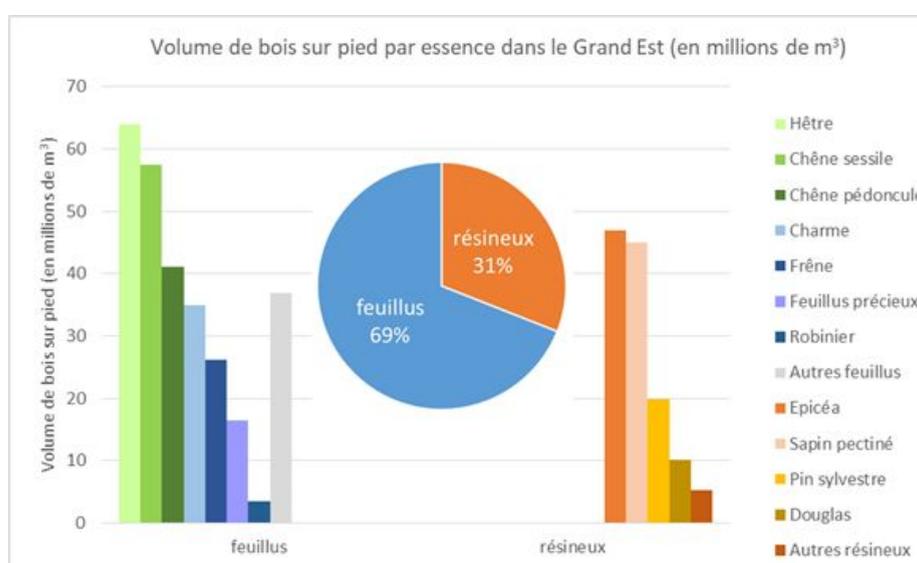
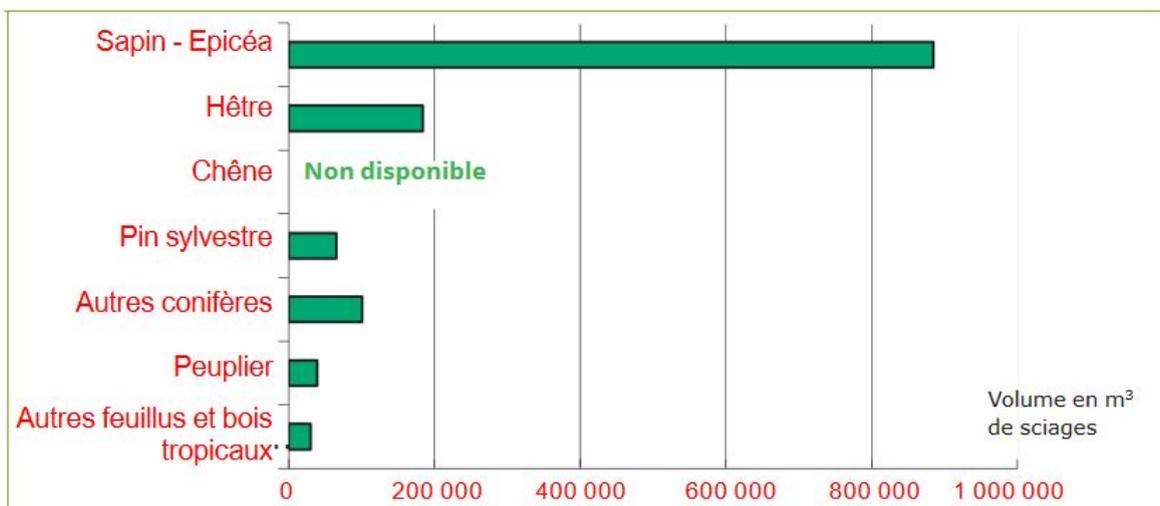


Figure 1 : Volume de bois sur pied par essence dans le Grand Est (Source IFN)

En parallèle, la DRAAF Grand Est met en avant dans son rapport d'étude sur la récolte de bois et l'activité des scieries en 2018 que le volume des sciages de feuillus a augmenté de 11,9%, hausse qui serait due aux sciages de chêne et à celui d'autres feuillus (frêne, charme, bouleau) dont le volume double quasiment par rapport à 2017. Cependant cette étude rappelle que la production de sciages de conifères reste l'activité majoritaire des scieries du Grand Est et qu'elle atteint 1,05 million de m<sup>3</sup> en 2018, ce qui représente une hausse de 3,4% par rapport à 2017. Les essences les plus récoltées et sciées restent le sapin-épicéa, loin devant le chêne et le hêtre (Figure 2). La récolte de ce dernier se stabilise alors que la récolte de chêne augmente légèrement (+ 3,3 %) et celle de sapin-épicéa plus fortement en lien avec le début de la crise sanitaire des scolytes (+ 5,8 %). (Agreste Grand Est, 2020)

## Volume de bois scié\* par essence en Grand Est en 2018 hors merrains et bois sous rails



Source : Agreste - Enquête de branche Sciage, rabotage, ponçage et imprégnation du bois

(\*) Les volumes sciés incluent les volumes commercialisés ou utilisés par les entreprises.  
Les volumes sciés dans le cadre de travaux à façon sont exclus.

Figure 2 : Volume de bois scié par essence en Grand Est en 2018 hors merrains et bois sous rails  
(Source Agreste)

40% de la récolte 2018 de bois en Grand Est est alors destinée au bois d'oeuvre, 30% au bois d'industrie et 30% au bois d'énergie.

Le marché de la construction bois (classé dans bois d'oeuvre) est celui qui offre de belles perspectives d'avenir car le bois y est un matériau favorisé. Bien que les feuillus commencent à trouver des débouchés dans ce secteur, les essences résineuses restent celles principalement utilisées pour la construction de logement neuf, la rénovation ou encore la réhabilitation. (Agreste Grand Est, 2020)

Ainsi, bien que les feuillus sont ceux représentant les plus grands volumes de bois sur pied, les résineux et notamment le sapin et l'épicéa sont ceux ayant une place prépondérante sur les marchés actuels du Grand Est. Ce constat est accentué depuis quelques années en raison de leur afflux sur le marché qui est lié à la crise sanitaire du scolyte. Mais que se passera t-il une fois ce stock écoulé ? Le sapin de Bornmuller arriverait-il à se faire une place sur le marché en remplacement du sapin et de l'épicéa ? Enfin le sciage des feuillus est en hausse, de nouveaux débouchés sont envisagés et le marché les valorise de plus en plus. Le chêne pubescent pourrait donc être un bon choix pour remplacer les chênes actuellement transformés : il pourrait "être valorisé et bénéficier d'une sylviculture favorisant la production de bois d'oeuvre." (Lemaire et al., 2011). Le principal obstacle à l'apparition de futaies de chêne pubescent est la morphologie naturelle de cette essence. Des améliorations génétiques par croisement sont envisageables au long terme (l'hybridation se faisant naturellement avec le chêne sessile (Salvini et al., 2009)), permettant l'obtention d'hybrides alliant adaptation climatique et possibilité de sylviculture en futaie.

## 2-2. Place des 6 essences sur le marché actuel et perception des transformateurs

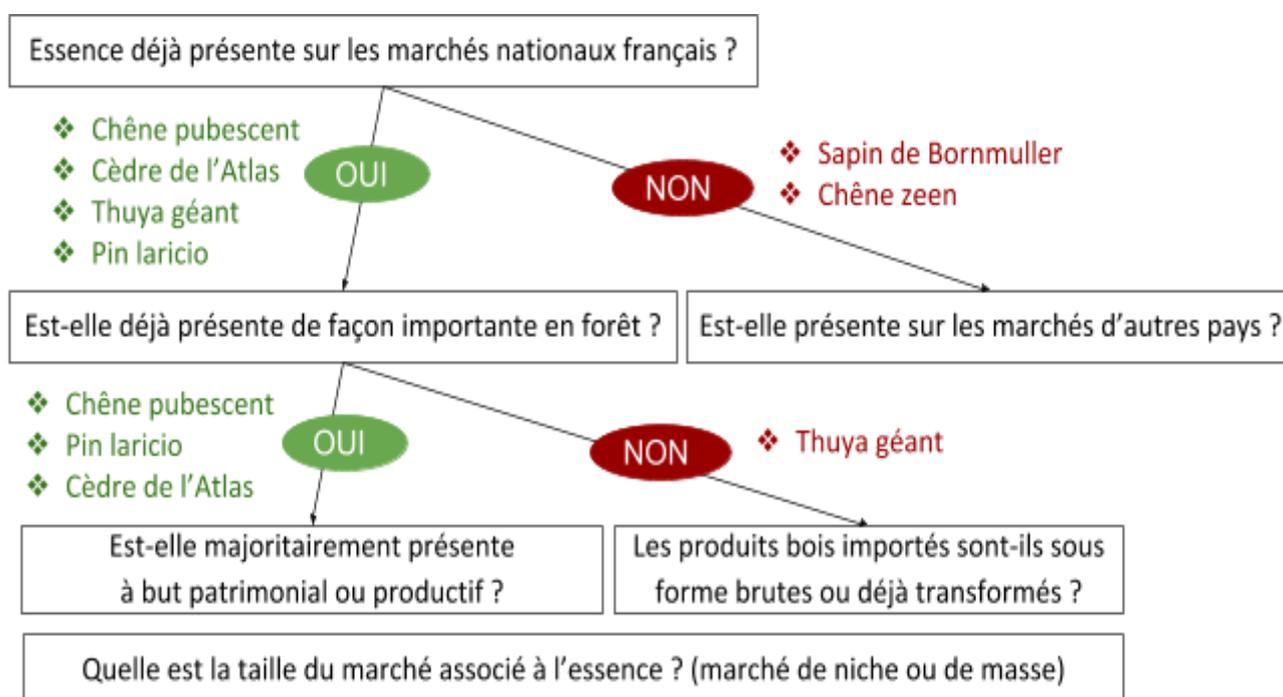


Figure 3 : Méthode d'analyse de l'essence étudiée sur le marché (Source personnelle)

### ⇒ Cas du sapin de Bornmuller et du chêne zéen, 2 essences non endémiques et inconnues des professionnels français

Il n'existe actuellement pas de marché en France et la demande pour cette essence est nulle. En revanche, le chêne zeen est principalement présent au Maghreb et dans l'ouest de l'Espagne. Il est donc présent sur les marchés algériens. Par ailleurs, selon les recherches bibliographiques, l'essence est décrite comme étant assez exigeante en eau. Ainsi, il ne serait peut-être pas judicieux de l'implanter dans les plaines françaises au vu de l'évolution climatique.

### ⇒ Cas du cèdre de l'atlas et du thuya géant, 2 essences non endémiques mais déjà présentes sur les marchés français

Premièrement rappelons qu'il ne faut pas confondre le bois de cèdre avec le bois d'appellation commerciale red cedar, qui est celui du thuya géant de Californie très important pour la production de bois aux Etats-Unis et au Canada.

Ces essences déjà très mobilisées par la filière bois, notamment pour les aménagements extérieurs, sont appréciées pour leur grande durabilité naturelle. A la différence du thuya, le cèdre a été introduit en France depuis le 19<sup>ème</sup> siècle. En effet, des essais de boisement forestiers ont été menés dans les Vosges à cette même époque mais ils n'ont pas essaimés. Il existe malgré tout un peuplement de thuya géant remarquable (par leur âge et leur taille) dans les Pyrénées-Atlantiques et le CRPF d'Aquitaine a mis en évidence son intérêt lors d'une étude en 1997. Par conséquent, peu des produits bois du thuya géant et du cèdre sont sciés et transformés en France. En effet, l'ensemble des produits issus du Western Red Cedar provient essentiellement du Canada et arrive déjà transformés en France. Quant au cèdre de l'Atlas, il est originaire d'Afrique du Nord et est utilisé en reboisement dans toute l'Europe méridionale. Pour le thuya géant, les entreprises commercialisant cette essence sont alors uniquement de type Négociant et distributeur de

bois/Spécialiste produits bois qualité sortie d'usines (spécialisé dans la distribution du matériau bois, pour la construction, la décoration intérieure et l'aménagement extérieur de l'habitat). Ces entreprises sont donc des fournisseurs de bois dont le but est de mettre à disposition des clients une offre complète de produits et elles sont présentes un peu partout en France. En revanche pour le cèdre de l'Atlas, il existe déjà quelques scieries qui scient et commercialisent de la charpente de cèdre, par exemple il y en a deux dans le département de l'Aude. En revanche, en France les reboisements de cèdre accompagnés d'une gestion sylvicole durable des peuplements ont permis de constituer plus de 24000 ha de cédraies qui permettent d'alimenter de nombreuses scieries établies et parfois spécialisées dans le bois de cèdre. Elles sont pour la plupart réparties à proximité des grandes cédraies (mont Ventoux, Luberon...), mais on trouve également des scieries plus éloignée de la ressource en bois, telle que la "scierie des cèdres" en Bretagne. L'une d'elle travaille plusieurs essences résineuses en plus du cèdre qui est transformé à des fins de charpente, à savoir le sapin, le douglas et le mélèze, ce qui confirme une fois de plus que la transformation du cèdre ne posera pas de problème technique de transformation.

### ⇒ Cas du chêne pubescent et du pin laricio, 2 essences méditerranéenne déjà bien présentes en France

Le pin laricio a été introduit en France en Sologne, Pays de la Loire, Normandie, Plateaux calcaires du Nord Est, Cévennes et Alpes du sud. Certains scieurs du sud de la France connaissent bien cette essence. Le pin laricio est commercialisé selon sa qualité, soit en charpente soit en menuiserie (lame de terrasse, parquet...) (BOISmag, 2014). D'après *The ForestTime* : "le pin laricio de Corse et de Calabre est la troisième essence de reboisement française. Il est vrai qu'ils possèdent diverses qualités, tant pour l'industrie que pour les écosystèmes. Ils sont appréciés en plantation dans les zones naturelles, car ils sont un habitat privilégié de certaines espèces d'oiseaux, c'est la raison pour laquelle on qualifie le pin laricio d'essence à "valeur patrimoniale". Il peut donc être intéressant d'aboutir à l'achat d'une pineraie de laricio : Pour des raisons environnementales évidentes, mais aussi parce qu'elle possède des qualités de bois remarquables et appréciées de toute la filière. Tant en charpente, placage, déroulage, ébénisterie qu'en palette, même son huile essentielle est utilisée comme antiseptique naturel. Enfin, Le pin laricio possède l'atout d'une croissance rapide tout en produisant des bois de qualité." (*The ForestTime*, [sans date])

Le chêne pubescent est présent majoritairement dans la moitié sud de la France. Dans la moitié nord il est disséminé dans les zones calcaires et fertiles (ministère de l'agriculture et de l'alimentation, 2019). Les produits de chêne pubescent sont peu ou pas distingués des produits de chêne pédonculé ou sessile. Et en matière de chênes, la merranderie est le débouché pouvant apporter la plus grande valeur ajoutée si certains critères sont vérifiés, justifiant aujourd'hui la sylviculture de ces essences. Pour anticiper la valorisation future du bois de chêne pubescent, il est donc important pour la filière de connaître les qualités organoleptiques du vieillissement en fût de cette essence.

## 2-3. Perception des professionnels

Lors de l'entretien avec un chargé d'études privées d'une maison de production et vente de cognac, celui-ci nous a expliqué une de leurs études mettant en avant les difficultés de distinguer les produits issus du chêne pubescent avec ceux issus du chêne sessile ou pédonculé en raison d'une identification des bois sur pieds et d'une traçabilité lors du processus de transformation difficiles.

L'étude commandée par la maison de production et vente de cognac, "Analyse de la ressource française en chêne de tonnellerie pour le vieillissement du cognac", s'est portée sur un merrandier du Centre de la France ainsi que sur des tonneliers qui fournissent la société. Il en résultait que la distinction entre chêne pubescent, pédonculé et sessile ne se faisant pas (les classements se font en fonction du grain), il est donc complexe d'obtenir des tonneaux certifiés pubescent afin de mener une comparaison.

Les conséquences d'une augmentation de la proportion de douelles en pubescent dans les tonneaux sur le marché est donc incertaine. La personne chargée de cette étude suppose une baisse du prix moyen du m<sup>3</sup> de chêne de qualité merranderie si la ressource de chêne pédonculé et sessile reste constante par ailleurs (dans le cadre d'une augmentation des offres pour une demande supposée égale). Cette évolution possible est néanmoins à nuancer, la proportion de ressource actuelle en bois de qualité merranderie étant relativement faible. Si l'on détermine que les barriques produites avec du pubescent sont de qualité comparable aux autres, le bois de chêne pubescent sera probablement mieux valorisé.

Malgré l'absence de test hédonique, on peut supposer qu'une composition chimique proche des autres chênes supposerait un goût du vieillissement en fût similaire. Or, "des analyses chimiques des chênes pubescent et pédonculé prélevées dans l'Indre ont été menées par l'INRA d'Orléans [...]. Aucune différence en termes de quantité et de types de molécules tanniques ne se dégage entre les deux essences." (Lemaire et al., 2011). Cependant, cela reste à nuancer par l'importance du grain dans le goût du vin, la structure microscopique du bois n'étant pas prise en compte ici.

A l'issus de l'entretien avec un représentant du CRPF Bretagne-Pays de la Loire, nous avons également compris que de manière générale pour la région Pays de la Loire, lorsque le chêne pubescent est présent en mélange avec les autres chênes (ce qui est souvent le cas), il est géré de la même façon et vendu avec les autres sans distinction, ce qui peut expliquer le problème de traçabilité évoqué précédemment.

En ce qui concerne le cèdre et le pin laricio, les scieurs interrogés évoquent le fait que le marché de la charpente ne leur semble plus aussi porteur qu'il a pu l'être comparé au marché de la menuiserie pour lequel il y aurait une plus forte demande. Cependant, ces essences ne pouvant déboucher que sur de la charpente au vu de leur qualité actuelle, les scieurs sont moins enclins à se lancer vers une transformation plus conséquente de ces essences. En effet, en ce qui concerne la charpente ou le bois d'industrie, les scieurs préfèrent aujourd'hui s'orienter vers la transformation de feuillus tels que le hêtre, d'autant plus que la filière tente de remettre en avant ces feuillus au vu de leur quantités et de leur présence en forêts françaises. Cependant, le hêtre fait partie des essences souffrant des sécheresses estivales et les nouvelles essences étudiées pourraient donc se trouver progressivement et sur le long terme une place sur le marché.

### 3. CAPACITÉ DE LA FILIÈRE À TRANSFORMER LES 6 NOUVELLES ESSENCES

Les nouvelles essences doivent présenter une compatibilité avec la filière qui doit s'inscrire dans le temps. La temporalité de la production doit être réfléchie car le type de production ne sera pas le même à court terme (arrivage de Petits Bois) et à moyen et long terme (arrivage de bois plus ou moins matures). Puisque la filière est dépendante de la situation économique et du contexte de crise sanitaire et climatique, le contexte temporel est également à prendre en compte dans l'étude de la compatibilité de ces nouvelles essences à court, moyen et long terme. A court terme, la filière doit trouver des solutions face aux afflux sur le marché de bois bleu (scolytés) et de frêne touchés par la charalrose. Alors que sur le moyen et long terme, il faut réfléchir aux choix d'essences à introduire par plantation aujourd'hui, pour être adapté au contexte climatique et aux modèles de scierie futurs.

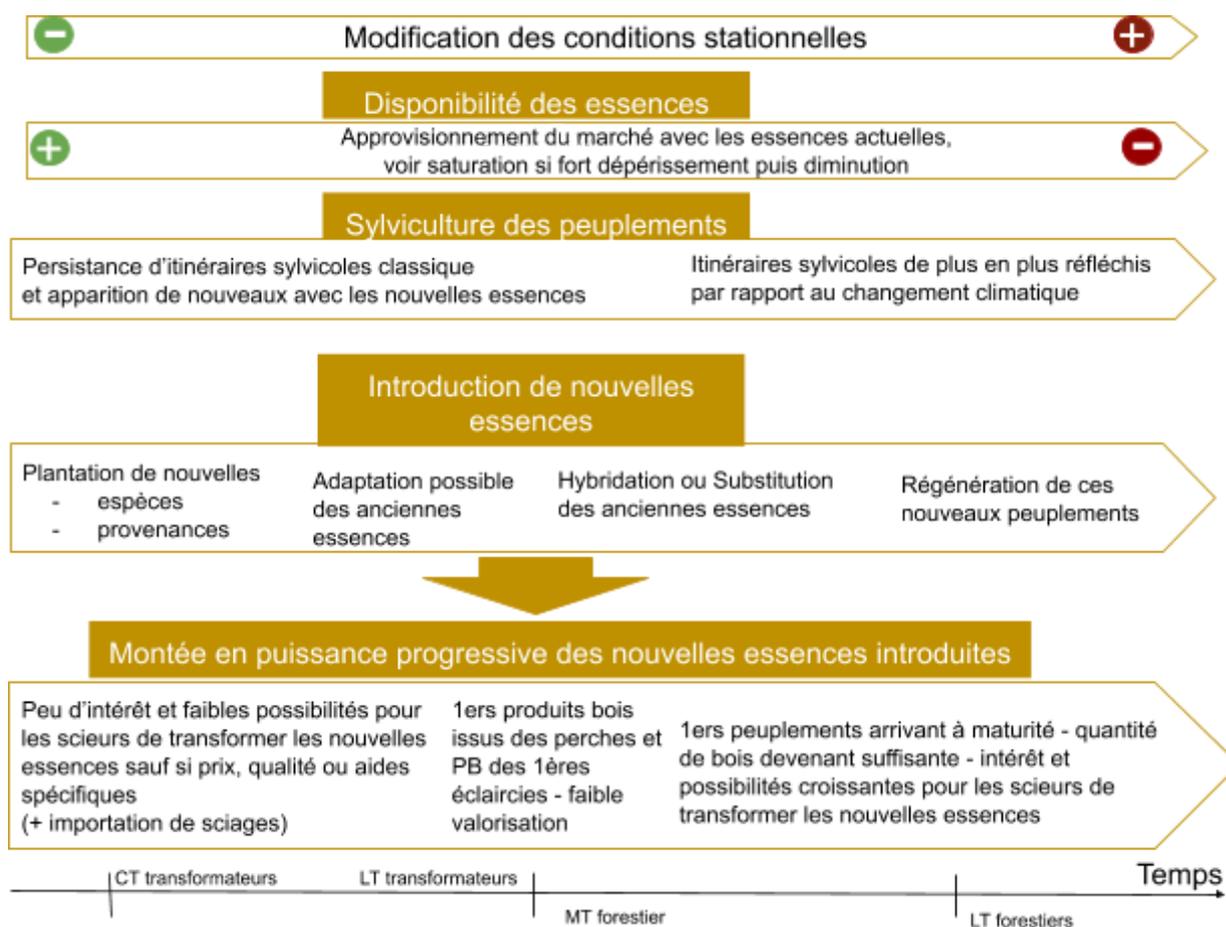


Figure 4: Prise en compte de la temporalité et de ses conséquences sur l'intérêt et les possibilités de la filière à transformer les nouvelles essences (source personnelle)

### 3-1. Compatibilité des nouvelles essences avec les chaînes de transformation actuelles

La compatibilité des nouvelles essences avec les besoins de la filière commence très tôt. En effet avant même de penser au produit bois fini, réalisé à partir de grumes récoltées au diamètre d'exploitabilité, il faut réfléchir au produit bois à court terme : les perches et PB des premières éclaircies.

Les essences résineuses considérées (thuya, cèdre, pin laricio) peuvent être utilisées en papeterie. Elles ne seront cependant pas adaptées à tous les types de produits papetiers. Les papeteries spécialisées en papier journal ont besoin d'une solidité de fibre mais aussi d'une certaine blancheur. Il ne serait donc pas envisageable de mélanger les nouvelles essences résineuses avec le sapin et l'épicéa, bois blancs traditionnellement utilisés à cet usage. En revanche, pour faire du papier Kraft ou du carton (industrie bien plus présente dans le quart Sud-Ouest) il n'y aurait aucun problème pour utiliser le pin laricio ou le cèdre.

Pour le bois énergie il n'y a pas de contrainte si ce n'est une homogénéité dans le combustible utilisé pour ne pas avoir à changer en permanence les réglages très fins de la combustion (donc de l'efficacité énergétique et de la conformité aux normes d'émissions autorisées en termes de fumées). Cependant ce débouché ne permet pas une grande valorisation des essences considérées. Lorsque les bois sont récoltés à maturité, il est possible d'avoir une meilleure valorisation. Cependant, certains aspects peuvent poser problèmes lors de la transformation.

Pour le thuya géant, son bois possède des caractéristiques (bois léger, tendre et faible coefficient de retrait) qui lui permettent d'avoir une bonne aptitude au sciage et au déroulage. L'utilisation d'outils d'usinage classique est donc possible avec des réglages minimes des scies. Les acteurs de premières transformation n'auront donc pas de mal à adapter leur chaîne de production à l'arrivée de cette nouvelle essence.

Pour la transformation du chêne pubescent, certains aspects doivent être pris en compte. Par exemple, le séchage du chêne pubescent diffère de celui des autres chênes et une adaptation lors du sciage est nécessaire. En effet, au cours de l'étude menée par le CNPF, des difficultés de séchage ont été mis en évidence (Lemaire et al., 2011). Cette observation est en accord avec l'étude italienne mentionnant que "la possibilité d'utiliser industriellement le bois de cette espèce est étroitement liée à l'application de procédés de séchage artificiel appropriés" (Berti, 1995). Cependant, selon cette même étude, hormis les difficultés de séchage, il n'y a aucuns autres aspects qui empêchent l'utilisation de cette essence en charpente, menuiserie ou tonnellerie. De plus, les mérandiers et les tonneliers interrogés lors de l'étude menée par la maison de cognac n'étaient pas capable d'identifier le chêne pubescent du pédonculé ou sessile, donc ils ne peuvent pas savoir si les chaînes de transformation lui sont vraiment adaptés. Cependant, l'utilisation de chêne pubescent pour la transformation en tonneau ne demande donc pas, a priori, d'adaptation supplémentaire (en plus de celles déjà observées concernant le séchage) par rapport à la transformation de sessile ou de pédonculé de qualité comparable. D'un point de vue uniquement technique la filière du tonneau serait donc déjà adaptée à une augmentation de la proportion de chêne pubescent dans ses produits. Il convient de rappeler que cette étude a été menée pour une maison de production et vente de cognac, aux demandes différentes de celles du reste de la filière en terme de grain (l'élevage des vins prestigieux se fait souvent avec des bois à grain fin alors que les autre supportent des grains plus grossiers).

## 3-2. Compatibilité des essences avec le modèle des scieries du futur et le programme national de la forêt et du bois - 2016-2026

Les orientations de la politique forestière des années à venir sont fixées dans le programme national de la forêt et du bois 2016-2026 (ministère de l'agriculture, de l'agroalimentaire et de la forêt, 2016). Il est donc intéressant de regarder la compatibilité entre l'introduction des 6 essences et le programme.

Le 4<sup>ème</sup> objectif du programme est de développer des synergies entre forêt et industrie. Plus précisément, il vise à « créer des débouchés pour les produits issus des forêts françaises et d'adapter la gestion des forêts aux besoins du marché », en insistant sur la ressource feuillue disponible. L'étude des débouchés potentiels pour les 6 nouvelles essences s'inscrit bien dans ce cadre. En revanche, il est intéressant de remarquer que sur les 6 essences seul 2 sont des feuillues. Il faut donc veiller à ce que l'intérêt de la filière ne se focalise pas exclusivement sur les essences résineuses dans la mesure où la forêt française sera potentiellement encore majoritairement feuillue. Ceci étant dit, on ne peut prédire ce que sera le paysage forestier français au long terme (d'un point de vue forestier), quand les essences présentes auront fortement régressé voire disparu.

Il est également mentionné dans le programme que « même s'il est bien difficile de prévoir les besoins des marchés dans 50 à 100 ans, il est toutefois important que le renouvellement des peuplements prenne en compte, dès à présent, certains éléments structurels d'évolution des marchés. Cela passe entre autres par une reprise des investissements en plantations d'essences valorisées par les marchés (notamment de résineux et de peupliers), comme un élément structurant de la stratégie de la filière et comme un facteur clé de mobilisation des ressources de petits bois feuillus. » Notre étude se place bien dans une première approche de l'évolution du marché. L'intérêt porté aux résineux (4 essence sur les 6) se justifie ici par le coût des plantation nécessitant une valorisation sûre. En effet, le rapport sur les disponibilités forestières à l'horizon 2035 mentionne que le sciage feuillu français manque de compétitivité et qu'à l'avenir la demande pourrait se stabiliser au niveau actuel (5 Mm<sup>3</sup> par an) à moins d'une restructuration du tissu industriel du sciage feuillu (Colin, Thivolle-Cazat, 2016).

Cependant, puisque le chêne pubescent, le pin laricio, le cèdre de l'Atlas et le thuya géant sont déjà valorisés par les marchés, la reprise des investissements en plantations pourraient être envisagées avec ces essences. Ce serait également envisageable pour le sapin de Bornmuller qui n'est pas encore valorisés sur les marchés mais qui pourrait facilement se substituer au sapin pectiné ou à l'épicéa.

Enfin, d'après l'étude sur les orientations et modèles de transformation envisagés par les scieries à l'avenir « L'équilibre futur entre l'offre et la demande reposera sur la dynamisation de la filière de transformation du bois d'oeuvre des essences feuillues, constituant les deux tiers des volumes de bois sur pied en France[...]. Le modèle de scierie du futur proposé pour notre pays [...] s'appuie sur une organisation en réseau, intégrant des unités de petite taille implantées au coeur des massifs forestiers, des scieries de taille moyenne à l'échelle des bassins d'approvisionnement et des têtes de réseau constituées d'entreprises de plus grande taille, très automatisées à l'aide des technologies numériques. Les synergies développées entre ces trois composantes économiques permettraient à la fois de répondre collectivement à de grosses commandes, et de valoriser les différentes sections et qualités de bois grâce à des échanges de matières, dans un

souci d'économie circulaire. Ces complémentarités aideraient aussi à valoriser les connexes. » (Coudert et al., 2019). Cette vision a été en partie partagée par nos recherches, les transformateurs ayant traité les nouvelles essences étant en général des petits scieurs. Leur adaptation étant plus rapide que celle des grandes scieries, l'évolution de la filière passera dans un premier temps par ces petits transformateurs. Le fonctionnement en économie circulaire (illustré figure 3) permettra une arrivée sur le marché progressive des nouvelles essences, l'adaptation se faisant par secteur et non par l'ensemble de la filière d'un bloc (par exemple, la filière papetière utilisera les petit bois qui arriveront en premier sur le marché).

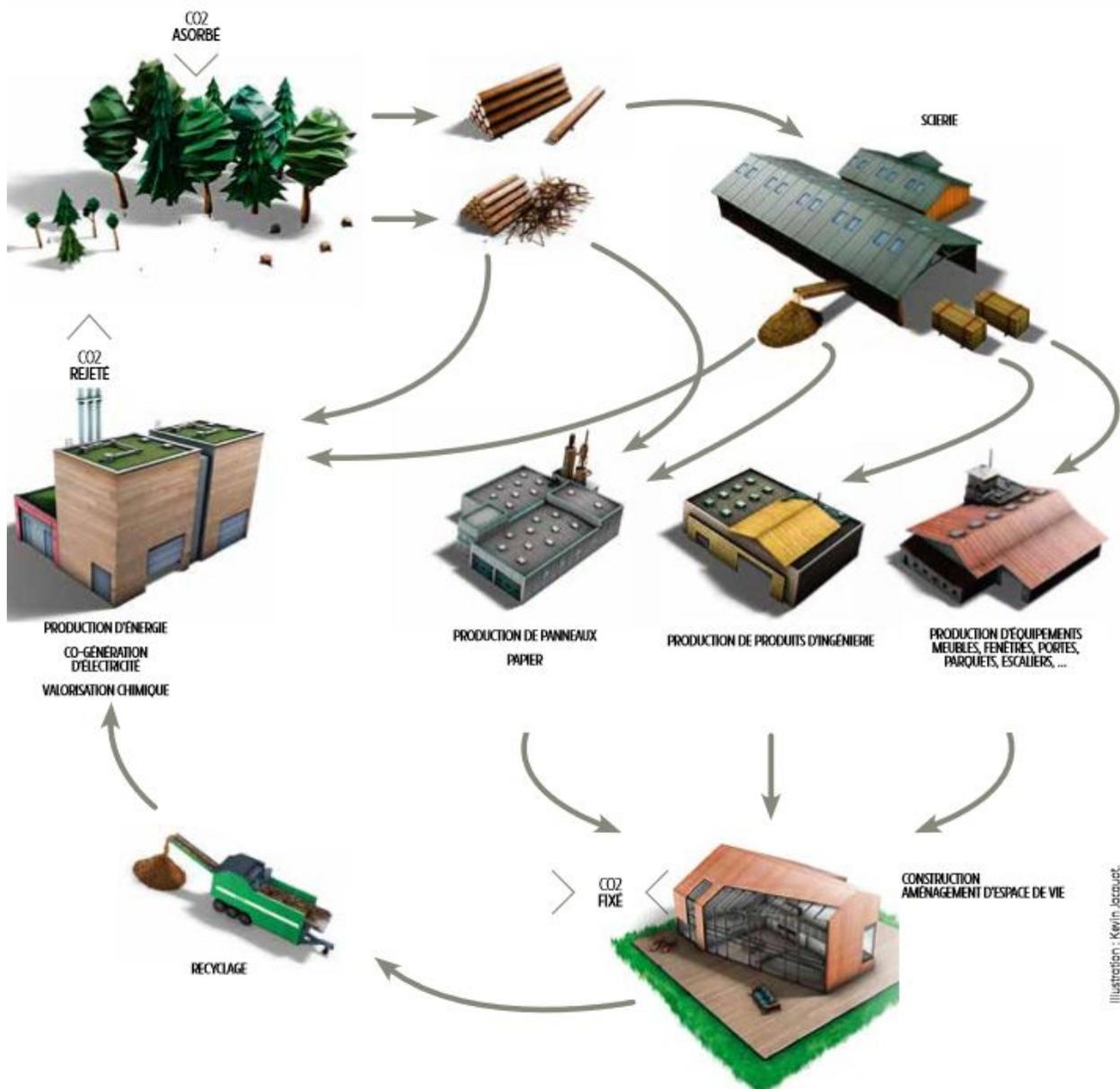


Figure 3 : Modèle d'économie circulaire (Source : ENSTIB, [sans date])

### 3-3. Perception par les acteurs

A travers la perception des acteurs de leur capacité d'adaptation à l'introduction de ces nouvelles essences, il convient de distinguer plusieurs points :

#### 1. Différencier leur capacité, de leur volonté à transformer de nouvelles essences

Ils peuvent avoir la capacité à scier ces nouvelles essences dès l'instant où ils possèdent des chaînes de transformation compatibles avec elles. Par exemple les scieries transformant déjà du chêne sessile ou pédonculé sont déjà capables de transformer du chêne pubescent puisque leur transformation se fait sans distinction (CRPF Bretagne-Pays de la Loire, 2020 ; Maudet, 2020), seul des adaptations au séchage sont nécessaires (Lemaire et al., 2011 ; Berti, 1995). Cependant leur volonté peut-être différente. En effet, sont-ils prêts à envisager la transformation d'autres essences. Souvent, comme c'est le cas du chêne pubescent, leur utilisation est encore trop marginale pour tenir cette réflexion. (CRPF Bretagne-Pays de la Loire, 2020). Malgré tout, à long terme ils seront sans doute obligés de s'adapter afin d'éviter la faillite.

#### 2. Différencier les parties considérées de la filière

Bien que la filière doit s'adapter au bois présent dans les forêts, il convient de retourner le problème en se posant la question des facteurs qui permettraient aux scieries d'être en capacité à scier ces nouvelles essences. Une sylviculture à mener selon les contraintes aval est le principal. Par exemple, lorsque le marché est saturé ou suffisamment approvisionné en sapin et en épicéa, le pin laricio aurait des difficultés à se vendre. Cela reste vrai tant que la qualité du pin permet uniquement de faire de la charpente, puisqu'avec une qualité supérieure, il n'aurait pas de difficulté à être vendu en menuiserie, mais seulement si ce marché existe et est en mesure d'absorber les volumes disponibles. Bien que la disponibilité soit une question de fond, la question de la qualité doit donc peut-être se résoudre en premier, et pour que les scieurs correspondent aux marchés, cela nécessite alors d'adapter la sylviculture à la demande. Cependant cette exigence est difficile à satisfaire au vu des différences temporelles entre les variations de tendance/marché et le temps de croissance des arbres.

De plus, les acteurs les plus en amont auront forcément un temps d'adaptation plus long (temps de plantation, de croissance puis de commercialisation des nouvelles essences) alors que les scieries et usines de transformation vont pouvoir opter pour de nouvelles essences plus rapidement grâce à l'importation, comme c'est déjà le cas aujourd'hui. Cependant, tant que l'espèce n'est pas cultivée et produite sur place en quantité suffisante, les transformateurs n'ont aucune raison de la choisir, sauf si elle possède un prix attractif, une qualité spécifique ou bien si elle est promue et fait l'objet d'un mécanisme de compensation, de fiscalité ou d'aide temporaire. Enfin, la taille de l'entreprise est également à prendre en compte : la capacité et la rapidité d'adaptation d'une petite scierie familiale est plus facile que pour une grande scierie industrielle (du fait des différences d'investissements dans les matériels existant).

#### 3. Différencier leur sensibilité aux changements climatiques

Les transformateurs peuvent être plus ou moins sensibles au changement climatique. Certains ignorent le problème, pour d'autres il paraît lointain ou il n'influence pas leurs décisions. Enfin pour d'autres, le problème est bien pris en compte et ils ont des réflexions sur des nouvelles essences (ASFFOR et al., 2015).

## CONCLUSION

Afin d'améliorer la connaissance sur le changement climatique, l'acclimatation des essences introduites et leur potentialités plusieurs projets de recherches sont lancés tels que le projet Nomade (Le Bouler, CNBF, 2014) lancé par le réseau AFORCE (réseau français pour l'adaptation des forêts au changement climatique), le projet REINFORCE (REINFFORCE, 2019) par exemple ou encore les projets d'îlots d'avenir de l'ONF. Des projets portant sur l'impact des nouvelles essences sur la filière sont également réalisés, comme le projet CONQueTH de différents CRPF sur le chêne pubescent (CNPF, [sans date]).

Depuis décembre 2019, le comité spécialisé gestion durable des forêts du ministère de l'agriculture s'organise également pour définir une feuille de route pour l'adaptation des forêts au changement climatique. Elle vise notamment à définir les enjeux de court et long terme, puis à élaborer des éléments de réponses et des propositions d'actions (ministère de l'agriculture et de l'alimentation, 2020).

C'est dans ce contexte de recherche et de début d'adaptation que nous avons mené nos recherches et nos quelques entretiens. Les résultats sont assez encourageants : les nouvelles essences proposées sont d'ores et déjà utilisées et il y a un savoir faire présent sur le territoire.

Il est *a priori* possible de travailler les nouvelles essences dès le court terme sur des machines standards de la filière. Les usages de ces nouvelles essences peuvent être envisagés comme similaires à des essences proches (chêne pubescent et merranderie), certaines essences surpassent même les essences classiques (pin laricio aux propriétés mécaniques meilleures que le pin sylvestre). Les efforts d'adaptation techniques étant minimes, la transition technologique est donc réalisable. La disponibilité des essences actuelles étant amenée à diminuer et l'introduction des nouvelles essences étant principalement envisagée par mélange dans des peuplements déjà existants, leur montée en puissance sera progressive. Les nouvelles essences remplaceront progressivement celles actuellement en place. Cependant, nous n'avons que peu d'informations sur la politique de plantation qui en découlerait.

Le point essentiel pour la transition à venir sera l'adaptation de la filière à l'élargissement de sa palette d'essence. L'amont devra s'adapter à la demande du marché afin que les scieurs soient en mesure de produire en adéquation avec le marché. La communication sera l'effort majeur à fournir puisque l'aspect technologique ne sera pas limitant.

## BIBLIOGRAPHIE

AFORCE, [sans date]. Enjeux forestiers et structures régionales. In : Aforce - Adaptation des forêts au changement climatique [en ligne]. [Consulté le 18 mai 2020]. Disponible à l'adresse : <https://www.reseau-aforce.fr/n/enjeux-forestiers-et-structures-regionales/n:3276>.

AGRESTE, 2019. 2019-7 : Récolte de bois et production de sciages en 2018 [en ligne]. S.I. Disponible à l'adresse : <http://observatoire.franceboisforet.com/wp-content/uploads/2014/06/recolte-de-bois-et-production-de-sciages-en-2018.pdf>.

AGRESTE GRAND EST, 2020. 1 : La récolte de bois et l'activité des scieries en 2018 [en ligne]. S.I. Disponible à l'adresse : [http://observatoire.franceboisforet.com/wp-content/uploads/2014/06/ONF\\_lettre\\_conjoncture\\_N2\\_2019.pdf](http://observatoire.franceboisforet.com/wp-content/uploads/2014/06/ONF_lettre_conjoncture_N2_2019.pdf).

ASFFOR, CODIFAB, FBF et FBIE, 2015. Filière bois et changement climatique : Investir pour l'avenir. In : [en ligne]. Palais d'Iéna, Siège du Conseil Économique, Social et Environnemental. 5 novembre 2015. Disponible à l'adresse : <http://franceboisforet.com/wp-content/uploads/2014/06/Filiere-bois-changement-climatique-investir-pour-lavenir-2015-40pages.pdf?7ff5f4>.

BERTI, Stefano, 1995. Propriétés technologiques du chêne pubescent par comparaison avec d'autres chênes. In : forêt méditerranéenne [en ligne]. janvier 1995. Vol. XVI, n° 1. Disponible à l'adresse : <http://hdl.handle.net/2042/40625>.

BOISMAG, 2014. Fiche synthèse bois : Le pin laricio de Corse. In : BOISmag [en ligne]. janvier 2014. n° 132. Disponible à l'adresse : [https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjSzeHbwL3pAhU1tHEKHR-IAJEQFjABegQIARAB&url=http%3A%2F%2Ffranceboisforet.com%2Fwp-content%2Fuploads%2F2014%2F07%2F132\\_LE-PIN-LARICIO\\_BD.pdf&usg=AOvVaw2LDXCNC9pzu75dT56g3Jya](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjSzeHbwL3pAhU1tHEKHR-IAJEQFjABegQIARAB&url=http%3A%2F%2Ffranceboisforet.com%2Fwp-content%2Fuploads%2F2014%2F07%2F132_LE-PIN-LARICIO_BD.pdf&usg=AOvVaw2LDXCNC9pzu75dT56g3Jya).

CODEFA, [sans date]. pin laricio - Bois d'Aquitaine. In : Bois d'Aquitaine des bois d'ici [en ligne]. [Consulté le 19 mai 2020]. Disponible à l'adresse : [http://www.bois-aquitaine.com/essence/Pin-laricio\\_29.html](http://www.bois-aquitaine.com/essence/Pin-laricio_29.html).

COLIN, Antoine et THIVOLLE-CAZAT, Alain, 2016. Disponibilités forestières pour l'énergie et les matériaux à l'horizon 2035 [en ligne]. S.I. Disponible à l'adresse : <https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/disponibilites-forestieres-pour-energie-materiaux-horizon-2035-rapport.pdf>.

COUDERT, Sylvestre, LE PANNERER, Luc, BOUTONNET, Anne, LUCE, Stéphane et COLOMBANI, Laurence, 2019. La scierie de feuillus du futur : quels choix stratégiques pour demain ? [en ligne]. S.I. Disponible à l'adresse : <https://agriculture.gouv.fr/rapport-detudes-la-scierie-de-feuillus-du-futur-quels-choix-strategiques-pour-demain>.

CNPF, [sans date]. chêne pubescent - Projet CONQueTh. In : CNPF - Centre national de la propriété forestière [en ligne]. [Consulté le 25 mai 2020]. Disponible à l'adresse : <https://www.cnpf.fr/n/chêne-pubescent-projet-conqueth/n:3380>.

DRAAF Grand Est, 2019. La filière forêt-bois du Grand Est. In : *Direction régionale de l'Alimentation de l'Agriculture et de la Forêt région Grand Est* [en ligne]. 24 octobre 2019. [Consulté le 19 mai 2020]. Disponible à l'adresse : <http://draaf.Grand-Est.agriculture.gouv.fr/La-filiere-foret-bois-du-Grand-Est>.

ENSTIB, [sans date]. *Plaquette ENSTIB* [en ligne]. S.l. : s.n. Disponible à l'adresse : <https://www.enstib.univ-lorraine.fr/wp-content/uploads/2020/05/Plaquette-ENSTIB.pdf>.

IGN, 2012a. *Grande région écologique - Grand Est semi-continentale* [en ligne]. 2012. S.l. : s.n. Disponible à l'adresse : [https://inventaire-forestier.ign.fr/IMG/pdf/GRECO\\_C.pdf](https://inventaire-forestier.ign.fr/IMG/pdf/GRECO_C.pdf).

IGN, 2012b. *Grande région écologique - Vosges* [en ligne]. 2012. S.l. : s.n. Disponible à l'adresse : [https://inventaire-forestier.ign.fr/IMG/pdf/GRECO\\_D.pdf](https://inventaire-forestier.ign.fr/IMG/pdf/GRECO_D.pdf).

IGN, [sans date]. *Quelles disponibilités en bois en Grand Est ?* [en ligne]. S.l. : s.n. Disponible à l'adresse : [https://inventaire-forestier.ign.fr/IMG/pdf/2018\\_09\\_etude\\_dispo\\_grandest\\_ign\\_rapport\\_vf\\_synthese\\_cle068823.pdf](https://inventaire-forestier.ign.fr/IMG/pdf/2018_09_etude_dispo_grandest_ign_rapport_vf_synthese_cle068823.pdf).

INRA, 2004. *Le chemin botanique : Eurasie occidentale*. In : *l'Arboretum d'Amance : patrimoine du centre INRA de Nancy* [en ligne]. 2004. [Consulté le 18 mai 2020]. Disponible à l'adresse : <https://www2.nancy.inra.fr/collectif/arboretum/pages/chemin/eur-occ.htm#cedre>.

LAFORÊT, Sylvestre, 2019. *Quelles essences pour faire face au réchauffement climatique?* In : *the forest time* [en ligne]. 28 juin 2019. [Consulté le 18 mai 2020]. Disponible à l'adresse : <https://www.the-forest-time.com/fr/quelles-essences-pour-faire-face-au-rechauffement-climatique-203259278>.

LE BOULER, Hervé et CNBF, 2014. *NOMADES*. In : *Aforce - Adaptation des forêts au changement climatique* [en ligne]. 2014. [Consulté le 20 mai 2020]. Disponible à l'adresse : <https://www.reseau-aforce.fr/n/nomades/n:426>.

LEMAIRE, Jean, MARÉCHAL, Nathalie et CNPF-IDF, 2011. *Les chênaies atlantiques face aux changements climatiques : comprendre et agir*. In : *Forêt-entreprises*. mai 2011. n° 198, p. 48-50.

MESSAOUDENE, M., TAFER, M., LOUKKAS, A. et MARCHAL, R., 2008. *Propriétés physiques du bois de chêne zeen de la forêt des Aït Ghobri (Algérie)*. In : *Bois et Forêts des Tropiques*. 2008. n° 298, p. 37-48.

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE, DE L'AGROALIMENTAIRE ET DE LA FORÊT, 2016. *programme national de la forêt et du bois 2016-2026* [en ligne]. 8 mars 2016. S.l. : s.n. Disponible à l'adresse : <http://www.fncofor.fr/docs/library/programme-national-foret-bois-vf.pdf>.

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE ET DE L'ALIMENTATION, 2019. *Graines et plants forestiers : conseils d'utilisation des ressources génétiques forestières*. In : [en ligne]. 19 décembre 2019. [Consulté le 20 mai 2020]. Disponible à l'adresse : <https://agriculture.gouv.fr/graines-et-plants-forestiers-conseils-dutilisation-des-provenances-et-varietes-forestieres>.

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE ET DE L'ALIMENTATION, 2020. *Gestion durable des forêts : une feuille de route pour répondre aux enjeux du changement climatique*. In : [en ligne]. 18

février 2020. [Consulté le 18 mai 2020]. Disponible à l'adresse : <https://agriculture.gouv.fr/gestion-durable-des-forets-une-feuille-de-route-pour-repondre-aux-enjeux-du-changement-climatique>.

ONF, 2019. Epicéas, sapins, hêtres... Ces arbres qui souffrent de la sécheresse. In : *Office national des forêts* [en ligne]. 30 août 2019. [Consulté le 18 mai 2020]. Disponible à l'adresse : <https://www.onf.fr/+4bd::ces-arbres-forestiers-qui-souffrent-de-la-secheresse.html>.

OUADOU, Yasmina, 2017. *Contribution à l'étude de la durabilité du bois Algérien : chêne zeen, chêne afarès et Pin maritime* [en ligne]. Thésis. S.l. : s.n. [Consulté le 19 mai 2020]. Disponible à l'adresse : <http://192.168.100.2:8080//handle/123456789/4688>.

PINS DE FRANCE, [sans date]. Différences entre les pins. In : *Pins de France* [en ligne]. [Consulté le 25 mai 2020]. Disponible à l'adresse : <http://www.pinsdefrance.com/points-cles/differences-entre-pins/>.

REINFFORCE, 2019. Projet REINFFORCE - Programme Innover. In : *Plantons pour l'avenir* [en ligne]. 12 novembre 2019. [Consulté le 20 mai 2020]. Disponible à l'adresse : <https://www.plantonspourlavenir.fr/presse/projet-reinforce/>.

SALVINI, D., BRUSCHI, P., FINESCHI, S., GROSSONI, P., KJÆR, E. D. et VENDRAMIN, G. G., 2009. Natural hybridisation between *Quercus petraea* (Matt.) Liebl. and *Quercus pubescens* Willd. within an Italian stand as revealed by microsatellite fingerprinting. In : *Plant Biology*. 2009. Vol. 11, n° 5, p. 758-765. DOI 10.1111/j.1438-8677.2008.00158.x.

THE FOREST TIME, [sans date]. pin laricio. In : *the forest time* [en ligne]. [Consulté le 24 mai 2020]. Disponible à l'adresse : <http://www.the-forest-time.com/fr/guide-des-essences/le-pin-laricio>.

# ANNEXE I :

## COMPARAISON MÉCANIQUE DE *Q. PUBESCENS* AVEC *Q. PETRAEA* ET *Q. ROBUR*

Essence	Chêne pubescent			Chêne pédonculé et sessile	
	Nombre d'essais	Valeur moyenne	Coeff. De variation	Moyenne	Ecart-type
Humidité à l'état vert	384	60,80%	7,10%		
Masse volumique à l'état vert	384	1,110 g/cm	33,50%		
Masse volumique à l'état sec (1)	211	0,885 g/cm <sup>3</sup>	6,70%	0,820 g/cm <sup>3</sup> (2)	
Infradensité	384	0,690 g/cm <sup>3</sup>	4,10%	0,670 g/cm <sup>3</sup> (2)	
Retrait linéaire total radial (R)	386	7,00%	13,30%	4,50%	0,90%
Retrait linéaire total tangentiel (T)	385	13,40%	12,50%	9,70%	0,90%
Rétractabilité volumétrique totale	385	19,90%	9,60%	13,2% (2)	
Rapport T/R	382	1,9	13,30%	2,20	
Coeff. de rétract. vol. (pour 1 % var. d'humidité)	380	0,48	11,30%	0,44 (2)	
Contrainte de rupture à la compression axiale (1)	211	61,4 N/mm	27,90%	58 MPa	7 MPa
Contrainte de rupture à la flexion statique (1)	195	129 N/mm	38,80%	105 Mpa	15 Mpa
Module d'élasticité à la flexion statique (1)	42	12 500 N/mm	38,00%	12 500 N/mm <sup>2</sup> (2)	
Pouvoir calorifique supérieur (1)	40	4631 kcal/kg	0,70%		

(1) Valeur à 12 % d'humidité

(2) Chêne pédonculé uniquement

Source : Berti, 1995 ; Cirad, 2018.

## ANNEXE II : GUIDE D'ENTRETIEN

### 1) Identité de l'entreprise :

- Nom :
- Localisation :
- Chiffre d'affaire en 2019 :
- Effectif :

### 2) Données clés de l'entreprise

- Quelle est votre activité principale de sciage ? Volume produit, technique de transfo ?
- Quelle est votre activité secondaire de sciage ?
- Quels sont vos produits de sciages ?
- Séchez vous vos sciage ? (Si oui quel % ? ) (*rappel Teneur eau scieur = (Mbois - Manhydre )/Manhydre*)
- Avez-vous une unité de seconde transformation ? (Si oui, laquelle ?)
- Avez vous une certification pour votre organisation et vos processus ? (ISO9001, ISO50001,ISO14001, en cours) ?
- En matière d'approvisionnement (lieu, quantité, type (diamètre, façonnage...), prix) ?
- Quel volume de grume achetez-vous chaque année ?
- D'où vient votre approvisionnement ?
- Avez-vous une activité d'exploitation forestière? Si oui, combien cela représente au niveau de votre approvisionnement?

### 3) Commercialisation

- Qui sont vos clients ?
- Vos produits sont-ils certifiés ?

### 4) Marchés et Projets

- Etat actuel :
  - Connait-il l'existence de ces nouvelles essences ?
  - Si oui, les scie-t-il ? ou envisage-t-il de les scier ?
    - Si non, voudrait-il en savoir d'avantage pour les scier ?
- En scie-t-il ?
  - Marché porteur ? Substitution à quel produits/essences ? Meilleur ou moins bon ? Mêmes clients ?
  - Quelles ventes réalisées aujourd'hui pour les nouvelles essences ? (données quantitatives à disposition + prix de ventes des produits (au minimum + ou - que produits issus des essences classiques?) ?)
  - Quel marché actuel dans le grand-est ; élargir à l'échelle nationale voir si export à l'étranger de ces nouveaux produits ?
- Impact de la nouvelle essence :
  - Approvisionnement plus complexe ? En terme de quantité ?
  - Quelles productions ?

- **Banc de sciage? Matériel ? A-t-il besoin d'entretenir plus souvent son matériel avec l'essence en question (je pense surtout au cèdre de l'Atlas et pin laricio)**
- **Nécessité d'investissements liés au sciage de cette nouvelle essence ?**
- **Volume à l'heure pour cette nouvelle essence ? Comparaison avec le temps mis pour une essence conventionnelle**
- **Traitements différents ? (séchage...)**
- **Unité de 1ere ou/et 2nde transformation ?**
- **Différence au niveau des co-produits ?**
- **Propriétés comparées entre la nouvelle essence choisie /vs/ les autres essences plus courantes ? => Impact sur votre chaîne de transformation ?**
- **Produits issus de cette nouvelle essences /vs/ produits issus de vos autres essences plus classiques/courantes ?**
- **Est-ce que les produits des nouvelles essences pourront se placer sur les mêmes marchés que celles actuelles ? = Questionnement sur la compatibilité des produits qu'on pourrait obtenir avec les nouvelles essences avec les produits mis sur le marché dans le grand-est**
- **Avez-vous des certifications pour ces nouvelles essences, et si non, pensez-vous qu'il est important de développer de nouvelles certifications pour ces nouvelles essences?**

#### **5) Perspectives**

##### **IMPORTANT ! ASPECT TEMPORALITÉ ! MOYEN TERME :**

- **Qu'est ce qu'on pourrait faire selon vous avec des petits bois de cette essence ?**
- **Clientèle actuelle et espérée à venir ?**
  - **Ressentis sur le marché potentiel ?**
  - **Est-ce qu'une certification vous aiderait à commercialiser vos bois ? Ouvrirait un nouveau marché ?**

##### **6) Demander S'ils ont des PHOTOS de leur produit à disposition**