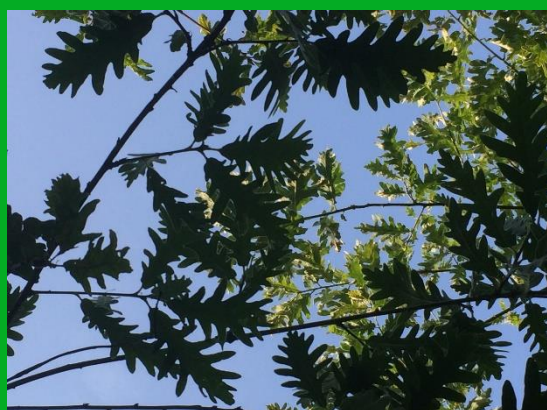




Centre régional de la propriété forestière de
Bretagne – Pays de la Loire

Bilan des essais forestiers consacrés aux chênes européens en Bretagne



Anne-Pernelle DUC
Xavier Grenie

Décembre 2020

Ce bilan a été réalisé par le CRPF de Bretagne - Pays de la Loire,
dans le cadre du Référentiel Forestier Régional de Bretagne.

Il a reçu le soutien financier de la Région Bretagne.





Table des matières

Tableaux et figures	1
Introduction	3
1. Présentation des différentes espèces de Chêne	4
1.1. Distribution géographique	4
1.2. Caractéristiques botaniques, génétiques et autécologie.....	6
1.3. Qualités des bois de Chêne et usages en Bretagne	12
1.4. Ressource en bois de Chêne en Bretagne	14
2. Placettes « Chêne » étudiées en Bretagne et méthodes	17
2.1. Les placettes du RFR breton.....	17
2.1. Les placettes supplémentaires installées dans le cadre de l'étude 2020	22
2.2. Protocole	24
3. Résultats	24
3.1. Croissance et production du Chêne sessile et du Chêne pédonculé.....	25
3.2. Autres constats issus des 21 placettes temporaires.....	38
3.3. Croissance juvénile et conduite des autres espèces de Chêne.....	39
3.4. Pathogènes et maladies	41
3.5. Adaptation climatique	46
Conclusion	47
Lexique	48
ANNEXES	51
Bibliographie	52

Le Référentiel Forestier Régional



Le RFR est un réseau de placettes d'essai et de démonstration implantées chez des propriétaires forestiers privés et en forêt publique. L'objectif de ce réseau est de mettre en commun des moyens et infrastructures expérimentales entre les différents organismes partenaires pour répondre aux problématiques techniques et sylvicoles locales. Les moyens mis en œuvre s'intègrent parfois à des projets nationaux voire internationaux.

Les résultats du réseau sont valorisés sous forme de synthèses, d'études ou de guides techniques. Ces publications sont mises en ligne sur le site du Centre Régional de la Propriété Forestière (CRPF, voir lien ci-dessous).

Ce réseau comprend le CRPF de Bretagne-Pays de la Loire, l'Office National des Forêts (ONF), les Centres d'Etudes Techniques et d'Expérimentations Forestières (CETEF) bretons, la Chambre d'agriculture de Bretagne. Le réseau est animé par le CRPF.

Le RFR est soutenu financièrement par l'Etat et le Conseil régional de Bretagne.

Pour en savoir plus :

<https://bretagne-paysdelaloire.cnpf.fr/n/reseaux-d-experimentations-et-etudes-thematiques/n:820>

Tableaux et figures

Tableau 1 Critères foliaires de reconnaissance des chênes pédonculé, sessile et pubescent.....	7
Tableau 2 Exigences écologiques des différentes espèces de chêne européens	8
Tableau 3 Quelques exigences climatiques des chênes.....	9
Tableau 4 Perspectives d'adaptation future des chênes en Bretagne.....	10
Tableau 5 Nombre de régions de provenance par espèce.....	11
Tableau 6 Provenances recommandées en Bretagne.....	11
Tableau 7 Disponibilités supplémentaires entre 2010 et 2035 en bois de chêne	15
Tableau 8 Placettes du RFR concernant les chênes	19
Tableau 9 Placettes temporaires étude chêne 2020 (installation, automne-hiver 2020)	23
Tableau 10 Itinéraires sylvicoles sur les placettes CRPF35056 et CRPF35006.....	31
Tableau 11 Données des placettes temporaires non passées en éclaircie	35
Tableau 12 Données des placettes temporaires ayant déjà fait l'objet d'une ou plusieurs éclaircies .	36
Figure 1 Reconstitution de la migration des chênes en Europe.....	4
Figure 2 Volume à l'hectare des deux principales espèces de chêne, IGN 2008-2014	5
Figure 3 Feuilles et tronc de chêne liège.....	6
Figure 4 Feuilles de chêne vert.....	6
Figure 5 Feuilles de chêne tauzin	6
Figure 6 Comparaison des feuilles de Chêne pédonculé, sessile et pubescent	7
Figure 7 Feuilles de chêne pubescent	7
Figure 8 Carte des régions de provenance du chêne sessile.....	11
Figure 9 Tonnellerie.....	12
Figure 10 Sciage 1 ^{er} choix pour plots d'ébénisterie.....	12
Figure 11 Avivés de chêne pour la production de parquet	12
Figure 12 Deux plateaux de chêne pubescent entourant un plateau de chêne pédonculé	13
Figure 13 Stères de chêne vert en PACA (CNPf, 2014)	13
Figure 14 Les différents débouchés du bois dans l'arbre.....	14
Figure 15 Volumes sur pied par classe de diamètres et qualité des bois de chêne (IGN, 2015)	15
Figure 16 Carte de localisation des placettes chêne du RFR.....	17
Figure 17 Carte de localisation des placettes chêne : essences et peuplements	18
Figure 18 Localisation des placettes de l'étude chêne 2020.....	22
Figure 19 Evolution de la hauteur moyenne des plants de Chêne sessile par provenance étudiée.....	26
Figure 20 Evolution de la hauteur dominante en fonction de l'âge et par indice de fertilité.....	27
Figure 21 hauteur dominante des 21 placettes en fonction de l'âge du peuplement et situation par rapport aux courbes de fertilité du guide « le chêne autrement ».....	27
Figure 22 Accroissement annuel moyen de la hauteur dominante (en cm)	28
Figure 23 Production et productivité moyenne	29
Figure 24 Modèle de sylviculture dynamique "Le chêne autrement"	30
Figure 25 évolution du diamètre à 1,3 m du sol en fonction de l'âge et par indice de fertilité pour les chênaies gérées selon le modèle de sylviculture dynamique	33
Figure 26 Circonférence moyenne des arbres à 1,3 m du sol en fonction de l'âge	33
Figure 27 Taux d'éclaircie dans les 21 placettes	34
Figure 28 Accroissement moyen en circonférence (cm/an)	34



Figure 29 Surface terrière (m ² /ha) sur les placettes temporaires	35
Figure 30 Hauteur élaguée en fonction de la densité initiale	38
Figure 31 Placette CRPF56018, Chêne liège à 17 ans.....	39
Figure 32 Evolution de la densité et de la hauteur dominante en peuplement de chêne liège – Placette CRPF56018.....	40
Figure 33 Evolution de la croissance en circonférence des chênes lièges de la placette CRPF56018 ..	40
Figure 34 Observation du DSF depuis 2007 sur les chênes bretons - Plantations de l'année (PA).....	41
Figure 35 Observation du DSF depuis 2007 sur les chênes bretons - Peuplements (Fiches V)	41
Figure 36 Principaux problèmes sanitaires observés sur les chênes en Bretagne (sessile, pédonculé et pubescents)	42
Figure 37 Abroustissement d'un semis de Chêne sessile par le chevreuil	43
Figure 38 Chêne pédonculé dépérissant dans le 35 (CNPf ©, 2011)	44
Figure 39 Répartition du nombre de chênes suivant le type ARCHI en fonction de l'année d'observation	45
Figure 40 Ecogramme du Chêne pédonculé	51
Figure 41 Ecogramme du Chêne sessile	51
Figure 42 Ecogramme du Chêne pubescent.....	51
Figure 43 Ecogramme du Chêne vert	51



Introduction

En Bretagne, le Chêne pédonculé et le Chêne sessile sont les espèces les plus représentées en forêt. Elles recouvrent 138 000 ha (IGN, 2008-2014) soit près de 36% de la surface forestière régionale. Essences patrimoniales par excellence, elles façonnent le paysage breton et occupent de nombreux espaces naturels riches en biodiversité.

Par ailleurs, les chênes produisent un bois recherché et aux multiples usages. La qualité du chêne est très variable en Bretagne : le sud-est de la région offre des bois de qualité ébénisterie, menuiserie voire «merrains» tandis qu'à l'Ouest, les chênes proposent un bois plus nerveux. Le Chêne est par ailleurs une ressource en bois de chauffage importante et fournit dans une moindre mesure du bois de charpente localement. « L'étude de la ressource forestière et des disponibilités en bois en Bretagne à l'horizon 2035 » a montré que 40% de la disponibilité supplémentaire totale attendue entre 2010 et 2035 en feuillus concernent les chênes. La diminution constante de la récolte commercialisée de bois œuvre observée depuis les années 80 est liée à un problème de débouchés et non de ressource.

De plus, les chênes pédonculé et sessile constituent un enjeu fort pour l'avenir de la forêt bretonne dans le contexte d'accélération du changement climatique. Depuis une vingtaine d'année, les effets du changement climatique se font déjà sentir, essentiellement sur le Chêne pédonculé et principalement en Ille-et-Vilaine. Cette espèce est en effet plus sensible à la sécheresse estivale que le Chêne sessile. La canicule de 2003 a notamment eu des répercussions sur la santé des chênes pédonculés (phénomènes de dépérissement observés les années suivant cet évènement).

Face à cette problématique, le Centre Régional de la Propriété Forestière Bretagne-Pays de la Loire participe depuis 2009 au programme de recherche et de développement sur l'évolution de la chênaie bretonne face au changement climatique. Celui-ci a pour objectif principal d'évaluer l'adaptation des origines géographiques (« provenances ») de Chêne sessile aux conditions de sol et de climat actuelles et futures de la Bretagne. Cela s'est traduit par la plantation et le suivi de trois dispositifs permettant d'étudier le comportement et la croissance de 19 à 29 provenances de Chêne sessile par site. En complément, les 3 sites permettent de tester le comportement d'autres espèces de chênes présentes sur le territoire métropolitain qui pourraient progressivement accompagner voire se substituer à terme aux 2 espèces de chênes autochtones : Chêne pubescent, Chêne vert, Chêne liège et Chêne tauzin. Ces espèces plus méridionales pourraient être à l'avenir plus adaptées avec le réchauffement du climat. L'étude de 2019 : « Comportement juvénile de différentes espèces de chênes face au changement climatique en Bretagne » faisait le bilan de 8 ans de suivi de ces 3 dispositifs.

L'objectif de cette synthèse est d'apporter des compléments à cette étude, en intégrant les constats des autres essais sur les chênes suivis en Bretagne dans le cadre du Référentiel Forestier Régional (RFR). En plus des essais du RFR, 21 peuplements issus de plantations ou semis de Chêne sessile ou pédonculé de moins de 35 ans ont été mesurés afin d'examiner le comportement de ces jeunes peuplement par rapport aux normes de croissance du Chêne en France en sylviculture dynamique, détaillées dans le guide « Le chêne autrement » (IDF 2010).

Dans un premier temps, les particularités des différentes espèces de Chêne sont décrites. La deuxième partie de l'étude s'attache à présenter les placettes suivies dans le cadre du RFR concernant les chênes. Enfin, la troisième partie dresse un bilan des enseignements issus du suivi de ces placettes, en traitement régulier dans les peuplements de moins de 35-40 ans, pour donner des pistes de gestion et développement de la chênaie bretonne.



1. Présentation des différentes espèces de Chêne

1.1. Distribution géographique

Les chênes font partie de la famille des Fagacées et du genre *Quercus*. Cette famille présente le plus grand nombre d'espèces à feuilles caduques* à travers le monde.

La distribution actuelle des espèces de Chêne résulte de l'alternance de périodes glaciaires et inter-glaciaires à partir du début de l'ère Quaternaire*. En périodes glaciaires, certaines espèces ont pu se maintenir dans des zones refuges, pour entamer une recolonisation en périodes inter-glaciaires. D'autres espèces n'ont au contraire pas survécu. Au sein d'une même espèce, la fragmentation des aires liées à ces phénomènes a entraîné une augmentation ou une diminution de la diversité génétique.

Les espèces de Chêne présentes naturellement en France sont issues de la progression de chênes à partir de 3 zones refuges :

- la péninsule ibérique (zone rouge en Figure 1, A) : ces chênes ont progressivement colonisé l'Ouest de l'Europe (2/3 nord-ouest de la France, Allemagne, Pays bas, Royaume Uni) ;
- la botte italienne (Zone jaune) et les Balkans (Zone verte) : ces chênes ont investi l'Est de l'Europe.

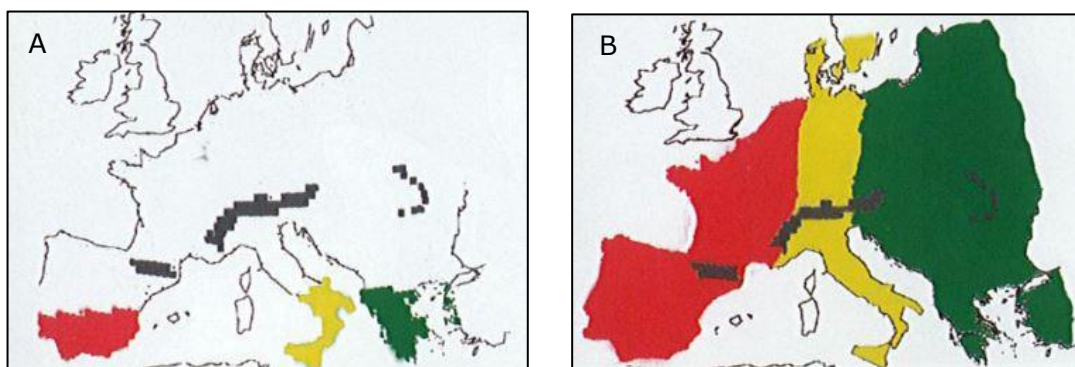


FIGURE 1 RECONSTITUTION DE LA MIGRATION DES CHENES EN EUROPE
 A : IL Y A 18 000 ANS → LOCALISATION DES ZONES REFUGES
 B : SCHEMATISATION ACTUELLE DES 3 LIGNEES ORIGINEELLES

La progression des espèces vers le Nord de l'Europe a été permise par divers agents (dont les oiseaux et humains). **La rencontre de leurs populations a permis le développement d'une importante variété génétique dans le genre *Quercus*. Cette qualité est reconnue pouvoir permettre aux espèces d'affronter les pressions du changement climatique.**

Il y a en France 8 espèces du genre *Quercus* poussant spontanément sur le territoire. Elles sont classées botaniquement dans 2 sections différentes : *Lepidobanalus* et *Cerris*.

- | | |
|---|--|
| - <i>Quercus robur</i> (Chêne pédonculé) | } Section <i>Lepidobanalus</i> (alias chênes « blancs ») |
| - <i>Quercus petraea</i> (Chêne sessile) | |
| - <i>Quercus pubescens</i> (Chêne pubescent) | |
| - <i>Quercus pyrenaica</i> (Chêne tauzin) | |
| - <i>Quercus faginea</i> (Chêne du Portugal) | } Section <i>Cerris</i> |
| - <i>Quercus ilex</i> (Chêne vert) | |
| - <i>Quercus suber</i> (Chêne liège) | |
| - <i>Quercus coccifera</i> (Chêne kermès) | |
| - <i>Quercus crenata</i> (Faux chêne liège) | |
| - <i>Quercus cerris</i> (Chêne chevelu) | |
| - <i>Quercus calliprinos</i> (Chêne de Palestine) | |



Les chênes de la section des chênes « blancs » présents ou introduits en Bretagne

Chêne pédonculé	Chêne sessile	Chêne pubescent	Chêne tauzin
<p>Essences à large amplitude climatique et indifférents vis-à-vis du sous-sol géologique.</p> <p>Chêne sessile : moins exigeant par rapport à son alimentation en eau et se retrouve sur des stations plus sèches.</p> <p>Chêne pédonculé : présente l'aire de répartition la plus importante en Europe (la plus étendue vers l'Est et le Nord).</p>	<p>Pousse dans la zone subméditerranéenne*.</p> <p>Répartition limitée par son besoin en chaleur mais assez tolérant aux hivers rigoureux d'où sa présence en Europe continentale.</p> <p>Souvent présent sur calcaire et supporte les sols superficiels. Absent sur sol hydromorphe*.</p>	<p>Uniquement présent sur la façade Atlantique, de la région Pays de la Loire au Nord du Maroc.</p> <p>Se retrouve sur sols pauvres, légers ou frais.</p>	

Tous ces chênes se retrouvent spontanément en France mais seuls les chênes pédonculés et sessiles sont naturellement présents en Bretagne. La surface occupée par le Chêne pédonculé est estimée à **112 000 ha** (+/- 11 000 ha) tandis que celle du Chêne sessile, plus réduite, est estimée à **26 000 ha** (+/- 5000 ha) (IGN, 2008-2014). **La chênaie pure** s'étend sur environ **56 000 ha**, la **chênaie-hêtraie** sur **28 000 ha** et le **mélange de chêne et autres feuillus** sur **63 000 ha** en Bretagne (IGN, 2008-2014).

La Figure ci-dessous donne une indication de la répartition du Chêne pédonculé et du Chêne sessile en Bretagne.

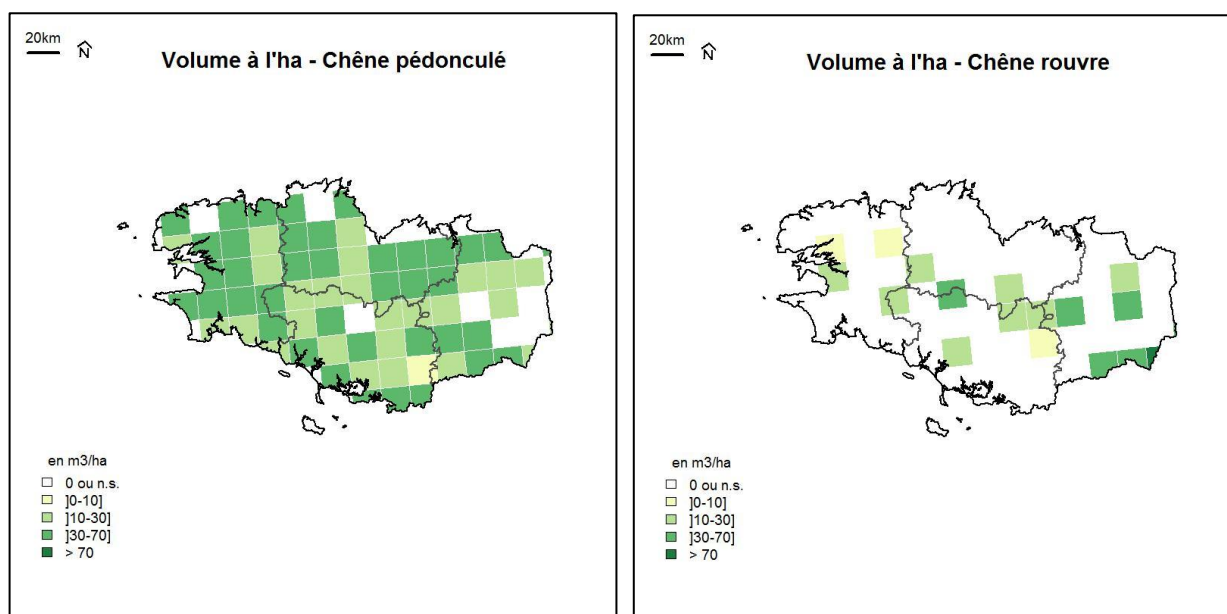


FIGURE 2 VOLUME A L'HECTARE DES DEUX PRINCIPALES ESPECES DE CHENE, IGN 2008-2014

Le Chêne sessile est plus particulièrement présent en Ile-et-Vilaine.



Les chênes de la section Cerris présents en Bretagne

Le Chêne vert présente l'aire de répartition la plus étendue sur tout le pourtour méditerranéen. En France, le Chêne vert remonte le long de la vallée du Rhône et vers la façade Atlantique jusqu'au sud de la Bretagne.

Le Chêne liège quant à lui est plutôt présent au Sud de la façade Atlantique européenne (Portugal, Espagne). On le trouve cependant aussi sur les côtes magrébines, françaises et italiennes.

1.2. Caractéristiques botaniques, génétiques et autécologie

Caractéristiques botaniques et biologiques

Les chênes méditerranéens présentent des feuilles persistantes entières, dentées voir épineuses, à la face inférieure pubescente. La différence entre le Chêne liège et le Chêne vert réside dans la présence d'une écorce liégeuse chez le premier. Cette caractéristique le protège des incendies fréquents dans sa région d'origine.



FIGURE 4 FEUILLES DE CHENE VERT



FIGURE 3 FEUILLES ET TRONC DE CHENE LIEGE



Les chênes blancs étudiés possèdent des feuilles caduques et lobées.



Le Chêne tauzin est facilement reconnaissable par ses sinus* profonds et la pubescence qui recouvre les deux faces de ses feuilles.

FIGURE 5 FEUILLES DE CHENE TAUZIN

Les chênes sessile, pédonculé et pubescent forment un continuum morphologique plus difficile à délimiter.

Ils se différencient principalement par le niveau de pilosité (face inférieure du lobe, nervure principale, pétiole et rameau de l'année).



4 autres critères sont communément utilisés pour les distinguer : longueur relative du pétiole* et du pédoncule*, nombre de nervures intercalaires* et base du lobe (auriculé* ou non). **Certaines caractéristiques morphologiques peuvent être fonction du milieu (sol, climat...), ce qui complexifie encore la reconnaissance des espèces.**

Le tableau ci-après présente ces 4 critères foliaires par espèce (en supposant ces espèces de morphologie caractéristique).

	Chêne pédonculé	Chêne sessile	Chêne pubescent
Longueur pédoncule	Long	Court	Court
Longueur pétiole	Inférieur à 1cm	Supérieur à 1cm	Supérieur à 1cm
Nb nervures intercalaires	Nombreuses	Néant	Rares
Base du lobe	Auriculé*	Angle aigu	
Pilosité	Néant (feuilles, rameaux, bourgeons glabres)	Néant à + (face inférieure de la feuille)	+ à ++++ (face inférieure de la feuille, rameau de l'année, bourgeons, cupule)

TABLEAU 1 CRITERES FOLIAIRES DE RECONNAISSANCE DES CHENES PEDONCULE, SESSILE ET PUBESCENT



FIGURE 6 COMPARAISON DES FEUILLES DE CHENE PEDONCULE, SESSILE ET PUBESCENT



Ces chênes « blancs » sont capables de s'hybrider de manière unidirectionnelle : une espèce pollinise l'autre (ex : Chêne sessile pollinisant le Chêne pédonculé) tandis que l'inverse est plus rare.

Les croisements successifs entre les deux espèces entraînent la régénération de l'espèce pollinisatrice en défaveur de l'espèce pollinisée.

FIGURE 7 FEUILLES DE CHENE PUBESCENT

Ce phénomène a été qualifié « d'opportunisme évolutif » car il permet à l'espèce pollinisatrice de coloniser de nouveaux milieux, chaque espèce possédant des exigences écologiques propres. L'exemple du couple Chêne sessile/Chêne pédonculé a été prouvé scientifiquement (A. Kremer, 2002). Il y a fort à parier que d'autres chênes se comportent de la même façon pour se propager mais l'état des connaissances reste limité à cet égard.



Exigences écologiques ¹

Le tableau ci-dessous résume les exigences écologiques de chaque espèce de Chêne.

Chêne...	vert	liège	tauzin	pubescent	sessile	pédonculé
T°C	Thermophile = qui aime la chaleur				Large amplitude	
Lumière	Héliophile = qui aime l'ensoleillement				De demi-ombre	Héliophile
Humidité	Xérophile	Xéro à mésoxérophille	Xérophile à mésophile	Xéro à mésoxérophille	Mésophile	Mésophile à mésohygro-phile
Sol	Variable	Acidiphile		Préfère les sols plutôt calcaires	Plutôt acidiphile	Plutôt neutrophile
Sensibilité...			A l'engorgement temporaire	Au gel tardif A l'engorgement temporaire	Au gel A l'engorgement temporaire au stade juvénile	Au gel tardif A la sécheresse estivale

TABEAU 2 EXIGENCES ECOLOGIQUES DES DIFFERENTES ESPECES DE CHENE EUROPEENS

Aime + les milieux et climats secs



Aime + les milieux et climats humides

Aime + les milieux acides



Aime + les milieux neutres

Méso » = moyennement

Les ecogrammes* disponibles sont consultables en [Annexe 1](#).

Adaptation climatique des chênes

Rappel sur le climat breton « actuel » (données climatiques Aurhely 1981-2010)

La Bretagne est caractérisée par un climat doux océanique : températures douces (moyenne annuelle de 10,5 à 13 °C) et pluviométrie relativement abondante répartie tout au long de l'année avec un maximum d'octobre à mars. Néanmoins, des contrastes importants peuvent être observés entre l'Ouest et l'Est (diminution de l'influence océanique), entre le Nord et le Sud (effet lié à l'insolation) et entre le littoral et l'intérieur (effet côtier, effet du relief).

Les gelées se produisent généralement entre novembre et mars. Cependant, des gelées tardives peuvent survenir jusque début mai. Le phénomène de chaleur est rare sur les côtes (surtout au Nord et à l'Ouest, 5 à 10 jours par an) mais s'accroît au fur et à mesure en allant vers le Sud-Est de la région (40 jours par an en été).

¹ Conseils d'utilisation des ressources génétiques forestières, INRAE (2016-2019).



Chaque espèce a des exigences climatiques particulières.

Le tableau suivant présente quelques caractéristiques climatiques de la niche climatique des espèces de Chêne :

TABLEAU 3 QUELQUES EXIGENCES CLIMATIQUES DES CHENES²

	Température moyenne annuelle – optimum aire de répartition	Pluviométrie annuelle – aire de répartition	Autres
Chêne pédonculé	8 à 12 °C	>600 mm pendant la saison de végétation	
Chêne sessile	8 à 12 °C		
Chêne pubescent	9 à 15°C	500-1200 mm	
Chêne vert	Non renseigné	>400 mm	Pour une bonne croissance : P annuelle >700-800 mm
Chêne liège	13 et 18 °C	>400 mm	Pour une bonne croissance : P annuelle >600-700 mm
Chêne tauzin		Pas de référence	

D'autres facteurs climatiques expliquent la répartition et le bon développement des espèces : par exemple les températures minimales des mois d'hiver, le nombre de jours de gel (et occurrence du gel tardif), les températures maximales en été, le déficit hydrique climatique estival (cumul de précipitations moins cumul d'évapotranspiration sur les mois d'été → P-ETP)...

En Bretagne, les gelées sont parfois fréquentes dans le Centre Bretagne et peuvent s'étaler jusqu'au mois de juin. La sensibilité aux gelées tardives est déterminée par la précocité du débourrement qui est fonction de l'essence mais également de la provenance. Les chênes pédonculé, sessile et pubescent sont par exemple assez sensibles au gel tardif. Néanmoins les dégâts causés aux plants ou semis ne remettent en général pas en cause les régénérations. Les chênes méditerranéens n'ont a priori aucune limite climatique dans la région sauf en Centre Bretagne (températures minimales plus basses et nombre de jour de gel plus importants).

L'Est de l'Ille et Vilaine et du Morbihan sont les plus touchés par les phénomènes de sécheresse et de chaleur (plus forts déficits hydrique climatiques estivaux observés et plus grand nombre de jours de chaleur annuel). Le Chêne pédonculé est le plus sensible au stress hydrique en période estivale. Cela peut enclencher des dépérissements localement (cf. explications détaillées Page 43). Le Chêne sessile et le Chêne pubescent sont plus résistants à la sécheresse estivale et les chênes méditerranéens ne trouvent évidemment pas de conditions limites à cet égard en Bretagne.

Perspectives sur le climat breton futur

En Bretagne, les projections climatiques indiquent une poursuite du réchauffement annuel jusqu'aux années 2050, quel que soit le scénario. Sur la seconde moitié du XXI^e siècle, l'évolution de la température moyenne annuelle diffère significativement selon le scénario considéré. Selon le scénario le plus pessimiste (scénario sans politique climatique), le réchauffement pourrait dépasser +3 °C à l'horizon 2071-2100.

Le nombre de journées chaudes est également en augmentation en lien avec la poursuite du réchauffement. A l'horizon 2071-2100, cette augmentation serait de l'ordre de 12 jours par rapport à la période 1976-2005 selon le scénario avec une politique climatique visant à stabiliser les concentrations en CO₂, et de 38 jours selon le scénario pessimiste. Le nombre de jours de gelées est en diminution en lien avec la poursuite du réchauffement.

² Conseils d'utilisation des ressources génétiques forestières, INRAE (2016-2019).



TABEAU 4 PERSPECTIVES D'ADAPTATION FUTURE DES CHENES EN BRETAGNE³

Chêne sessile	Chêne pédonculé	Chêne pubescent
<p>Il y a beaucoup de divergences et d'incertitudes quant aux effets du changement climatique sur cette espèce selon les modèles et les scénarios utilisés. Sa croissance peut être impactée à la suite de fortes sécheresses (pendant 2 à 4 ans) mais il est peu sensible aux canicules. S'il reste climatiquement adapté dans la région, le risque climatique devrait augmenter sensiblement pour les jeunes plantations.</p>	<p>C'est plus particulièrement en Ille et Vilaine et dans l'Est du Morbihan que le Chêne pédonculé commence à souffrir et où il devrait continuer d'être menacé dans un horizon proche (2050), sur les stations mal adaptées et en l'absence de sylviculture. L'aire climatique favorable au Chêne pédonculé risque de se réduire drastiquement et d'être cantonnée au Centre Ouest Bretagne à la fin du siècle.</p>	<p>Il présente une meilleure résistance à la sécheresse en comparaison avec les chênes sessile et pédonculé. Ainsi, le changement climatique pourrait être à l'origine d'un déplacement de l'aire de répartition de l'espèce vers le Nord. Le Chêne pubescent pourrait être à court terme l'une des essences intéressantes pour enrichir et adapter les plantations dépendant de chênes pédonculé ou sessile dans le Nord.</p>

Chêne vert	Chêne liège	Chêne tauzin
<p>Malgré une forte adaptation aux stress hydriques, des cas de mortalité due à la sécheresse ont été observés en région méditerranéenne, notamment dans le cas de deux années (ou plus) successives de sécheresse. Mais ces mortalités sont notées sur les sols superficiels, là où le système racinaire ne peut aller chercher l'eau en profondeur. Plusieurs travaux réalisés sur l'évolution potentielle de l'aire de répartition du Chêne vert montrent qu'elle devrait s'étendre considérablement d'ici 2100 au Nord et à l'Ouest de la région méditerranéenne, vers la côte Atlantique et jusqu'au Nord de la Loire⁴.</p>	<p>Les grandes sécheresses de 2003 à 2007 puis en 2016-2017 ont provoqué, dans les Maures et l'Esterel, le dépérissement massif de versants entiers sur des sols superficiels. Il ne se maintient en bonne santé que dans les meilleures stations de basse altitude en versant chaud, et de façon générale dans les stations ayant un bon bilan hydrique. Dans ces régions, le changement climatique va accentuer le repli du Chêne liège vers ses stations les plus favorables. Comme pour le Chêne vert, l'aire de répartition du Chêne liège pourrait s'étendre favorablement vers le Nord.</p>	<p>Pas d'études reconnues consultables à ce sujet. Il présente un comportement thermophile. La Bretagne devrait rester une région climatiquement favorable pour lui.</p>

³Conseils d'utilisation des ressources génétiques forestières, INRAE (2016-2019), Etude Chênaie Atlantique, Jean LEMAIRE (2013).

⁴Badeau et al., 2007



Les Matériels forestiers de reproduction de Chêne adaptés à la Bretagne

Le terme Matériel forestier de reproduction (MFR) désigne tout matériel végétal destiné à la production de plants et à la plantation forestière. Il peut s'agir de semences (fruits et graines), de parties de plantes (boutures, bourgeons, marcottes, greffons, etc.) ou de plants élevés au moyen de semences, de parties de plantes ou provenant de semis naturels.

En France, les plants de Chêne commercialisés par les pépiniéristes sont issus de graines provenant de peuplements testés, qualifiés, sélectionnés ou identifiés*. Ces peuplements sont classés en fonction de la région de provenance.

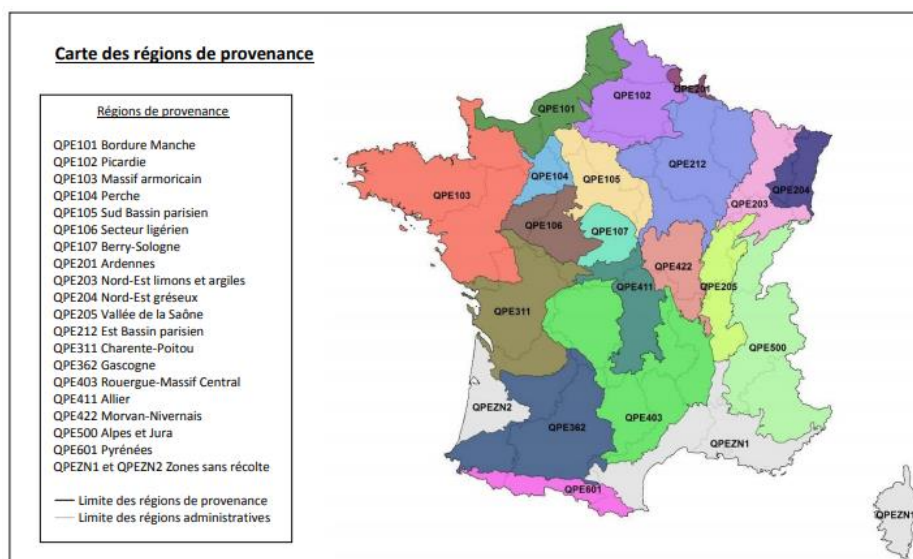


FIGURE 8 CARTE DES REGIONS DE PROVENANCE DU CHENE SESSILE

Le tableau suivant donne le nombre de régions de provenance pour les chênes en France.

Chêne sessile	19 régions de provenance
Chêne vert	4 régions de provenance
Chêne pubescent	6 régions de provenance
Chêne liège	4 régions de provenance
Chêne pédonculé	7 régions de provenance
Chêne tauzin	néant

TABLEAU 5 NOMBRE DE REGIONS DE PROVENANCE PAR ESPECE

L'arrêté du 21 novembre 2019 relatif à la qualité des plants forestiers utilisés lors des opérations bénéficiant des subventions publiques définit une **liste de provenances à utiliser dans le cas de boisement ou reboisement subventionné par l'Etat en Bretagne.**

Il considère que ces provenances sont les plus adaptés aux conditions locales :

	Recommandées	Autres provenances utilisables
Chêne sessile	QPE 103 : Massif armoricain (S)	QPE 104 : Perche (S) QPE 106 : Secteur Ligérien (S) QPE 311 : Charente-Poitou (S)
Chêne vert	QIL 311 : Dunes littoral (I)	QIL 362 : Sud Ouest (I)
Chêne pédonculé	QRO 100 : Nord Ouest (S)	
Chêne pubescent	QPU101-Nord-Ouest (I)	
Chêne liège	Néant	
Chêne tauzin		

TABLEAU 6 PROVENANCES RECOMMANDEES EN BRETAGNE

Ces recommandations ne s'appliquent pas aux projets expérimentaux qui peuvent bénéficier de dérogations.



1.3. Qualités des bois de Chêne et usages en Bretagne

Les chênes sessile et pédonculé

Ils produisent un bois aux nombreuses qualités :

- Une belle teinte brun clair à brun jaune ;
- Une durabilité et une résistance naturelle qui ne nécessitent aucune préservation : classe d'emploi 4 en extérieur si purgé d'aubier. Cela en fait un matériau idéal pour les produits extérieurs: bardage, terrasse, clôtures. Il est très résistant à l'extérieur sans traitement de préservation.
- Un grain moyen, un fil droit et une bonne stabilité dimensionnelle ;
- Un bon rendement matière, qui s'usine assez aisément, en donnant un état de surface parfaitement lisse et soyeux au toucher.

Son bois de premier choix est utilisé en :



FIGURE 9
TONNELLERIE



FIGURE 10 SCIAGE 1^{ER} CHOIX POUR
PLOTS D'EBENISTERIE



FIGURE 11 AVIVES DE CHENE POUR LA
PRODUCTION DE PARQUET

Ses qualités secondaires servent à la fabrication de charpentes. L'homogénéité de teinte du bois permet l'utilisation de la technique de l'aboutage afin d'obtenir de grandes longueurs purgées de singularités. La qualité «charpente» est majoritairement rencontrée dans les futaies de chêne en Bretagne, mais ce débouché est sous-exploité.

En Bretagne, la qualité du Chêne pédonculé ou sessile est très variable : la moitié Est de la région produit des bois de qualité ébénisterie, menuiserie voire «merrains» tandis qu'à l'Ouest, les chênes proposent un bois généralement plus nerveux. Cela est sans doute lié à des saisons de végétation plus longues et moins contrastées. Les bois présentent une proportion plus importante d'aubier et trouvent plutôt un débouché en bois énergie. **Les chênes représentent par ailleurs en Bretagne une ressource locale en bois de chauffage importante.**

Les autres espèces de Chêne européen, de par leur rareté en Bretagne, ne font pas l'objet d'usages particuliers dans la Région. Néanmoins, elles trouvent de nombreuses utilisations dans le reste de la France qui pourraient être reproduites.



Le Chêne pubescent



FIGURE 12 DEUX PLATEAUX DE CHENE PUBESCENT ENTOURANT UN PLATEAU DE CHENE PEDONCULE

La récente étude sur le Chêne pubescent (Etude CONQueTh, 2020⁵) met en évidence que son bois (à qualité égale avec celui du Chêne sessile et celui du Chêne pédonculé) est parfaitement utilisable par l'industrie.

Certaines différences ont néanmoins été mises en évidence : sa dureté est supérieure à celle des bois du sessile et du pédonculé.

Cela le rend plus performant pour tous les emplois nécessitant une résistance à la compression (le parquet), mais peut avoir des conséquences sur l'usure des matériels d'usinage. Sa masse volumique à l'état sec est nettement supérieure. Cela peut avoir une incidence pour les emplois en charpente.

A qualité égale, les différences entre les bois des trois espèces ne semblent pas avoir de conséquences notables sur la quasi-totalité des utilisations. Les méthodes de séchages nécessitent d'être adaptées pour le Chêne pubescent. Seule l'utilisation en tonnellerie ferait encore exception.

Néanmoins, au-delà du faible nombre d'études portant sur la question, l'analyse comparée de ces bois sur le plan expérimental reste complexe car le bois de ces trois chênes est un matériau hétérogène qui varie en fonction du sol, du climat et de la sylviculture pratiquée. A ces facteurs de variation, s'ajoute une variabilité entre individus importante, avec des écarts à la moyenne qui dépassent souvent les différences technologiques existantes entre eux.

Le Chêne tauzin

Le Chêne tauzin présente un bois au duramen jaune clair et il est très dur à travailler (le plus souvent noueux et de faibles dimensions). Il est peu recherché pour la construction. Autrefois, il était utilisé en charpente, menuiserie et charronage*.⁶

Le Chêne vert

Essence typiquement méditerranéenne, son usage dans le Sud de la France est principalement orienté vers le bois de chauffage avec quelques rares usages artisanaux. Des expérimentations ont été



FIGURE 13 STERES DE CHENE VERT EN PACA (CNPf, 2014)

⁵ Rapport final CONQueTh, Volet 2, Séchage industriel du bois de chêne pubescent, Mars 2021, C. WEBEN (CNPf-CRPF Bretagne-Pays de la Loire).

⁶ Flore forestière française, Plaines et collines, G. Dumé, C. Gauberville, D. Mansion, J-C Rameau (2018).



réalisées ces dernières années pour tester des débouchés pour le bois d'œuvre de Chêne vert.⁷

Les qualités technologiques du bois de Chêne vert permettent d'envisager son utilisation comme bois d'œuvre. Le chêne vert se caractérise par une densité très forte, ce qui rend ce bois apte à une utilisation en parquet, notamment pour des locaux à usage intensif. Son séchage est cependant délicat avec une forte tendance à se déformer et à fendre.

La qualité esthétique de son bois (clair, très figuré avec une maillure très marquée) est également à souligner.

Le Chêne liège

Largement utilisé dans le Sud de la France pour la production de liège, en bouchons ou en granulats, il est surtout transformé au Portugal et en Sardaigne. Les suberaies* sont également des espaces pouvant présenter un intérêt sylvopastoral*.

1.4. Ressource en bois de Chêne en Bretagne

En Bretagne, la ressource en Chêne européen est essentiellement constituée de bois de Chêne pédonculé et de Chêne sessile dans une moindre mesure. Ces deux espèces représentent autour de **45% du volume sur pied** de bois feuillus à l'échelle régionale.

L'IGN estimait en Bretagne en 2015 un volume de bois sur pied total de 77,7 millions de m³. Les chênes représentaient autour de 23,4 millions de m³, à 75% du Chêne pédonculé.

Les **chênaies** bretonnes sont globalement **jeunes, issues principalement d'anciens taillis, de mélanges futaie-taillis**, mais aussi d'accrus naturels.

Elles sont souvent sous-exploitées. Il y a une grosse demande en **bois de chauffage** en Bretagne. Par contre il n'y a **pas beaucoup de demande sur les bois de qualité secondaire** (charpente) qui sont pourtant majoritairement présents en chênaie bretonne. Cette absence de demande sur les bois de charpente entraîne un manque de sylviculture qui s'ajoute à celui lié au **morcellement de la propriété forestière privée**.

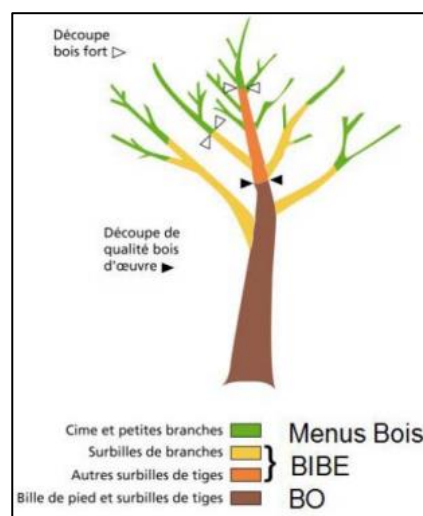


FIGURE 14 LES DIFFERENTS DEBOUCHES DU BOIS DANS L'ARBRE

Le **manque d'intervention visant à améliorer la qualité des arbres** explique un débouché des bois de chêne breton majoritairement en bois énergie.

La Figure 14 étaye ces propos : le volume de bois sur pied de Chêne pédonculé ou sessile en 2015 se trouve à près de 70% dans la catégorie petit bois et bois moyen (<50 cm de diamètre) et de qualité Bois d'industrie-Bois énergie.

⁷ Chêne vert, guide Innov'ilex, p 22 (2020).

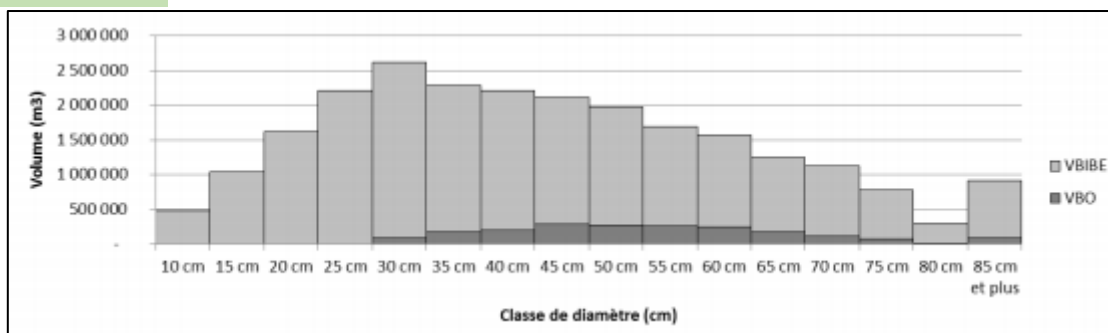


FIGURE 15 VOLUMES SUR PIED PAR CLASSE DE DIAMETRES ET QUALITE DES BOIS DE CHENE (IGN, 2015)

BO = BOIS D'ŒUVRE (VALORISATION LA PLUS NOBLE : MERRAIN, MENUISERIE...)

BI = BOIS D'INDUSTRIE (CHARPENTE)

BE = BOIS ENERGIE (POUR LE CHAUFFAGE : BOIS BUCHE OU PLAQUETTE FORESTIERE)

Sur un total de bois de Chêne récolté de 170 200 m³/an (soit 1/3 de la récolte en bois feuillus), seuls 9% sont destinés au bois d'œuvre (prélèvements actuels = période 2005-2015).

Nb : les bois de qualité secondaire « charpente » ont été classés dans cette étude dans la catégorie Bois d'Industrie, ce qui est discutable. La proportion de Bois d'œuvre récoltée paraît donc très faible mais elle est sous-estimée si on considère le bois qualité charpente en tant que Bois d'œuvre.

Dans le cas d'une dynamisation de la gestion forestière, 40% des prélèvements potentiels de bois feuillus supplémentaires attendus entre 2010 et 2035 concerneraient les chênes.

Le tableau suivant indique les volumes supplémentaires de bois de Chêne récoltables entre 2010 et 2035 selon différents scénarios de récolte et par qualité.

En m ³ /an	Disponibilités supplémentaires entre 2010 et 2035	
	Scénario tendanciel	Scénario optimal
BO-P	9 860	32 400
BIBE	85 840	188 760

TABEAU 7 DISPONIBILITES SUPPLEMENTAIRES ENTRE 2010 ET 2035 EN BOIS DE CHENE

(ETUDE DE LA RESSOURCE FORESTIERE ET DES DISPONIBILITES EN BOIS EN BRETAGNE A L'HORIZON 2035. IGN, ABIBOIS, ADEME, CRPF, 2015)

SCENARIO TENDANCIEL : SCENARIO DE BASE SIMULANT UN MAINTIEN DES PRATIQUES ACTUELLES DE GESTION PENDANT LES 20 ANNEES A VENIR ;

SCENARIO OPTIMAL : SCENARIO VISANT A GERER LA FORET PLUS DYNAMIQUEMENT POUR ACCROITRE LES PRELEVEMENTS DE BOIS SUR LA PERIODE CONSIDEREE.



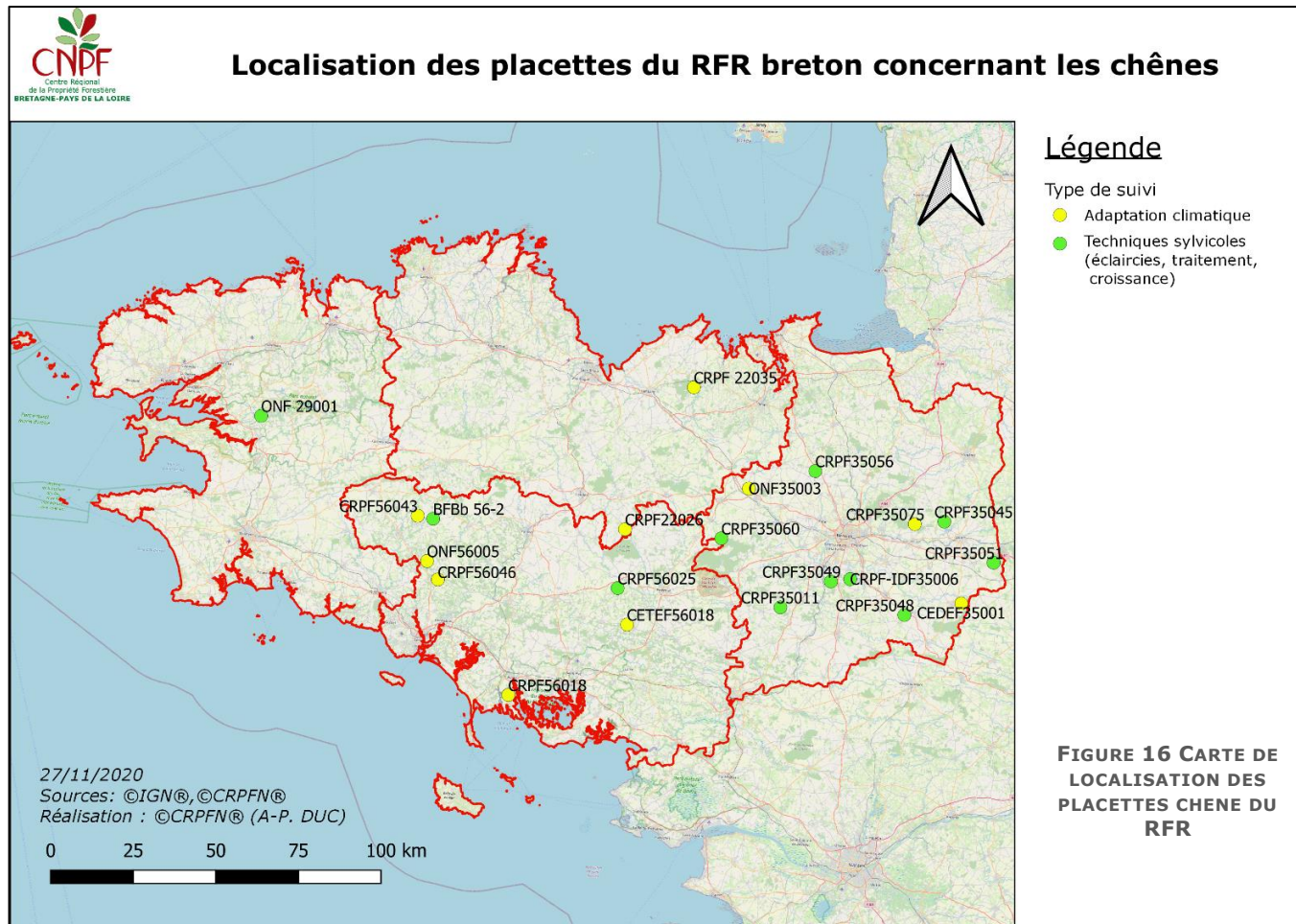
84% de cette disponibilité supplémentaire totale en volume de bois feuillus se trouve dans les forêts privées sans Plan simple de gestion (PSG) et 10% dans les forêts avec PSG. Un des principaux freins à la mobilisation des bois est le morcellement de la propriété forestière privée (et non pas l'accessibilité). En effet, 89 % de cette disponibilité se trouve dans des zones de faciles à très facile ou de moyenne exploitabilité.

Un des principaux leviers pour mobiliser davantage de bois consiste à développer les marchés auprès des porteurs de projets, à la fois pour la construction bois et pour l'énergie, en privilégiant un **approvisionnement local**. Cela nécessite en parallèle un travail de regroupement de la gestion en forêt privée.

Comme évoqué précédemment, **les autres espèces de Chêne sont présentes de façon anecdotique sur le territoire et ne constituent pas une ressource tangible à l'heure actuelle.**

2. Placettes « Chêne » étudiées en Bretagne et méthodes

L'objet de cette étude est pour rappel de tirer les enseignements techniques des suivis menés avec le RFR dans les plantations ou futaies régulières de chênes de moins de 40 ans.



2.1. Les placettes du RFR breton

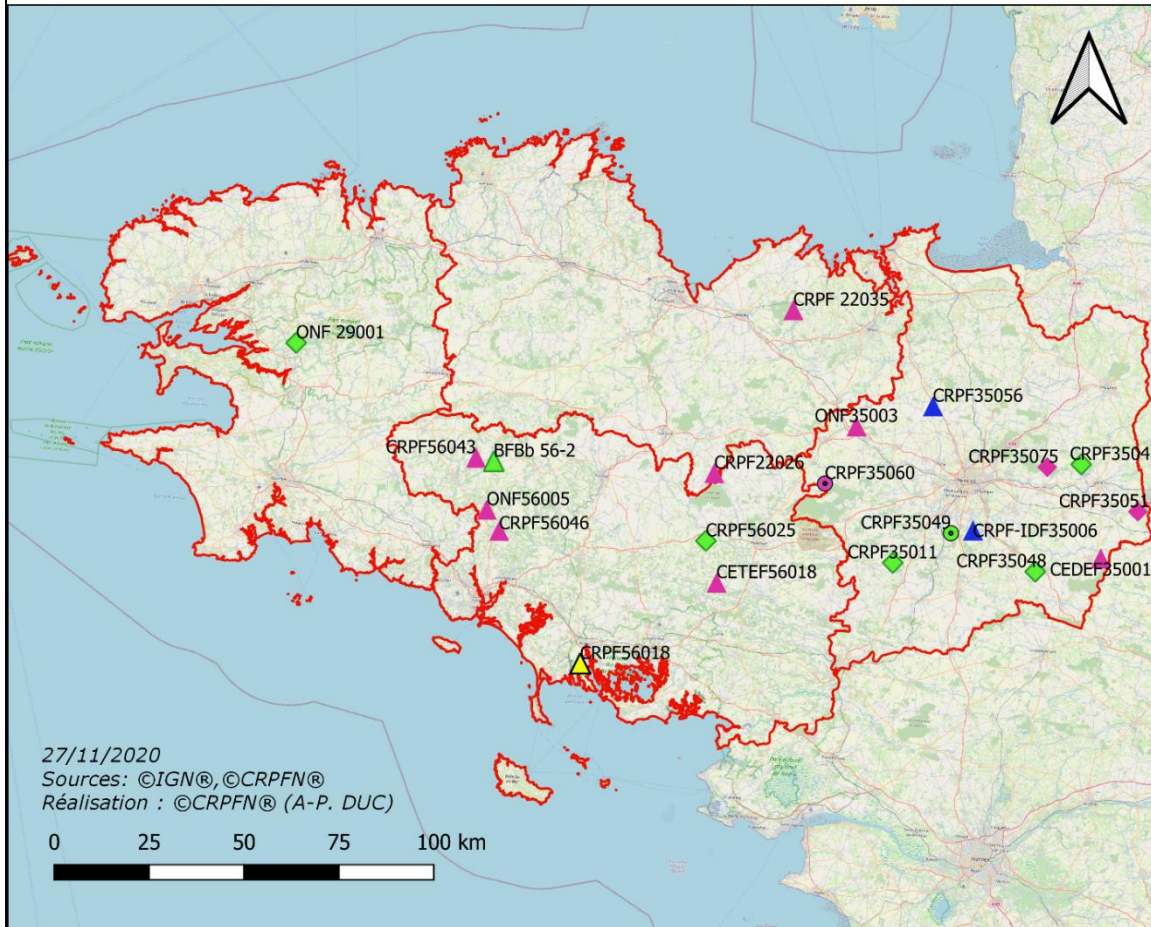
Fin 2020, le RFR breton contient 21 placettes visant notamment l'étude d'une ou plusieurs espèces de chênes européens.

10 placettes visent à étudier l'adaptation des chênes à la station et aux évolutions climatiques (points jaunes sur la carte).

11 placettes ont pour objectif l'étude des techniques sylvicoles concernant les chênes (points verts).



Placettes du RFR breton concernant les chênes : types de peuplement et essences



Légende

Types de peuplement

- ▲ Plantation <35 ans
- ◆ Futaie adulte géré en FR ou FIRR
- Régénération

Essences

- ▲ Chêne pédonculé
- ▲ Chêne sessile
- ▲ Chênes
- ▲ Chêne liège

La carte ci-contre précise les types de peuplements et les espèces de chênes étudiées selon les placettes.

Les tableaux suivants donnent le détail de la localisation, des objectifs et des protocoles poursuivis sur les placettes du RFR.



Chaque placette suivie dans le cadre du RFR se voit attribuer un thème principal et des mots-clés. Cela permet de faire des filtres facilement dans la base de données du RFR pour extraire la liste des placettes concernant un thème en particulier. Les thèmes principaux attribués aux placettes « chênes » du RFR sont les suivants : **Thème 1** - Techniques d'éclaircies, **Thème 5** - Conduite des peuplements irréguliers, **Thème 6** - Régénération naturelle, **Thème 7** - Adaptation à la station des essences et provenances, **Thème 8** - Adaptation face au changement climatique.

TABLEAU 8 PLACETTES DU RFR CONCERNANT LES CHENES

Numéro	Commune	Essence principale	Objectif de la placette	Installation de la placette	Thème principal
CRPF22026	Plumieux	Chêne sessile	Comparaison de croissance, du comportement vis-à-vis du climat, et de la phénologie de différentes essences et provenances de chênes (blancs et cerris) Plantations ayant 9 à 10 années de végétation fin 2020 « Etude Chêne 2019 »	08/03/2010	Thème 8
ONF35003	Montauban	Chênes		21/01/2010	Thème 8
CETEF56018	Sérent	Chênes		23/02/2011	Thème 8
CRPF56046	Plouay	Chênes	Comparaison de différentes provenances de Chêne sessile et Chêne pubescent (Croissance, adaptation au milieu et au climat) Plantations ayant 1 à 3 années de végétation fin 2020	03/04/2018	Thème 8
ONF56005	Berné	Chêne sessile		15/12/2019	Thème 8
CEDEF35001	Rannée	Chênes		24/02/2020	Thème 8
CRPF 22035	Pléven	Chênes	Etude de certaines espèces et provenances de chêne dans 2 Arboreta Plantations ayant 8 à 10 années de végétation fin 2020	08/03/2010	Thème 8
CRPF 56043	Priziac	Chênes		01/12/2012	Thème 8
CRPF56018	Crac'h	Chêne liège	Suivi de croissance et production de chêne liège Plantation de 26 ans	02/04/1996	Thème 8

L'essentiel des tests de provenances de Chêne sessile sont effectués sur les sites des placettes CRPF22026 (19 provenances), CETEF56018 (21 provenances) et ONF56003 (29 provenances). Chaque site permet également d'étudier une provenance de Chêne pédonculé plus méridionale. Les données de ces placettes ont fait l'objet d'un bilan en 2019 à 8 ans de végétation des arbres dans l'étude : « Comportement juvénile de différentes espèces de chênes face au changement climatique en Bretagne ». Fin 2020, ces plantations ont 9 à 10 ans de végétation.

Les arboreta REINFORCCE à Pléven et Priziac, implantés en décembre 2011, permettent notamment d'étudier l'adaptation et le comportement de Chêne sessile et de Chêne pédonculé de provenances françaises plus méridionales (Sud-Ouest, Charente-Poitou...), de pays méditerranéens (Italie, Espagne...) ou du Royaume-Uni.

Les placettes CRPF56046, CEDEF35001 et ONF56005 implantées récemment permettent enfin de tester respectivement 2, 2 et 3 provenances de Chêne sessile.

Pour chaque plantation, des travaux soignés et adaptés à chaque sol/contexte ont été effectués pour assurer de bonnes conditions de reprise des plants.



Protocole de suivi : sur ces placettes, le protocole est globalement le même. Des placeaux sont installés pour chaque essence ou provenance : il s'agit d'une surface déterminée où les mesures ne sont réalisées que sur un échantillon d'arbres représentatifs de la plantation. Les données récoltées sur cet échantillon (en général au moins 50 plants) sont extrapolées à l'hectare pour le traitement des données. Les mesures effectuées sont les suivantes :

- Jusqu'à ce que les arbres aient atteint une circonférence à 1,3 m de 30 cm : mesure annuelle de la hauteur des arbres (à la perche ou au mètre) et observation de l'état sanitaire et des éventuels dégâts liés au gibier.
- Au bout d'une dizaine d'années : mesure tous les 3 ans de la circonférence à 1,3 m des arbres, de la hauteur dominante et observation de l'état sanitaire et des éventuels dégâts liés au gibier.

2

Numéro	Commune	Essence principale	Objectif de la placette	Installation	Thème principal
CRPF35075	La Bouëxière	Chêne pédonculé	Suivi dans le temps de chênes pédonculés en dépérissement avec la méthode ARCHI	26/0/3/2012	Thème 8

Protocole de suivi : La méthode ARCHI permet à partir de l'observation de l'architecture du houppier* de l'arbre, d'identifier la dynamique de dépérissement du chêne (résilience après un dépérissement ou dépérissement irréversible). Le protocole d'observation ARCHI est ici appliqué tous les 3 ans sur 180 arbres (surface de 1,81 ha) dans un peuplement de chêne qui a au moins 60 ans et qui avait montré des dépérissements à partir des années 90 suite à des sécheresses estivales.

3

Numéro	Commune	Essence principale	Objectif de la placette	Installation	Thème principal
CRPF35056	Saint Symphorien	Chêne pédonculé	Comparaison de différentes modalités d'éclaircie en futaie régulière de Chêne pédonculé Plantations de 30-40 ans	début 1989	Thème 1
CRPF-IDF35006	Bourgarré	Chêne pédonculé		01/04/1997	Thème 1
ONF 29001	Hanvec	Chêne sessile	Observation des capacités de réaction des chênes à une éclaircie de rattrapage dans une futaie mélangée chêne/hêtre de 51 ans	18/03/2010	Thème 1

Protocole de suivi

Mesure tous les 3 ans de la circonférence à 1,3 m et de la hauteur dominante sur un échantillon d'arbres du peuplement. Marquage et réalisation d'éclaircie plus ou moins dynamique de futaie régulière lorsqu'elle est nécessaire puis observation de la réaction des arbres du peuplement.



4

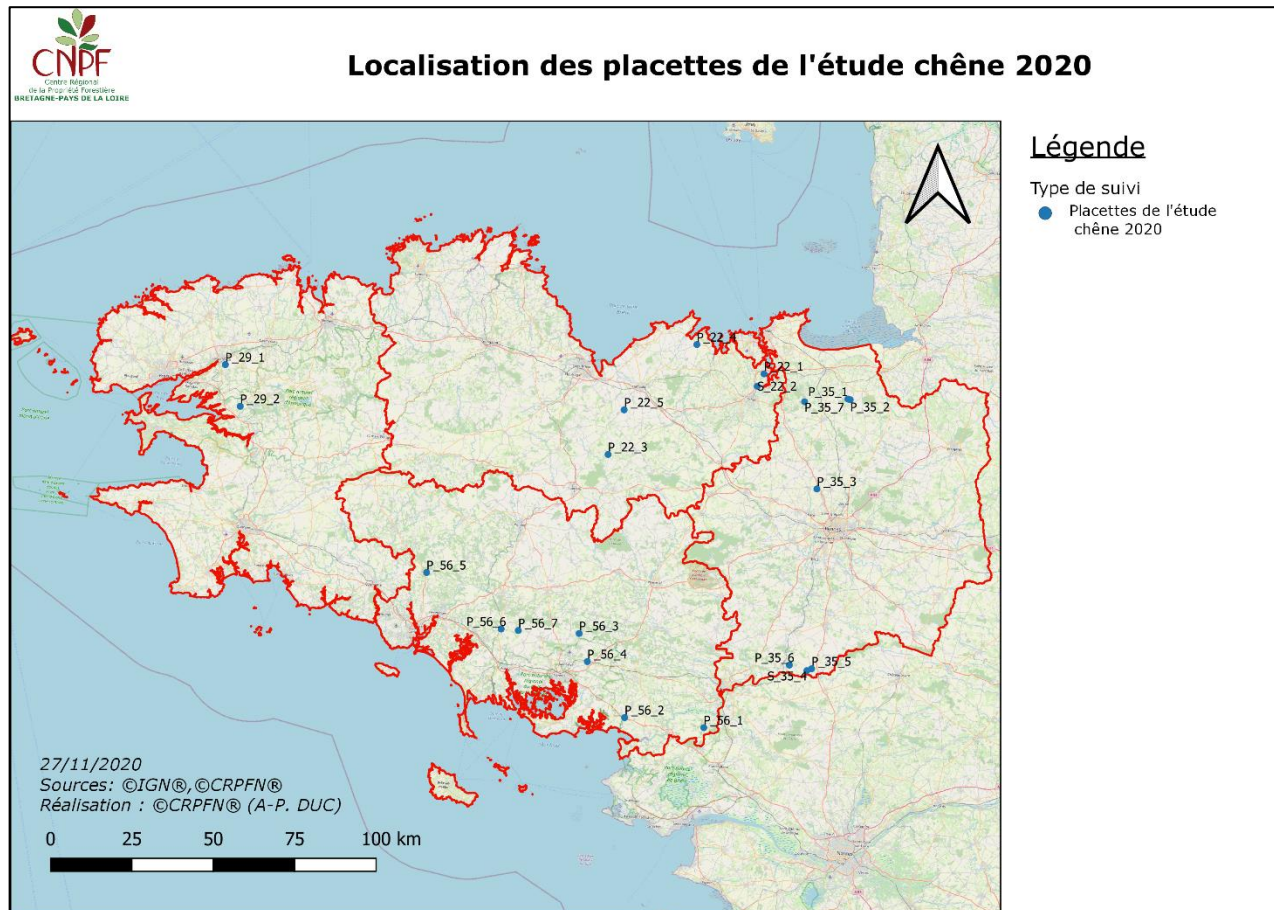
Numéro	Commune	Essence principale	Objectif de la placette	Installation	Thème principal
CRPF35011	La Chapelle Bouexic	Chêne sessile	Suivi dendrométrique de mélanges futaie-taillis en conversion vers la futaie irrégulière. Objectif de régénération naturelle en faveur du chêne sessile	02/11/1995	Thème 5
CRPF 35051	Le Pertre	Chêne sessile		Fin 2000	Thème 5
CRPF35048	Le Theil de Bretagne	Chêne sessile		30/01/2001	Thème 5
CRPF35045	Landavran	Chêne sessile		Avril 2001	Thème 5
CRPF56025	Guégon	Chêne sessile		07/04/2006	Thème 5
CRPF 35060	Comper	Chênes		06/09/2009	Thème 5
CRPF35049	Bruz	Chêne sessile	Suivi du développement de la régénération naturelle dans un mélange futaie-taillis	18/12/2000	Thème 6

Protocole de suivi

Mesure tous les 5 ans de la circonférence à 1,3 m et de la hauteur dominante sur un échantillon d'arbres du peuplement. Marquage et réalisation d'éclaircie dans un but de conversion des peuplements en futaie irrégulière au moment nécessaire.

2.1. Les placettes supplémentaires installées dans le cadre de l'étude 2020

Afin de se doter de données supplémentaires sur les peuplements réguliers de moins de 30 ans, le CRPF a mesuré lors de l'hiver 2020-2021, **21 placettes** temporelles dans des plantations de Chêne pédonculé et sessile ou des semis artificiels. Dans la grande majorité des cas il s'agit de peuplements installés sur d'anciennes terres agricoles plutôt de bonne qualité. Les placettes ont été réparties dans quatre départements.



Nb : Chaque placette est identifiée par un code construit ainsi : P pour plantation ou S pour semis + Numéro de département + Numéro d'ordre dans le département.

FIGURE 18 LOCALISATION DES PLACETTES DE L'ETUDE CHENE 2020

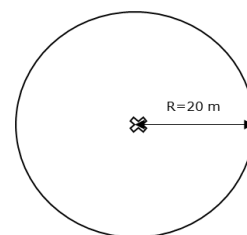


TABEAU 9 PLACETTES TEMPORAIRES ETUDE CHENE 2020 (INSTALLATION, AUTOMNE-HIVER 2020)

Peuplement	Commune	Essence 1	Essence2	Essence 3	Age	Antécédent cultural	Sol	T° moyenne annuelle	Pluviométrie annuelle moyenne
P_22_1	Plouer/Rance	Chêne sessile			17	Terre agricole	Sol brun acide profond sur granite gneissique	11,5	788
P_22_3	Plessala	Chêne sessile	Hêtre		22	Terre agricole	Sol brun acide profond sur schistes	11,07	889
P_22_4	Matignon	Chêne sessile	Hêtre	Châtaignier	20	Terre agricole	Sol brun acide profond sur micaschistes à biotite	11,43	768
P_22_5	Brehand	Chêne pédonculé	Hêtre	Bouleau	27	Boisement après tempête 1987	Sol brun hydromorphe (à 30 cm)	10,86	826
S_22_2	St Samson sur Rance	Chêne sessile			21	Terre agricole	Sol brun acide profond sur Granite	11,45	790
P_29_1	Pencran	Chêne sessile	Hêtre	Châtaignier	17	Friche en périmètre de captage	Sol brun acide profond sur schistes et quartzites de Plougastel	11,13	1378
P_29_2	Hanvec	Chêne sessile	Hêtre		28	Boisement après tempête 1987	Sol brun acide profond sur schistes et grès	10,39	1458
P_35_1	Broualan	Chêne sessile			26	Boisement après tempête de 1987	Sol brun acide profond sur Granite	11,19	841
P_35_2	Broualan	Chêne sessile	Tremble		28	Terre agricole		11,19	841
P_35_3	La Mézière	Chêne sessile	Merisier	Hêtre	16	Verger	Sol brun acide profond sur schistes briovériens	11,48	787
P_35_5	Grand Fougeray	Chêne pédonculé			31	Terre agricole	Sol brun acide profond sur schistes d'Angers	11,79	820
P_35_6	Ste Anne sur Vilaine	Chêne sessile			28	Terre agricole	Sol brun sur grès armoricain, très chargé en cailloux	11,96	796
P_35_7	Lanhelin	Chêne sessile			28	Terre agricole	Sol brun acide profond sur Granite	11,34	799
S_35_4	Grand Fougeray	Chêne sessile			26	Terre agricole	Sol brun acide profond sur schistes d'Angers	11,83	798
P_56_1	St Dolay	Chêne sessile	Charme		25	Terre agricole	Sol brun acide profond sur grès armoricain	12	890
P_56_2	Muzillac	Chêne sessile	Alisier		23	Terre agricole	Sol brun acide profond sur Granite	11,95	871
P_56_3	Plaudren	Chêne sessile	Hêtre	Sapin	32	Futaie de pins		11,68	1059
P_56_4	St Nolff	Chêne sessile	Hêtre		21	Terre agricole		11,68	1059
P_56_5	Plouay	Chêne pédonculé			20	Terre agricole		Sol brun acide profond	11,51
P_56_6	Pluvigner	Chêne sessile	Hêtre		20	Terre agricole	Sol brun acide profond sur Granite	11,8	1000
P_56_7	Brandivy	Chêne sessile	Chêne rouge		17	Terre agricole	Sol brun acide profond sur schistes	11,67	1067

2.2. Protocole

Les placettes installées à l'automne-hiver 2020 sont des placettes circulaires de 20 m de rayon (soit d'une surface de 1256 m²). Elles ont été délimitées grâce à un appareil de mesures de distances appelé Vertex*.



Sur chaque placette les données suivantes ont été récoltées :

- Nature de la station (analyse du sol à la tarière et des conditions climatiques via les données AURHELY - moyennes climatiques sur la période 1981-2010) ;
- Mesure de la circonférence des arbres à 1,30 m de hauteur au ruban ;
- Mesure de la hauteur dominante au Vertex (10 plus gros arbres de la placette) ;
- Mesure de la hauteur élaguée au Vertex (élagage naturel ou artificiel),

Chaque placette a fait l'objet d'une fiche de synthèse des résultats de mesures.

3. Résultats

Les suivis expérimentaux régionaux donnent des enseignements sur différents points (cf. [Tableau 8](#), page 19 et [Tableau 9](#), page 23):

- la croissance et production des Chênes (**21 placettes** + placettes **1**) ;
- la conduite sylvicole en futaie régulière (**21 placettes** + placettes **3**) ;
- les causes de dommages sanitaires sur Chêne (placettes **1** ; **2**) ;
- l'adaptation dans un contexte de réchauffement climatique des Chênes (toutes les placettes).

Les informations des 7 placettes **4** ne sont pas exploitées et présentées dans ce rapport. Leurs résultats seront valorisés dans une autre étude s'intéressant spécialement au « traitement* des peuplements en futaie irrégulière ».

Rappels sur les facteurs de croissance des arbres

Un arbre grandit en hauteur (croissance primaire) et en diamètre (croissance secondaire). La combinaison des deux définit la croissance en volume nommée production. La productivité désigne la vitesse de production, elle est exprimée en m³/ha/an.

La croissance en hauteur des tiges les plus vigoureuses (Hauteur dominante*) et la production ne sont pas influencées par le traitement* ; à condition que les prélèvements ne soient pas excessifs.

La hauteur dominante et la productivité sont le reflet de la fertilité stationnelle et donc du potentiel de croissance des chênes. A l'inverse, la croissance en diamètre (ou en circonférence) est influencée par la fertilité de la station mais aussi et surtout par la sylviculture appliquée.



3.1. Croissance et production du Chêne sessile et du Chêne pédonculé

Croissance juvénile du Chêne sessile en plantation

Certaines placettes ¹ donnent des informations essentiellement sur la croissance juvénile de différentes provenances de Chêne sessile.

Le nombre de plants de Chêne sessile installés par provenance est faible dans les arboreta (entre 7 et 12 plants testés par provenance) et l'on ne peut tirer de résultats fiables sur la croissance ⁸. **Le but dans les arboreta est de voir la capacité de survie et d'adaptation des différentes provenances au regard des conditions climatiques et du sol** (commentaires en partie 3.3), plus que d'obtenir des données robustes sur leur croissance.

Les placettes ayant moins de **3 ans de végétation** fin 2020 (placettes ONF 56 005, CRPF 56046, CEDEF35001) ne donnent **pas encore assez d'informations sur la croissance** en hauteur des plants car ils sont encore en **phase d'installation**. Le taux de reprise des provenances de Chêne sessile dans ces plantations est pour l'instant très satisfaisant (plus de 80% en taux de reprise).

Par contre, les placettes ayant déjà une **dizaine d'années de végétation** donnent de premiers résultats sur la **croissance en hauteur de différentes provenances de Chêne sessile** (60 à 100 plants installés initialement par provenance dans ces dispositifs). Ce sont les 3 placettes qui avaient déjà fait l'objet d'un **bilan en 2019** (cf. Page 3) après 8 années de végétation.

Rappels sur les facteurs influençant la reprise des plants

Adéquation des espèces/provenances au terrain et climat,

Qualité des plants, conditions de plantation et de travaux préparatoires du terrain,

Contexte cynégétique, pression du gibier et protection des plants,

Affranchissement de la végétation concurrente,

Présence/Absence de pathogènes.

Le premier constat est celui d'une **bonne reprise juvénile de toutes les provenances testées**.

Le taux de reprise est très bon dans les 3 plantations (>80% du nombre de plants à 8 ans de végétation) quelles que soient les provenances de Chêne sessile.

⁸ Les plants de Chêne pédonculé sont également en nombre limité par provenance (de 12 à 38 plants) dans les arboreta et dans les sites de tests de provenances ayant 10 ans. Ainsi, les données des placettes du RFR permettent un suivi seulement de la croissance juvénile pour les provenances de Chêne sessile.

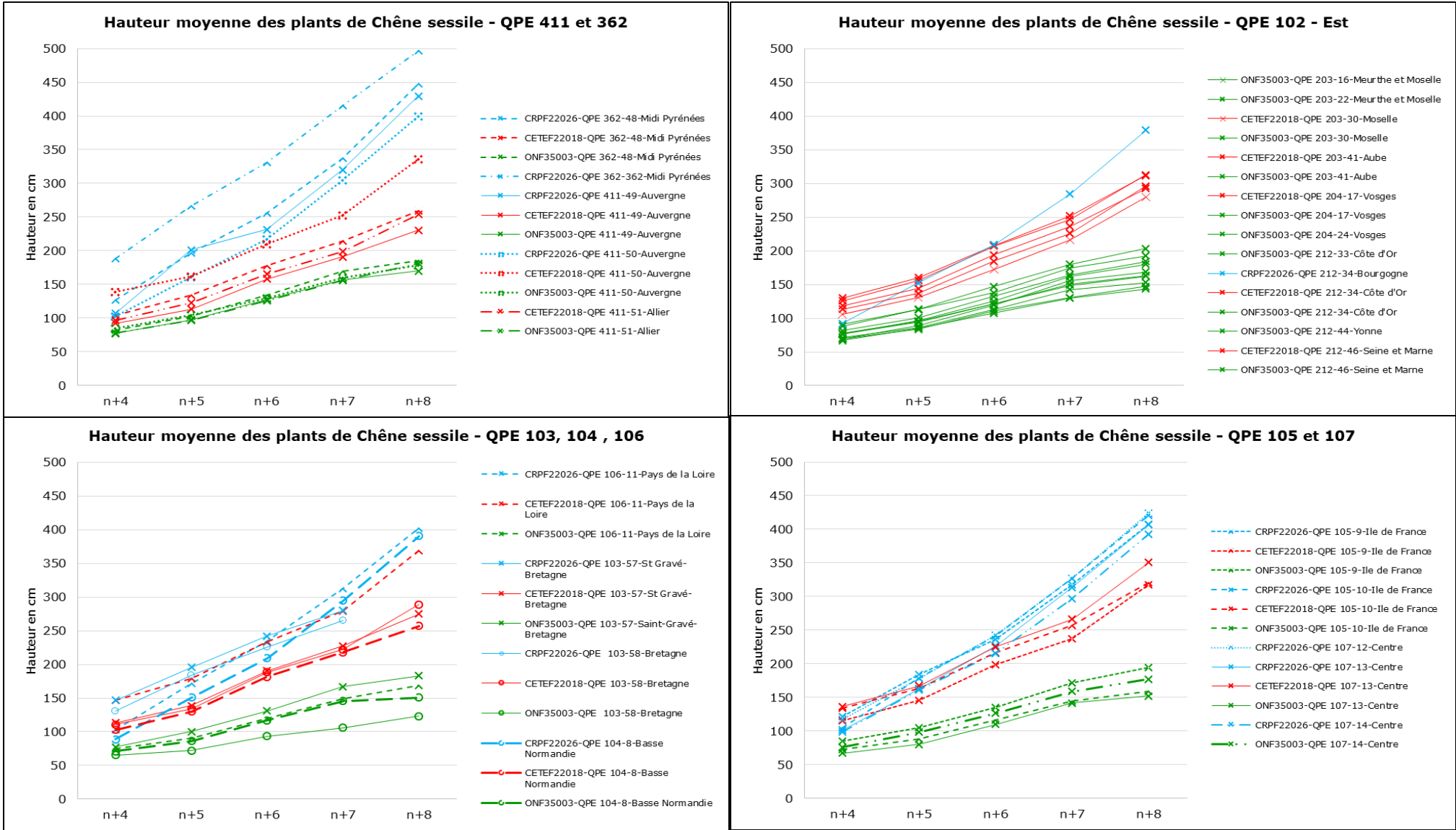


FIGURE 19 EVOLUTION DE LA HAUTEUR MOYENNE DES PLANTS DE CHENE SESSILE PAR PROVENANCE ETUDIEE

Plumieux Sérent Montauban

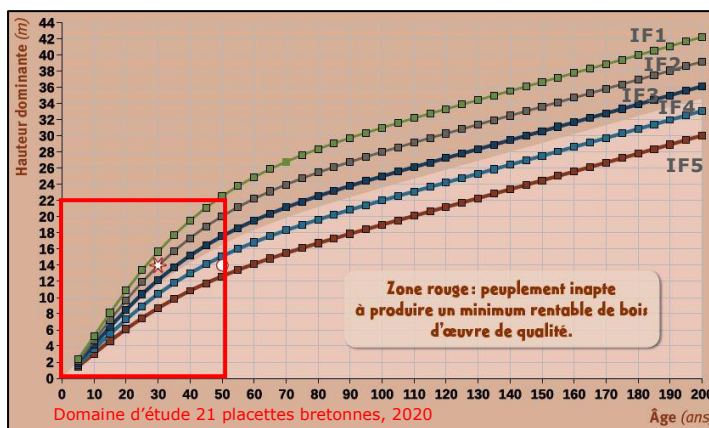
D'autre part, la Figure 19 montre de façon flagrante les **différences de croissance entre les 3 sites** (Plumieux **en bleu**, Sérent **en rouge** et Montauban **en vert**). Les plants sur Plumieux ont eu la plus forte croissance, cette station* étant la plus fertile. Par contre, l'engorgement superficiel temporaire en eau du sol à Montauban se traduit par une croissance bien plus faible. A Montauban, l'accroissement moyen en hauteur à 8 ans de végétation ne dépasse guère les 25 cm/an, à Sérent il se situe entre 30 et 45 cm/an et à Plumieux entre 42 cm/an et 60 cm/an.

La provenance ayant le plus grand accroissement moyen en hauteur à 8 ans de végétation est différente selon les sites.

Au stade juvénile, la fertilité du sol joue un rôle prépondérant sur la croissance en hauteur quelle que soit la provenance.

Croissance en hauteur des peuplements de moins de 35 ans

Cette analyse se base sur les **21 placettes** de l'hiver 2020.



Pour déterminer les classes de fertilité des plantations de chêne étudiées en Bretagne, le référentiel choisi est celui du guide sylvicole « Le chêne autrement », édition CNPF-IDF 2010.

FIGURE 20 EVOLUTION DE LA HAUTEUR DOMINANTE EN FONCTION DE L'ÂGE ET PAR INDICE DE FERTILITE

HAUTEUR DOMINANTE A 100 ANS :

IF1 : 31 M / IF2 : 28 M / IF3 : 25 M

IF4 : 22 M / IF5 : 19 M

Le référentiel « Le Chêne autrement » (CNPF-IDF, 2010) propose 5 indices de fertilité en fonction de la hauteur dominante et de l'âge (IF3 représente la courbe en dessous de laquelle les peuplements sont inaptes à produire un minimum de bois d'œuvre de qualité).

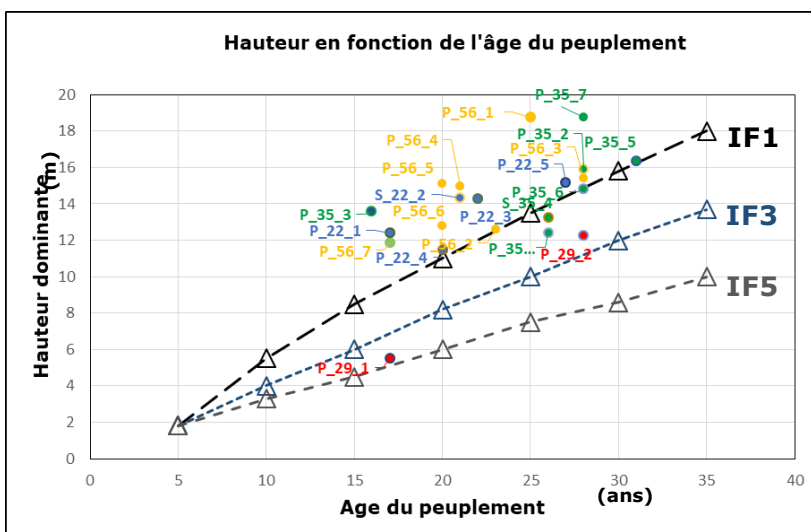


FIGURE 21 HAUTEUR DOMINANTE DES 21 PLACETTES EN FONCTION DE L'ÂGE DU PEUPEMENT ET SITUATION PAR RAPPORT AUX COURBES DE FERTILITE DU GUIDE « LE CHENE AUTREMENT »

Hauteur dominante

Les peuplements étudiés ont été positionnés sur le graphique précédent en se référant aux indices de fertilité 1, 3 et 5. Le premier correspond à une hauteur dominante à 100 ans de 31 m, le 3^{ème} à une hauteur de 25 m et le 5^{ème} à une hauteur de 19 m.

Les couleurs des graphiques correspondent aux départements (**56 : jaune**, **22 : bleu**, **35 : vert**, **29 : rouge**).



81 % des peuplements ont des hauteurs dominantes au-dessus de celles de l'IF1. 14% sont entre celles de l'IF1 et IF3 et 4% (1 placette) entre celles de l'IF3 et l'IF5.

Certains peuplements présentent des écarts très importants au-dessus de l'IF1. Par exemple :

- le peuplement P56_1 d'une hauteur dominante de 18,5 m à 25 ans dépasse d'indice de 28% (+ 5 m) ;
- le peuplement P35_7 d'une hauteur de 18,76 m à 28 ans dépasse l'indice de 20 % (+ 3,70 m).
- le peuplement P35_3 avec une hauteur de 13,57 dépasse l'indice de 4,50 m à 16 ans soit un dépassement de 34% de l'indice.

En moyenne, les peuplements au-dessus de l'IF1 le dépassent de 17% soit 2,4 m.⁹

Tous les peuplements sont installés sur des sols de bonne qualité avec une dominance sols bruns acides profonds. Les hauteurs à moins de 30 ans témoignent d'une bonne fertilité des stations sur lesquelles les boisements de chêne ont été installés.

Les prescripteurs de ces boisements ne se sont pas trompés dans l'adéquation de l'espèce plantée avec les conditions de sol et de climat.

Les 2 placettes du Finistère ont une hauteur dominante faible pour leur âge en comparaison avec celles des autres départements. Ce « retard » ne s'explique pas ici par une inadéquation avec la station mais par des choix sylvicoles peu adaptés (plantation trop peu dense, mélange d'espèce inadapté, manque de dégagements...). De plus, l'échantillon dans ce département est réduit car une grande partie des plantations de Chêne des 30 dernières années y sont très jeunes (souvent encore impénétrables).

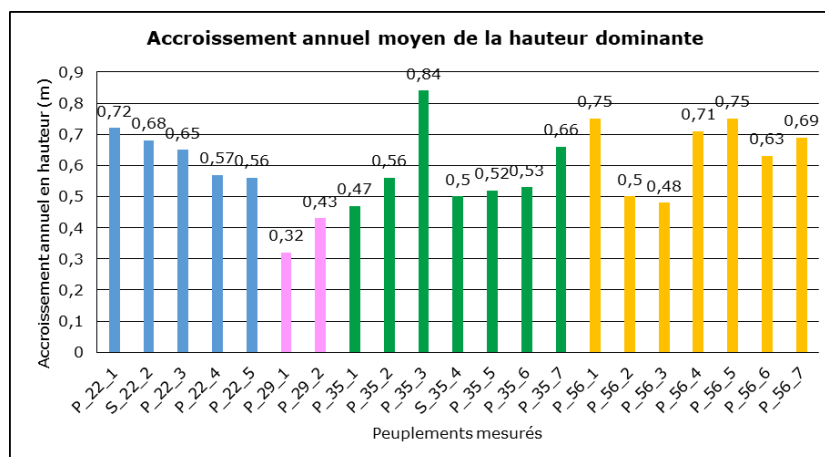


FIGURE 22 ACCROISSEMENT ANNUEL MOYEN DE LA HAUTEUR DOMINANTE (EN CM)

La Figure 23 met en évidence que depuis l'installation des peuplements, leur hauteur dominante a un accroissement moyen **d'au moins 50 cm/an** (sauf dans les plantations du 29) quand le Chêne est installé sur une station adaptée.

⁹ Il faut considérer cependant la précision de mesure de la hauteur des arbres, dont l'erreur peut parfois être justement de +/- 2 m.



Production dans les peuplements de moins de 35 ans

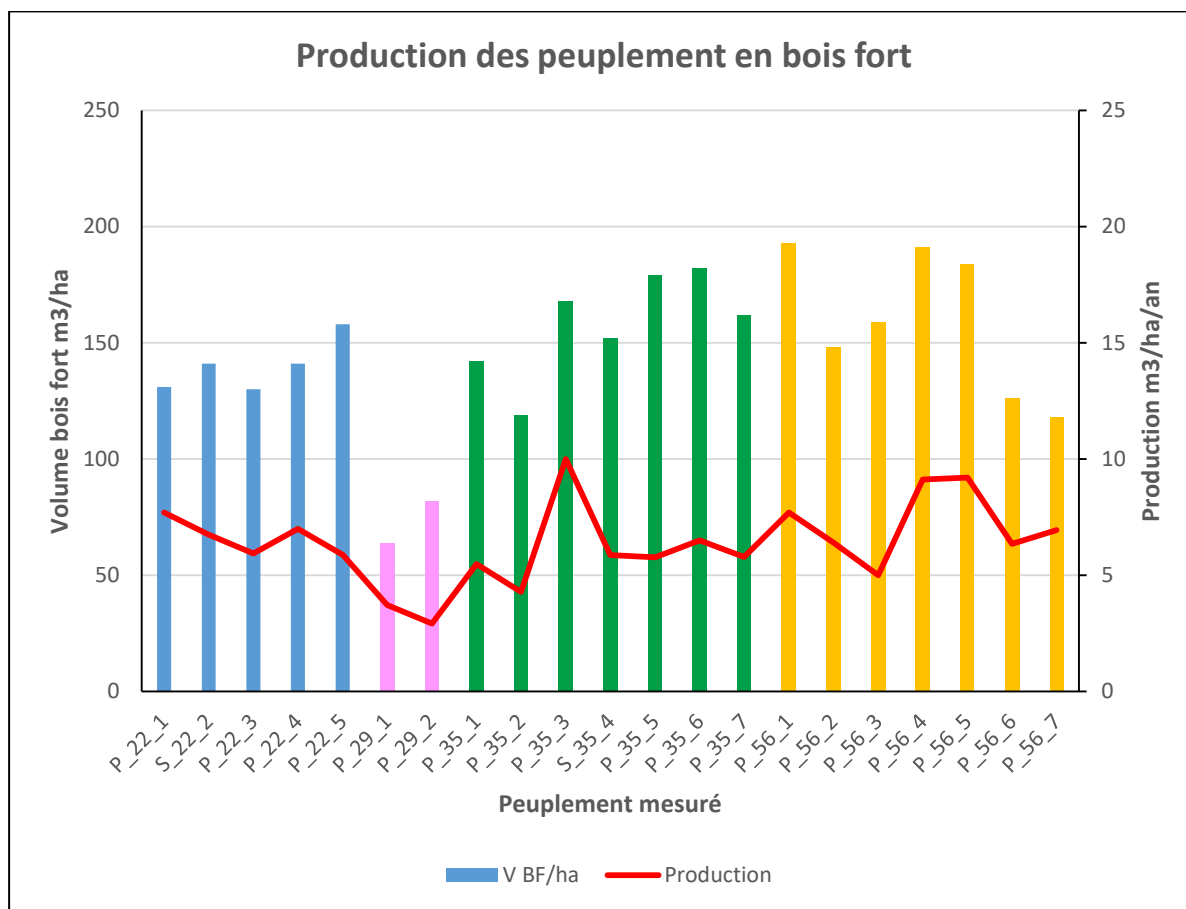


FIGURE 23 PRODUCTION ET PRODUCTIVITE MOYENNE

Le volume bois fort (V_{bf}) est calculé à partir de la surface terrière (G), la hauteur dominante H_0 assorti d'un coefficient de forme de décroissance f de 0,50. Ce volume ($V_{bf} = f \cdot G \cdot H_0$) correspond au volume de bois découpé fin bout de 7 cm de diamètre et en aucun cas au volume bois d'œuvre. Cette mesure sous-estime la production réelle du peuplement ($m^3/ha/an$) car le volume prélevé en éclaircie n'est pas connu.

Immédiatement après une éclaircie le volume bois fort du peuplement diminue en fonction du taux de prélèvement de l'éclaircie, mais son accroissement augmente rapidement puisque les arbres bénéficient d'un espace vital supérieur et le volume rattrape puis dépasse rapidement le volume avant éclaircie. Ainsi le peuplement P35_2 âgé de 28 ans a un volume faible ($119 m^3/ha$) car il vient d'être éclairci pour la troisième fois.

La productivité des chênes est de l'ordre de 5 à $10 m^3/ha/an$, sachant que la productivité maximum mesurée de $10 m^3/ha/an$ concerne un peuplement jeune (17ans) jamais éclairci, il s'agit donc dans ce cas de productivité réelle. Ce niveau très satisfaisant peut être rapproché de celui connu pour le Chêne rouge d'Amérique compris entre 6 et $15 m^3/ha/an$.



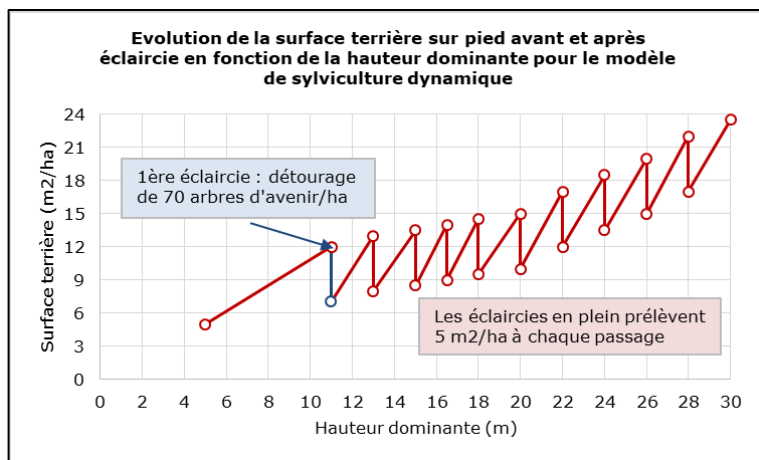
Conduite sylvicole : effet sur la croissance et la productivité du peuplement

Comparaison au référentiel de sylviculture dynamique du guide « Le Chêne autrement »

Les modèles de sylviculture dynamique, qui supposent d'intervenir assez tôt dans la vie d'un peuplement forestier pour diminuer la concurrence entre les arbres, **sont mis en avant dans le contexte du changement climatique**. L'argument est de réduire assez tôt la concurrence entre les arbres pour limiter d'une part l'impact des stress hydriques et d'autre part de limiter le risque en produisant du bois de qualité sur un cycle plus court.

3 Pour se doter d'un recul sur les modes de sylvicultures dynamiques en futaie régulière de Chêne, le CRPF a installé les placettes CRPF35056 et CRPF35006. Il est intéressant d'une part de comparer les 1^{ers} résultats de ces placettes à un référentiel de sylviculture dynamique déjà existant. D'autre part, utiliser les données récoltées sur les **21 placettes** temporaires de 2020 permet de comparer le mode de sylviculture appliqué à l'heure actuelle dans les boisements en Chêne bretons de moins de 30 ans au modèle de sylviculture dynamique.

Le guide « le Chêne autrement » propose un itinéraire de gestion plus dynamique que ce que l'on observe traditionnellement dans les futaies régulières de Chêne françaises. **Le principe est d'intervenir assez tôt pour repérer et permettre aux arbres les plus performants de pousser en croissance libre**. La première éclaircie est ainsi réalisée en détourage au profit des tiges d'avenir repérées préalablement.



Il s'agit de repérer d'abord quand les arbres font 9-12 m de hauteur, au moins 70 arbres d'avenir à l'hectare (soit un tous les 12 m) : arbre ayant une bonne vigueur et grosseur et une absence de défaut rédhibitoire pour produire de la qualité bois d'œuvre à l'avenir.

Un passage en éclaircie est programmé tous les :

- 6 ans avant 16 m de hauteur dominante ;
- 8 ans entre 16 et 22 m ;
- 12 ans entre 22 et 26 m ;
- 15 ans ensuite.

Soit avant récolte finale, 6 à 12 éclaircies selon la classe de fertilité.

FIGURE 24 MODELE DE SYLVICULTURE DYNAMIQUE "LE CHENE AUTREMENT"

Le référentiel « Le Chêne autrement » donne 3 indices de fertilité de croissance en diamètre en fonction de l'âge pour des chênaies gérées selon le modèle de sylviculture dynamique. **Avec cette sylviculture, à l'âge de 100 ans, les chênes auront un diamètre à 1,30 m de hauteur de 75 cm** (soit 235 cm de circonférence) **pour l'indice IF1, 65 cm pour l'indice IF2** (soit 204 cm de circonférence) **et 50 cm** (soit 157 cm de circonférence) **pour l'indice IF3**.

Cet itinéraire de sylviculture dynamique vise à produire des gros bois aux cernes réguliers mi-fins (largeur de cernes <4mm soit un accroissement en circonférence de 1,2 à 2 cm/an) à grossier (largeur de cernes >4mm). **Les utilisateurs du bois de chêne, même les plus exigeants en termes de qualité demandée (merrandiers, trancheurs) emploient du grain mi-fin et grossier**.



Cette gestion dynamique impose d'intervenir en 1^{ère} éclaircie avant 20 ans pour permettre façonner des houppiers amples.

La croissance en diamètre est directement influencée par la fertilité de la station* et par la sylviculture appliquée. L'éclaircie, en abaissant la densité de tiges, réduit la concurrence entre les arbres. Les chênes éclaircis régulièrement développent des houppiers plus amples. Plus le sylviculteur intervient tôt et fréquemment, plus le temps de production sera réduit et meilleure sera la qualité produite (cernes réguliers).

En sylviculture classique, le houppier des chênes est plus comprimé et il faut plutôt 150 ans pour atteindre les diamètres décrit au-dessus. En peuplement sans intervention, les houppiers restent très comprimés et plus de 200 ans sont nécessaires pour atteindre les diamètres d'exploitabilité du référentiel.

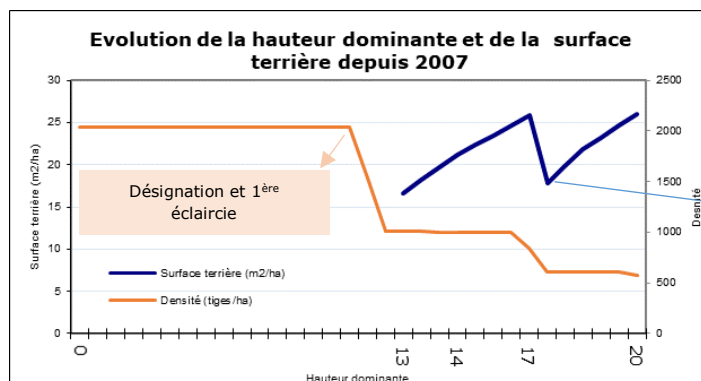
Les tests en sylviculture dynamique en Bretagne

Les placettes CRPF35056 et CRPF35006 sont situées sur des plantations en Chêne pédonculé de trente et quarante ans, sur lesquelles le CRPF a appliqué une gestion se rapprochant de l'itinéraire de sylviculture dynamique du référentiel le Chêne autrement.

TABLEAU 10 ITINERAIRES SYLVICOLES SUR LES PLACETTES CRPF35056 ET CRPF35006

CRPF35056 Sol brun hydromorphe neutrocline	CRPF35006 Sol brun hydromorphe neutrocline
<u>Début 1989</u> : plantation 3,5*1,4 = 2041 tiges/ha sur labour en planche (2 rangées d'arbres par planche)	<u>Début 1983</u> : plantation à 1667 tiges/ha
<u>Fin 2005</u> : 1 ^{ère} éclaircie avec prélèvement de 34% du nombre de tiges au profit d'arbres désignés	<u>1997</u> : désignation des arbres d'avenir + taille des chênes désignés + marquage 1 ^{ère} éclaircie à leur profit
<u>Début 2007</u> : élagage à 5 m de 96 tiges/ha désignées	<u>Début 1998</u> : 1 ^{ère} éclaircie
<u>Fin 2013</u> : 2 ^{ème} éclaircie avec prélèvement de 28% du nombre de tiges (au profit de 78 tiges d'avenir/ha)	<u>Fin 2005</u> : 2 ^{ème} éclaircie au profit des tiges désignées
	<u>2006</u> : élagage des tiges désignées
	<u>2015</u> : 3 ^{ème} éclaircie

Le Tableau 10 indique des 1^{ères} éclaircies et désignations de tiges d'avenir vers 15 ans (ce qui avec les classes de fertilité correspond à une hauteur d'une douzaine de mètres) et des 2^{èmes} éclaircies vers 20-25 ans. On part pour la suite sur un rythme d'une éclaircie tous les 8-10 ans. Toutes les éclaircies réalisées ont été faites au profit d'une centaine de tiges d'avenir désignées.



Le graphique ci-contre illustre l'évolution sylvicole sur la placette CRPF35056.

2^{ème} éclaircie prélevant 8 m²/ha
(circ. moyenne des tiges enlevées : 70 cm)

A 32 ans :
Circonférence moyenne du peuplement : 70 cm
Circonférence des tiges désignées : 100 cm
Circonférence du bourrage : 60 cm

Constats et enseignements des 2 placettes :



Sur les deux placettes, le schéma sylvicole suit dans les grandes lignes celui de la sylviculture dynamique avec une 1^{ère} éclaircie avant 20 ans et au profit d'une centaine de tiges d'avenir/ha, puis des éclaircies tous les 8-10 ans. La 2^{ème} éclaircie a été un peu plus tardive que prévue (au bout de 8 ans au lieu de 6 ans). Cela traduit la réalité de terrain et le retard qui est facilement pris quand on cherche à faire réaliser la coupe : planifier l'opération, trouver un débouché pour le bois,....

La placette CRPF35006 a permis de constater que la désignation de 1997 a été réalisée trop tôt, en privilégiant les tiges bien conformées (droites, peu branchues), mais peu vigoureuses au lieu de tiges plus poussantes mais très branchues, dont la forme se serait améliorée naturellement par la suite. La taille de formation/défourchage réalisée sur les tiges pré-désignées a amputé une partie de leur houppier et nombre d'entre elles ont été surclassées par des tiges plus vigoureuses, malgré l'éclaircie réalisée à leur profit. C'est pourquoi une nouvelle désignation a été réalisée en 2005.

On observe par ailleurs sur la placette CRPF35056 que la plupart des chênes présentent des gourmands. Cela ne s'explique pas du fait d'une mise en lumière trop brutale des arbres lors des éclaircies car celles-ci ont été plutôt modérées. La présence de bourgeons dormants sur le tronc à l'origine des gourmands est liée aux caractéristiques génétiques des arbres implantés. Ainsi, il est vraiment important lors de la désignation des arbres d'avenir de bien éviter de désigner des arbres à fort potentiel de développement de ces défauts.

Par ailleurs, quelques chablis ont été notés sur cette placette après la 2^{ème} éclaircie suite aux conditions hivernales difficiles. Le peuplement était sûrement un peu trop élancé et le prélèvement en 2^{ème} éclaircie (8 ans après la 1^{ère} éclaircie) un peu trop fort mais seules les tiges dominées qui ont été impactées. Il est possible que l'implantation des arbres sur ados ne favorise pas non plus leur stabilité.

Si le modèle de sylviculture dynamique est suivi, la surface terrière est néanmoins bien plus élevée dans ces peuplements à 30 ans passés que dans le modèle. Les éclaircies ont à chaque fois été réalisées au profit des tiges d'avenir. Les prélèvements réalisés dans les placettes en 1^{ère} éclaircie ont été sûrement moins importants que celui du modèle de sylviculture dynamique. La méthode de détournement du modèle peut impressionner tant le prélèvement paraît important à cette étape. Ainsi, dans la pratique, on est vite tenté de marquer moins fort. Attention toutefois à ne pas prélever en rattrapage trop fort lors des éclaircies à l'âge adulte (risque de déstabiliser le peuplement s'il est élancé, mise en lumière trop brutale favorisant les gourmands...).

L'accroissement moyen en circonférence des tiges d'avenir désignées se situe autour de 3 cm/an sur les deux placettes et de 2 cm/an sur l'ensemble du peuplement.



Positionnement des jeunes boisements bretons (21 placettes) sur les courbes de croissance en grosseur du référentiel de gestion dynamique « le Chêne autrement »

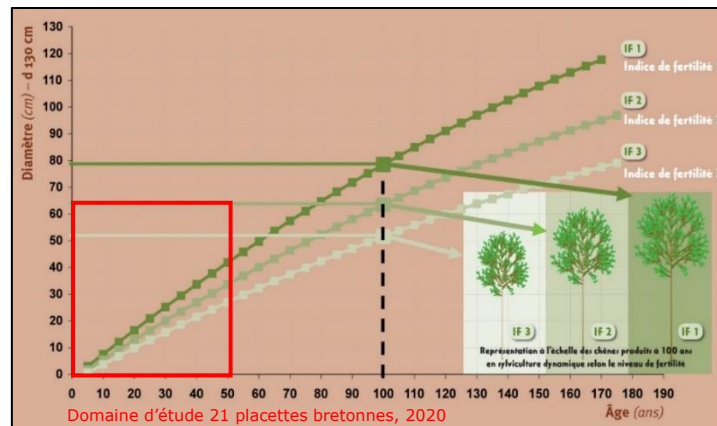


FIGURE 25 EVOLUTION DU DIAMETRE A 1,3 M DU SOL EN FONCTION DE L'AGE ET PAR INDICE DE FERTILITE POUR LES CHENAIES GERES SELON LE MODELE DE SYLVICULTURE DYNAMIQUE

Les indices de ce référentiel ont été retracés en circonférences dans le graphique ci-dessous pour la tranche d'âge examinée de 10 à 30 ans.

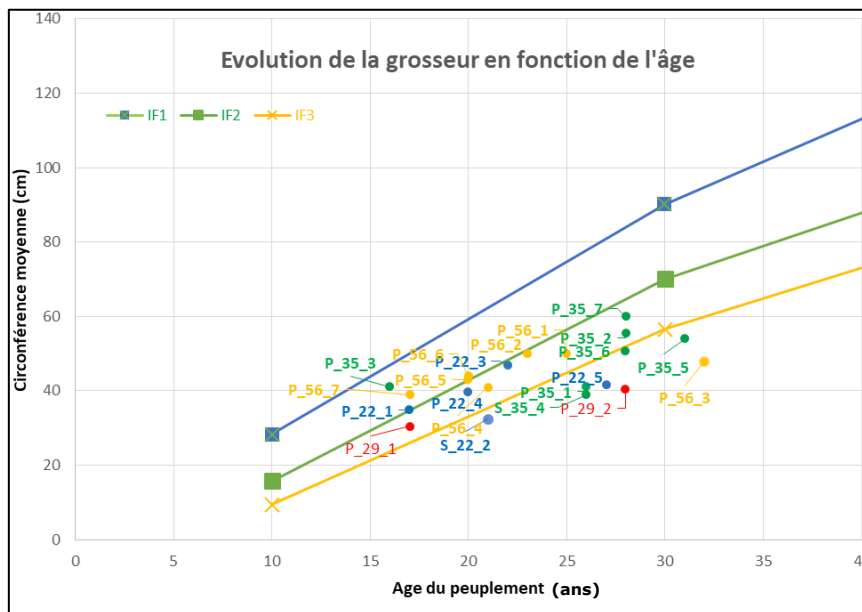
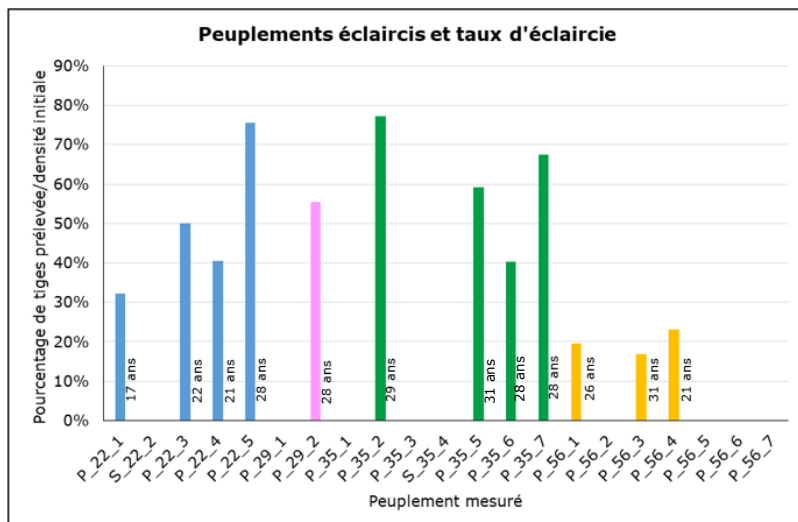


FIGURE 26 CIRCONFERENCE MOYENNE DES ARBRES A 1,3 M DU SOL EN FONCTION DE L'AGE

La circonférence moyenne (toutes tiges) des boisements étudiés est toujours en dessous de l'indice de fertilité IF1 et principalement en dessous de l'IF2.



Certains peuplements étudiés ont déjà fait l'objet de 1 à 3 éclaircies. Cela concerne la moitié des peuplements avec un taux de prélèvement cumulé plus ou moins élevé suivant l'âge. Ces éclaircies sont récentes (réalisées il y a moins de 5 ans). Les dates précises de chaque éclaircie ne sont pas connues.

FIGURE 27 TAUX D'ECLAIRCIE DANS LES 21 PLACETTES

Les peuplements les plus âgés ont été éclaircis pour certains plusieurs fois (P22_5, P22_3, P35_2, P56_3). Le taux d'éclaircie varie de 77% à 17% du nombre de tiges, en plusieurs opérations en général pour les taux élevés.

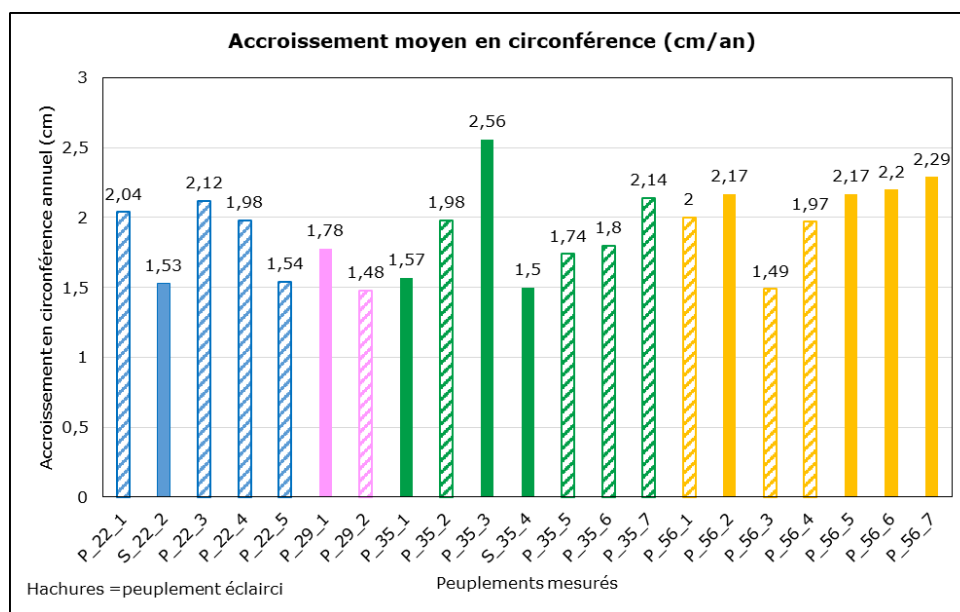


FIGURE 28 ACCROISSEMENT MOYEN EN CIRCONFERENCE (CM/AN)

L'accroissement moyen en circonférence varie de 1,48 cm/an à 2,56 cm/an. Les accroissements les plus forts concernent les peuplements installés sur les stations au plus fort potentiel. Sur ces bonnes stations, les arbres ont eu des croissances élevées dès le départ. Même en l'absence d'éclaircie (comme sur la placette P35_3), ils ont eu pour certains suffisamment d'espace au départ pour croître en grosseur.

Surface terrière*

Les surfaces terrières les plus faibles (moins de 15 m²/ha) concernent des peuplements sur station très pauvre (P29_1) ou sur lesquels une éclaircie vient juste d'avoir lieu. La surface terrière est sinon comprise entre 18 et 25,5 m²/ha.

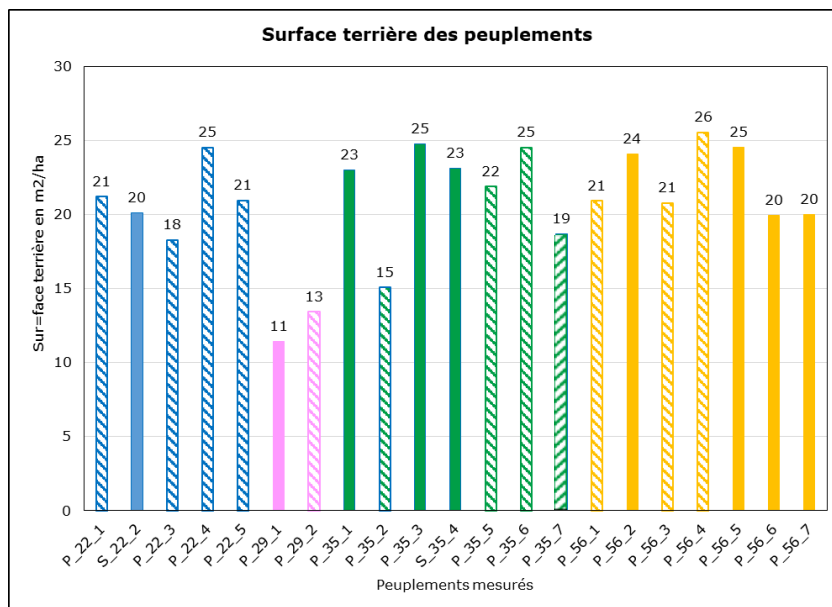


FIGURE 29 SURFACE TERRIERE (M²/HA) SUR LES PLACETTES TEMPORAIRES

TABLEAU 11 DONNEES DES PLACETTES TEMPORAIRES NON PASSES EN ECLAIRCIE

Placette	Age	H0 (m)	C1,30 (cm)	Acct Moy (cm/an)	Surface terrière (m ² /ha)	Densité initiale	Densité fin 2020	Mortalité naturelle
P35_3	16	12	41	2,56	25	2000	1760	12%
P56_7	17	12	39	2,29	20	2280	1488	15%
P56_6	20	13	44	2,2	20	1250	1066	35%
P56_5	20	15	44	2,17	25	2200	1536	30%
S 22_2	21	14	32	1,53	20	/	2180	?
P56_2	23	13	50	2,17	24	1400	1106	21%
P35_1	26	12	41	1,57	23	2200	1598	27%
S35_4	26	12	39	1,5	23	/	1743	?
P29_1	17	6	30	1,78	11	1500	942	37%

Le tableau ci-dessus permet de mettre en évidence que les peuplements n'ayant pas encore fait l'objet d'une éclaircie ont pour la plupart autour de 20 ans et une hauteur dominante comprise entre 12 et 15 m. Les accroissements moyens en circonférence sont globalement d'au moins 2 cm/an. **Leur surface terrière est comprise en 20 et 25 m²/ha ce qui est élevé pour de jeunes peuplements.** Cela est lié à une densité de tiges parfois importante (P35_3) ou, pour les placettes P56_5 et P56_6, à une croissance plus vigoureuse. **Il serait donc temps de désigner les 70 tiges d'avenir au profit desquelles réaliser l'éclaircie de détournement mais tout en restant vigilant à une mise en lumière trop brutale.** Le facteur d'élancement des tiges dominantes est en effet élevé, ce qui traduit un léger retard d'éclaircie et un risque de déstabiliser le peuplement en prélevant trop fort. Il faut veiller de plus à désigner des arbres de bonne vigueur et qualité et présentant peu d'épicormiques*. Ce type de défaut a souvent une origine génétique et une mise en lumière de ces arbres sera préjudiciable pour la qualité future (risque de développer des gourmands, brogues...).

Les peuplements issus de semis (lignes bleues du Tableau 11) **montrent les accroissements en circonférence et la circonférence moyenne à plus de 20 ans les moins élevés** : la densité de semis initiale n'est pas connue mais leurs densités en 2020 sont les plus élevées. La densité initiale est en effet souvent très élevée dans un semis comparativement à celle d'une plantation. Les arbres ont ainsi été soumis à une concurrence juvénile plus élevée, qui reste encore la plus importante observée. Il n'y a pas



eu de dépressement quand les plants mesuraient entre 3 et 6 m de hauteur ce qui explique la faible croissance des arbres.

Le peuplement de la placette P35_1 présente aussi un faible accroissement en circonférence : le peuplement est encore très dense à 26 ans et est en retard d'éclaircie. Enfin, comme déjà évoqué, le peuplement de la placette P29_1 montre une très faible croissance, notamment expliquée par le manque de dégagements des plants.

TABEAU 12 DONNEES DES PLACETTES TEMPORAIRES AYANT DEJA FAIT L'OBJET D'UNE OU PLUSIEURS ECLAIRCIES

Placette	Age	H0 (m)	C1,30 (cm)	Acct Moy (cm/an)	Surface terrière (m ² /ha)	Densité initiale	Densité actuelle	Taux cumulé d'éclaircie+mortalité naturelle	Nombre d'éclaircies réalisées
P_29_2	28	12	40	1,48	13	2200	971	56%	2
P_56_3	32	15	48	1,49	28	1420	1026	28%	2
P_22_5	27	15	42	1,54	21	5130	1257	75%	3
P_35_5	31	16	54	1,74	22	2200	867	61%	2
P_35_6	28	15	51	1,8	25	1890	1130	40%	1
P_56_4	21	15	41	1,97	26	2200	1464	33%	1
P_22_4	20	12	40	1,98	25	3100	1846	40%	1
P_35_2	28	16	56	1,98	15	2200	541	75%	3
P_56_1	25	19	50	2	21	2200	1018	54%	2
P_22_1	17	12	35	2,04	21	3100	2189	29%	1
P_22_3	22	14	47	2,12	18	2200	987	55%	2
P_35_7	28	19	60	2,14	19	1850	600	68%	3

Les éclaircies ont été ici réalisées en plein et non en détournement de tiges d'avenir préalablement repérées (ce qui est fait dans la méthode de sylviculture dynamique). Le Tableau 12 permet de dresser les constats suivants dans les peuplements déjà éclaircis :

- les peuplements les plus âgés (en orange) ont déjà fait l'objet de plusieurs éclaircies pour un taux cumulé d'éclaircie de plus de 50% du nombre de tiges initial. Le peuplement P_22_5 avait une densité initiale très élevée, ce qui explique le faible accroissement en circonférence ;
- les peuplements P56_3 et P_35_6 (en bleu) présentent à 30 ans des taux d'éclaircie peu importants ;
- Tous les peuplements de 20-25 ans ont déjà fait l'objet d'1 ou 2 éclaircies prélevant 30 à 50% du nombre de tige initial. La surface terrière de ces peuplements reste assez élevée (20-25 m²/ha).



Principaux constats sur la conduite sylvicole

Globalement, les boisements en Chêne sessile ou pédonculé de moins de 35 ans étudiés ont été réalisés sur des stations bien adaptées, avec des plantations bien entretenues dans le jeune âge (protection contre le gibier et dégagements réguliers). Les 1^{ères} éclaircies ont normalement été réalisées à temps si l'on compare au référentiel de sylviculture dynamique. Néanmoins, elles ont été réalisées en plein et parfois avec un taux de prélèvements surement trop frileux. Le principe de la sylviculture dynamique est de repérer et de détourner avant 20 ans (autour de 11 m de hauteur dominante pour l'IF1) les arbres performants au niveau de la croissance et bien conformés. Cela n'a pas été fait ainsi dans les placettes étudiées. La coupe d'éclaircie a été réalisée sans désigner en amont les plus beaux sujets, même si de façon intuitive le marquage a visé à améliorer les tiges les mieux conformées et vigoureuses. Les peuplements qui ne sont pas encore passés en 1^{ère} éclaircie méritent de faire l'objet de cette 1^{ère} éclaircie sans tarder pour maintenir la croissance des sujets les plus performants.

Tout cela explique certainement le fait que les peuplements étudiés se situent en dessous de l'indice de fertilité IF2 du référentiel dynamique pour l'accroissement en grosseur. L'absence de dépressage au stade juvénile (entre 3-6 m) dans beaucoup de peuplements (qui gardent ainsi une densité et surface terrière assez élevées aujourd'hui) explique aussi certainement ce constat.

Dans les boisements bretons, l'objectif n'est néanmoins pas nécessairement de produire du chêne en 100 ans. Une « sylviculture classique » est généralement appliquée visant à produire plutôt du chêne à 150 ans.

Là où il faut néanmoins rester vigilant avec cette « sylviculture classique » (1^{ère} éclaircie en plein autour de 20 ans, éclaircies suivantes en plein tous les 8 à 10 ans) :

- risque de ne pas prélever assez fort avant 20 ans en 1^{ère} éclaircie et de prélever de façon trop brutale aux éclaircies suivantes. Cela peut engendrer un déséquilibre dans le peuplement et être cause de mauvaise réaction aux éclaircies (apparition de gourmands dépréciant la qualité des bois, risque de chablis dans les peuplements trop élancés, risque de stress si les arbres ont été déjà affaiblis par un autre facteur).
- Quand la densité initiale du peuplement est supérieure à 1500 tiges/ha : risque lié à un élancement important et à une mise en lumière trop brutale si la 1^{ère} éclaircie est tardive.

Dans les peuplements étudiés, il est ainsi préconisé après la 1^{ère} éclaircie d'intervenir régulièrement en éclaircie (tous les 5 ans) mais en restant prudent dans le taux de prélèvement (moins de 5 m²/ha, moins de 30% du nombre de tiges et en favorisant les arbres équilibrés, vigoureux, nets de défauts sur au moins 6 m). Après la 1^{ère} éclaircie, il est nécessaire d'avoir une sylviculture régulière pour maintenir des accroissements homogènes. Les cloisonnements d'exploitation sont à ouvrir à la 1^{ère} éclaircie pour limiter les zones de circulation sur la parcelle lors des exploitations.



3.2. Autres constats issus des 21 placettes temporaires

Formes et densité

La densité initiale influe fortement sur la proportion de hauteur élaguée, qu'il y ait eu élagage artificiel ou non. La densité d'au moins 2000 tiges par hectare, permet d'obtenir une hauteur élaguée de 30% de la hauteur totale. Les peuplements issus de semis, donc avec une densité beaucoup plus forte, peuvent même atteindre 50% de hauteur élaguée. A l'inverse les densités faibles P_29_1 et P_56_6 ont généré des arbres de forme très défailante et aucun élagage naturel.

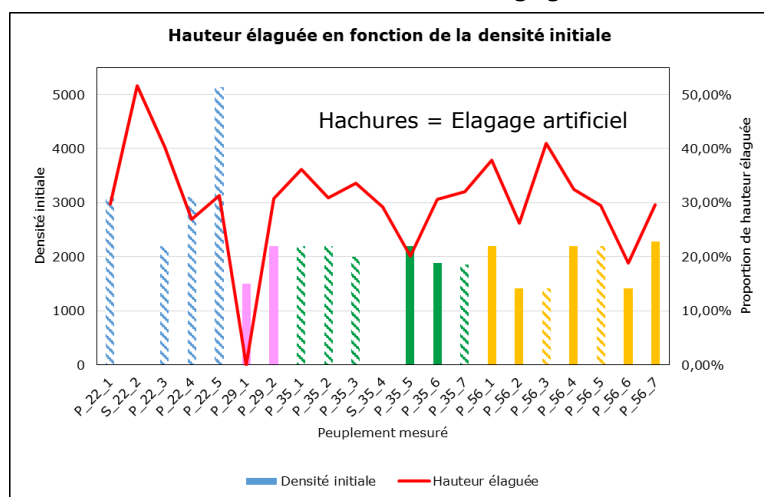


FIGURE 30 HAUTEUR ELAGUEE EN FONCTION DE LA DENSITE INITIALE

Les mélanges initiaux

La plantation en mélange présente des intérêts certains (diversité des espèces, mise en place d'un peuplement potentiellement moins vulnérable aux risques...). Néanmoins, dans un objectif de production de bois, le type de mélange doit être bien étudié en amont pour éviter les échecs.

En effet, dans les peuplements étudiés, certains mélanges réalisés (avec en essences secondaires : hêtre, merisiers, alisiers, châtaignier, pins sylvestres, pins laricio...) ont été installés pied à pied et avec de trop faibles proportions. Cela n'a en général pas permis de générer des chênes de qualité. Les arbres en essence secondaire sont soit complètement dominés par le Chêne, soit des arbres au développement anarchiques retirés dès la 1^{ère} éclaircie.

Seul le mélange du peuplement P_56_1 avec un mélange 50% Chêne - 50% Charme a permis un gainage des chênes et ainsi une très bonne conformation des arbres pour cette espèce. La première éclaircie est intervenue à temps pour que les chênes ne soient pas dominés par le Charme, qui a un développement plus rapide.



3.3. Croissance juvénile et conduite des autres espèces de Chêne

Croissance juvénile

Sur les placettes du RFR, le Chêne pubescent, le Chêne vert et le Chêne liège présentent une croissance juvénile en hauteur parfois tout aussi dynamique que le Chêne sessile. Les provenances de Chêne vert montrent un accroissement moyen en hauteur de 25 à 45/cm, le Chêne pubescent de 35 à 55 cm/an et le Chêne liège de 40 à 55 cm/an.

Le Chêne tauzin a un accroissement moyen plus limité (40 cm/an au maximum).

Le constat est le même que pour le Chêne sessile concernant l'effet prédominant de la fertilité du sol sur la croissance en hauteur.

Test de conduite du Chêne liège – Placette CRPF56018



Sur cette placette de 35 ares, près de 300 chênes lièges ont été installés en 1996 (soit environ 820 plants/ha). Ils sont donc âgés de 25 ans fin 2020. Ce sont les chênes lièges les plus « âgés » suivis dans le cadre du RFR.

L'objectif sur cette placette est à l'origine de tester l'adaptation climatique du Chêne liège sur cette station classique morbihannaise (sol brun acide profond et sain sur granite, texture limono-sableuse, exposition Sud-Ouest, 892 mm de pluviométrie annuelle).

FIGURE 31 PLACETTE CRPF56018, CHENE LIEGE A 17 ANS

Une zone avait été protégée sous abri serre (protection Tubex) et une autre sans protection climatique contre le gel. Aucune différence de survie juvénile notable liée aux conditions climatiques n'a été relevée, les chênes lièges semblent être adaptés au climat local.

Par contre, les plants ont subis dans leur jeune âge un effet dépressif des protections Tubex (privation de lumière) et un manque de travaux de dégagement contre la fougère aigle (très vigoureuse). De plus, les dégagements localisés ont favorisé des chênes pédonculés qui se sont développés naturellement sur la parcelle, car beaucoup présentent une vigueur et une conformation plus intéressante. Les chênes lièges qui ont profité des dégagements et des travaux d'élagage-défourchage présentent néanmoins une croissance et une forme très honorable.

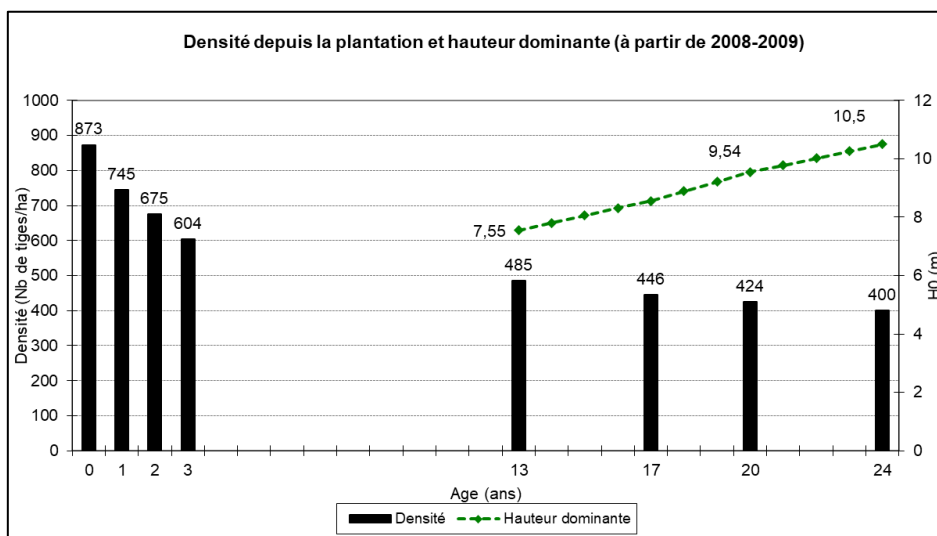


FIGURE 32 EVOLUTION DE LA DENSITE ET DE LA HAUTEUR DOMINANTE EN PEUPELEMENT DE CHENE LIEGE – PLACETTE CRPF56018

Ainsi, à 24 ans, la densité de chênes lièges est de 400 tiges/ha sans qu'aucune éclaircie n'ait été réalisée, dont 330 tiges/ha vigoureuses et bien conformées. Les plus gros arbres atteignent la circonférence minimale conseillée de 80 cm (25 cm de diamètre) pour le démasclage*. Des contacts avec les producteurs de liège pourraient être pris pour tester ce type de production en Bretagne.

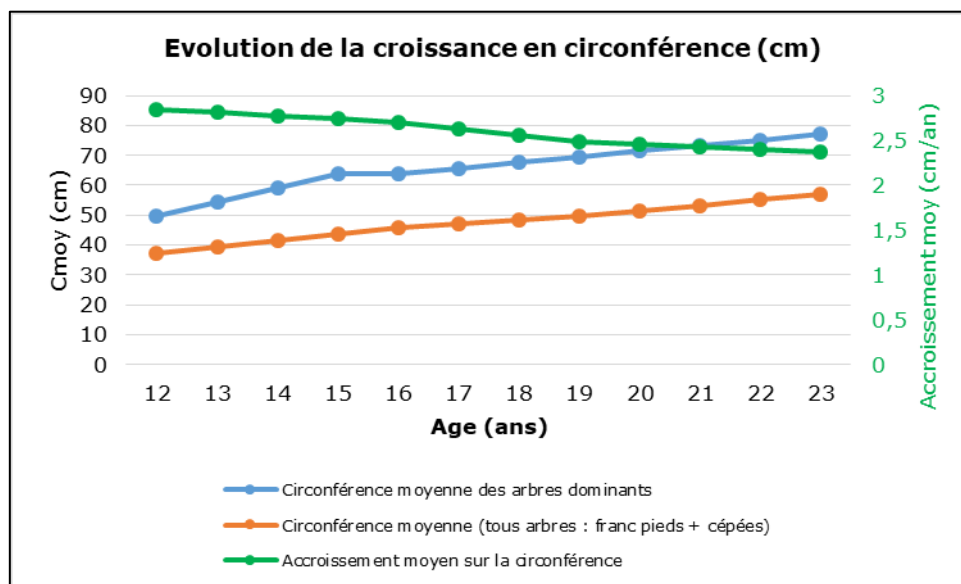


FIGURE 33 EVOLUTION DE LA CROISSANCE EN CIRCONFERENCE DES CHENES LIEGES DE LA PLACETTE CRPF56018



3.4. Pathogènes et maladies

Observations dans le cadre du RFR

Lors du passage en mesure sur les placettes du RFR, l'état sanitaire des chênes fait généralement l'objet d'une observation de l'état sanitaire. La [Figure 36](#) fait la synthèse des différentes causes de dommages rencontrés dans la région sur les chênes sessiles et pédonculés. Du fait des très faibles surfaces en Bretagne en peuplements de chênes pubescent, liège, vert ou tauzin, il n'y a pas beaucoup d'observations à tirer des placettes du RFR pour ces espèces. Le Chêne pubescent est aussi sensible à l'oïdium et aux chenilles défoliatrices. Sur les jeunes plants de Chêne vert, Chêne tauzin et de Chêne liège, aucune maladie particulière (type maladie cryptogamique : causées par des champignons parasites) ou impacts de ravageurs n'a été observée jusqu'à maintenant.

Observations par le Département de la Santé des Forêts (DSF)

Depuis 20 ans, le DSF évalue annuellement les problèmes sanitaires rencontrés chez les différentes espèces forestières, dont les chênes. Les correspondants-observateurs (CO) du DSF identifient les causes de dommages et le degré de gravité d'atteinte des arbres.

Deux catégories d'observations sont faites par le DSF :

- L'une concerne les peuplements forestiers en général, ce sont les fiches dites « V » (veille sanitaire) du DSF. Elles sont établies sur l'ensemble des formations forestières lors des prospections des CO.
- L'autre concerne le cas particulier des plantations de l'année (« PA »). Il s'agit d'un comptage selon un protocole précis de mesure des problèmes sanitaires de tout ordre observés sur les plantations faite dans l'année. Ces observations sont réalisées sur les mêmes sites au printemps et à l'automne, ce qui permet d'apprécier l'évolution des phénomènes observés.

Depuis 2007, ce sont 650 observations qui ont été enregistrées pour le Chêne sessile ou le Chêne pédonculé dans la base données du DSF pour la Bretagne.

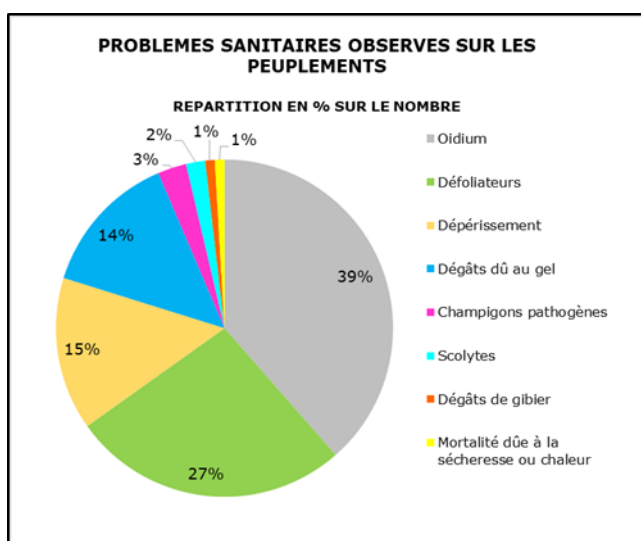


FIGURE 35 OBSERVATION DU DSF DEPUIS 2007 SUR LES CHENES BRETONS - PEUPELEMENTS (FICHES V)

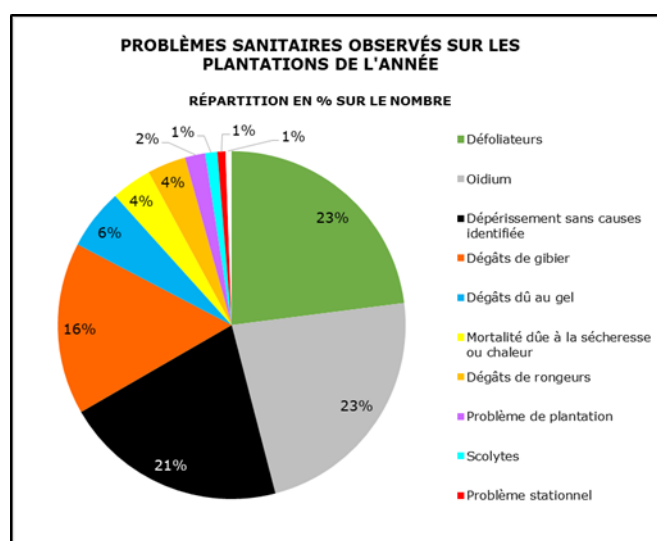


FIGURE 34 OBSERVATION DU DSF DEPUIS 2007 SUR LES CHENES BRETONS - PLANTATIONS DE L'ANNÉE (PA)

FIGURE 36 PRINCIPAUX PROBLEMES SANITAIRES OBSERVES SUR LES CHENES EN BRETAGNE (SESSILE, PEDONCULE ET PUBESCENTS)

Problèmes climatiques

Facteurs abiotiques

Sécheresse et canicule



Gel



Maladies et pathogènes

Facteurs biotiques

Champignons



Chenilles



Synthèses des différentes observations RFR ou DSF

Il résulte **que l'oïdium du chêne est le problème sanitaire le plus observé, suivi par les défoliateurs de printemps**. Ils occasionnent une réduction souvent importante de la surface foliaire : soit par le feutrage du champignon avec l'oïdium, soit par la consommation des feuilles avec les chenilles. Cela peut entraver plus ou moins fortement le fonctionnement des arbres. L'oïdium, longtemps considéré comme anecdotique, est devenu un pathogène chronique.

Dans tous les cas, ces causes de dommages n'ont pas été identifiées comme létales. Cependant, les attaques répétées peuvent potentiellement être facteur de dépérissements ultérieurs (facteurs primaires ou secondaires de dépérissement) et il convient de garder une veille à cet égard.

Concernant le phénomène de dépérissement, le pourcentage observé est proche selon les deux méthodes de suivi du DSF (« PA » : 21% et « Fiches V » : 16%). Néanmoins, cela ne reflète pas la même chose. Les dépérissements observés dans le cadre de la veille sanitaire concernent essentiellement les peuplements de Chêne pédonculé adultes. Cette espèce est en effet particulièrement sensible à différents facteurs de dépérissement en Bretagne comme la sécheresse estivale conjuguée à l'inadéquation stationnelle (détail à la Page 43). Concernant les observations dans les plantations de l'année, les causes de dépérissement ne sont pas forcément facilement identifiées. Ces dernières années, les aléas climatiques en période d'implantation des plants (sécheresses printanières et estivales, dégâts de gel), conjugués à des facteurs biotiques (chenilles défoliatrices et oïdium) peuvent en être l'origine.

Les sylviculteurs anticipent et protègent leurs plants, ce qui représente un investissement important.

Ainsi les dégâts de gibier ne représentent pas une part importante des signalements du DSF (moins de 5% du nombre d'observations). Dans les plantations de Chêne suivies par le RFR, ils impactent généralement moins de 10% du nombre de plants et dans tous les cas n'ont pas remis en cause leur avenir.

Sans protection, les populations de cervidés (chevreuil ou cerf localement) représentent un risque important pouvant mettre en péril les jeunes boisements de Chêne. Il convient préalablement à une régénération d'étudier la situation sylvo-cynégétique. Il est vivement recommandé d'échanger avec les propriétaires et chasseurs en amont afin de prévoir une augmentation des prélèvements aux Plans de chasse si nécessaire. Une fois la régénération installée, il est recommandé de faire un suivi annuel des dégâts éventuels du gibier lors des premières années et d'exercer une pression de chasse importante sur la zone.

Pour en savoir plus et trouver la méthode appropriée pour rétablir l'équilibre forêt-gibier : <https://equilibre-foret-gibier.fr/>



FIGURE 37 ABROUTISSEMENT D'UN SEMIS DE CHENE SESSILE PAR LE CHEVREUIL



Avoir ces faibles taux et impacts n'a été possible grâce à la mise en place systématique d'une protection efficace contre le gibier (grillage à mouton pour enclore la plantation ou protection individuelle de chaque plant).

Les dégâts de rongeurs (campagnol, mulot) et lagomorphes (lièvre, lapin) ont eu parfois un impact non négligeable sur certaines plantations lors des 2-3 premières années. Pour exemple, sur la placette CRPF22026, les campagnols ont endommagé le système racinaire et ralenti la bonne installation des plants impactés. Néanmoins, tous ces dégâts n'ont pas remis en cause l'avenir du boisement et ont impacté moins de 10% des plants.

Zoom sur le dépérissement du Chêne pédonculé



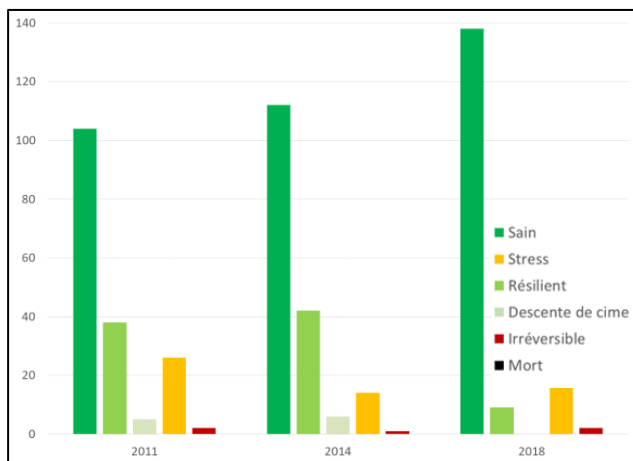
FIGURE 38 CHENE PEDONCULE
DEPERISSANT DANS LE 35
(CNPf ©, 2011)

En Bretagne, les cas de dépérissement* le plus fréquemment observés depuis plusieurs décennies sont notamment ceux du Chêne pédonculé. Il est particulièrement exposé à des facteurs prédisposant au dépérissement : présence en **peuplements vieillissant** et souvent en **manque de sylviculture**, présence sur des **stations* peu favorables** et/ou **défoliations de printemps** dues aux géométrides et à l'oïdium (facteurs supplémentaires d'affaiblissement des arbres).

Du fait de son caractère pionnier, la présence du Chêne pédonculé sur des stations avec un sol à faible richesse chimique et avec un défaut d'alimentation en eau est souvent un facteur prédisposant au dépérissement pour cette espèce plus exigeante en eau que le Chêne sessile.

Les chênaies pédonculées bretonnes sont ainsi d'autant plus sensibles au stress climatique. Des phénomènes de dépérissement ont été observés dans certains peuplements bretons suite aux sécheresses de 1989 ou à la canicule de 2003. Des ouvertures fortes dans les peuplements trop denses ou trop vieux entraînent un stress certain. Il faut absolument bannir les interventions trop brutales et préférer des prélèvements peu importants mais rapprochés dans le temps. A noter que le morcellement de la propriété dans certains massifs génère parfois, suite à une coupe rase, des effets de lisières qui ont des effets similaires à une éclaircie brutale.

2 La placette CRPF35075 donne des enseignements sur la capacité de réaction du Chêne pédonculé face au stress climatique. Dans cette futaie de Chêne pédonculé située en forêt de la Corbière (35), un phénomène de dépérissement a été identifié il y a une douzaine d'années. Depuis 2011, le CRPF y met en œuvre le protocole ARCHI* afin d'étudier la capacité de résilience à ce stress des arbres du peuplement.



La méthode ARCHI identifie 4 types architecturaux des houppiers des arbres pour établir le niveau de dépérissement (auxquels s'ajoutent les arbres morts) :

- les arbres sains ;
- les arbres stressés : ils viennent de subir un stress et n'ont pas encore mis en place de réaction permettant d'identifier leur capacité de résilience ;
- les arbres résilients : ils ont mis en place des rameaux leur permettant de se rétablir à la suite d'un stress ;
- les arbres en dépérissement Irréversible : ils n'ont pas été en capacité de cicatiser l'amputation de leur appareil photosynthétique.

FIGURE 39 REPARTITION DU NOMBRE DE CHÊNES SUIVANT LE TYPE ARCHI EN FONCTION DE L'ANNEE D'OBSERVATION

La Figure 39 met en évidence qu'entre 2011 et 2018, le nombre d'arbres sains augmente tandis que celui de résilients diminue. Cette placette montre qu'un peuplement qui semble dans un état critique (mortalité importante dans les houppiers et de certains individus) peut se remettre d'un dépérissement. Il convient donc de ne pas précipiter les interventions de récolte en cas de 1^{ère} observation d'un phénomène de dépérissement.

Enquête du DSF depuis 2020

Une enquête spécifique sur les chênes a été mise en place par le DSF en France, pour répondre aux interrogations que posent les dépérissements observés dans certaines régions. Cette campagne d'observation a été engagée en 2020. Le but est d'évaluer la résilience des peuplements de chênes face aux différents facteurs de dépérissement, notamment ceux liés aux aléas engendrés par le changement climatique. Ce sont 8 grands massifs forestiers de chênes qui sont analysés en Bretagne selon un protocole précis (Protocole Deperis*).

Forêt	Etat sanitaire actuel d'après le protocole Deperis (2020)		Risque de dégradation du massif
	Chêne sessile	Chêne pédonculé	
Cranou	Bon		Nul
La Guerche	Très bon	Moyen	Moyennement important
La Hardouiniais	Très bon	Très bon	Nul
La Hunaudaye	Très bon	Très bon	Nul
Lanouée	Bon	Médiocre	Nul
Le Perdre	Très bon		Peu important
Liffré-Saint-Aubin	Très bon	Bon	Faible
Paimpont	Bon	Assez bon	Faible

Le point 0 fait état d'une très bonne situation des chênaies bretonnes en 2020, ce qui est loin d'être le cas pour nombre d'autres régions en France (par exemple : Centre Val de Loire, Pays de la Loire...).



3.5. Adaptation climatique

Chêne sessile et Chêne pédonculé : dans les essais du RFR et dans les placettes temporaires, toutes les provenances de Chêne sessile sont adaptées climatiquement au stade juvénile au climat breton actuel. Sur la placette CRPF22026 à Plumieux, les plants de Chêne sessile ont souffert dans les jeunes années du gel, mais sans impact majeur sur leur survie. On observe sur les autres placettes d'essais de provenances, quelques dégâts de gel lors des mesures, mais cela reste anecdotique. Concernant le Chêne pédonculé, les peuplements étudiés n'ont pas fait l'observation d'impacts liés à des phénomènes climatiques à part pour la placette CRPF35075 (cf. détails Page 43). Les jeunes peuplements installés sur bonnes stations et gérés de façon dynamique développent une moindre sensibilité aux stress climatiques (sécheresse estivale et épisode de chaleur). Il convient donc d'avoir une sylviculture dynamique dès le jeune âge et de ne pas différer les 1^{ères} éclaircies.

Les autres chênes : les plants de Chêne pubescent, liège, vert et tauzin suivis dans le cadre du RFR semblent à ce stade juvénile bien se développer dans le contexte climatique breton. On pourrait craindre les effets des gelées hivernales et tardives pour ces espèces plus thermophiles voir xérophilles mais dans les sites où elles ont été installées en Bretagne, elles n'en n'ont jusque-là pas souffert. Avec les hivers de plus en plus doux observés et la baisse du nombre de jours de gel lié au réchauffement climatique, ces espèces ne trouvent pour le moment pas de limites à leur bon développement.



Conclusion

Cette étude présente dans un 1^{er} temps les caractéristiques, l'adaptation et l'importance de différentes espèces de Chêne en Bretagne. Le Chêne pédonculé est emblématique dans la Région, mais la menace du réchauffement climatique pèse déjà sur lui surtout dans l'Est de la région. Le Chêne sessile est présent dans une moindre mesure et sera potentiellement plus résistant aux phénomènes de sécheresse dans les années à venir. Les espèces méridionales de chênes (Chêne pubescent, Chêne tauzin, Chêne vert, Chêne liège) sont aujourd'hui présentes ou introduites de façon anecdotique mais constituent par leur introduction, une piste d'adaptation future de la forêt bretonne de par leur résistance à la sécheresse.

Le Référentiel Forestier Régional s'intéresse déjà depuis une quinzaine d'années à l'adaptation de différentes provenances et espèces de chêne aux conditions locales et dans le contexte du changement climatique. Les différentes provenances et essences testées montrent une bonne adaptation aux conditions pédoclimatiques locales. Elles n'ont pas subi de maladies ou d'attaques sanitaires remettant en cause l'avenir des plantations. Au stade juvénile, les données de croissance en hauteur expriment surtout la fertilité de la station plus que la performance individuelle des essences/provenances.

Les 21 placettes temporaires mesurées fin 2020 en plantations (en Chêne sessile essentiellement) permettent d'appréhender la fertilité dans les jeunes futaies régulières de moins de 35 ans (issues surtout de boisements de terrains agricoles). L'analyse des hauteurs dominantes des peuplements indique une très bonne fertilité des stations sur lesquelles sont installés les boisements (dominance de sols bruns acides profonds). Cela se traduit par un potentiel de production très satisfaisant.

L'argument d'une sylviculture dynamique étant souvent mis en avant dans le contexte du changement climatique, les sylvicultures appliquées dans les peuplements de moins de 35 ans (placettes RFR et les 21 placettes temporaires) ont été comparées au modèle de sylviculture dynamique du guide « le chêne autrement » qui propose de produire du chêne en 100 ans. Les jeunes futaies régulières bretonnes font l'objet d'une 1^{ère} éclaircie avant 20 ans, comme préconisé dans le guide. Néanmoins, celle-ci est souvent réalisée en plein dans des plantations assez denses (>1500 tiges/ha) et rarement en détournement d'un nombre restreints d'arbres désignés comme préconisé dans le modèle dynamique. Le capital sur pied reste ainsi important dans ces peuplements, ce qui explique un moindre accroissement en grosseur que dans le référentiel du « chêne autrement ». La mise en place de cloisonnements d'exploitation est à systématiser.

Le risque climatique restant potentiellement limité pour le Chêne sessile, l'objectif n'est pas forcément en Bretagne de produire du chêne en 100 ans mais plutôt en 150 ans. Il faut néanmoins rester vigilant dans les peuplements non dépressés et ayant fait l'objet d'une 1^{ère} éclaircie réalisée en plein. Il faut veiller à réaliser les éclaircies suivantes régulièrement et prudemment pour préserver stabilité et qualité des arbres et maintenir des accroissements homogènes.



Lexique

Auriculé : se dit d'un organe muni d'éléments en forme de petites oreilles.

Caduque : se dit d'un arbre dont les feuilles tombent à l'automne.

Charronage : le charron était l'artisan qui fabriquait les roues en bois, les charrettes, les charrois, les chariots, les charrues.

Démasclage : premier écorçage du chêne-liège pour récolter le liège mâle. Les actions suivantes de récolte sont appelées levées.

Dépérissement : Le terme « dépérissement » est utilisé pour traduire une altération durable de l'aspect extérieur des arbres (mortalité d'organes pérennes, réduction de la qualité et quantité du feuillage) et une réduction de la vitalité (croissance). La mort d'un certain nombre d'arbres est observée mais l'issue n'est pas obligatoirement fatale (Delatour, 1990).

Le dépérissement est un phénomène complexe puisque plusieurs facteurs interviennent :

- (1) Des facteurs prédisposant (sol inadapté, peuplement vieillissant, mauvaise préparation du sol et/ou plantation...)
- (2) Des facteurs déclenchant (stress engendré par les conditions climatiques, engendré par une défoliation importante causée par les insectes ...)
- (3) Des facteurs aggravant (parasites de faiblesse : insectes cambioxyphages, pourridiés racinaires...).

La sécheresse et le stress hydrique en résultant sont souvent des facteurs déclenchant de dépérissements.

Ecogramme : diagramme représentant les plages d'acidité et d'humidité du sol acceptées par une plante.

Epicormiques : les éplicormiques regroupent l'ensemble des formations apparentées aux gourmands se développant sur le tronc ou les branches de l'arbre.

Ere Quaternaire : période la plus récente sur l'échelle des temps géologiques (-2,58 millions d'années à aujourd'hui).

Hauteur dominante : Hauteur moyenne des 100 plus hauts arbres à l'hectare d'un peuplement.

Houppier : « tête » d'un arbre

Hydromorphe : l'hydromorphie est la qualité d'un sol qui montre des marques physiques de saturation régulière en eau, généralement durant l'hiver.

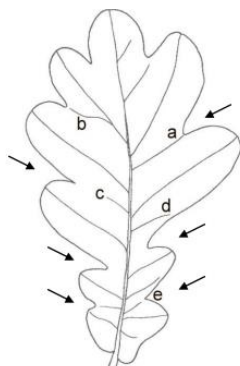
Levée : action de récolte permettant d'extraire le liège de reproduction (liège femelle).

Mélange futaie-taillis : Ce type de peuplement est composé à la fois de brins de taillis (chêne, châtaignier, charme), poussant sur souches et d'arbres individualisés dominant généralement le taillis, appelés arbres de futaie ou réserves et qui peuvent être feuillues et/ou résineuses.



Nervure intercalaire (et détermination de l'espèce entre Chêne pédonculé et sessile) :

Nombre de nervures intercalaires dans les trois premières paires de sinus depuis la base du limbe, à compter sur la face inférieure de la feuille.



Pour être comptée, la nervure intercalaire doit partir de la nervure principale et dépasser la moitié de la distance entre sa base et le fond du sinus (a). Dans les cas contraires (b, respectivement c), elle n'est pas comptée.

La nervure intercalaire est aussi comptée lorsqu'elle dépasse le fond du sinus (d).

En cas de présence de 2 nervures intercalaires pour un sinus, une seule est comptée (e).

Pédoncule : en botanique, on appelle pédoncule la pièce florale en forme de tige (parfois on parle improprement de « queue »), qui porte les fleurs, puis, après la fécondation, les fruits.

Pétiole : en botanique, un pétiole désigne la pièce foliaire, reliant le limbe à la tige.

Peuplement...:

identifié : la garantie d'information porte sur la provenance, mais les arbres récoltés n'ont fait l'objet d'aucune sélection. Les matériels de base sont des sources de graines constituées par les régions de provenance de l'espèce

sélectionné : les matériels de base sont uniquement des peuplements. Leur sélection en forêt s'est fondée sur l'appréciation des qualités extérieures des arbres pour différents critères sylvicoles

qualifié : les matériels de base sont uniquement des vergers à graines. Leur composition à partir de matériels sélectionnés sur tel ou tel critère est connue, mais la supériorité du verger par rapport à des témoins est en cours d'évaluation

testé : la supériorité du matériel de base par rapport à des témoins a été démontrée sur des critères donnés (vigueur, qualité du bois, branchaison, résistances diverses...) et pour une zone d'utilisation spécifique. Les matériels de base testés sont des peuplements, des vergers à graines ou des cultivars (clones).

Protocole Deperis : méthode récente d'estimation simplifiée de l'état des houppiers des arbres (évaluation de la mortalité de branches et du manque de ramification ou manque d'aiguilles pour les résineux), développée par le Département de la Santé des Forêts. Elle est utilisable par tous et en toutes saisons.

Sinus : en botanique, un sinus est un espace entre deux lobes ou dents, généralement sur une feuille.

Station : une « station forestière » est « une étendue de terrain de superficie variable (quelques mètres carrés à plusieurs dizaines d'hectares), homogène dans ses conditions physiques et biologiques : climat, topographie, géomorphologie, sol, composition floristique et structure de la végétation spontanée ».

Suberaie : forêt de chênes liège



Subméditerranéenne : un climat subméditerranéen est un climat de transition entre le climat méditerranéen proprement dit et un climat sans saison sèche. Son caractère est défini par la durée de la période sèche annuelle (sur les diagrammes ombrothermiques). Un climat subméditerranéen a sa période sèche comprise entre 0 et 40 jours par an.

Surface terrière : La surface terrière d'un arbre est la surface de la section de son tronc à 1,3m de hauteur (hauteur conventionnelle de mesure du diamètre des arbres, dite Diamètre à Hauteur de Poitrine). La surface terrière d'un arbre s'exprime donc en m². Mais lorsque l'on parle de surface terrière il s'agit le plus souvent de la surface terrière d'un peuplement (d'une parcelle), qui est alors la surface cumulée des sections des troncs, à 1,3m de hauteur, ramenée à la surface du peuplement. Elle permet donc de donner une indication du capital forestier (au sens physique, sans notion de valeur) et de comparer des peuplements quel qu'en soit l'âge (peuplement dense d'arbres de faible diamètre ou peuplement lâche de gros arbres âgés) et sans mesure de hauteur ni même de réelle mesure individuelle.

Sylviculture : la sylviculture est l'activité et l'ensemble des méthodes et pratiques par lesquelles le « sylviculteur » agit sur le développement, la gestion et la mise en valeur d'une forêt ou d'un boisement pour en obtenir un bénéfice économique et/ou certains services profitables à la société (dans une approche de forêt dite multifonctionnelle).

Sylvopastoral : relatif à l'élevage et à la sylviculture, typiques des régions montagneuses

Taillis : le taillis est un peuplement forestier d'arbres issus de la reproduction végétative d'une souche, où plusieurs bourgeons adventifs ou proventifs ont pu se développer après avoir reçu un apport massif de sève brute, donnant ainsi plusieurs tiges nouvelles (les rejets de souche) ou des drageons, et dont la perpétuation est obtenue par des coupes de rajeunissement. Le traitement en taillis est le fait de couper les cépées (recépage) et de les laisser repousser.

Traitement : mode de conduite sylvicole d'un peuplement forestier. Si les arbres sont tous sensiblement du même âge, le traitement est dit « régulier » (futaie régulière). Si au contraire, tous les âges sont représentés dans une certaine proximité, le traitement est dit « irrégulier » (futaie irrégulière).

Thermophile : qui affectionne les températures élevées, qui aime la chaleur.

Vertex : instrument de mesure de hauteurs, de distance ou d'angles fonctionnant grâce à des ultrasons

Xérophile : capable de vivre dans une sécheresse importante.



ANNEXES

ANNEXE 1 : Ecogramme des chênes¹⁰

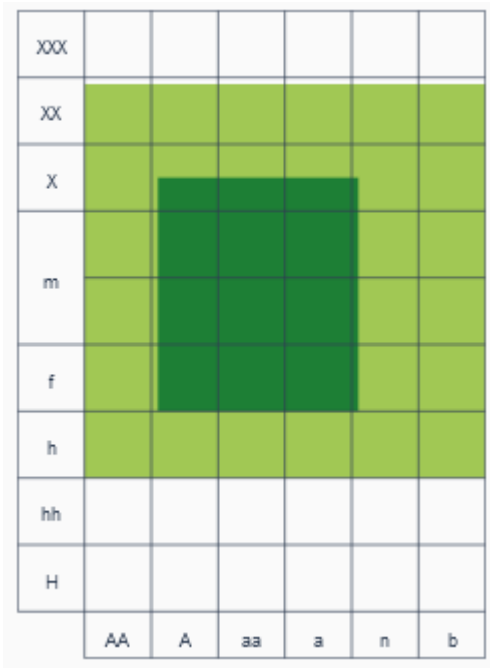


FIGURE 41 ECOGRAMME DU CHENE SESSILE

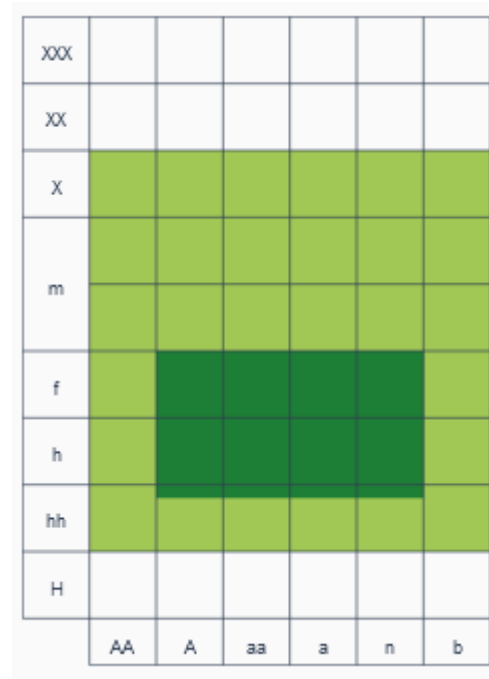


FIGURE 40 ECOGRAMME DU CHENE PEDONCULE

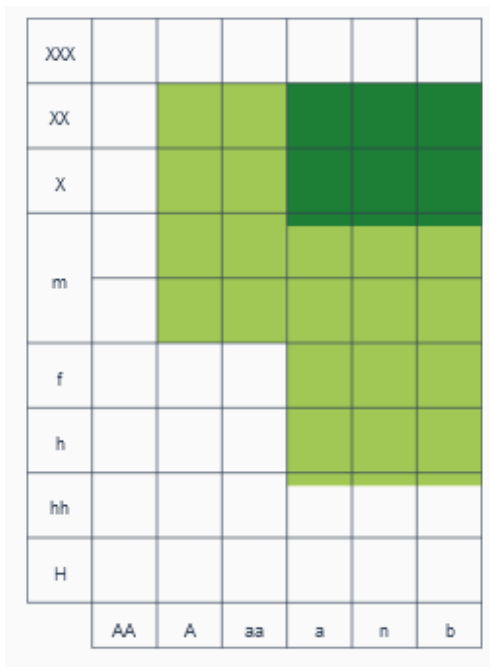


FIGURE 42 ECOGRAMME DU CHENE PUBESCENT

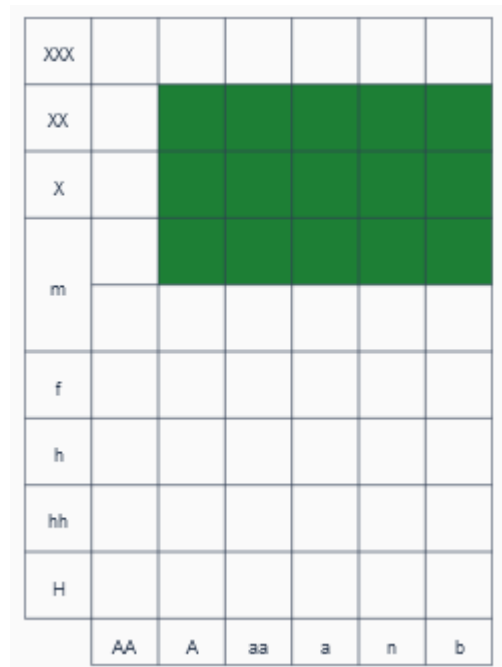


FIGURE 43 ECOGRAMME DU CHENE VERT

¹⁰ Site internet Climesence (2021), <https://climesences.fr/fiches-especes-projet-caravane/presentation/presentation-des-fiches-especes-caravane>



Bibliographie

Livres

Lemaire (IDF, 2010), Le chêne autrement, produire du chêne de qualité en moins de 100 ans en futaie régulière.

Kremer et al. (2022), Biologie évolutive et diversité génétique des chênes sessile et pédonculé, RFF LIV – 2-2002, pp. 111-130

Articles et études

Simon, Colin (IGN), Prévost (Abibois), Colombet (CRPF Bretagne-Pays de la Loire), 2015, Étude de la ressource forestière et des disponibilités en bois en Bretagne à l'horizon 2035, TOME 1&2

Badeau, Dupouey, Cluzeau, Drapier (2007). Aires potentielles de répartition des essences forestières d'ici 2100. RDV techniques hors-série n°3, pages 62-66.

CRPF Bretagne-Pays de la Loire (2019), Etude des conséquences de l'évolution du climat sur la forêt en Bretagne et Pays de la Loire.

Bouvier, Blanchin, Colombet (2012). Les chênaies atlantiques face aux changements climatiques.

Lemaire, Maréchal (2011). Les chênaies atlantiques face aux changements climatiques : comprendre et agir. Forêt entreprise, n°198 : pages 48-50.

Sites internet

CNPF, Chêne pubescent, projet CONQUETH, Url : <https://www.cnpf.fr/n/chene-pubescent-projet-conqueth/n:3380>

CNPF (2021), Innovilex, Url : <https://occitanie.cnpf.fr/n/innov-ilex/n:3712>

Département de la Santé des Forêts (2015), Ephytia, Url : <http://ephytia.inra.fr/fr/Home/index>

Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation (2019), Alim'agri, Url : <https://agriculture.gouv.fr/bilans-annuels-en-sante-des-forets>

Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation (2019), Alim'agri, Url : <https://agriculture.gouv.fr/graines-et-plants-forestiers-conseils-dutilisation-des-provenances-et-varietes-forestieres>

Réseau AFORCE (2021), Climesence, Url : <https://climesences.fr/>