



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

Bilan des essais forestiers consacrés au Chêne rouge d'Amérique en Bretagne



Mireille Mousas - IDF © CNPF



Eric Sinou © CNPF



Julien Blanchin © CNPF

Julien BLANCHIN

Septembre 2021

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 du Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation.

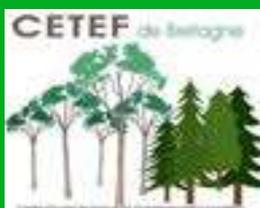


Table des matières

Tableaux et figures	2
Introduction	5
1. Présentation de l'essence	6
1.1. Généralités.....	6
1.2. Distribution géographique.....	8
1.3. Caractéristiques botaniques et biologiques	10
1.4. Autécologie	14
1.5. Sensibilité aux pathogènes et aux ravageurs	20
1.6. Qualité du bois et utilisations	25
2. Placettes de « Chêne rouge » étudiées et méthodes	29
2.1. Les placettes du RFR	29
2.2. Les placettes supplémentaires mesurées en 2020-2021	
2.3. Caractéristiques climatiques et stationnelles	38
3. Résultats	43
3.1. Croissance juvénile	43
3.2. Relation croissance en hauteur/âge et station	44
3.3. Analyse dendrométrique et sylvicole des placettes	46
4. Conduite sylvicole du Chêne rouge d'Amérique	57
4.1. Objectifs sylvicoles proposés pour le Chêne rouge	57
4.2. Les densités préconisées	57
4.3. Choix des plants et régions de provenance	58
4.4. Les travaux d'entretien après la plantation	59
4.5. Les travaux sylvicoles.....	60
4.6. Les coupes.....	61
Conclusion	68
Bibliographie	69

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. Il 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/referentiel-forestier-regional-de-bretagne-rfr/n:3813>



Tableaux et figures

Tableau 1 : Surface en Chêne rouge par département.....	9
Tableau 2 : Comparaison entre les 3 chênes les plus communément rencontrés en Bretagne	19
Tableau 3 : Cours indicatif en 2021 des bois d'œuvre de Chêne rouge selon la qualité et le volume unitaire des bois	27
Tableau 4 : Caractéristiques des placettes permanentes	29
Tableau 5 : Caractéristiques des placettes temporaires.....	31
Tableau 6 : Caractéristiques des éclaircies.....	47
Tableau 7 : Caractéristiques des deux premières éclaircies.....	47
Tableau 8 : Caractéristiques des éclaircies des placettes temporaires	48
Tableau 9 : Circonférence moyenne de l'ensemble des tiges par hectare	49
Tableau 10 : Circonférence moyenne des tiges d'avenir par hectare	50
Tableau 11 : Accroissement moyen en volume bois fort.....	53
Tableau 12 : Accroissement courant en volume bois fort	54
Tableau 13 : Mélanges possibles	54
Tableau 14 : Objectifs sylvicoles	57
Tableau 15 : Stations concernées par l'itinéraire 1	64
Tableau 16 : Itinéraire sylvicole n°1 « dynamique ».....	64
Tableau 17 : Stations concernées par l'itinéraire 2	65
Tableau 18 : Itinéraire sylvicole n°2 « classique »	65
Tableau 19 : Itinéraire sylvicole n°3 « rattrapage ».....	67
Tableau 20 : Exemple d'une plantation de 30 ans en retard d'éclaircie.....	67
Figure 1 : Comparaison des feuilles entre Rubra - Coccinea - Palustris.....	6
Figure 2 : Systématique de l'ordre des fagales, position du Chêne rouge.....	7
Figure 3 : Aire naturelle (source : US Geological Survey).....	8
Figure 4 : Volume sur pied de Chêne rouge en France, en m ³ /ha (IGN 2012-2016)	8
Figure 5 : Répartition des tiges en classe de diamètre (source : IGN)	9
Figure 6 : Arbre de dimension remarquable à Plerguer (35)	10
Figure 7 : Evolution du port des chênes rouges en fonction de l'âge.....	10
Figure 8 : Feuilles de Chêne rouge.....	11
Figure 9 : Bourgeons	11
Figure 10 : Fleurs de Chêne rouge	11
Figure 11 : Gland de Chêne rouge	12
Figure 12 : Régénération naturelle abondante	12
Figure 13 : Evolution des caractéristiques de l'écorce en fonction de l'âge des arbres	12
Figure 14 : Rejets sur souche après éclaircie.....	13
Figure 15 : Envahissement de chêne rouge dans une futaie de douglas dans le Morbihan	13
Figure 16 : Plantation située en bord de mer à LOGONNA-DAOULAS (29).....	14
Figure 17 : Tâches de rouilles sur la matrice montrant une hydromorphie marquée.....	15
Figure 18 : Plant en souffrance au milieu de graminées (plantation dans une ancienne pâture)	16
Figure 19 : Présence de graminées dans une plantation de 4 ans (effets néfastes sur la croissance) ..	17
Figure 20 : Destruction mécanique des graminées au mois d'avril avec un engin à disques	17



Figure 21 : Profil pédologique d'une station favorable	18
Figure 22 : Stations favorables au Chêne rouge	18
Figure 23 : Répartition des dégâts constatés par les Correspondants Observateurs bretons du DSF par type de cause et origine (statistiques réalisées sur 10 années d'observations)	20
Figure 24 : Présence de petites palmettes de mycélium blanc au niveau du collet ou des racines.....	21
Figure 25 : Fructifications en touffes au niveau du collet de couleur brun-roux (photo de gauche) avec un pied caractéristique en fuseau, radicaire et sillonné (photo de droite)	21
Figure 26 : Suintements noirs caractéristiques sur le fût.....	22
Figure 27 : Bourrelets cicatriciels aboutissant à un faciès chancreux	22
Figure 28 : Abrouissements sur rejets	23
Figure 29 : Chenille d'hibernie.....	24
Figure 30 : Chenille de bombyx disparate.....	24
Figure 31 : Trous occasionnés par un pic (recherche de larves).....	24
Figure 32: Trou de Zeuzère (chenille)	24
Figure 33 : Lames de parquet	25
Figure 34 : Plots dépareillés (menuiserie).....	25
Figure 35 : Plots et plateaux (ébénisterie)	26
Figure 36 : Avivés	26
Figure 37 : Parcelle en cours d'exploitation par des particuliers en bois de chauffage.....	26
Figure 38 : Pile de bois de chauffage (éclaircie réalisée à l'abatteuse)	26
Figure 39 : Pile de bois valorisé en pellets	27
Figure 40 : Part d'aubier sur un plateau de Chêne rouge	27
Figure 41 : Arbres présentant un diamètre à 1,3 m de 40 cm valorisable en petit sciage à Concoret (56)	28
Figure 42 : Bille de pied de qualité tranchage à Pléchâtel (35)	28
Figure 43 : Grumes de chêne rouge avant sciage (Scierie Grouazel).....	28
Figure 44 : Futaie âgée de 75 ans de qualité moyenne à bonne en forêt du Pertre (35)	28
Figure 45 : Localisation des placettes	32
Figure 46 : Placette temporaire à Kerpert (22) – Eclaircie mécanisée.....	33
Figure 47 : Placette permanente RFR n°56010 à Plouray (56)	33
Figure 48 : Placette temporaire à Ergué gabéric (29)	34
Figure 49 : Placette temporaire à LANTIC (22)	34
Figure 50 : Placette temporaire à Pléchâtel (35)	35
Figure 51 : Placette temporaire à Sens de Bretagne (35)	35
Figure 52 : Localisation par rapport aux précipitations annuelles moyennes (période 1981-2010)	36
Figure 53 : Localisation par rapport aux températures annuelles moyennes (période 1981-2010)	37
Figure 54 : Répartition du nombre de placettes en fonction des précipitations annuelles.....	38
Figure 55 : Répartition du nombre de placettes en fonction des précipitations estivales	38
Figure 56 : Répartition du nombre de placettes en fonction des températures annuelles.....	38
Figure 57 : Répartition du nombre de placettes en fonction du type de roche mère.....	40
Figure 58 : Répartition du nombre de placettes en fonction du type de station	41
Figure 59 : Répartition du nombre de placettes en fonction de la profondeur prospectable par les racines.....	41
Figure 61 : Station défavorable (pseudogley podzolique)	41
Figure 60 : Station favorable (sol brun acide)	41
Figure 62 : Station défavorable (sol superficiel).....	41



Figure 63 : Positionnement de l'ensemble des placettes sur l'écogramme Régime hydrique/riche- trophique.....	42
Figure 64 : Accroissement annuel moyen par essence (en cm/an).....	43
Figure 65 : Position de l'ensemble des placettes sur les courbes de fertilité	44
Figure 66 : Position des placettes permanentes sur les courbes de fertilité	45
Figure 67 : Passage en éclaircie des placettes permanentes	46
Figure 68 : Evolution de la circonférence moyenne de l'ensemble des tiges en fonction de l'âge.....	49
Figure 69 : Evolution de la circonférence moyenne des tiges d'avenir en fonction de l'âge.....	50
Figure 70 : Evolution de l'accroissement moyen en circonférence des tiges d'avenir	51
Figure 71 : Evolution de l'accroissement moyen en circonférence des tiges d'avenir	51
Figure 72 : Evolution de l'accroissement courant en circonférence des tiges d'avenir entre deux mesures.....	52
Figure 73 : Grume de Chêne rouge d'Amérique exploitée	54
Figure 74 : Mélange Chêne rouge – Merisier à Pacé (35).....	55
Figure 75 : Mélange pied à pied Chêne rouge – Douglas à Broualan (35)	55
Figure 76 : Mélange Chêne rouge - Erable sycomore à Langast (22)	55
Figure 77 : Mélange Chêne rouge – Douglas à Pacé (35).....	55
Figure 78 : Mélange Chêne rouge - Cèdre de l'Atlas à Chauvigné (35).....	55
Figure 79 : Mélange Chêne rouge - Pin laricio à Cuguen (35)	55
Figure 80 : Enrichissement d'un mélange de futaie et taillis à Saint Gilles Vieux Marché (22).....	56
Figure 81 : cloisonnements prévus dès la plantation à Saint Pierre de Plesguen (35)	57
Figure 82 : Plantation forestière réalisée dans un recrû sans protection individuelle contre le chevreuil à la Bouëxière (35).....	58
Figure 83 : Cloisonnements installés dans une régénération naturelle de Chêne rouge (avant/après) à Pléchatel (35).....	58
Figure 84 : Plants à racines nues de 2 ans.....	58
Figure 85 : Région de provenance recommandée pour les plantations	59
Figure 86 : Interligne broyée et dégagement de la tête des plants à Gahard (35).....	59
Figure 87 : Exemple de tailles à réaliser (2 branches à enlever) – Langan (35).....	60
Figure 88 : Tige d'avenir élaguée à 6 mètres de hauteur au moment de la première éclaircie à Saint Briec de Mauron (56)	60
Figure 89 : éclaircie mécanisée avec cloisonnements perpendiculaires aux lignes de plantation.....	61
Figure 90 : Futaie âgée de Chêne rouge à récolter – Pléchatel (35).....	62
Figure 91 : Passage en éclaircie pour l'itinéraire n°1 « dynamique ».....	64
Figure 92 : Passage en éclaircie pour l'itinéraire n°2 « classique »	66
Figure 93 : Passage en éclaircie pour l'itinéraire n°3 « rattrapage »	67



Introduction

Les premières introductions du Chêne rouge d'Amérique datent de la fin du 18^{ème} siècle en France. C'est avant tout pour ses belles couleurs automnales qu'il a été installé comme arbre de parc. Les premiers forestiers à l'utiliser en boisement furent ceux de l'administration allemande en Alsace et en Moselle dans les années 1870 à 1918. Il servait à pallier aux régénérations déficientes d'autres essences. Cette essence a été plantée ensuite dans les Pyrénées atlantiques (Pays Basque, Béarn et la vallée de l'Adour) pendant l'entre-deux-guerres. À la fin des années 1980, il était utilisé dans un peu moins de 10 % des surfaces de plantations de feuillus en France.

L'utilisation forestière du Chêne rouge en Bretagne fut plus tardive. C'est après la tempête de 1987 que des plantations d'importance ont été réalisées dans des boisements et des reboisements. Dans l'ensemble, le climat breton lui convient plutôt bien. Il pourrait être davantage installé dans les plantations comme alternative à certains résineux à condition de respecter ses exigences autécologiques et de tenir compte des évolutions climatiques probables. Le présent document s'attache à les préciser.

Actuellement, en Bretagne, les scieurs intéressés par cet arbre sont rares, ceci est surtout dû à une méconnaissance de l'espèce et aux faibles quantités récoltées. Les plantations réalisées dans les années 90 devraient prochainement commencer à produire du bois d'œuvre.

Un groupe de travail régional a été initié, en 2019, par Éric SINOU, Technicien au CRPF dans le Morbihan, avec plusieurs personnels techniques provenant des différents organismes de développement forestier de la Région. Cela a permis de faire un état des lieux de la ressource, de lancer une étude sur la mécanisation des éclaircies et d'améliorer les connaissances sur les débouchés et connaître les attentes des scieurs locaux.

Les résultats des 12 placettes permanentes suivies dans le cadre du RFR en Bretagne, complétés par des mesures sur 47 placettes temporaires ont permis d'analyser finement la sylviculture, la croissance et la production des futaies de Chênes rouges bretonnes.

Le travail de synthèse réalisé a abouti à la proposition d'itinéraires sylvicoles de futaie régulière¹, en vue d'une production de bois d'œuvre :

- un itinéraire très dynamique réservé aux stations les plus productives : les arbres atteindront alors un diamètre moyen de 60 cm à 60 ans ;
- un itinéraire adapté aux stations plus pauvres : les arbres atteindront alors un diamètre moyen de 60 cm à 80 ans ;
- un itinéraire de « rattrapage » pour les plantations en retard d'intervention.

¹ Futaie régulière : qualifie un ensemble d'arbres d'une même classe d'âges.



1. Présentation de l'essence

1.1. Généralités

Le genre *Quercus* comprend 200 à 300 espèces en Amérique du Nord dont la majorité se répartie dans les sections *Lepidobalanus* (Chênes blancs) et *Erythrobalanus* (Chênes rouges et Chênes noirs).

A. Camus (1938) place les Chênes américains dans l'ordre des Fagales, la famille des Fagacées et au sein de cette famille dans le genre *Quercus*, le sous genre *Eu-quercus*, la section *Erythrobalanus*.

L'espèce qui intéresse les forestiers est *Quercus rubra* L. (ou *Quercus borealis*), encore appelé communément Chêne rouge d'Amérique.

Le Chêne rouge d'Amérique fait partie d'un groupe complexe comprenant une dizaine d'espèces partageant avec lui un feuillage à lobes aigus et aux tons éclatants à l'automne. Ils occupent tous la moitié Est du continent Nord-Américain.

Au sein de ce groupe, diverses espèces ont été introduites en Europe dès le 17^{ème} siècle, parmi lesquelles bien sûr le Chêne rouge aujourd'hui connu en boisement-reboisement (*Quercus rubra* L.). D'autres espèces sont présentes en France comme le Chêne des marais (*Quercus palustris*) et le Chêne écarlate (*Quercus coccinea*), mais aussi de moins connus comme le Chêne de Shumard (*Quercus shumardii*), le Chêne ellipsoïdal (*Quercus ellipsoidalis*), le Chêne quercitron (*Quercus velutina*), le Chêne rouge du Sud (*Quercus falcata*). Pour alimenter la confusion, leurs aires respectives se recoupent.

Après la seconde guerre mondiale, les scieurs ont eu l'occasion de débiter des arbres mûrs issus des alignements ou des parcs sans connaître précisément quelle espèce avait été coupée.

Or, les espèces « *palustris* » et « *coccinea* » présentent un bois de qualité médiocre : achetés pour du « Chêne rouge », ils ont fait la mauvaise réputation de cette essence qui souffre donc d'une confusion avec ses « homologues » du groupe. La confusion se trouve encore renforcée par le fait que les parcs dans lesquels ont été récoltés ces arbres présentent presque systématiquement un mélange de ces essences, sans doute par la volonté de jouer sur les nuances de rouge, sur la forme du feuillage et sur le port de ces différentes essences.



FIGURE 1 : COMPARAISON DES FEUILLES ENTRE RUBRA - COCCINEA - PALUSTRIS

C'est ainsi que l'image du Chêne rouge d'Amérique s'est vue dès l'origine dénaturée par un amalgame malheureux : les idées reçues étant tenaces, qui plus est transmissibles, il y a un réel travail de communication et de persuasion à entreprendre pour redonner au Chêne rouge d'Amérique la juste place qu'il mérite auprès des scieurs.



Classement botanique :

Toutes les espèces ne sont pas mises dans les sous genre.

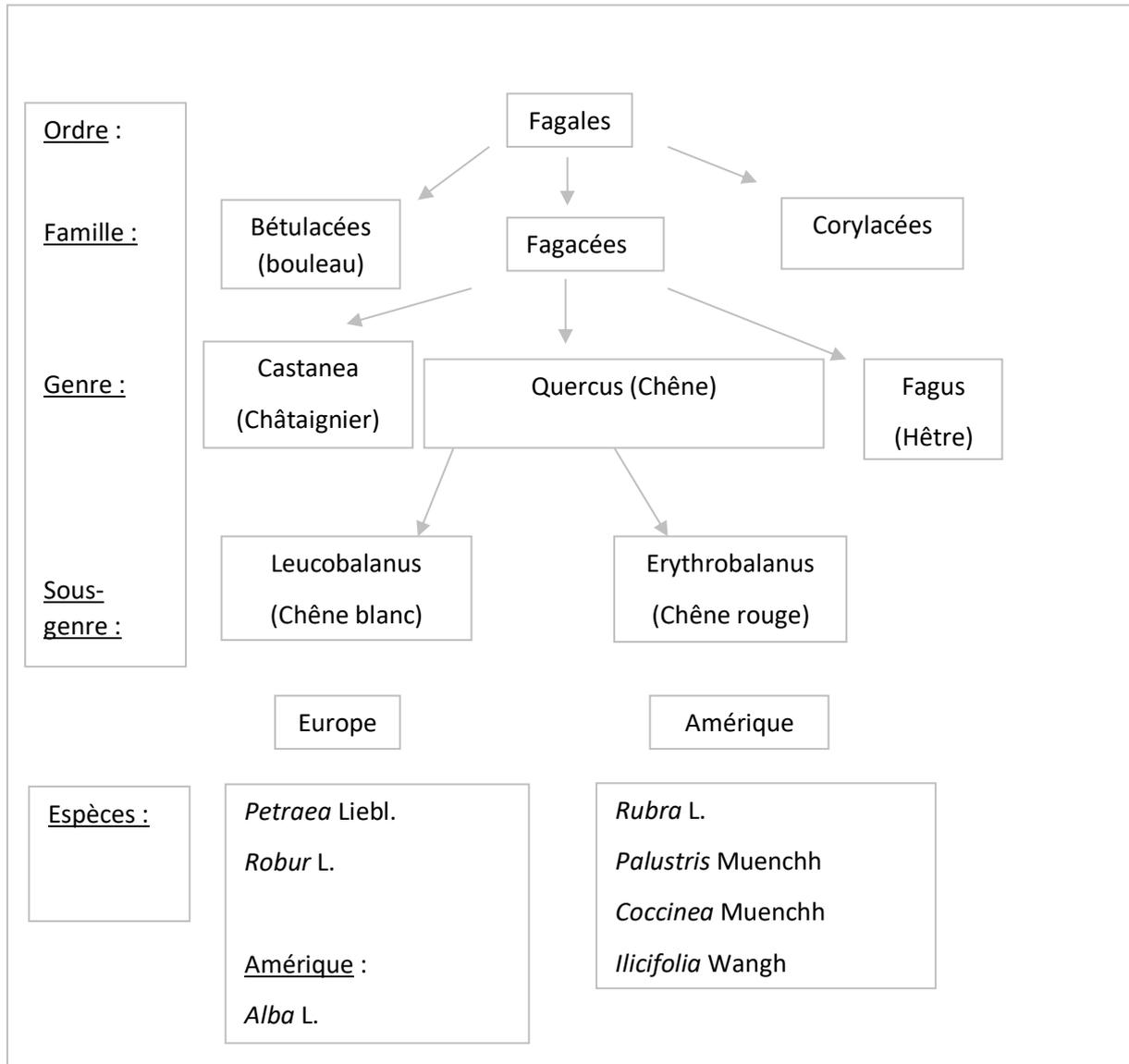


FIGURE 2 : SYSTEMATIQUE DE L'ORDRE DES FAGALES, POSITION DU CHENE ROUGE



1.2. Distribution géographique

Aire Naturelle

Le Chêne rouge possède une aire naturelle très vaste s'étendant sur la plus grande partie de la moitié orientale de l'Amérique du Nord.

Le Chêne rouge couvre une très grande variété de climats, ce qui entraîne probablement l'existence d'une grande variabilité génétique.

Les températures moyennes annuelles vont de 4°C à 15°C et les précipitations moyennes varient de 600 à 2000 mm.

Il est possible de le rencontrer à des altitudes allant de 200 m au Nord (partie Sud du Canada) à environ 1 500 m au Sud.



FIGURE 3 : AIRE NATURELLE (SOURCE : US GEOLOGICAL SURVEY)

Aire de distribution en France

En France, le Chêne rouge a été planté principalement dans le Nord-Est, le Centre et le Sud-Ouest. Les régions à climat méditerranéen et les stations d'altitude ne lui conviennent pas.

La ressource française en Chêne rouge représente environ 7 millions de m³ de bois sur pied et il constitue l'essence principale sur 52 000 ha de forêts.

Entre 1986 et 1987, 5 000 000 de sujets ont été plantés soit près de 3 300 ha (Source : Ministère de l'Agriculture, enquête annuelle vente de plants forestiers).

Actuellement, les plantations de cette essence sont en décline. D'après les Résultats de l'enquête statistique annuelle sur les ventes de plants forestiers pour la campagne de plantation 2018-2019 réalisée par le ministère en charge de l'Agriculture et de l'Alimentation, le Chêne rouge est aujourd'hui au 13^{ème} rang des essences plantées avec 574 000 plants commercialisés pour une surface d'environ 400 ha/an.

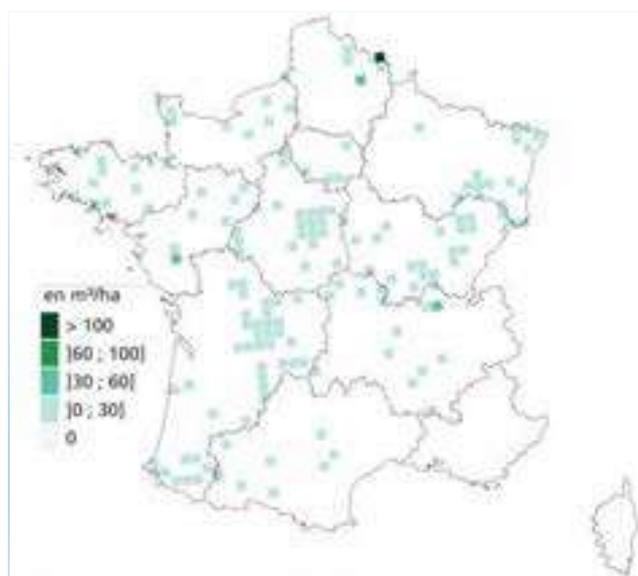


FIGURE 4 : VOLUME SUR PIED DE CHENE ROUGE EN FRANCE, EN M³/HA (IGN 2012-2016)



Aire de distribution en Bretagne

En Bretagne, le Chêne rouge couvre aujourd'hui environ 4 000 hectares dans la Région (1% de la surface boisée), dont les $\frac{3}{4}$ sont sous forme de futaie monospécifique².

D'après l'IGN, il s'agit essentiellement de Petits Bois (diamètre compris entre 7,5 et 22,5 cm).

Les peuplements de Chêne rouge sont globalement jeunes. Il s'agit de boisements ou reboisements réalisés après la tempête de 1987.

Les plantations récentes se font essentiellement dans le Nord de l'Ille-et-Vilaine où il est parfaitement adapté aux conditions pédo-climatiques³.

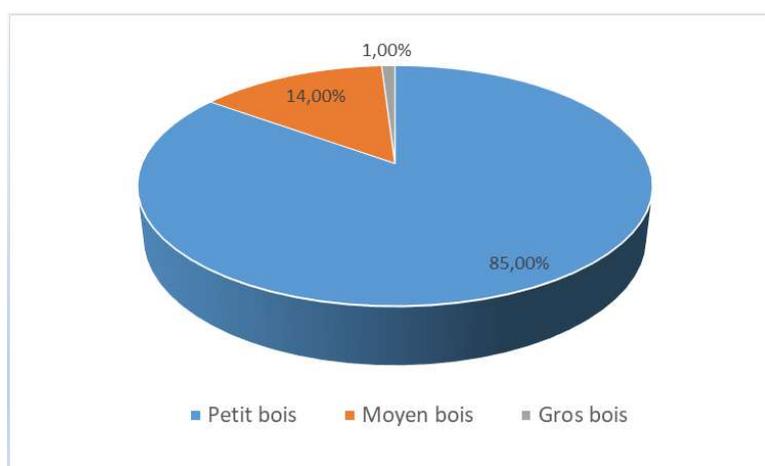


FIGURE 5 : REPARTITION DES TIGES EN CLASSE DE DIAMETRE (SOURCE : IGN)

Le département présentant la plus grande surface de Chêne rouge est le Morbihan.

TABLEAU 1 : SURFACE EN CHENE ROUGE PAR DEPARTEMENT

Département	Surface dans les DGD	Surface hors DGD	Total	Importance en Surface
Côte d'Armor	600	560	1160	29%
Finistère	290	80	370	9%
Ille-et-Vilaine	490	390	880	22%
Morbihan	1020	570	1590	40%
Total	2400	1600	4000	100%

Comme les données de l'IGN ne sont pas très précises, la détermination des surfaces en Chêne rouge a été effectuée en prenant en compte deux bases de données complémentaires : la base de données interne du CRPF (Merlin) et celle des DDTM sur les dossiers subventionnés par l'Etat en Bretagne depuis les années 1980 (hors DGD). Cette surface est certainement quelque peu sous-évaluée car il manque les peuplements non subventionnés et non connus du CRPF.

² Futaie monospécifique : qui ne comprend qu'une seule espèce

³ Conditions pédo-climatiques ensemble des caractères du climat local et des caractères des sols d'une parcelle, servant de cadre à la production forestière



1.3. Caractéristiques botaniques et biologiques

Dimensions et longévité

Le Chêne rouge peut atteindre de grandes dimensions. Il s'agit d'un grand arbre pouvant atteindre plus de 30 m.

Sa longévité varie entre 150 et 200 ans dans son aire naturelle et diminue de quelques décennies dans l'aire d'introduction.

C'est nettement moins que les Chênes blancs.



FIGURE 6 : ARBRE DE DIMENSION REMARQUABLE A PLERGUER (35)

Port

Les jeunes arbres ont un port à couronne conique, souvent peu dense avec des verticilles de branches. Ils ont une bonne dominance apicale.

Les sujets âgés montrent un dôme érigé et ample supporté par un tronc massif. Ils présentent fréquemment des fourches et des grosses branches latérales.



FIGURE 7 : EVOLUTION DU PORT DES CHENES ROUGES EN FONCTION DE L'AGE

Feuilles et bourgeons

Le Chêne rouge est caducifolié⁴.

Ses feuilles caduques sont alternes, longues de 12 à 20 cm et glabres avec un pétiole court de 2 à 5 cm. Le limbe est constitué de 7 à 9 lobes terminés par une pointe.

⁴ Caducifolié : Qualifie les arbres ou les arbustes dont les feuilles sont caduques, tombant à la mauvaise saison.



Lorsqu'elles se développent, elles montrent une teinte jaune clair pendant les premières semaines. Les pousses terminales ainsi que le bouquet de feuilles juvéniles prennent une couleur rouge qui tranche sur le feuillage vert.

A l'automne, les jeunes arbres se colorent d'un rouge foncé alors que les vieux arbres prennent des tons plus variés allant du rouge au brun.

La chute des feuilles en automne est plus précoce que celle des autres Chênes blancs français.

Les bourgeons sont coniques, de 3 à 8 mm de longueur, brun clair avec de nombreuses écailles.



FIGURE 8 : FEUILLES DE CHENE ROUGE



FIGURE 9 :
BOURGEONS

Fleurs

L'arbre est monoïque (Fleurs mâles et femelles distinctes mais portées par un même individu). Les chatons mâles pendent à la base des pousses de l'année tandis que les fleurs femelles se développent à l'aisselle des feuilles des jeunes rameaux de l'année sur un pédoncule de 5 mm.

Celles-ci sont de couleur rouge foncé, ovoïdes et d'environ 2 mm. La pollinisation est effectuée sous l'action du vent.

La floraison se produit en même temps que la feuillaison en mai.



FIGURE 10 : FLEURS DE CHENE ROUGE



Fruits

La cupule qui enserme les glands est aplatie, très peu embrassante et possède de nombreuses écailles rose/brun pâle avec une marge pourpre. Les glands sont trapus (2 à 12 g), brun violacé, insérés dans une cupule et en pointe au sommet. La dispersion des glands se fait par les animaux.

Le début de la fructification se fait en général avant l'âge de 15 ans.

La chute des glands a lieu en octobre-novembre de leur deuxième année. Ceux-ci germent au printemps suivant, après quelques mois de dormance.

La régénération naturelle se fait difficilement dans l'aire d'origine alors qu'elle est généralement importante dans l'aire d'introduction.

Peu de fructifications ont été observées dans les Côtes d'Armor et le Finistère. Par contre, elles sont fortes dans les départements d'Ille-et-Vilaine et du Morbihan.

La maturation des glands se produit sur deux ans et la fructification est abondante et régulière.



FIGURE 11 : GLAND DE CHENE ROUGE



FIGURE 12 : REGENERATION NATURELLE ABONDANTE

Ecorce

Le tronc est généralement cylindrique, à écorce longtemps lisse, puis légèrement crevassée, grise argentée avec parfois quelques grandes verrues.



FIGURE 13 : EVOLUTION DES CARACTERISTIQUES DE L'ECORCE EN FONCTION DE L'AGE DES ARBRES (DU PLUS JEUNE OU PLUS AGE)



Croissance juvénile et caractère invasif

L'essence est très dynamique avec une régénération abondante associée à une tolérance à l'ombre dans le jeune âge et à une croissance initiale rapide de type polycyclique⁵.

Les souches sont aptes à produire des rejets vigoureux après coupe.



FIGURE 14 : REJETS SUR SOUCHE APRES ECLAIRCIE

C'est une espèce ayant tendance à coloniser les espaces environnants.

Le Chêne rouge pourrait être, par exemple, un concurrent aux chênes blancs autochtones.

Ce caractère envahissant se retrouve pour l'instant peu en Bretagne car il s'agit généralement de boisement de première génération.

Il est indispensable de suivre l'évolution de ce phénomène dans les prochaines années.

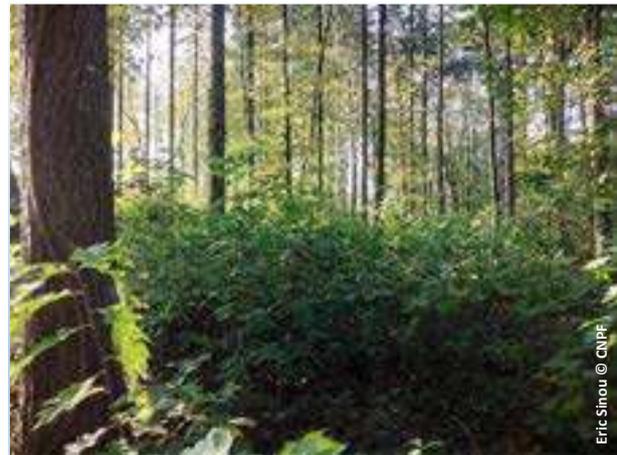


FIGURE 15 : ENVAHISSEMENT DE CHENE ROUGE DANS UNE FUTAIE DE DOUGLAS DANS LE MORBIHAN

Caractéristiques écologiques

Aux Etats-Unis, il est très rarement rencontré en peuplement pur.

Il entre dans la composition des 23 types de formations forestières définis aux Etats-Unis et en particulier dans trois d'entre eux où il joue un rôle prépondérant :

- *Quercus rubra*, *Pinus strobus*, et *Fraxinus americana* ;
- *Quercus rubra*, *Liquidambar styraciflua*, et *Carya tomentosa* ;
- *Quercus rubra*, *Liriodendron tulipifera* et *Quercus alba*.

Dans son aire d'introduction, en dehors des parcs, jardins et alignements de rues, il se rencontre dans des stations acides relevant généralement de l'alliance phytosociologique du *Quercion robori-petraea*.

⁵ Polycyclique : capacité d'une espèce végétale à produire plusieurs unités de croissance par an.



1.4. Autécologie

Aux Etats Unis, la niche écologique est très large : bords de lacs, tourbières, zones calcaires,... mais n'a pas encore fait l'objet d'études détaillées.

La niche écologique en France n'est pas encore parfaitement définie.

Exigences climatiques

Le Chêne rouge est une espèce des plaines, collines et moyennes montagnes. Le froid et la sécheresse sont les deux facteurs climatiques limitant son implantation.

L'aire potentielle du Chêne rouge recouvre la plus grande partie du territoire national à l'exception de la zone méditerranéenne (trop sèche) et des régions montagneuses (trop froides). Bien que l'on manque de références, il semble que l'altitude de 900 m constitue un maximum actuellement. Au-delà, la réduction de la croissance devient trop importante pour que cette espèce soit économiquement intéressante.

En Bretagne, la température moyenne annuelle comprise entre 10 et 12°C est favorable. Pendant la période de végétation, une température moyenne de 12,8°C est recommandée pour son développement.

Il est particulièrement sensible aux gelées tardives. Ces dernières provoquent la destruction des pousses avec risque de mortalité dans le jeune âge et des fourchaisons par la suite. Par contre, il résiste bien au froid hivernal une fois qu'il est implanté. Les peuplements sont sensibles à la sécheresse lorsque le réservoir utile en eau du sol⁶ n'est pas suffisant (risque d'embolie⁷ estivale). Il est aussi sujet aux gélivures⁸ comme les autres Chênes.

Des précipitations annuelles supérieures à 700 mm avec une bonne répartition tout au long de l'année sont nécessaires pour son bon développement. Durant la période estivale, il demande idéalement des précipitations d'au moins 150mm. Certains secteurs du Sud de l'Ille-et-Vilaine et du Morbihan sont à éviter sauf si les conditions stationnelles permettent de compenser le manque de précipitations (bonne réserve utile par exemple).

Des précipitations excessives pendant l'hiver et au début du printemps sur des terrains peu filtrants favorisent le développement de la maladie de l'encre, ainsi que l'asphyxie des racines qui peut entraîner d'autres pathologies profitant de l'affaiblissement des arbres. En cas d'infection par la collybie, les épisodes de sécheresses estivales entraînent un dépérissement des arbres présentant un système racinaire dégradé.

Le Chêne rouge résiste plutôt bien aux conditions de bord de mer (vent, embruns). Même si sa croissance est plus faible, il est possible de produire du bois d'œuvre dans ses conditions.



FIGURE 16 : PLANTATION SITUÉE EN BORD DE MER A LOGONNA-DAOULAS (29)

⁶ Réservoir utile en eau du sol : quantité d'eau que le sol peut absorber et restituer à la plante

⁷ Embolie estivale : apparition de bulles de gaz dans le système vasculaire

⁸ Gélivures : Défaut dans le fût d'un arbre, résultant de l'éclatement du bois sous l'action du gel



Besoin en lumière

Il est croissant avec l'âge.

Au stade des semis, le Chêne rouge est peu exigeant en lumière (moins que les semis de Chênes sessiles et pédonculés). Il supporte la concurrence de la végétation adventice⁹ si elle ne se prolonge pas de manière exagérée dans le temps.

Ensuite, cette tolérance diminue et, au contraire, il devient très sensible à la lumière faisant preuve d'un phototropisme¹⁰ très développé se traduisant par le développement de grosses branches, en particulier en cas d'éclaircissement latéral (arbres de lisière ou en bordure de lignes de plantation par exemple).

Il maintient une meilleure capacité photosynthétique que les autres Chênes quand l'alimentation en eau devient limitante (S. Colleu, 1983).

Sensibilité à l'hydromorphie

Le Chêne rouge est sensible à l'hydromorphie dans le jeune âge. La reprise des plants est difficile sur les terrains humides.

Il ne tolère pas les sols à excès d'eau en hiver.

Il est beaucoup plus sensible à l'hydromorphie¹¹ du sol (pseudogleys¹² proches de la surface) que les Chênes sessile et pédonculé.

Cette sensibilité varie beaucoup selon la texture du sol (Belgrand, 1983). En effet, sur des substrats sableux ou limoneux qui se ressuint rapidement et où la nappe est bien oxygénée, la sensibilité du Chêne rouge à l'engorgement est faible, voire nulle. Ce n'est qu'avec les textures fines (argileuses et limono-argileuses) que cette sensibilité se manifeste. Cela se traduit par une forte mortalité à l'installation, une croissance réduite, et parfois des problèmes de dépérissement à la suite de périodes de forte sécheresse. En conditions contrôlées, M. Belgrand (1983) a montré que la sensibilité du Chêne rouge à l'engorgement en eau sur les textures fines était due au fait, qu'en condition d'anoxie, il ne se développe pas d'adaptations racinaires permettant une meilleure respiration comme le fait le Chêne pédonculé. Le système racinaire reste alors superficiel et peu dense.

En Bretagne, il faut donc l'exclure des sols limono-argileux ayant une présentant unehydromorphie marquée dans les 40 premiers centimètres.



FIGURE 17 : TACHES DE ROUILLES SUR LA MATRICE MONTRANT UNE HYDROMORPHIE

⁹ Végétation adventice : plantes qui poussent dans un endroit sans y avoir été intentionnellement installée (concurrence au niveau de l'eau, des racines et de la lumière)

¹⁰ Phototropisme : mouvement de courbure des plantes provoqué par l'orientation d'une source de lumière.

¹¹ Hydromorphie du sol : le sol est composé dans son horizon d'une couche moins perméable qui limite l'écoulement vertical de l'eau.

¹² Pseudogleys : sol à engorgement temporaire de nappe perchée superficielle



Résistance à la sécheresse

Les observations de terrain montrent que le Chêne rouge possède une meilleure résistance à la sécheresse que les Chênes sessiles et pédonculés. En effet, lors du phénomène de dépérissement des Chênes observé après les sécheresses de 1976 et 1989 en Bretagne, le Chêne rouge n'a pas présenté de signes de dépérissement, contrairement aux deux autres chênes.

Des expériences en milieu contrôlé (Timbal et Gelpe) ont montré, d'une part que sa consommation en eau était inférieure à celle des Chênes sessiles et pédonculés, et d'autre part, qu'en condition d'alimentation en eau réduite, sa croissance était moins affectée.

Cette meilleure résistance à la sécheresse tient à un certain nombre d'adaptations physiologiques :

- au niveau racinaire, il a une meilleure initiation des racines secondaires quel que soit le degré de sécheresse du sol (S. Colleu, 1983) ;
- au niveau foliaire, le Chêne rouge présente une « stratégie d'évitement », c'est-à-dire qu'il régule précocement sa transpiration (fermeture des stomates).

Effets des graminées sur la croissance

Dans les jeunes plantations, la végétation adventice, et particulièrement les Graminées, a une double action :

- une action bien connue de concurrence, parfois sévère, pour l'alimentation minérale, surtout pour l'eau, et parfois même pour la lumière ;
- une action beaucoup moins bien connue de nature allélopathique.

L'allélopathie est une inhibition de la germination et/ou de la croissance des semis d'une espèce par des substances libérées dans le milieu, au niveau des feuilles ou des racines, par une autre espèce. Ainsi, un certain nombre de chercheurs, tant en France qu'à l'étranger, ont mis en évidence cette action de certaines espèces herbacées sur la germination et la croissance des chênes rouges. Elle peut même persister plusieurs années après l'élimination de la végétation herbacée responsable (Rice, 1984).



FIGURE 18 : PLANT EN SOUFFRANCE AU MILIEU DE GRAMINEES (PLANTATION DANS UNE ANCIENNE PATURE)



L'action néfaste de cette végétation adventice peut expliquer, du moins en partie, les difficultés de reprise et de croissance initiale souvent constatées par les sylviculteurs dans les plantations de Chêne rouge dans les anciennes pâtures.



FIGURE 19 : PRESENCE DE GRAMINEES DANS UNE PLANTATION DE 4 ANS (EFFETS NEFASTES SUR LA CROISSANCE)

Cela justifie encore plus son élimination par une technique appropriée. Le passage d'un engin à disque de type « cover crop » entre les lignes de plantation en démarrage de végétation au mois d'avril avec un deuxième passage en début d'été permettent de réduire ce problème.



FIGURE 20 : DESTRUCTION MECANIQUE DES GRAMINEES AU MOIS D'AVRIL AVEC UN ENGIN A DISQUES



Exigences stationnelles

Son optimum de production se situe sur des sols bruns profonds et frais avec une acidité modérée (pH>4).

Une profondeur prospectable par les racines d'au moins 60 cm est recommandée.

Cette essence est calcifuge, c'est-à-dire qu'un sol trop riche en calcium provoque une chlorose¹³, puis la mort de l'arbre.

Ses performances sont acceptables du sol brun acide jusqu'au podzol mais il craint les fortes charges en cailloux qui accentuent l'effet séchant.

Il est déconseillé dans les sols argileux ou trop compacts.

Les plantations dans les sols à texture grossière ou à faible réserve hydrique sont déconseillées car le contexte est favorable à la collybie. Ce pathogène attaque en effet les racines des arbres, conduisant à un affaiblissement généralisé et à un risque de chablis deux à trois fois plus élevé que la normale.



FIGURE 21 : PROFIL PEDOLOGIQUE D'UNE STATION FAVORABLE

Ecogramme du Chêne rouge d'Amérique

L'écogramme¹⁴ en figure ci-contre illustre les exigences du Chêne rouge en termes d'acidité et d'humidité du sol.

En Bretagne, la présence de roches-mères acides produisant des sols majoritairement limoneux lui offre des conditions plutôt favorables, sauf sur les substrats les plus pauvres où se développent des formations arborées avec un sous-bois de lande.

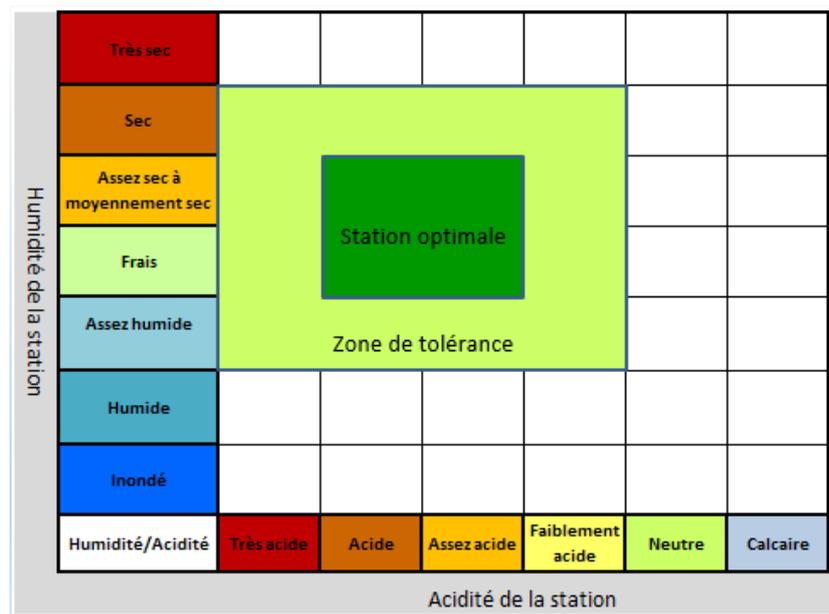


FIGURE 22 : STATIONS FAVORABLES AU CHENE ROUGE

¹³ Chlorose : décoloration progressive

¹⁴ Ecogramme du Chêne rouge d'Amérique (Source : Flore forestière française tome 1, 2ème édition, CNPF-IDF 2018)



Comparaison avec les chênes blancs français emblématiques

TABLEAU 2 : COMPARAISON ENTRE LES 3 CHENES LES PLUS COMMUNEMENT RENCONTRES EN BRETAGNE

Comportement	Chêne pédonculé	Chêne sessile	Chêne rouge
Exigence en lumière et espace vital	1	2	2
Résistance à la sécheresse	3	2	1
Exigence de fertilité	1	2	2
Tolérance à l'engorgement temporaire	1	2	3

(1) élevée (2) moyenne (3) faible



1.5. Sensibilité aux pathogènes et aux ravageurs

Le Chêne rouge n'échappe pas à la règle qui veut que toute espèce vivante ait son cortège de pathogènes. Les deux principaux rencontrés sont la maladie de l'encre (*Phytophthora cinnamomi*) et la collybie à pied en fuseau (*Collybia fusipes*). Il est aussi sensible au gui mais résistant à l'oidium.

Il possède également une grande appétence des cervidés. Des dégâts de chenilles défoliatrices ou des attaques de zeuzère (chenille qui perfore le bois) sont régulièrement observés.

Les problèmes sanitaires commencent réellement pour cette essence lorsque les peuplements ont entre 20 et 30 ans (hors dégâts de cervidés et petits mammifères). C'est en effet à partir de cet âge que s'expriment de façon marquante les deux principaux pathogènes de cette essence.

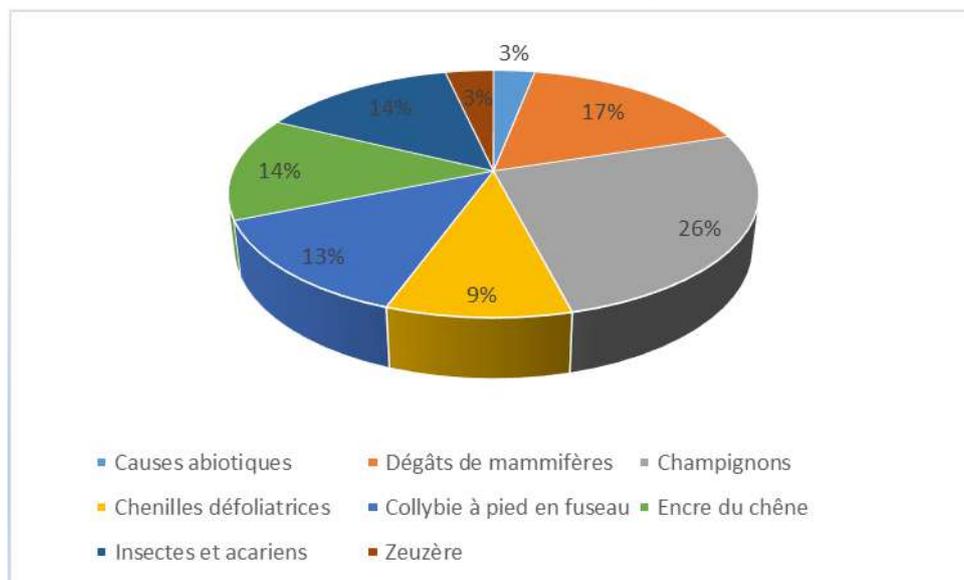


FIGURE 23 : REPARTITION DES DEGATS CONSTATES PAR LES CORRESPONDANTS OBSERVATEURS BRETONS DU DSF PAR TYPE DE CAUSE ET ORIGINE (STATISTIQUES REALISEES SUR 10 ANNEES D'OBSERVATIONS)

La collybie à pied en fuseau¹⁵

Plusieurs peuplements de Chêne rouge ont été trouvés en Ille-et-Vilaine avec la présence de collybie.

A chaque fois, il s'agit de station présentant une texture grossière avec présence de sable (sur granite ou grès armoricain) ou présentant une légère hydromorphie. Il faut être prudent sur l'utilisation du Chêne rouge dans ce genre de station, surtout s'il y a un risque de déficit hydrique estival marqué.

Ce champignon, habituellement saprophyte¹⁶, a trouvé en cette essence un hôte privilégié.

La présence de fructifications abondantes, de houppiers clairs, de branches mortes et de chablis constituent de bons indices de sa présence dans un peuplement.

Dans la plupart des cas, des pourritures racinaires et des lésions sur les racines maîtresses de couleur orangée sont observées.

¹⁵ Pour avoir plus de renseignements, il est possible de consulter la fiche dédiée du portail INRAE e-phytia : <http://ephytia.inra.fr/fr/C/19058/Forets-Collybie-a-pied-en-fuseau>

¹⁶ Saprophyte : Qui tire les substances qui lui sont nécessaires des matières organiques en décomposition.



La présence de petites palmettes de mycélium blanc est possible.

La lésion progresse en profondeur entraînant la décomposition du bois sous-jacent.



FIGURE 24 : PRESENCE DE PETITES PALMETTES DE MYCELIUM BLANC AU NIVEAU DU COLLET OU DES RACINES



FIGURE 25 : FRUCTIFICATIONS EN TOUFFES AU NIVEAU DU COLLET DE COULEUR BRUN-ROUX (PHOTO DE GAUCHE) AVEC UN PIED CARACTERISTIQUE EN FUSEAU, RADICANT ET SILLONNE (PHOTO DE DROITE)

Ce pathogène attaque les racines des arbres, conduisant à un affaiblissement généralisé et à un risque de chablis deux à trois fois plus élevé que la normale.

La collybie est un agent pathogène primaire n'ayant besoin d'aucun affaiblissement préalable de l'hôte pour induire des lésions. Son développement est toutefois très lent.

Le Chêne rouge peut donc supporter durant de longues années des infections racinaires et créer de nouvelles racines pour « se refaire ».

Cependant, après des aléas climatiques comme les sécheresses de ces dernières années, l'infection par la collybie entraîne clairement un dépérissement des arbres présentant un système racinaire dégradé.



La maladie de l'encre¹⁷

Elle est due à un pathogène subtropical introduit il y a plus d'un siècle : *Phytophthora cinnamomi*.

Sensible au gel, ce pathogène apprécie les sols engorgés en eau une partie de l'année, dans la mesure où il a besoin de l'eau pour se propager. Les tassements de sols lui sont également favorables. Il est en outre capable de s'étendre à longues distances à la faveur de transferts de sol ou de plants infectés.

L'absence de cloisonnements d'exploitation et le passage des engins sur l'ensemble des parterres de coupe sont donc très défavorables.

Mortel chez le châtaignier, il provoque chez le Chêne rouge des nécroses racinaires et d'abondants suintements au niveau du tronc qui dévalorisent complètement la bille de pied jusqu'à plusieurs mètres de hauteur.

Il est déconseillé d'implanter le Chêne rouge en mélange avec le châtaignier ou sur un ancien peuplement de châtaigniers dépérissant.



FIGURE 26 : SUINTEMENTS NOIRS CARACTERISTIQUES SUR LE FUT

L'écorce devient tourmentée avec présence de bourrelets cicatriciels qui aboutissent à un faciès chancreux partant toujours de la base de l'arbre.

Les Chênes attaqués ne meurent pas, mais la bille de pied est dépréciée à partir de 20 ans.

Le Chêne rouge paraît être la plus sensible des espèces de Chênes.



FIGURE 27 : BOURRELETS CICATRICIELS ABOUTISSANT A UN FACIES CHANCREUX

Remarque : Outre l'effet direct de ces deux pathogènes sur les arbres, leur mode d'action induit également des dommages collatéraux en cas de sécheresse. En effet, comme le système racinaire est fortement endommagé, en particulier au niveau de la ramification fine, l'arbre n'est plus capable de s'alimenter en eau, et le risque de dépérissement est plus élevé.

¹⁷ Pour avoir plus de renseignements, il est possible de consulter la fiche dédiée du portail INRAE e-phytia : <http://ephytia.inra.fr/fr/C/19129/Forets-Encre-du-chene>



Le flétrissement américain du Chêne¹⁸

Il est dû au champignon *Bretziella fagacearum* qui développe son mycélium sur la partie externe de l'aubier. L'arbre infecté réagit en produisant des thylles¹⁹ et des gommages qui obstruent la circulation de la sève dans les tissus vasculaires atteints. L'arbre flétrit et parfois meurt.

C'est une maladie vasculaire, c'est-à-dire que le champignon ne s'installe que dans les tissus vasculaires du xylème externe. Globalement, les espèces du groupe des Chênes rouges sont très sensibles.

Cette maladie n'a encore jamais été observée en France.

Les cervidés et petits mammifères

Le Chêne rouge est très apprécié par de nombreux mammifères (micromammifères, lièvres, lapins, cerfs, chevreuils,...) qui rendent parfois son implantation difficile.

Les cervidés, par des abrouissements répétés, peuvent occasionner des déformations rédhibitoires et l'acquisition d'un port buissonnant. Une disparition intégrale du boisement est possible.

En boisement de terres agricoles, les mesures à prendre sont de protéger les plants par des moyens appropriés (par engillagement de la parcelle, par protection individuelle ou en utilisant un répulsif homologué).

En reboisement, il est vivement recommandé de favoriser une végétation d'accompagnement qui peut, le cas échéant, faire un peu office de protection tout en favorisant le gainage.



FIGURE 28 : ABROUISSEMENTS SUR REJETS

Les chenilles défoliatrices

Pour accomplir leur cycle de développement qui en fera des papillons, les chenilles consomment le feuillage des arbres. Certaines espèces de chenille vivent de manière isolée (tordeuses, géométrides, bombyx...), d'autres sous forme de colonies (processionnaires du chêne).

¹⁸ Pour avoir plus de renseignements, il est possible de consulter la fiche dédiée du portail INRAE e-phytia : <http://ephytia.inra.fr/fr/C/26360/Forets-Fletrissement-americain-du-chene>

¹⁹ Thylles : vésicules qui obstruent les vaisseaux de sève des arbres et entraînent la perte de leurs feuilles, à l'automne.



Deux grandes catégories de chenilles peuvent occasionnées des dégâts sur les Chênes rouges :

- Les défoliatrices précoces (géométrides, tordeuses) avec des dégâts intervenant entre avril et fin mai avant « la pousse de la St Jean ». En général, ces défoliations sont moins dommageables car la pousse d'été n'est pas impactée.



FIGURE 29 : CHENILLE D'HIBERNIE

- Les défoliatrices tardives (processionnaire du chêne, bombyx disparate) avec des dégâts intervenant jusqu'à la mi-juillet. Ils diminuent la vitalité des arbres qui sont obligés de puiser dans leurs réserves glucidiques pour pouvoir réémettre des feuilles pendant l'été.



FIGURE 30 : CHENILLE DE BOMBYX DISPARATE

Autres problèmes rencontrés



FIGURE 31 : TROUS OCCASIONNES PAR UN PIC (RECHERCHE DE LARVES)



FIGURE 32: TROU DE ZEUZERE (CHENILLE)



1.6. Qualité du bois et utilisations

En Amérique du Nord, il est utilisé surtout en menuiserie intérieure (escaliers, parquets notamment) ou pour faire les cercueils.

En Bretagne, le Chêne rouge d'Amérique est souvent considéré comme une essence principalement destinée au bois de chauffage.

Encore peu connu des scieurs locaux, il semble pourtant en mesure de fournir des sciages appréciés. Quelques scieries bretonnes commencent à le valoriser en parquet, en carrelots ou en plots pour un usage en menuiserie ou en ébénisterie.



FIGURE 33 : LAMES DE PARQUET



FIGURE 34 : PLOTS DE PAREILLES (MENUISERIE)

En vue de développer de nouveaux marchés possibles pour l'essence, une étude collaborative a été initiée fin 2013 en Région Auvergne – Rhône-Alpes. Elle a été coordonnée par la Fédération Interprofessionnelle du Bois de l'Ain et été menée en partenariat étroit avec le CRPF Auvergne – Rhône-Alpes. L'ensemble des tests ont été réalisés au cours de l'année 2015 par le FCBA de Bordeaux. Ils ont porté sur certaines caractéristiques d'aptitude à l'usage pour l'emploi « carrelots lamellés collés » pour menuiserie extérieure, ainsi que sur la stabilité pour un usage parquet massif (épaisseur 22 et 14 mm).

Ces tests ont mis en évidence pour le Chêne rouge des caractéristiques et aptitudes très proches de celles des chênes blancs français concernant : la masse volumique (700 à 740 kg/m³ à 12% d'humidité), les aptitudes au collage, la tenue dans le temps des produits de finition, la stabilité dimensionnelle et la résistance mécanique dans le cadre des essais Air Eau Vent.

Par ailleurs, le Chêne rouge bénéficie d'une meilleure imprégnabilité mais d'une moindre durabilité naturelle que nos chênes blancs. Un traitement fongicide est donc toujours nécessaire pour les utilisations en extérieur. Il est par contre également sujet aux exsudations de produits extractibles de type « tanin ».



L'aspect du bois de Chêne rouge est assez différent de celui des chênes indigènes. Le duramen est de teinte beige à rosé. L'aubier est plus clair, bien distinct et peu épais. La largeur de cerne est plus forte que les deux autres chênes et la maillure est moins accentuée.

Comme la zone poreuse de ses cernes annuels est très développée, il n'est pas utilisé en tonnellerie pour la vinification des alcools forts et des grands crus. Cependant, un nouveau marché s'est développé pour les vins rouges secondaires. Leur séjour en fut de Chêne rouge procure des arômes de « fruits rouges ».

Il peut être tranché et fournit un placage de bonne qualité moins apprécié que les Chênes français du fait de sa couleur qui peut tendre vers un rose parfois marqué.



FIGURE 36 : AVIVES



FIGURE 35 : PLOTS ET PLATEAUX (EBENISTERIE)

Valorisation en bois bûche

Le prix de vente du bois de chauffage en Chêne rouge d'Amérique se situe entre 10 et 20 euros le stère sur pied (chiffres 2021).



FIGURE 38 : PILE DE BOIS DE CHAUFFAGE (ECLAIRCIE REALISEE A L'ABATTEUSE)



FIGURE 37 : PARCELLE EN COURS D'EXPLOITATION PAR DES PARTICULIERS EN BOIS DE CHAUFFAGE



Valorisation en pellets et en bois énergie

Le prix de vente se situe autour de 10 euros la tonne sur pied (2021) en fonction des contraintes liées à l'exploitation.



FIGURE 39 : PILE DE BOIS VALORISE EN PELLETS

Valorisation en bois d'œuvre

D'après les scieurs bretons qui transforment cette essence, le diamètre minimal pour une valorisation en petits sciages bois d'œuvre doit atteindre 35-40 cm.

L'aubier devant représenter idéalement une faible épaisseur (3-4 cm au maximum).



FIGURE 40 : PART D'AUBIER SUR UN PLATEAU DE CHENE ROUGE

TABLEAU 3 : COURS INDICATIF EN 2021 DES BOIS D'ŒUVRE DE CHENE ROUGE SELON LA QUALITE ET LE VOLUME UNITAIRE DES BOIS

Qualité des grumes	Prix (/m ³)
Qualité tranchage	Plus de 150 euros
Qualité moyenne à bonne	50 à 130 euros
Qualité secondaire	30 à 50 euros



FIGURE 41 : ARBRES PRESENTANT UN DIAMETRE A 1,3 M DE 40 CM VALORISABLE EN PETIT SCIAGE A CONCORET (56)



FIGURE 42 : BILLE DE PIED DE QUALITE TRANCHAGE A PLECHATTEL (35)



FIGURE 44 : FUTAIE AGEE DE 75 ANS DE QUALITE MOYENNE A BONNE EN FORET DU PERTRE (35)



FIGURE 43 : GRUMES DE CHENE ROUGE AVANT SCIAGE (SCIERIE GROUZAZEL)



2. Placettes²⁰ de « Chêne rouge » étudiées et méthodes

L'objet de cette étude est pour rappel de tirer les enseignements techniques des suivis du RFR dans des futaies régulières de Chênes rouge d'Amérique d'âge varié.

2.1. Les placettes du RFR

Fin 2021, douze dispositifs sont suivis dans le cadre du RFR.

Les placettes intégrées au RFR (placettes permanentes) correspondent à des plantations d'âge varié, qui fournissent des données caractérisant la croissance du peuplement (hauteur, circonférence, volume, production) en lien avec la sylviculture appliquée. La placette la plus ancienne est mesurée depuis 1998.

Dix placettes sont regroupées dans le thème 1 (techniques d'éclaircies). Une placette a été utilisée dans le bilan des chantiers témoins de reconstitution après coupe rase de peuplement d'épicéa de Sitka (CT35-2). Une placette a été utilisée dans le bilan des chantiers Breizh Forêt Bois (BFBb35-1).

TABLEAU 4 : CARACTERISTIQUES DES PLACETTES PERMANENTES

ID (carte)	Numéro	Commune	Objectif de la placette	Date du boisement
48	CRPF22002	MAEL CARHAIX	Placette de sylviculture de Chêne rouge (suivi de la croissance et de la production).	Hiver 1987-88
49	CRPF22008	GLOMEL	Placette de sylviculture de Chêne rouge (suivi de la croissance et de la production).	Hiver 1989-90
50	CRPF29024	HUELGOAT	Placette de sylviculture d'un peuplement mélangé de Chêne rouge et d'Erable sycomore (suivi de la croissance et de la production) sur terre agricole.	Hiver 2000-01
51	CRPF35023	CARDROC	Placette de sylviculture de Chêne rouge (suivi de la croissance et de la production)	Hiver 1981-82
52	CRPF35025	EPINIAC	Placette de sylviculture de Chêne rouge (suivi de la croissance et de la production) sur une station à engorgement temporaire.	Hiver 1984-85
53	CRPF35026	COMBOURG	Placette de sylviculture de Chêne rouge (suivi de la croissance et de la production).	Hiver 1981-82
54	CRPF35046	PLECHATEL	Placette de sylviculture de Chêne rouge (suivi de la croissance et de la production) dans une régénération naturelle.	1987
55	CRPF56010	PLOURAY	Suivi de l'évolution dendrométrique (circonférence, volume sur pied, production....) d'une plantation de Chêne rouge installée sur un terrain fertile.	Hiver 1989-90
56	CRPF56026	MALGUENAC	Placette de sylviculture de Chêne rouge (suivi de la croissance et de la production).	Hiver 1991-92
58	ONF56003	CAMORS	Placette de sylviculture de Chêne rouge (suivi de la croissance et de la production).	Hiver 1988-89

²⁰ Placette : portion de peuplement homogène, de surface connue (entre 5 et 20 ares en général), représentative du peuplement à caractériser.



Protocole de suivi :

- Mesure tous les 3 ans de la circonférence des arbres à 1,3 m et de la hauteur dominante sur un échantillon d'arbres du peuplement ;
- Marquage et réalisation d'éclaircie dynamique de futaie régulière lorsqu'il est nécessaire puis observation de la réaction des arbres du peuplement ;
- Mesure tous les ans de la hauteur des plants pendant les 5 premières années pour les jeunes plantations.

2.2. Les placettes supplémentaires mesurées en 2020-2021

Afin de se doter de données supplémentaires, le CRPF a installé 47 placettes temporaires pendant l'hiver 2020-2021. Le nombre de peuplements étudiés par département traduit la fréquence de peuplements de Chêne rouge existants dans chaque département.

L'ensemble des placettes sont destinées à couvrir l'éventail le plus large possible des conditions stationnelles.

15 de ces placettes ont été utilisées dans le cadre d'une étude d'un stagiaire en BTS « Gestion Forestière », Antoine LE MEITOUR, qui a porté sur la réalisation des premières éclaircies de chêne rouge d'Amérique. Ces placettes sont numérotées de 1 à 15 dans le tableau de la Page 30.

Protocole de suivi :

Les placettes installées pendant l'hiver 2020-2021 sont des placettes d'une surface de 500 à 800 m². Elles ont été délimitées grâce à un décamètre. La prise de hauteur s'est faite au Vertex. Les circonférences ont été prises avec un mètre ruban.

Les plantations choisies ont un âge compris entre 5 et 95 ans.

Sur chaque placette les mesures/observations suivantes ont été effectuées :

- étude stationnelle (analyse du sol à la tarière et des conditions climatiques – données Aurelhy de MétéoFrance, période 1981-2010) ;
- détermination de la densité initiale de plantation ;
- détermination de la densité actuelle ;
- historique des interventions réalisées ;
- mesure de la circonférence des arbres à 1,30 m de hauteur au ruban ;
- mesure de la hauteur dominante au Vertex ;
- taux de fourchaison à moins de 6 mètres de hauteur ;
- diagnostic sanitaire.



TABLEAU 5 : CARACTERISTIQUES DES PLACETTES TEMPORAIRES

Id (carte)	Dpt	Commune	Age	Précip moy (mm)	Temp moy (T°C)	Pédologie	Prof du sol (cm)
18	22	PLOUASNE	23	771	11,42	stations moyennement riches	> à 100 cm
35	22	GLOMEL	32	1120	10,69	stations moyennement riches	60-80 cm
27	29	LOGONNA- DAOULAS	29	1086	11,66	stations moyennement riches	60-80 cm
28	29	ERGUE-GABERIC	28	1289	11,57	stations riches sur sol profond	> à 100 cm
29	29	SAINT YVI	28	1184	11,69	stations pauvres sur sol profond	80-100 cm
30	29	RIEC-SUR-BELON	30	1120	12,03	stations moyennement riches	60-80 cm
36	29	PLOUGONVEN	46	1154	10,66	stations moyennement riches	60-80 cm
16	35	PLERGUER	29	803	11,55	stations moyennement riches	> à 100 cm
17	35	LE FERRE	29	917	10,99	stations moyennement riches	> à 100 cm
19	35	PACE	26	742	11,64	stations moyennement riches	> à 100 cm
20	35	QUEBRIAC	33	724	11,42	stations pauvres sur sol profond	60-80 cm
21	35	PLECHATEL	95	786	11,8	stations pauvres sur sol profond	60-80 cm
31	35	SENS DE BRETAGNE	32	804	11,36	stations moyennement riches	> à 100 cm
32	35	LE PERTRE	75	879	11,31	stations pauvres sur sol profond	> à 100 cm
33	35	SIXT-SUR-AFF	35	839	11,91	stations pauvres sur sol profond	60-80 cm
37	35	MOULINS	77	733	11,62	stations assez riches à nappe temporaire	80-100 cm
39	35	VAL D'IZE	85	862	11,5	stations pauvres sur sol profond	60-80 cm
40	35	BAIN-SUR-OUST	45	875	12	stations pauvres sur sol profond	60-80 cm
1	56	ELVEN	29	1140	11,76	stations moyennement riches	80-100 cm
2	56	ELVEN	29	1140	11,76	stations pauvres sur sol profond	80-100 cm
3	56	CLEGUER	35	1100	11,66	stations pauvres sur sol profond	60-80 cm
4	56	CLEGUER	35	1100	11,66	stations pauvres sur sol profond	60-80 cm
5	56	LANGUIDIC	29	1058	11,61	stations pauvres sur sol profond	80-100 cm
6	56	INGUINIEL	40	1138	11,37	stations pauvres sur sol profond	60-80 cm
7	56	AUGAN	25	779	11,44	stations moyennement riches	80-100 cm
8	56	CAMPENEAC	30	776	11,22	stations moyennement riches	60-80 cm
9	56	CAMPENEAC	30	819	11,07	stations moyennement riches	60-80 cm
10	56	PLOURAY	30	1148	10,8	stations assez riches à nappe temporaire	80-100 cm
11	56	GOURIN	30	1247	10,9	stations riches sur sol profond	> à 100 cm
12	56	CAMORS	32	994	11,61	stations moyennement riches	80-100 cm
13	56	CAMORS	40	994	11,61	stations moyennement riches	80-100 cm
14	56	PLOERDUT	30	1196	10,91	stations moyennement riches	60-80 cm
15	56	NEANT SUR YVEL	38	765	11,26	stations moyennement riches	60-80 cm
22	56	SAINT-BRIEUC-DE- MAURON	14	768	11,41	stations moyennement riches	80-100 cm
23	56	INZINZAC- LOCHRIST	34	1123	11,66	stations moyennement riches	> à 100 cm
24	56	INZINZAC- LOCHRIST	19	1123	11,66	stations moyennement riches	> à 100 cm
25	56	NEANT SUR YVEL	27	751	11,3	stations moyennement riches	> à 100 cm
26	56	CONCORET	32	760	11,29	stations pauvres à nappe temporaire	60-80 cm
34	56	PLOURAY	14	1148	10,8	stations moyennement riches	60-80 cm
38	56	BRANDIVY	55	1005	11,86	stations moyennement riches	60-80 cm
41	56	GUILLAC	84	807	11,39	stations moyennement riches	80-100 cm
42	56	PERSQUEN	63	1121	11,22	stations moyennement riches	80-100 cm
43	56	LOYAT	83	771	11,39	stations moyennement riches	80-100 cm
44	56	LOYAT	72	771	11,39	stations moyennement riches	80-100 cm
45	56	PLUHERLIN	60	948	11,75	stations moyennement riches	60-80 cm
46	56	BRANDIVY	55	1005	11,86	stations moyennement riches	60-80 cm
47	56	SAINT VINCENT SUR OUST	35	860	12,01	stations moyennement riches	60-80 cm

FIGURE 45 : LOCALISATION DES PLACETTES

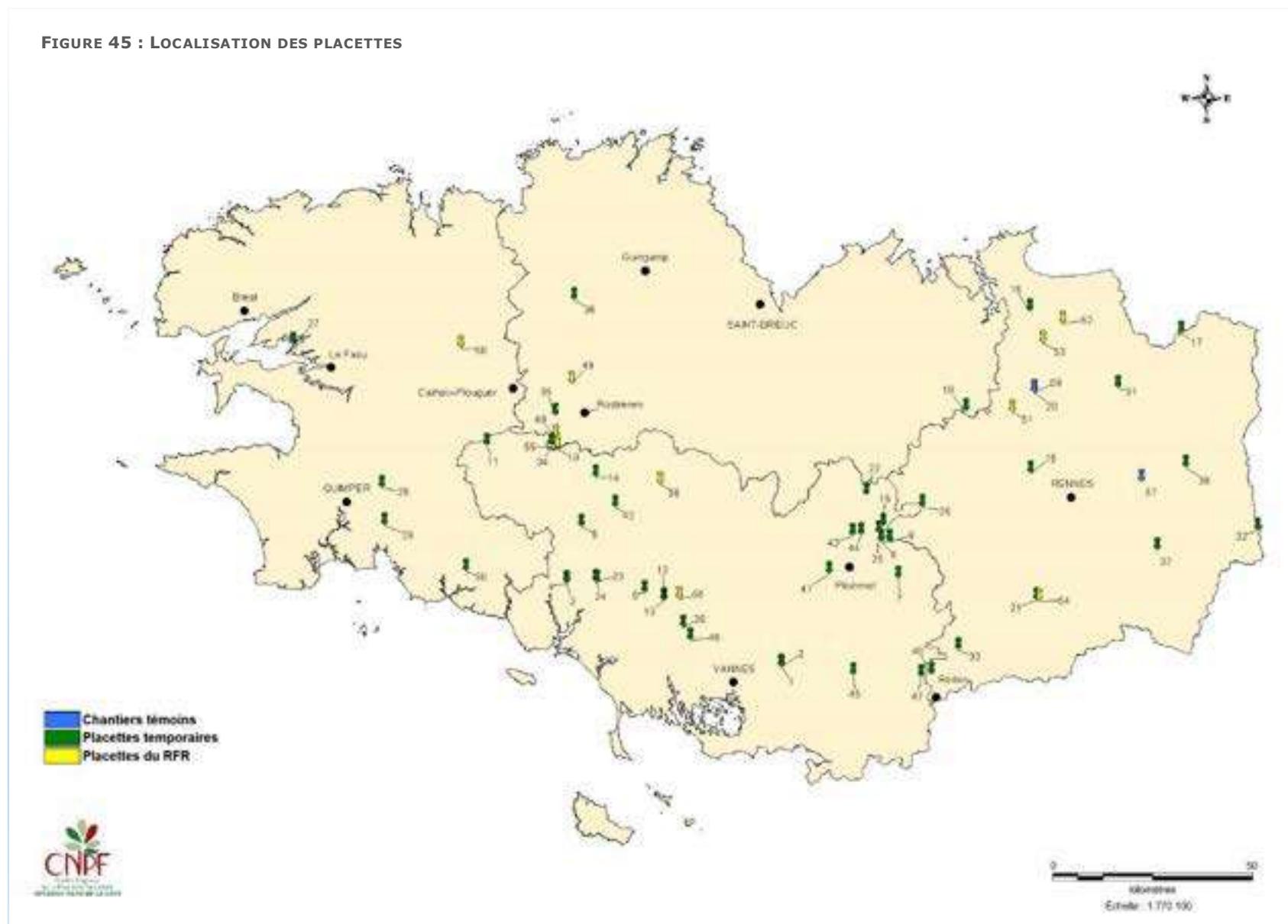




FIGURE 46 : PLACETTE TEMPORAIRE A KERPert (22) – ECLAIRCIE MECANISEE



FIGURE 47 : PLACETTE PERMANENTE RFR N°56010 A PLOURAY (56)



FIGURE 48 : PLACETTE TEMPORAIRE A ERGUE GABERIC (29)



FIGURE 49 : PLACETTE TEMPORAIRE A LANTIC (22)



FIGURE 50 : PLACETTE TEMPORAIRE A PLECHATEL (35)



FIGURE 51 : PLACETTE TEMPORAIRE A SENS DE BRETAGNE (35)

FIGURE 52 : LOCALISATION PAR RAPPORT AUX PRECIPITATIONS ANNUELLES MOYENNES (PERIODE 1981-2010)

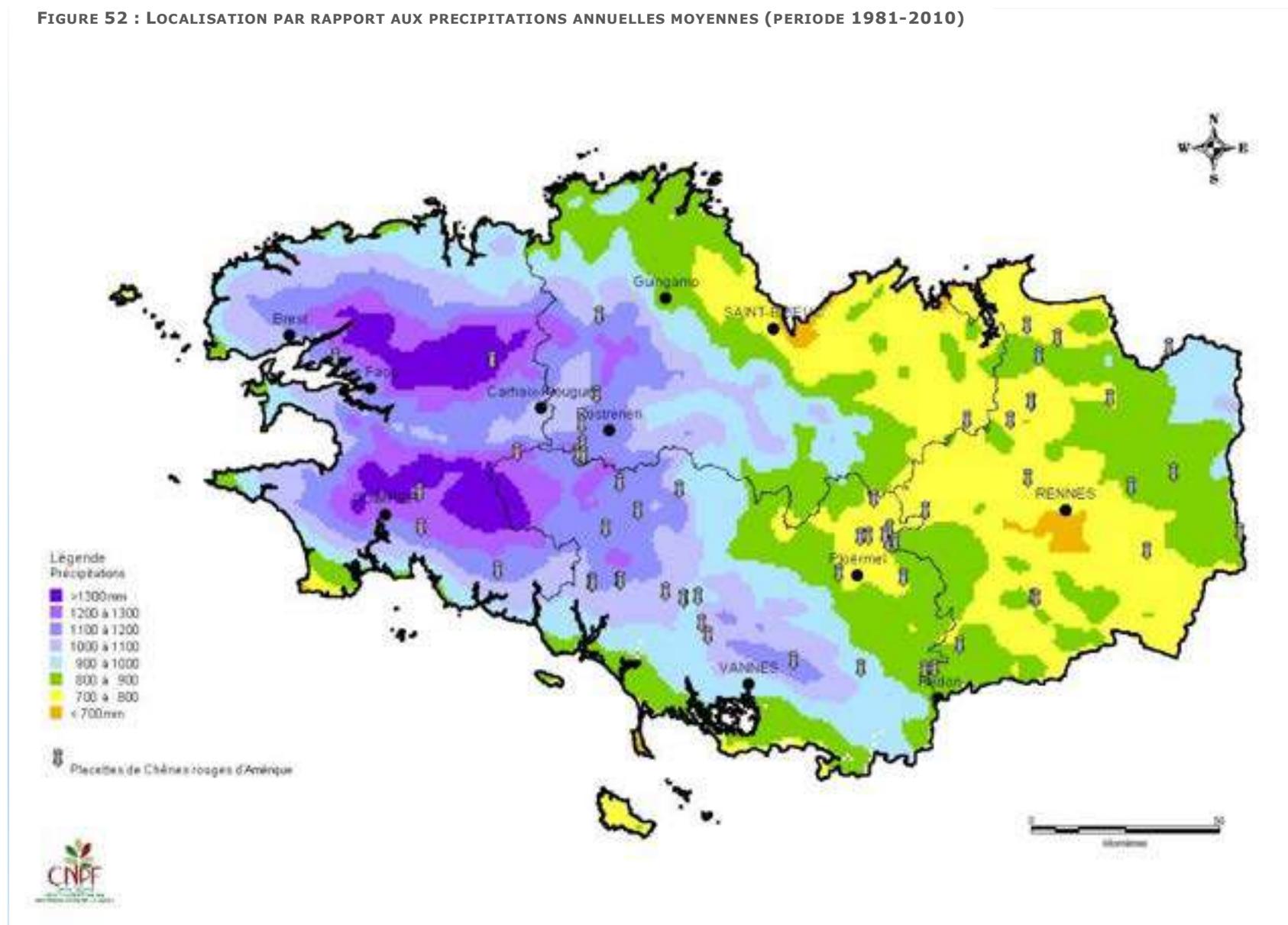
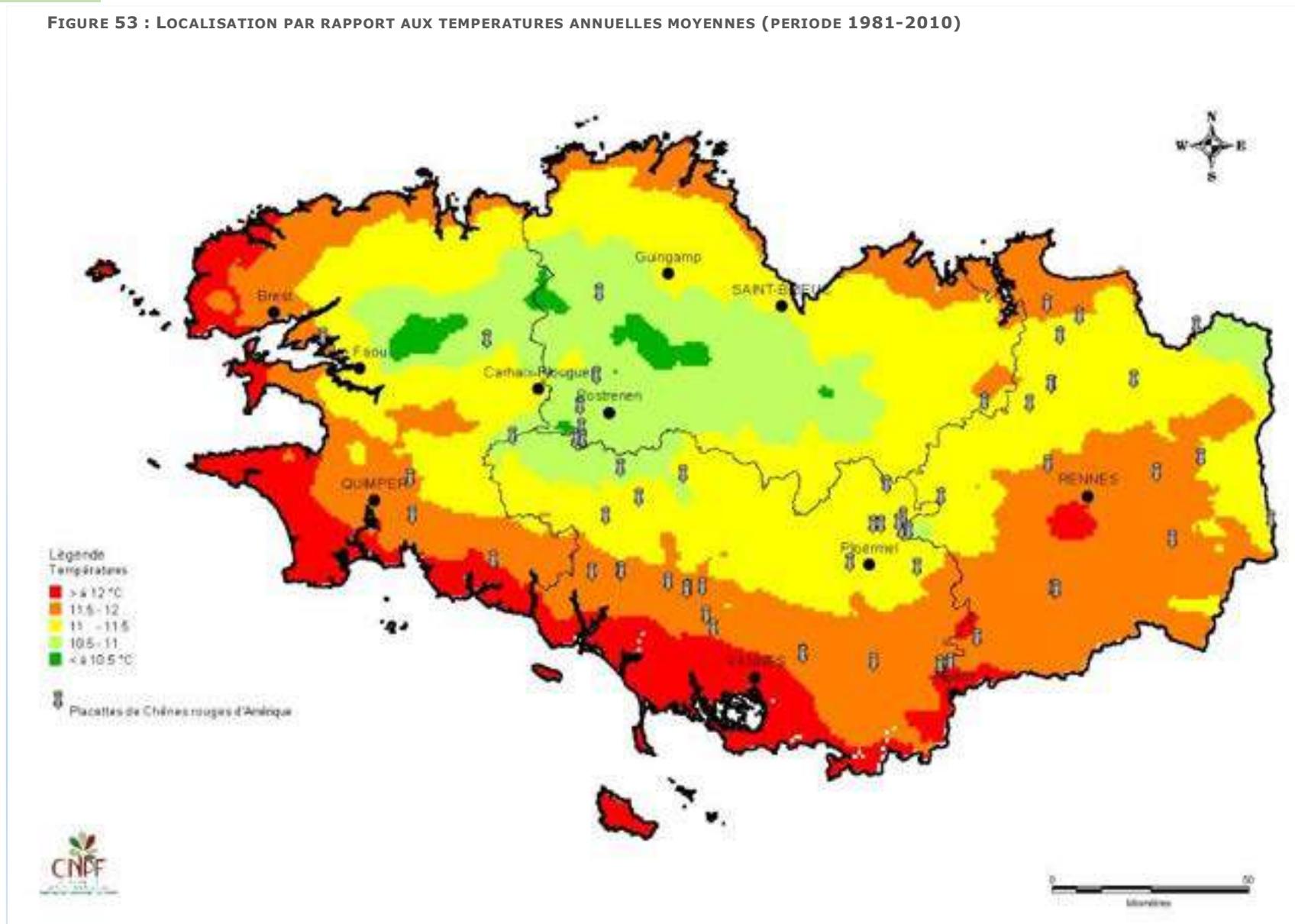




FIGURE 53 : LOCALISATION PAR RAPPORT AUX TEMPERATURES ANNUELLES MOYENNES (PERIODE 1981-2010)



2.3. Caractéristiques climatiques²¹ et stationnelles²²

Le climat

Les graphiques ci-contre présentent de manière synthétique les conditions climatiques des placettes localisées sur les cartes précédentes.

La moyenne de précipitations annuelles va de 724mm à Québriac (Nord de l'Ille-et-Vilaine) à 1363mm à Huelgoat (Finistère).

Toutes les placettes se situent au-dessus de 700 mm de précipitations annuelles, correspondant à la limite inférieure de l'optimum d'implantation du Chêne rouge.

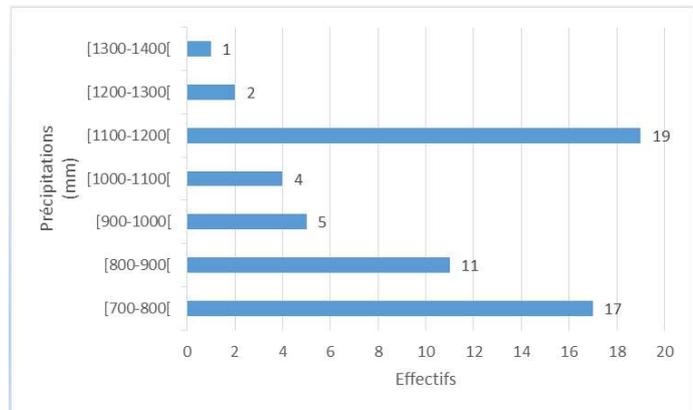


FIGURE 54 : REPARTITION DU NOMBRE DE PLACETTES EN FONCTION DES PRECIPITATIONS ANNUELLES

Un tiers des placettes présente une pluviométrie estivale inférieure à 150mm (12 dans le 56, 8 dans le 35 et 1 dans le 22), ce qui semble un peu limite au regard des valeurs indiquées au paragraphe 1.4. C'est dans une partie de ces placettes que des dégâts de collybie ont été observés.

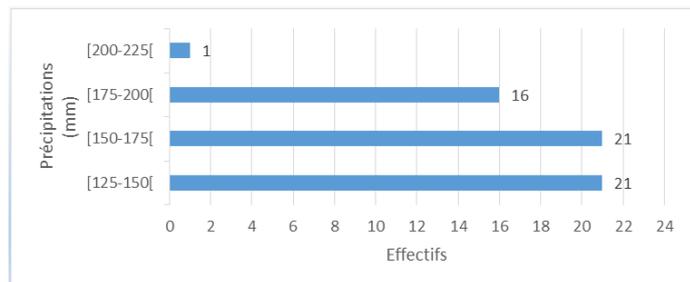


FIGURE 55 : REPARTITION DU NOMBRE DE PLACETTES EN FONCTION DES PRECIPITATIONS ESTIVALES

Toutes les placettes se situent au-dessus de 10,5°C de température moyenne annuelle. Trois placettes se situent dans les conditions les plus chaudes où la température moyenne est supérieure à 12°C. Elles sont situées dans le Sud de la Bretagne.

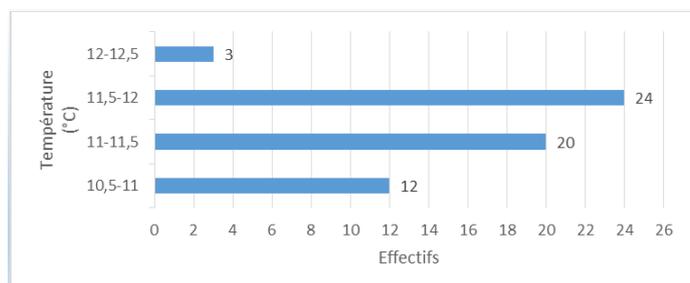


FIGURE 56 : REPARTITION DU NOMBRE DE PLACETTES EN FONCTION DES TEMPERATURES ANNUELLES

²¹ Les données climatiques qui suivent sont issues des normales climatiques 1981-2010 (données Aurelhy).

²² En Bretagne, il existe 3 guides des stations forestières: le Centre Ouest Bretagne, la moyenne Vilaine et le Vannetais. Pour en savoir plus : <https://bretagne-paysdelaloire.cnpf.fr/n/guides-fascicules-techniques/n:929>



Conclusion sur le climat :

Le Chêne rouge trouve sur une grande partie de la Bretagne des conditions de pluviométrie et de température proches de son optimum. Le climat du Sud et du Sud-Est de la région, plus chaud et plus sec, lui convient encore mais n'est pas optimal. La hausse des températures dans le cadre des changements climatiques pourrait le fragiliser, notamment en cas de développement de la collybie à pied en fuseau ou de l'encre.

La géologie

Les substrats géologiques bretons ont tous en commun le fait d'être acides, à l'exception des quelques poches de calcaire très localisées. Les nombreux accidents tectoniques (failles, plissements,...) qui ont jalonné le passé du Massif armoricain expliquent la complexité et le caractère très compartimenté de la géologie bretonne.

La nature des roches-mères intervient dans la formation des sols et la compréhension du relief, à l'origine de la diversité des stations forestières.

Les roches rencontrées dans les placettes RFR et temporaires peuvent être classées en six familles.

Les formations schisto-gréseuses du Briovérien :

Ce terme regroupe les formations géologiques les plus anciennes, composées principalement de schistes gris-verdâtres, de grès plus ou moins grossiers, ou de micaschistes (roche métamorphique feuilletée, d'aspect brillant, formée par une alternance de lits de micas et de quartz).

Les sols qui en résultent, d'épaisseur variable en fonction de la dureté de la roche, sont riches en limons et localement argileux en profondeur lorsque le schiste est bien altéré.

Les roches granitiques et roches apparentées :

Ce sont des roches magmatiques dures, formées de cristaux de quartz, de feldspath et de micas. Les granites les plus riches sont ceux qui ont le plus de micas. On trouve aussi des orthogneiss (granite qui a été métamorphisé).

Les sols formés sur granite ont une épaisseur très variable. D'acidité moyenne à élevée, ils sont généralement légers et bien drainés car riches en sable.

Les schistes de l'ère primaire :

Ces roches sédimentaires de composition minéralogique variable, localement métamorphique, présentent une structure feuilletée plus ou moins affirmée.

On distingue :

- Les schistes ardoisiers, caractérisés par leur débit en feuillets minces et réguliers, ayant autrefois fait l'objet d'une exploitation minière ;
- Les schistes pourprés, de couleur violacée, très durs et difficilement altérables, qui affleurent localement sous forme de dalles ou d'arêtes rocheuses.

Ces schistes, en se décomposant, produisent des sols d'épaisseur variable mais souvent faible, d'acidité moyenne à forte, riches en limon et dotés d'une bonne teneur en argile.



Les grès-quartzites (grès armoricains et autres roches très riches en quartz) :

Ce sont des roches de couleur gris clair, formées de petits cristaux de quartz soudés par un ciment siliceux.

Extrêmement durs et très pauvres en minéraux altérables, ils donnent des sols particulièrement acides et souvent caillouteux propices au développement de la lande.

Les roches volcaniques :

La roche la plus fréquente est la dolérite. On trouve également des amphibolites, des basaltes, des tufs d'origine volcano-sédimentaire. Elles se présentent aussi à l'état de petits filons insérés dans les schistes briovériens.

Les sols qui en résultent sont peu acides, bien drainés, riches en éléments nutritifs, mais souvent caillouteux car il s'agit de roches dures, difficilement altérables.

Les formations superficielles :

Ce sont les dépôts récents de l'ère quaternaire, qui recouvrent des substrats géologiques plus anciens. Leur épaisseur est suffisante pour qu'on les considère comme des roches-mères à part entière.

Les placages de limons éoliens du Quaternaire sont bien développés dans les parties septentrionales et orientales de la Bretagne.

Le graphique suivant présente la répartition des peuplements étudiés en fonction des grandes familles de roches rencontrées.

La plupart des placettes sont installées sur des roches granitiques ou des formations schisto-gréseuses du Briovérien. Peu de peuplements sont installés dans des sols particulièrement pauvres et acides propices à une végétation de type lande. Il n'y a pas de peuplements présents sur des roches volcaniques car d'autres essences feuillues sont préférées au Chêne rouge.

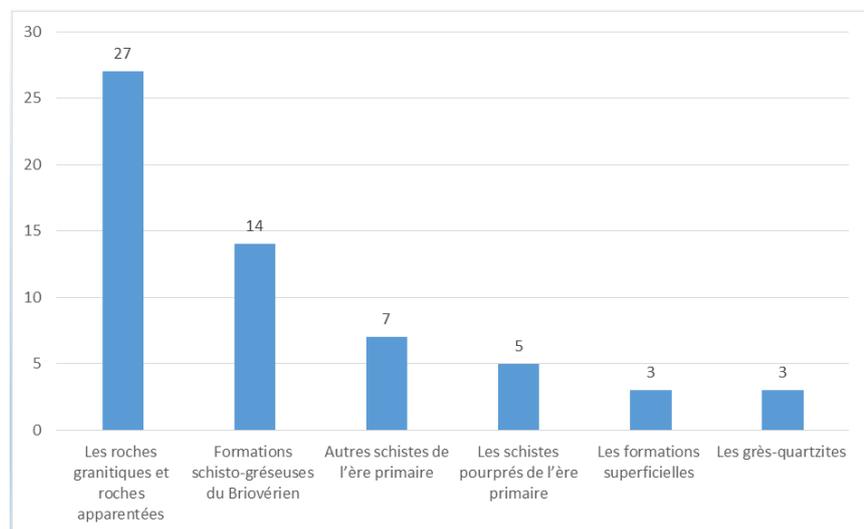


FIGURE 57 : REPARTITION DU NOMBRE DE PLACETTES EN FONCTION DU TYPE DE ROCHE MERE



La pédologie

Les graphiques suivants présentent les conditions de sol rencontrées sous les peuplements étudiés.

La plupart des placettes sont installées sur des stations pauvres ou moyennement riches sur sol profond, correspondant à l'optimum indiqué au paragraphe 1.4.

Peu de peuplements sont installés dans des stations riches même si le Chêne rouge y serait adapté. Elles conviennent aussi à d'autres essences plus exigeantes. De même, seules cinq placettes sont situées sur des stations avec présence d'une hydromorphie proche de la surface.

Le Chêne rouge nécessite des sols relativement profonds.

L'ensemble des placettes présentent des sols où la profondeur prospectable est supérieure à 60 cm.

Les textures sont majoritairement limoneuses ou limono-sableuse.

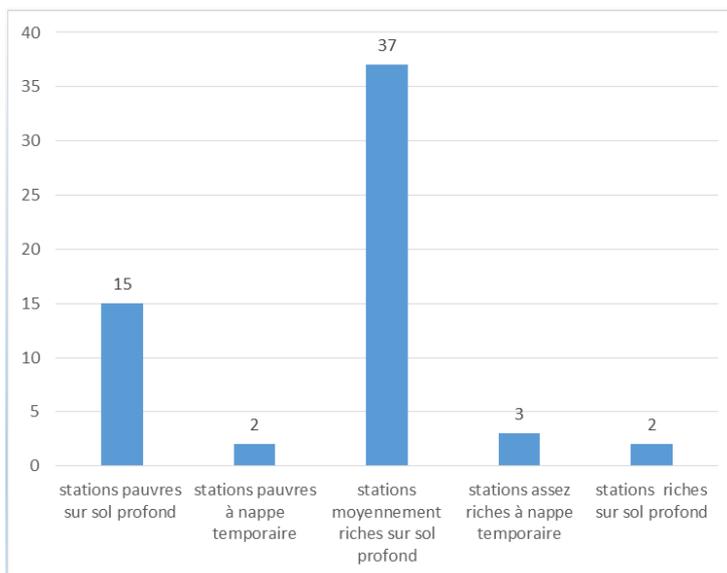


FIGURE 58 : REPARTITION DU NOMBRE DE PLACETTES EN FONCTION DU TYPE DE STATION

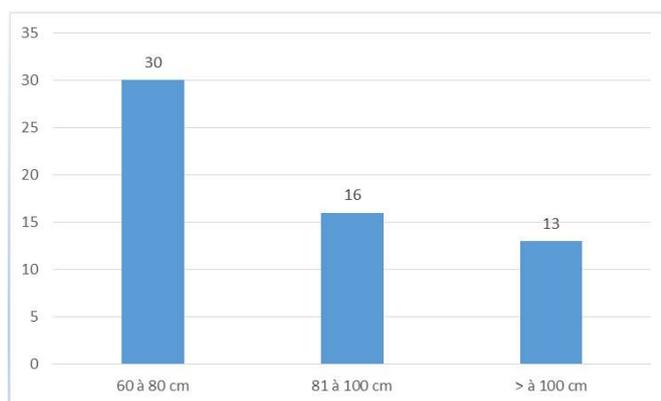


FIGURE 59 : REPARTITION DU NOMBRE DE PLACETTES EN FONCTION DE LA PROFONDEUR PROSPECTABLE PAR LES RACINES



FIGURE 61 : STATION FAVORABLE (SOL BRUN ACIDE)



FIGURE 60 : STATION DEFAVORABLE (PSEUDOGLEY PODZOLIQUE)



FIGURE 62 : STATION DEFAVORABLE (SOL SUPERFICIEL)



La Figure suivante positionne l'ensemble des placettes sur l'écogramme « Régime hydrique/richeesse chimique » de la station.

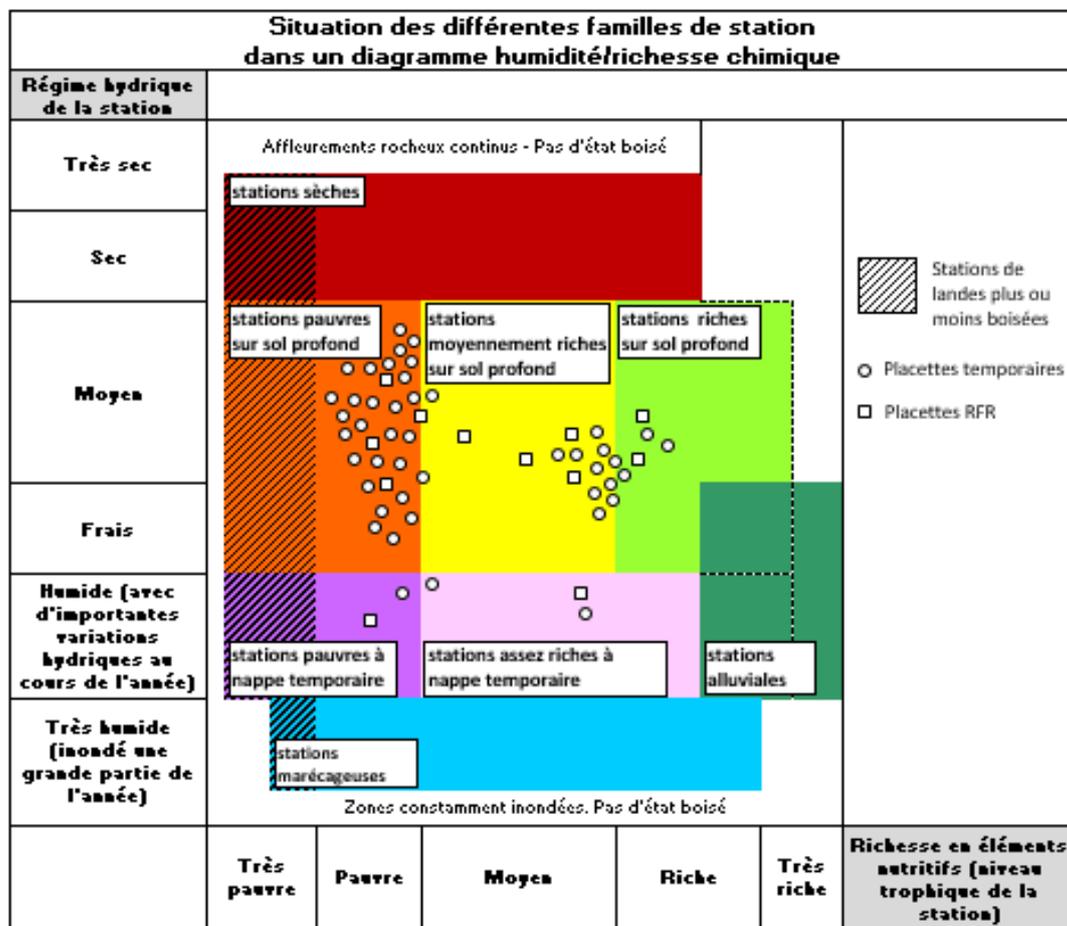


FIGURE 63 : POSITIONNEMENT DE L'ENSEMBLE DES PLACETTES SUR L'ÉCOGRAMME RÉGIME HYDRIQUE/RICHESSE TROPHIQUE

Les placettes se positionnent principalement sur deux zones distinctes :

- Les placettes sur stations pauvres sur sol profond ;
- Les placettes sur stations moyennement riches à riches sur sol profond.

5 peuplements sont installés en milieu humide. Cette espèce tolérant mal l'engorgement temporaire, elle est rarement implantée dans ce type de conditions. La technique du « billonnage » dans ces plantations a été utilisée pour remédier en partie à cette sensibilité et assainir la station. Son inconvénient bien connu est le risque d'instabilité des arbres. Pour exemple, de nouveaux chablis sont régulièrement observés dans la placette 35025RP du RFR.

Il n'y a pas de placettes en stations sèches, marécageuses ou alluviales. En effet, il n'est pas possible de trouver des peuplements mesurables (c'est-à-dire composés exclusivement ou très majoritairement de Chênes rouges) dans ces conditions, en raison de leur inadaptation à la station. Ces stations sont généralement occupées par d'autres espèces mieux adaptées.



3. Résultats

3.1. Croissance juvénile

Dix jeunes plantations de Chêne rouge, localisées en Ille-et-Vilaine, ont été mesurées pour déterminer la courbe d'accroissement moyen en hauteur sur les 6 premières saisons de végétation.

Celle-ci est comparée avec la croissance juvénile de plusieurs résineux tirée de l'étude des chantiers de reboisement après coupe rase d'épicéa de Sitka réalisée par le CRPF.

La courbe obtenue confirme que le Chêne rouge a une croissance juvénile très forte, proche du mélèze hybride. Au bout de 6 ans, seuls les Douglas et Mélèzes ont une croissance en hauteur plus fortes que les Chênes rouges.

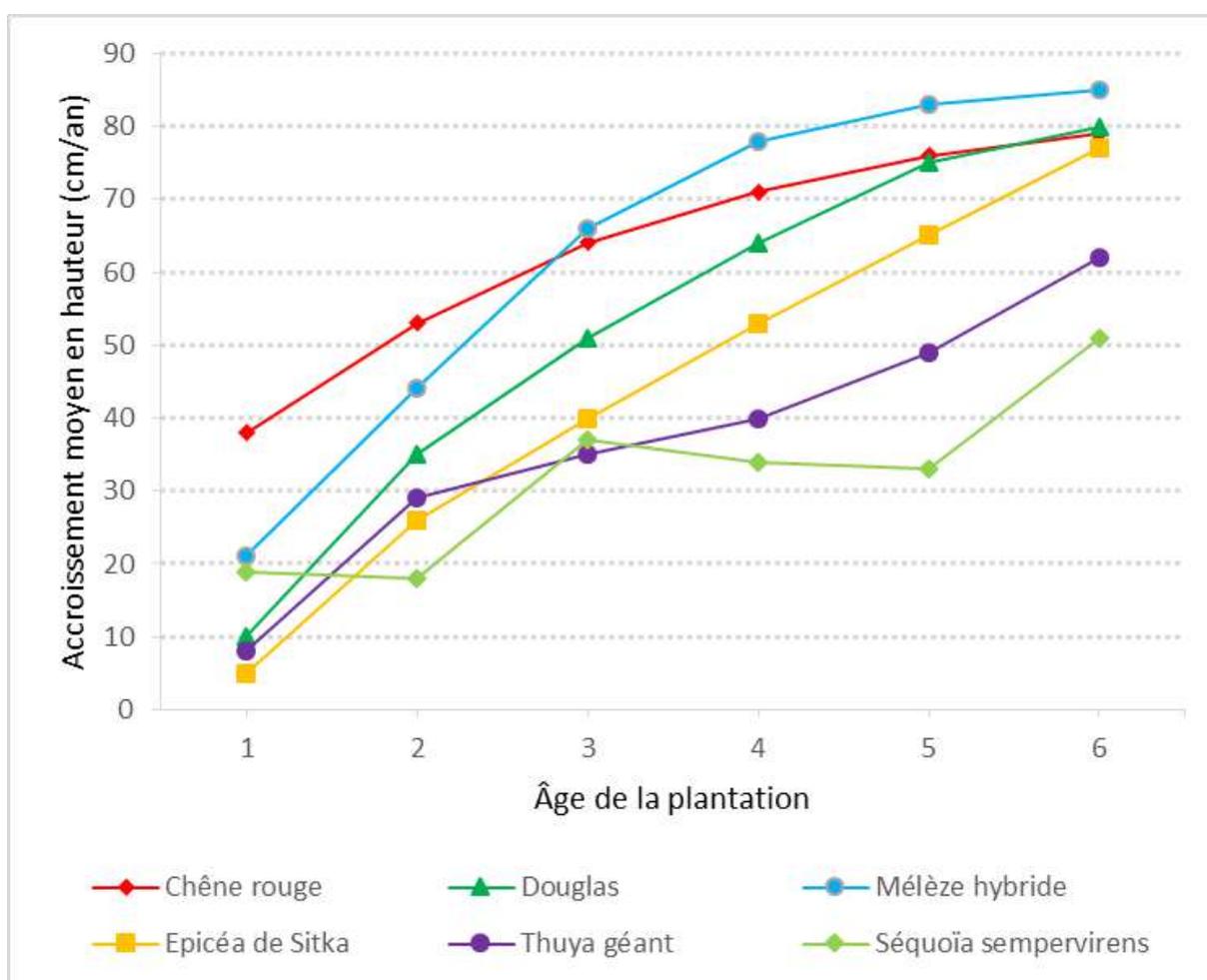


FIGURE 64 : ACCROISSEMENT ANNUEL MOYEN PAR ESSENCE (EN CM/AN)



3.2. Relation croissance en hauteur/âge et station

Les graphiques suivants positionnent, sur les courbes de issues du livre de l'INRA « Le Chêne rouge » (1994, coordonné par J. TIMBAL, courbes de fertilité de N. LE GOFF), les couples hauteur dominante²³/âge des placettes permanentes du RFR et des placettes temporaires (points gris).

Le couple hauteur dominante/âge ramené à un âge donné, qui est très fortement corrélé à la production totale du peuplement en vertu des lois d'Eichhorn²⁴, permet de déterminer le niveau de productivité d'un peuplement et constitue ainsi un excellent indice de fertilité. Ces courbes ont été utilisées dans le guide de sylviculture de l'ONF « Le Chêne rouge du domaine atlantique » de 2004.

Dans la présente étude, pour comparer les placettes entre-elles, il a été décidé de prendre comme critère de fertilité la hauteur dominante à 30 ans (H30), correspondant à l'âge moyen des peuplements mesurés.

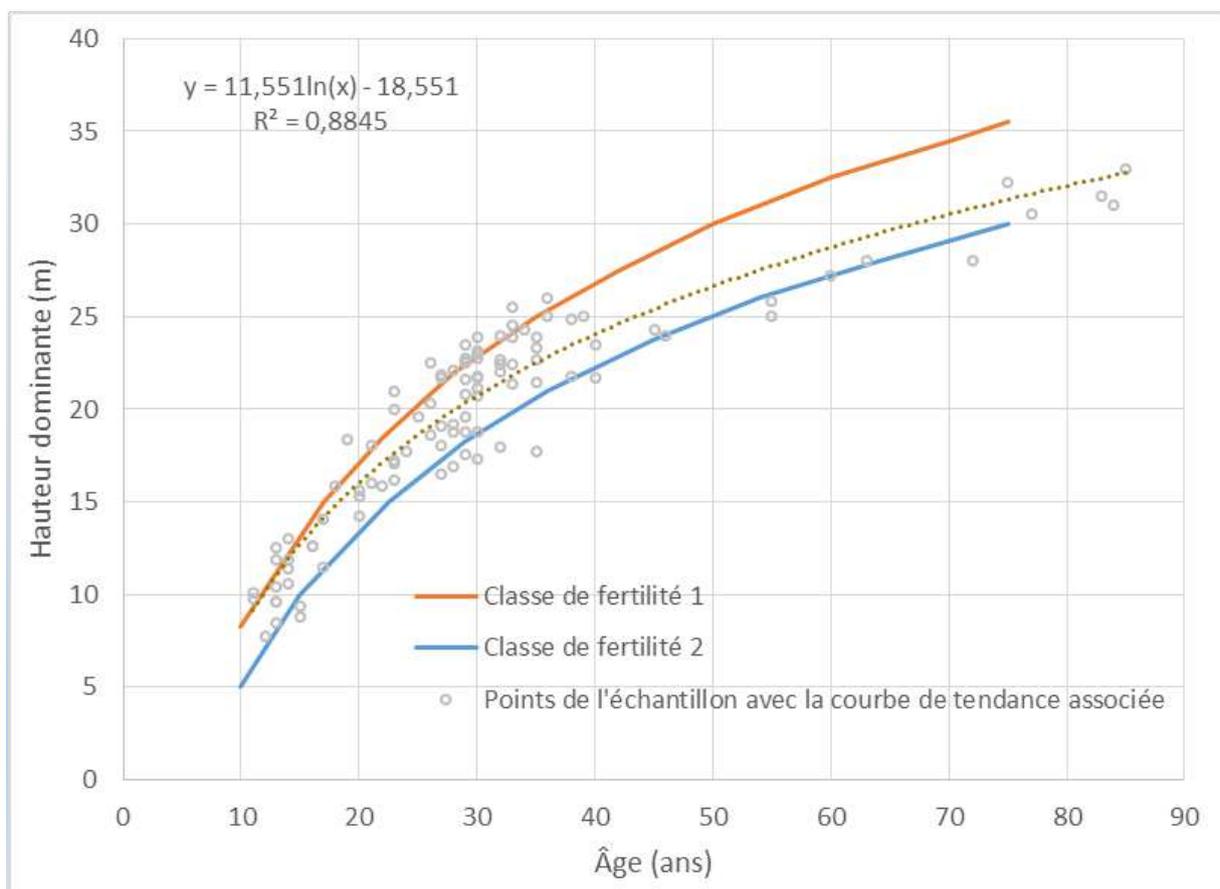


FIGURE 65 : POSITION DE L'ENSEMBLE DES PLACETTES SUR LES COURBES DE FERTILITE

²³ La hauteur dominante est la moyenne des hauteurs des 100 plus gros arbres à l'hectare

²⁴ Lois d'Eichhorn :

1 - "La hauteur dominante d'un peuplement équiennne, monospécifique et de couvert fermé, n'est fonction que de l'âge, de l'essence, et des conditions de station."

2 - "Le volume total produit par un peuplement équiennne, monospécifique et de couvert fermé, n'est fonction que de la hauteur dominante"

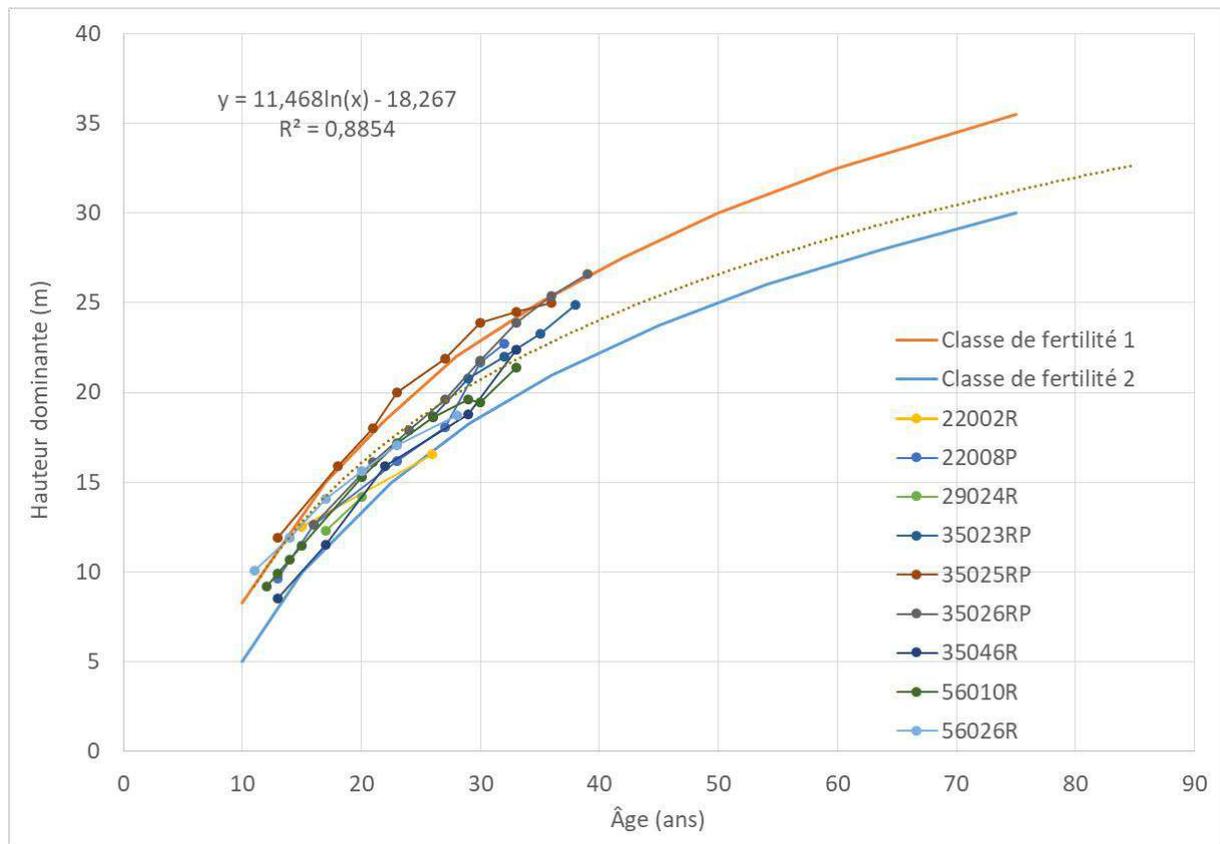


FIGURE 66 : POSITION DES PLACETTES PERMANENTES SUR LES COURBES DE FERTILITE

La moyenne des hauteurs dominantes à 30 ans (H30) est de 20,8m. Deux tiers des placettes permanentes sont situés dans de bonnes fertilités.

Le décile situé dans les fertilités les plus basses regroupe les peuplements implantés dans les moins bonnes stations de l'échantillon (stations pauvres bien drainées sur sol profond) et les peuplements les plus âgés.

Les placettes de la meilleure tranche de fertilité (H30 comprise entre 21 et 23m) sont sur stations bien drainées et dotées d'une bonne richesse minérale²⁵.

Deux placettes se trouvent sur des stations à engorgement temporaire, où l'on pourrait supposer que le Chêne rouge rencontre des difficultés de croissance. Néanmoins, la station est chimiquement assez riche, puisqu'il s'agit d'anciennes terres agricoles. La plantation sur ados relativement hauts a permis aux plants de s'affranchir de l'engorgement temporaire. Cette technique de plantation est cependant déconseillée en raison des risques de chablis lié à l'enracinement superficiel dans de telles conditions.

²⁵ C8, C9 pour le Guide du Centre Ouest Bretagne - S6, S7 pour le Guide de Moyenne Vilaine - V6 pour le Guide du Vannetais.



La station est le facteur explicatif essentiel de la croissance des arbres mais ce n'est pas le seul. Le microclimat de la station, la provenance génétique des plants, les soins apportés à la plantation ont également une influence qu'il est difficile de quantifier faute d'informations suffisantes.

Enfin, le climat, qui n'est pas homogène d'un bout à l'autre de la région (cf. cartes du 2.3) a vraisemblablement également un impact sur la croissance du Chêne rouge. Celui-ci est difficile à mettre en évidence du fait des phénomènes de compensation qui s'opèrent avec le sol (une forte pluviométrie peut compenser un sol moins profond ou une exposition Sud).

En conclusion,

- Le Chêne rouge ne supporte pas les stations très humides, les stations les plus pauvres (stations à podzol ou stations colonisées par une végétation de lande à base d'ajonc et de bruyère) ainsi que les stations peu profondes ;
- Il peut se contenter de stations pauvres sur sol profond (plus de 60 cm de profondeur) et constitue alors une alternative à certains résineux ;
- Le Chêne rouge croît sur les stations à engorgement temporaire modéré s'il est planté sur ados mais les risques de chablis sont élevés.

3.3. Analyse dendrométrique et sylvicole des placettes

Densité (nombre de tiges à l'hectare) des placettes permanentes

Le graphique suivant montre l'évolution de la densité des placettes permanentes (placettes pour lesquelles l'historique sylvicole a été enregistré) en fonction de l'âge du peuplement.

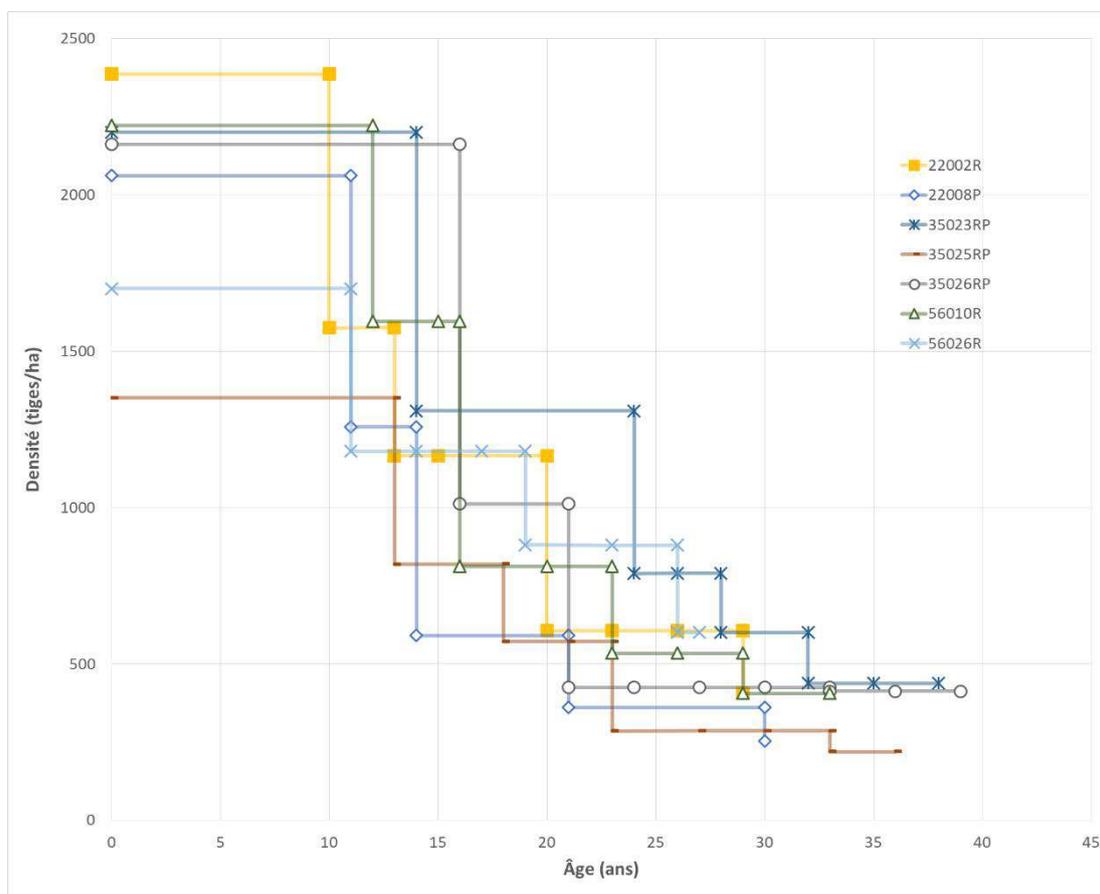


FIGURE 67 : PASSAGE EN ECLAIRCIE DES PLACETTES PERMANENTES



La densité de plantation est comprise entre 1 300 tiges (placette 35026RP) et 2 400 tiges (placette 22002R) par hectare. Ce graphique montre que le passage en éclaircie d'une parcelle est assez variable en termes d'âge d'exploitation et d'intensité.

La première éclaircie est généralement intervenue avant 14 ans (sauf pour la placette 35026RP, 16 ans). Le prélèvement a été fort avec un taux de prélèvement compris entre 35% et 50% du nombre de tiges.

TABLEAU 6 : CARACTERISTIQUES DES ECLAIRCIES

Identifiant	Age	Densité initiale (tiges/ha)	Densité actuelle (tiges/ha)	Nombre d'éclaircies réalisées	Taux de prélèvement (en nombre de tiges)
22002R	29 ans	2386	406	4	83%
22008P	30 ans	2062	253	4	88%
35023RP	38 ans	2200	438	4	80%
35025RP	36 ans	1351	219	4	84%
35026RP	39 ans	2162	413	2	81%
56010R	33 ans	2222	406	4	82%
56026R	27 ans	1700	600	3	65%

TABLEAU 7 : CARACTERISTIQUES DES DEUX PREMIERES ECLAIRCIES

Identifiant	Age de la première éclaircie	Pas de temps entre les deux premières éclaircies	Taux de prélèvement cumulé entre les deux premières éclaircies (en nombre de tiges)
22002R	10 ans	3 ans	51%
22008P	11 ans	3 ans	71%
35023RP	14 ans	10 ans	64%
35025RP	13 ans	5 ans	58%
35026RP	16 ans	5 ans	81%
56010R	12 ans	4 ans	63%
56026R	11 ans	8 ans	48%

La réalisation des deux premières interventions a été peu espacée dans le temps. Si l'on cumule le prélèvement en nombre de tiges des deux premières éclaircies, on s'aperçoit que plus de la moitié du peuplement a été récoltée (jusqu'à trois quarts du peuplement pour les placettes 22008P et 35026RP).

4 à 7 ans séparent la deuxième de la troisième éclaircie.

Trois à quatre éclaircies ont été effectuées avant 35 ans dans les placettes permanentes. Les coupes ont été rapprochées et dynamiques.



TABLEAU 8 : CARACTERISTIQUES DES ECLAIRCIES DES PLACETTES TEMPORAIRES

Id (carte)	Dpt	Commune	Age (ans)	Densité initiale (tiges/ha)	Densité actuelle (tiges/ha)	Nombre d'éclaircies réalisées	Taux de prélèvement (en nombre de tiges)
22	56	SAINT-BRIEUC-DE-MAURON	14	1163	1013	1	13%
34	56	PLOURAY	14	1596	1149	1	28%
24	56	INZINZAC-LOCHRIST	19	1766	700	2	60%
18	22	PLOUASNE	23	1250	375	3	70%
7	56	AUGAN	25	1125	738	1	34%
19	35	PACE	26	1600	600	3	63%
25	56	NEANT SUR YVEL	27	1250	420	2	66%
28	29	ERGUE-GABERIC	28	1111	280	3	75%
29	29	SAINT YVI	28	1667	520	2	69%
27	29	LOGONNA-DAOULAS	29	1190	560	2	53%
16	35	PLERGUER	29	2000	538	3	73%
17	35	LE FERRE	29	1250	1200	0	4%
1	56	ELVEN	29	1188	513	2	57%
2	56	ELVEN	29	1363	588	1	57%
5	56	LANGUIDIC	29	1613	751	1	53%
30	29	RIEC-SUR-BELON	30	1111	1111	0	0%
8	56	CAMPENEAC	30	1313	626	1	52%
9	56	CAMPENEAC	30	938	538	1	43%
10	56	PLOURAY	30	2438	1200	1	51%
11	56	GOURIN	30	1738	888	1	49%
14	56	PLOERDUT	30	2038	725	1	64%
35	22	GLOMEL	32	2062	1250	1	39%
31	35	SENS DE BRETAGNE	32	1100	200	5	82%
12	56	CAMORS	32	2138	788	1	63%
26	56	CONCORET	32	4167	540	4	87%
20	35	QUEBRIAC	33	1100	750	2	32%
23	56	INZINZAC-LOCHRIST	34	2000	540	3	73%
33	35	SIXT-SUR-AFF	35	1333	720	1	46%
3	56	CLEGUER	35	1150	513	1	55%
4	56	CLEGUER	35	1925	1063	1	45%
15	56	NEANT SUR YVEL	38	1425	738	1	48%
6	56	INGUINIEL	40	1063	450	1	58%
13	56	CAMORS	40	1488	462	2	69%
32	35	LE PERTRE	75	1111	120	5	89%
21	35	PLECHATEL	95	1100	75	6	93%

Les trois quarts des placettes temporaires visitées sont en retard d'éclaircie. Elles ont bénéficié de seulement une à deux éclaircies.

Les placettes de Plouasne (18) et Sens-de-Bretagne (31) ont bénéficié d'une sylviculture très dynamique avec des éclaircies rapprochées et de fortes intensités. Les arbres ont très bien réagi.



Circonférence moyenne

Le graphique suivant montre les circonférences moyennes de l'ensemble des tiges des placettes permanentes et temporaires en fonction de l'âge.

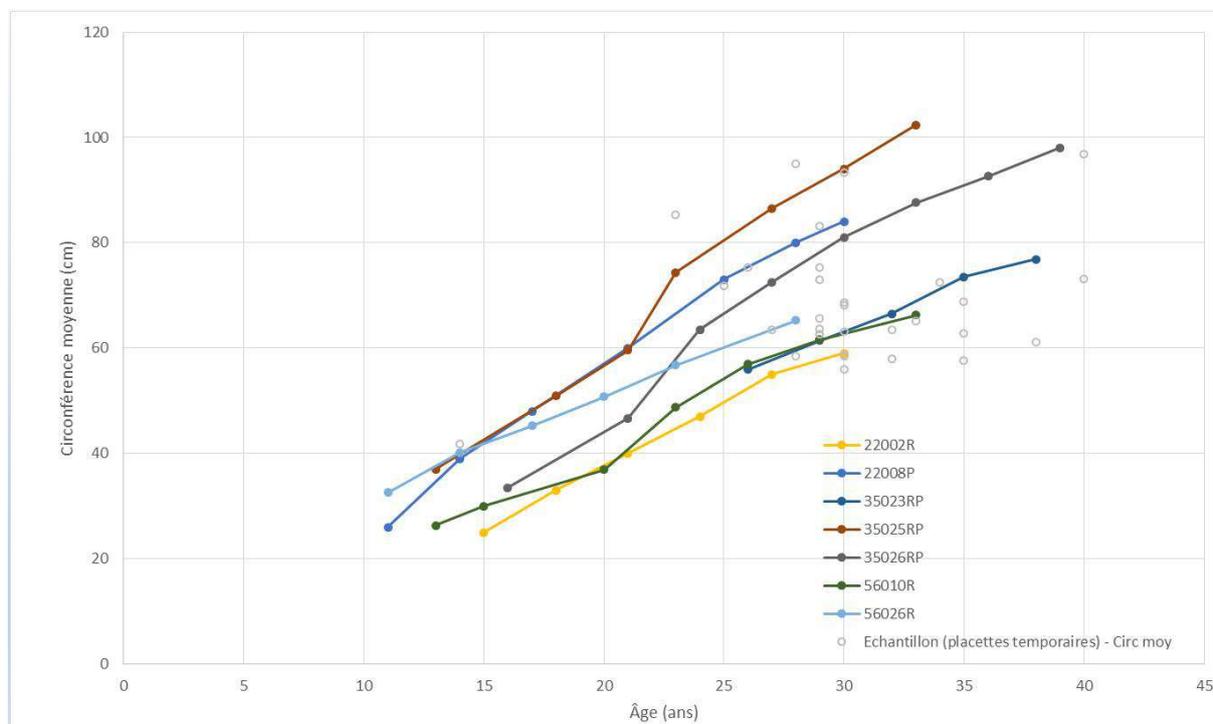


FIGURE 68 : EVOLUTION DE LA CIRCONFERENCE MOYENNE DE L'ENSEMBLE DES TIGES EN FONCTION DE L'AGE

TABLEAU 9 : CIRCONFERENCE MOYENNE DE L'ENSEMBLE DES TIGES PAR HECTARE

Identifiant	Age	Densité actuelle (tiges/ha)	Circonférences moyennes (cm)	Nombre de tiges d'avenir (tiges/ha)
22002R	29 ans	406	59	172
22008P	30 ans	253	84	187
35023RP	38 ans	438	77	155
35025RP	36 ans	219	110	130
35026RP	39 ans	413	98	88
56010R	33 ans	406	66	170
56026R	27 ans	600	65	Pas de tiges désignées

La placette présentant la plus faible circonférence moyenne est la placette 22002R (59 cm à 29 ans). Il s'agit de la placette qui avait la densité d'installation la plus forte avec 2 400 plants par ha.

Celle présentant la plus forte circonférence moyenne à 30 ans est la placette 35025RP (94 cm). Il s'agit de la placette qui avait la densité d'installation la plus faible avec 1 350 plants par ha.



Circonférence moyenne des tiges d'avenir désignées

Le graphique suivant montre les circonférences moyennes des tiges d'avenir désignées des placettes en fonction de l'âge.

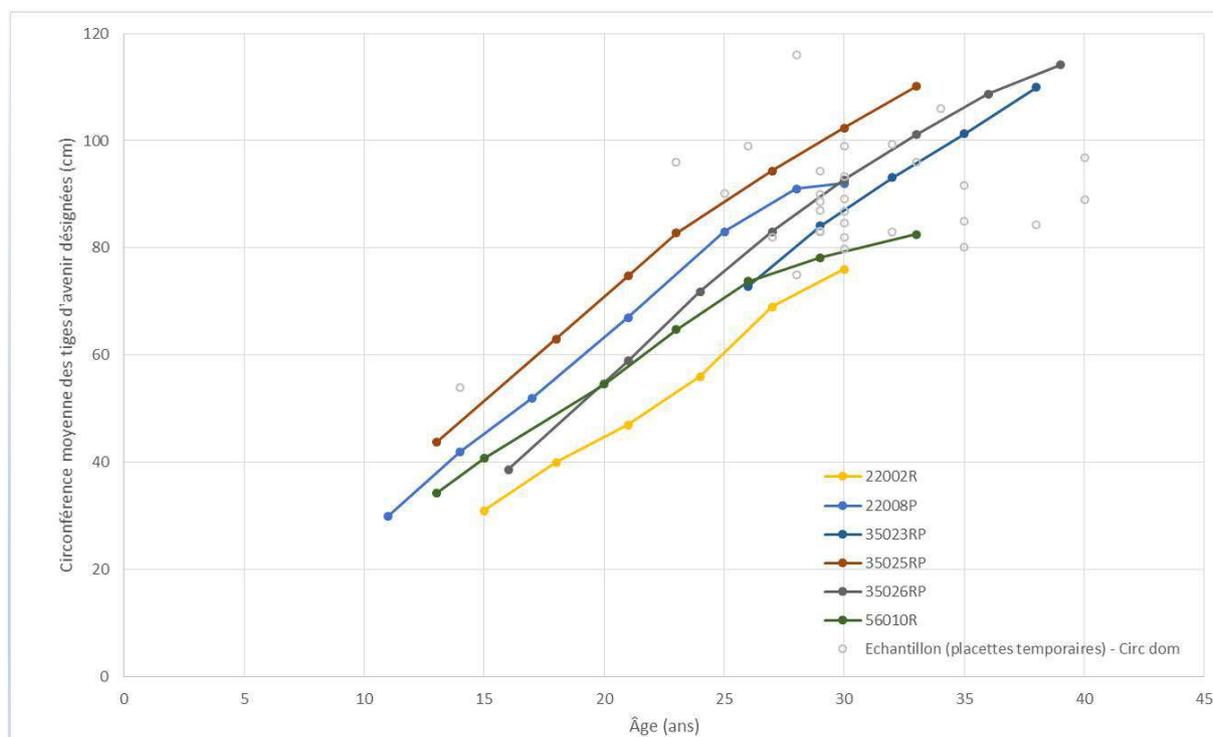


FIGURE 69 : EVOLUTION DE LA CIRCONFERENCE MOYENNE DES TIGES D'AVENIR EN FONCTION DE L'AGE

TABLEAU 10 : CIRCONFERENCE MOYENNE DES TIGES D'AVENIR PAR HECTARE

Identifiant	Age	Densité actuelle (tiges/ha)	Circonférences moyennes des tiges d'avenir (cm)	Nombre de tiges d'avenir (tiges/ha)
22002R	29 ans	406	76	172
22008P	30 ans	253	92	187
35023RP	38 ans	438	110	155
35025RP	36 ans	219	118	130
35026RP	39 ans	413	114	88
56010R	33 ans	406	83	170
56026R	27 ans	600	Pas de tiges désignées	Pas de tiges désignées

Le nombre de tiges d'avenir désignées par hectare dans les placettes permanentes varie de 88 (35026RP) à 187 (22008P). Seules deux placettes correspondent à l'optimum pour le Chêne rouge (80 à 130 tiges par hectare).

La placette présentant la plus faible circonférence moyenne des tiges d'avenir à 30 ans est la placette 22002R (76 cm, estimation). Celle présentant la plus forte circonférence moyenne à 30 ans est la placette 35025RP (94 cm). Il s'agit de la placette qui avait la densité d'installation la plus faible avec 1350 plants par ha.



Accroissement moyen en circonférence des tiges d'avenir désignées

Le graphique suivant montre l'évolution des accroissements moyens en circonférence des tiges d'avenir désignées des placettes en fonction de l'âge.

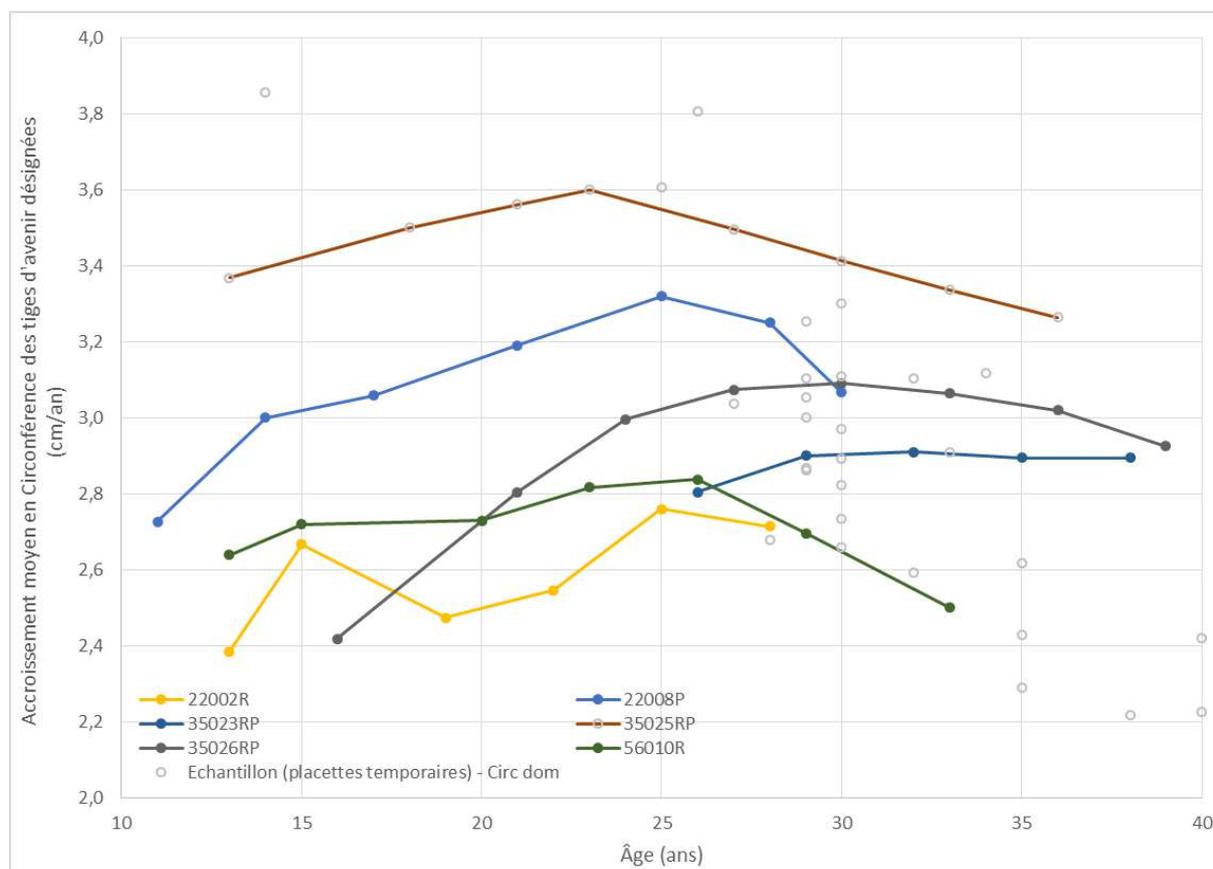


FIGURE 71 : EVOLUTION DE L'ACCROISSEMENT MOYEN EN CIRCONFERENCE DES TIGES D'AVENIR

Les deux placettes qui ont été conduites le plus dynamiquement (22008P et 35025RP) maintiennent un accroissement supérieur à 3cm par an (plus de 1cm sur le diamètre). C'est cet accroissement qu'il faudrait arriver à maintenir tout au long de la vie du peuplement.

L'accroissement diminue avec le temps dans l'ensemble des placettes.



Accroissement courant en circonférence des tiges d'avenir désignées

Le graphique suivant montre l'évolution des accroissements courants en circonférence des tiges d'avenir désignées des placettes entre deux mesures.

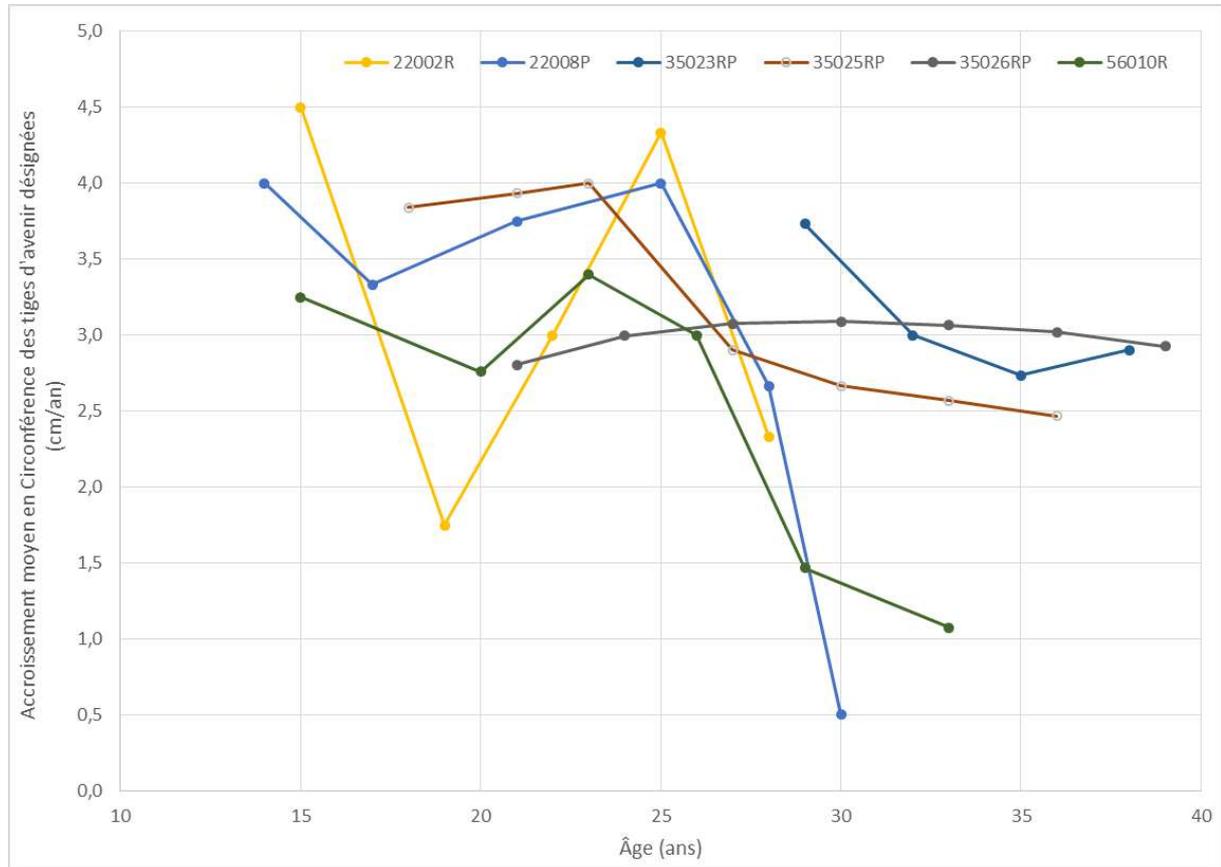


FIGURE 72 : EVOLUTION DE L'ACCROISSEMENT COURANT EN CIRCONFERENCE DES TIGES D'AVENIR ENTRE DEUX MESURES

Les à-coups observés dans la placette 22002R montrent que la densité de tiges d'avenir (172 t/ha) était trop élevée pour permettre une réaction positive.

Pour la placette 22008P, l'accroissement courant est descendu à 0,5cm/an. Une éclaircie est à prévoir rapidement. La densité de tiges d'avenir était aussi trop élevée (187 t/ha). Il serait intéressant d'abaisser la densité des tiges d'avenir à une centaine de tiges par hectare pour limiter la concurrence entre ces tiges.

Les tiges d'avenir des placettes 35023RP et 35026RP ont réussi à maintenir un accroissement courant proche de 3cm/an entre deux mesures, ce qui montre que ces arbres étaient en croissance libre et n'ont pas souffert de la concurrence.



Accroissement moyen en volume bois fort dans les placettes permanentes

Les mesures des placettes permanentes permettent de donner un ordre d'idée quant à l'accroissement moyen en volume du Chêne rouge d'Amérique. Cela surestime l'accroissement moyen en volume bois fort car les arbres n'ont pas atteint l'âge d'exploitabilité recommandé. Les peuplements suivis ont tous moins de 40 ans.

Le volume bois fort est calculé à partir de la surface terrière, la hauteur dominante assorti d'un coefficient de forme de décroissance de 0,50 (valeur retenue à dire d'expert pour ces peuplements). Ce volume correspond au volume de bois découpe 7cm. Il ne s'agit pas d'un volume bois d'œuvre.

Formule utilisée : $V = F \times G \times H$

V : volume bois fort

F : coefficient de forme de décroissance avec comme valeur retenue de 0,5

G : surface terrière du peuplement

H : hauteur dominante du peuplement

Pour les placettes permanentes, la production réelle du peuplement a pu être déterminée en prenant en compte le volume total à l'année N et les volumes prélevés lors des différentes éclaircies.

Selon la fertilité de la station, la production en volume varie de 7,8 à 15,3 m³/ha/an. Comme ces peuplements ont été en général installés sur d'anciennes terres agricoles, on peut penser que la fertilité est meilleure et augmente la production en volume.

Le Chêne rouge d'Amérique présente une production moyenne annuelle supérieure à celle des Chênes sessiles et pédonculés.

TABLEAU 11 : ACCROISSEMENT MOYEN EN VOLUME BOIS FORT

Identifiant	Antécédent cultural	Age du peuplement	Accroissement moyen en volume bois fort (m ³ /ha/an)
22002R	Agricole	29 ans	7,8
22008P	Agricole	30 ans	10,4
35023RP	Plantation résineuse	38 ans	13,5
35025RP	Agricole	36 ans	12,9
35026RP	Agricole	39 ans	15,3
56010R	Agricole	33 ans	8,3
56026R	Agricole	27 ans	12,4

Accroissement courant en volume bois fort dans les placettes permanentes

Les mesures des placettes permanentes permettent de donner un ordre d'idée quant à l'accroissement courant en volume bois fort (ACV) des Chênes rouges d'Amérique. Celui-ci correspond à l'augmentation du volume du peuplement au cours du temps qui s'est écoulé entre 2 mesures (ACV=Vol2-Vol1 + volume prélevé en éclaircie entre les 2 périodes de mesures).

Les peuplements implantés sur les meilleurs terrains et ayant bénéficié d'un bon suivi sylvicole atteignent des accroissements courants sur le volume qui avoisinent voire dépassent les 15m³ /ha/an.



TABEAU 12 : ACCROISSEMENT COURANT EN VOLUME BOIS FORT

Identifiant	Antécédent culturel	Age du peuplement sur l'intervalle de calcul (ans)	Accroissement courant en volume bois fort (m ³ /ha/an)
22002R	Agricole	23-29	11,6
22008P	Agricole	21-30	15,0
35023RP	Plantation résineuse	32-38	13,2
35025RP	Agricole	27-33	17,7
35026RP	Agricole	33-39	23,5
56010R	Agricole	23-29	13,5
56026R	Agricole	19-26	16,8

Volume de bois commercialisé

30 et 40 stères de billons de bois de chauffage par ha ont été valorisés lors de la première éclaircie dans les placettes permanentes du RFR.

Pour les éclaircies suivantes, 40 à 90 stères par ha ont pu être commercialisés.

Dans les vieux peuplements exploités en Bretagne de plus de 60 ans, le volume bois d'œuvre a été compris entre 120 et 200 m³ par ha.



FIGURE 73 : GRUME DE CHENE ROUGE D'AMERIQUE EXPLOITEE

Les mélanges possibles

Le Chêne rouge d'Amérique se prête bien au mélange d'essences. Plusieurs plantations mélangées visitées affichent de bons résultats. Le tableau suivant présente les différents mélanges possibles. Il serait intéressant d'étudier la réussite de ces mélanges dans une prochaine étude.

Comme indiqué dans la partie 1.4, il est déconseillé d'implanter le Chêne rouge en mélange avec le Châtaignier car ils sont tous les deux très sensibles à l'encre.

TABEAU 13 : MELANGES POSSIBLES

Par bouquets	Pied à pied
Douglas	Douglas
Erable sycomore	Merisier
Cèdre de l'Atlas	
Pin Laricio	
Thuya géant	
Merisier	



FIGURE 74 : MELANGE CHENE ROUGE – MERISIER A PACE (35)



FIGURE 76 : MELANGE CHENE ROUGE - ERABLE SYCOMORE A LANGAST (22)



FIGURE 75 : MELANGE PIED A PIED CHENE ROUGE – DOUGLAS A BROULAN (35)



FIGURE 77 : MELANGE CHENE ROUGE – DOUGLAS A PACE (35)



FIGURE 79 : MELANGE CHENE ROUGE - PIN LARICIO A CUGUEN (35)



FIGURE 78 : MELANGE CHENE ROUGE - CEDRE DE L'ATLAS A CHAUVIGNE (35)



Les plantations d'enrichissement

Sa forte croissance juvénile est un véritable atout pour l'installer dans du recrû naturel ou en plantation d'enrichissement dans les mélanges de futaie et taillis et les taillis pauvres.

Il est capable de se développer dans une trouée ouverte de quelques ares dans un peuplement et de rapidement atteindre l'étage dominant.

Certains taillis ou mélanges de futaie et taillis dans les Côtes d'Armor ont été enrichis avec cette essence comme le montre la photo ci-dessous. Cette méthode de plantation pourrait être reproduite dans les autres départements bretons en veillant bien entendu à protéger individuellement les plants contre les dégâts de chevreuil.



FIGURE 80 : ENRICHISSEMENT D'UN MELANGE DE FUTAIE ET TAILLIS A SAINT GILLES VIEUX MARCHE (22)



4. Conduite sylvicole du Chêne rouge d'Amérique

4.1. Objectifs sylvicoles proposés pour le Chêne rouge

Les diamètres d'exploitabilité recommandés sont à rapprocher de la qualité des peuplements et de la station.

Le diamètre d'exploitabilité minimal est fixé à **47,5 cm** dans le Schéma Régional de Gestion Sylvicole de Bretagne. C'est le diamètre en dessous duquel il n'est pas possible de récolter une futaie régulière dès lors que ces peuplements sont bien adaptés à la station et poussent normalement, sauf cas particuliers à justifier.

Ce diamètre d'exploitabilité minimal ne s'applique pas :

- aux coupes d'amélioration intermédiaires (éclaircies) ;
- dans les cas où l'essence est mal adaptée à la station et atteindra les dimensions requises dans des délais excessifs, bien au-delà de l'âge d'exploitabilité recommandé ;
- aux peuplements sujets à des attaques phytosanitaires graves justifiant leur récolte avant terme.

TABLEAU 14 : OBJECTIFS SYLVICOLES

Classe de diamètre d'exploitabilité recommandé (cm)	Age d'exploitabilité recommandé (ans)	Densité finale (tiges/ha)	Volume bois d'œuvre (m ³)	Hauteur de bille (m)
50-70 cm	60-80 ans	80-130	200m ³	6-8 m

4.2. Les densités préconisées

Le choix de la densité de boisement/reboisement a son importance. Il a des répercussions sur les opérations futures.

Boisement de terres agricoles délaissées

La densité préconisée se situe entre 1100 et 1300 plants par hectare. Par exemple, cette densité peut être obtenue en prenant un écartement de 3,5m entre les lignes et 2,5m entre les plants pour permettre la mécanisation et faciliter les travaux d'amélioration (taille de formation, élagage, dépressage) et les coupes d'amélioration.

Il est possible de prévoir des cloisonnements au moment de la plantation en alternant 4 lignes espacées de 2,5m avec une bande non plantée de 5m de large. L'espacement entre les plants peut être de 2,5m entre les plants, ce qui correspond à une densité de 1280 plants par hectare.



FIGURE 81 : CLOISONNEMENTS PREVUS DES LA PLANTATION A SAINT PIERRE DE PLESGUEN (35)

Il n'est pas recommandé de dépasser une densité de 1600 plants par hectare, celle-ci ne supporte aucun retard d'éclaircie.



Plantations forestières

La densité doit être supérieure à 800 plants par hectare. Un itinéraire avec une plus faible densité risque de voir se développer des grosses branches. L'hétérogénéité génétique de l'espèce et notamment sa tendance à la fourchaison milite aussi pour ne pas passer en-dessous de ce seuil.

Comme l'essence est très appétente pour les cervidés, la pose de protections individuelles est souvent nécessaire. La plantation dans un recrû ligneux maîtrisé procure un accompagnement favorable et limite un tant soit peu les dégâts.



FIGURE 82 : PLANTATION FORESTIERE REALISEE DANS UN RECRU SANS PROTECTION INDIVIDUELLE CONTRE LE CHEVREUIL A LA BOUËXIERE (35)

Régénération naturelle

La mise en place d'un réseau de cloisonnements sylvicoles dense organise et améliore l'accès tout en limitant les surfaces à travailler en régénération naturelle. Des cloisonnements de 2 mètres de large tous les 6 mètres d'axe en axe pourraient être suffisants. Cet itinéraire reste à préciser. Peu d'essais ont été mis en place.



FIGURE 83 : CLOISONNEMENTS INSTALLES DANS UNE REGENERATION NATURELLE DE CHENE ROUGE (AVANT/APRES) A PLECHATTEL (35)

4.3. Choix des plants et régions de provenance

Il convient d'utiliser de préférence des plants de deux ans d'une hauteur de 50 cm. Le conditionnement en sac plastique et la mise en jauge après réception des plants sont primordiaux.

Les Matériels Forestiers de Reproduction (MFR) sont issus des matériels de base. Dans le cas du Chêne rouge, ces derniers sont des peuplements de catégorie sélectionnée (étiquette verte) et des vergers à graines de catégorie qualifiée (étiquette rose).



FIGURE 84 : PLANTS A RACINES NUES DE 2 ANS



Trois régions de provenance ont été définies.

Des vergers à graines français sont en cours d'établissement. Ils entreront en production sur un horizon de 10 ou 15 ans.

En Bretagne, la région de provenance QRU901 Nord-Ouest est recommandée pour les plantations. En 2018, 17 peuplements porte graine étaient retenus pour une surface de 92 ha. D'autres peuplements bretons viennent d'être proposés au classement.



FIGURE 85 : REGION DE PROVENANCE RECOMMANDEE POUR LES PLANTATIONS

4.4. Les travaux d'entretien après la plantation

Boisement de terres agricoles délaissées

Le passage d'un engin à disque de type « cover crop » entre les lignes de plantation en démarrage de végétation au mois d'avril avec un deuxième passage en début d'été permet une bonne installation des plants, en limitant la concurrence au niveau de la lumière et de l'eau.

Ce travail est indispensable en cas de présence de graminées comme expliqué dans la partie 1.4.5. Ce travail est à faire au minimum les deux premières années de la plantation et peut être prolongé en cas de forte présence de graminées.

Plantations forestières

Il convient de prévoir le broyage d'une interligne sur deux pour accéder facilement aux plants.

Un dégagement annuel autour du plant est généralement nécessaire pendant une durée de 3 ans après la plantation. Il convient de dégager uniquement la cime des plants en anticipant sur le développement de la concurrence.

En cas de présence de Genêt ou de Bouleau, il est préférable de les casser au lieu de les couper pour ralentir leur croissance. La ronce est aussi à contrôler.



FIGURE 86 : INTERLIGNE BROYEE ET DEGAGEMENT DE LA TETE DES PLANTS A GAHARD (35)



4.5. Les travaux sylvicoles

Les tailles de formation²⁶

Du fait de sa bonne dominance apicale, le Chêne rouge est facile à conduire. Les tailles de formation sont toutefois à prévoir dans le contexte des boisements de terres agricoles délaissées (en cas d'absence de recrû d'accompagnement) pour éliminer les fourches et les branches puissantes ou aiguës qui se développent d'autant plus que le terrain est fertile.

L'objectif est d'obtenir un tronc droit et de réduire la présence de grosses branches pour produire du bois sans nœuds.

Il faut commencer entre la 3^{ème} et la 4^{ème} année selon le développement des plants et poursuivre jusqu'à la formation d'un axe exempt de défaut de 6 mètres de hauteur, soit jusque vers 7 à 8 ans. Dans la pratique, il faut compter deux ou trois interventions.

Pour des raisons de coût et de rationalisation du travail, il est préférable de ne réaliser ces tailles que sur un nombre limité de sujets : 400 pour la première taille, 200 pour les suivantes en essayant d'avoir une bonne répartition spatiale des tiges sur l'ensemble de la parcelle.



FIGURE 87 : EXEMPLE DE TAILLES A REALISER (2 BRANCHES A ENLEVER) – LANGAN (35)

L'élagage²⁷

L'élagage est indispensable compte tenu de la forte branchaison et de la croissance vigoureuse de cette essence.

Le maintien du sous-étage issu du recrû dans les reboisements facilite le gainage.

L'élagage est concomitant à la dernière taille : il doit être progressif et ne commencer que lorsque le diamètre moyen des tiges atteint 8 à 10 cm à 1,3m. Bien entendu, il ne doit porter que sur les seules tiges taillées dans un premier temps, puis sur les seules tiges d'avenir en second temps.

Il sera effectué en deux passages idéalement sur 100 à 200 tiges/ha (1^{er} élagage à 2-3 m sur des arbres de 6 à 8 m ; 2^{ème} élagage à 6 mètres sur des arbres de 12 à 14 m).

Il faut compter environ 1 à 1,2 euro du mètre linéaire élagué.



FIGURE 88 : TIGE D'AVENIR ELAGUEE A 6 METRES DE HAUTEUR AU MOMENT DE LA PREMIERE ECLAIRCIE A SAINT BRIEUC DE MAURON (56)

²⁶ Pour avoir plus de renseignements, il est possible de consulter la fiche sur « les tailles de formations des plantations feuillues » du CRPF (2000) : https://bretagne-paysdelaloire.cnpf.fr/data/taille_20feuillus_1.pdf

²⁷ Pour avoir plus de renseignements, il est possible de consulter la fiche sur « l'élagage des arbres forestiers » du CRPF (2002) : https://bretagne-paysdelaloire.cnpf.fr/data/fiche_elagage_1.pdf



La meilleure période d'élagage se situe entre novembre et mars. Il faut éviter de pratiquer ces opérations durant une période de gel.

Les dépressages (uniquement dans les régénérations naturelles)

Un à deux dépressages, à partir de 5 m de haut, sont nécessaires pour descendre la densité à 1000 tiges/ha.

4.6. Les coupes

Les éclaircies²⁸

Le Chêne rouge supporte mal la concurrence. Une fois la bille de pied des arbres d'avenir formée, la croissance doit toujours être quasiment libre, ce qui nécessite une sylviculture dynamique. Les éclaircies visent à accroître la production et la qualité du peuplement. Il faut concentrer les interventions sur les arbres d'avenir (détourage et maîtrise de la concurrence de leurs houppiers).

La première éclaircie doit intervenir lorsque les peuplements atteignent une hauteur comprise entre 10 à 14 mètres, ce qui correspond à un âge compris entre 12 et 16 ans. La désignation des tiges d'avenir (80 à 130 tiges par hectare) doit intervenir au moment de cette intervention.

L'exploitation peut être mécanisée. La mise en place de cloisonnements d'exploitation de 3.5 m de large tous les 15 à 18 mètres d'axe en axe est indispensable pour l'organisation des chantiers et la préservation des sols. Ces cloisonnements peuvent être ouverts en supprimant une ligne sur 4 ou perpendiculairement aux lignes de plantation.

Il est nécessaire de supprimer dans un premier temps les arbres dominants présentant de gros défauts (fourches à moins de 6 mètres de hauteur, mauvaise rectitude, grosses branches sur les 6 premiers mètres, ...). Il faut aussi enlever les tiges concurrençant les arbres de qualité.

Le taux de prélèvement doit permettre de ramener la densité autour de 600 tiges par hectare après la première éclaircie.

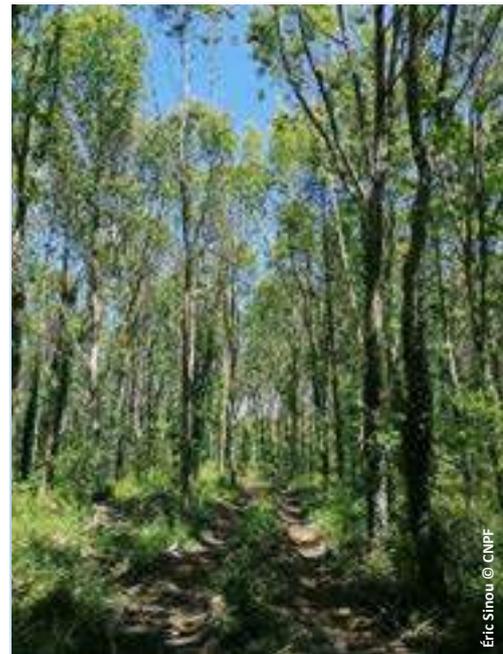


FIGURE 89 : ECLAIRCIE MECANISEE AVEC CLOISONNEMENTS PERPENDICULAIRES AUX LIGNES DE PLANTATION

²⁸ Pour avoir plus de renseignements, il est possible de consulter la fiche sur « les éclaircies des plantations feuillues » du CRPF (1998) : https://bretagne-paysdelaloire.cnpf.fr/data/eclaircies_plantations_feuillus_1.pdf



Pour les éclaircies suivantes, l'idéal est de réaliser des interventions très fréquentes tous les 4 à 7 ans avec un taux de prélèvement compris entre 30 et 45 % du nombre de tiges. Elles sont d'intensités de plus en plus faibles.

La récolte

La récolte du peuplement et son renouvellement peuvent commencer dès que la majorité des arbres a atteint le diamètre d'exploitabilité.

Le diamètre d'exploitabilité dépendra de la station, de la qualité des bois et de la sylviculture antérieurement pratiquée. Si elle a été peu dynamique, l'objectif ne peut être que la production de petit bois d'œuvre et de bois d'industrie.



FIGURE 90 : FUTAIE AGEÉE DE CHÊNE ROUGE À RECOLTER – PLECHATEL (35)

Les glandées régulières favorisent une abondante et précoce régénération naturelle. Le Chêne rouge rejette également fortement de souche.

En régénération naturelle, il est fortement conseillé de favoriser les brins de francs-pieds et de veiller à ne pas se laisser dépasser par les rejets sur souche très vigoureux. Pour un bon développement, les semis ne doivent pas être âgés de plus de 3 ans (tiges souvent grêles, à branchaison anarchique).

Il convient d'organiser la récolte du peuplement dans un délai raisonnable et ne pas attendre trop longtemps car il y a un risque de nécrose des racines et de dégradation du bois au-delà de 80 ans.

Plusieurs options sont envisageables pour assurer le renouvellement en plein :

- une coupe d'ensemencement suivie d'une coupe définitive 2 à 3 ans plus tard ;
- une plantation après coupe de renouvellement dans de rares cas de blocage de la régénération naturelle ou lorsqu'un changement d'essence est recommandé face aux évolutions du climat ;
- une coupe définitive sur semis déjà installés, mais faire attention à leur âge comme évoqué ci-dessus.

Itinéraires sylvicoles

Trois itinéraires sylvicoles ont été conçus pour correspondre aux caractéristiques des peuplements de bretons de Chêne rouge. Ils s'inscrivent dans un traitement régulier car les peuplements actuels sont tous équiens du fait de leur origine artificielle (plantation). Tous tendent vers un objectif de production de bois d'œuvre afin de valoriser au mieux les performances mécaniques de l'espèce. Ils sont plus ou moins dynamique, et s'inscrivent dans un pas de temps plus ou moins long, selon l'objectif de production défini par le gestionnaire.



Ces itinéraires ont été construits pour des plantations à densité initiale comprise entre 1100 et 1300 tiges/ha.

Les trois itinéraires :

1. un itinéraire très dynamique réservé aux stations les plus productives : les arbres atteindront alors un diamètre moyen de 60 cm à 60 ans ;
2. un itinéraire adapté aux stations plus pauvres : les arbres atteindront alors un diamètre moyen de 60 cm à 80 ans ;
3. un itinéraire de « rattrapage » pour les plantations en retard d'intervention.

• **Itinéraire n°1 « dynamique »**

Il est réservé aux stations les plus productives. L'objectif est d'atteindre 80 à 100 tiges par hectare avec un accroissement sur le diamètre de 1 cm par an, avec des cernes réguliers. La sylviculture doit être très dynamique. Il est important d'intervenir avant que les houppiers ne se concurrencent.

L'ouverture des cloisonnements d'exploitation se fait lors de la première éclaircie (1 ligne sur 5) s'ils n'ont pas été prévus au moment de la plantation.

Les deux premières éclaircies sont espacées de 4 à 6 ans avec un taux de prélèvement supérieur à 40% du nombre de tiges. Les 80 à 100 tiges d'avenir sont à repérer lors de la première intervention pour pouvoir concentrer les travaux d'élagage sur ces tiges.

Il est possible de récolter des petits sciages de bois d'œuvre lors des deux dernières éclaircies.

La récolte des arbres est prévue vers l'âge de 60-65 ans. Le sous-étage et les arbres dominés doivent être conservés au moment des coupes. Ils servent de gainage pour les tiges d'avenir.



TABLEAU 15 : STATIONS CONCERNEES PAR L'ITINERAIRE 1

Types de station	Correspondance avec les Guides des stations
Stations moyennement riches à riches sur sol profond	Guide des stations forestières du Vannetais : V6 Guide du sylviculteur du Centre Ouest Bretagne : C8, C9 Guide du sylviculteur de Moyenne Vilaine : S6, S7
Stations assez riches à nappe d'eau temporaire	Guide du sylviculteur de Moyenne Vilaine : S4¹

¹ Uniquement en enrichissement du peuplement existant par plantation

TABLEAU 16 : ITINERAIRE SYLVICOLE N°1 « DYNAMIQUE »

Eclaircie	Age d'intervention (ans)	Densité avant éclaircie (tiges/ha)	Densité après éclaircie (tiges/ha)	Taux de prélèvement (en nombre de tiges)
1	14	1100	600	45%
2	19	600	350	42%
3	24	350	220	37%
4	30	220	145	34%
5	37	145	100	31%
6	45	100	80	20%

Le graphique ci-après présente l'itinéraire sylvicole retenu.

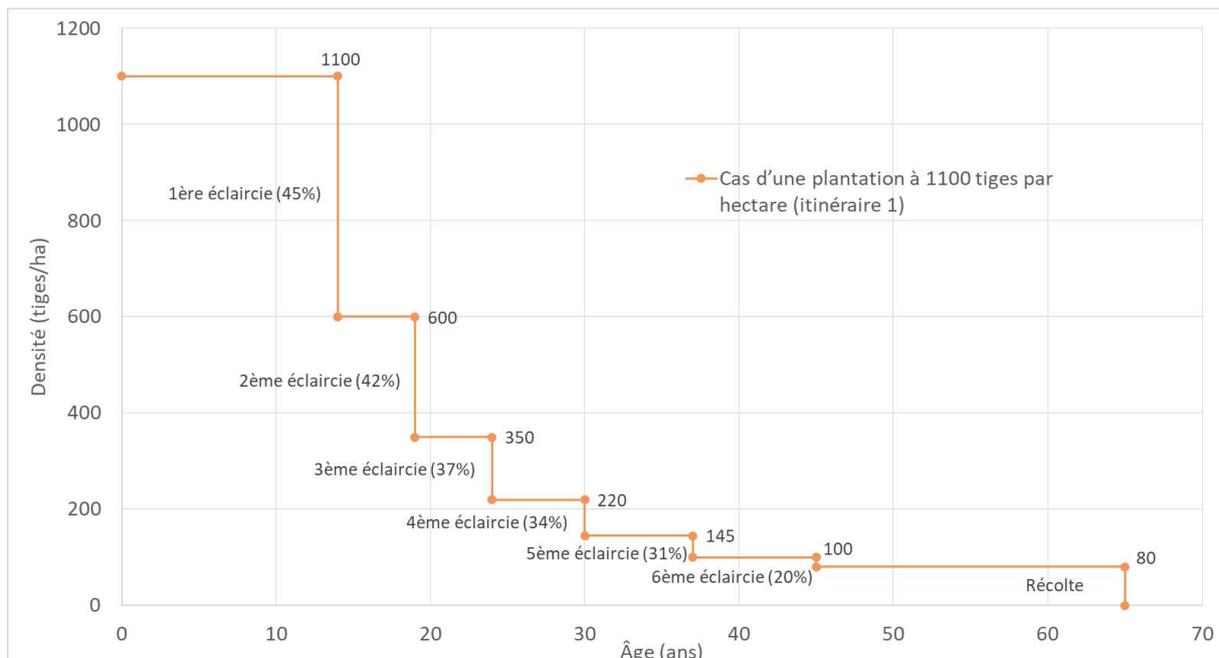


FIGURE 91 : PASSAGE EN ECLAIRCIE POUR L'ITINERAIRE N°1 « DYNAMIQUE »



- **Itinéraire n°2 « classique » :**

Cet itinéraire est adapté aux stations plus pauvres. La sylviculture est moins dynamique que le premier itinéraire. L'objectif est d'atteindre 100 à 120 tiges avec un diamètre d'exploitabilité de 60 cm à 80 ans.

Les cloisonnements d'exploitation sont à ouvrir lors de la première éclaircie (1 ligne sur 5) s'ils n'ont pas été prévus au moment de la plantation.

Les deux premières éclaircies sont espacées de 5 à 7 ans avec un taux de prélèvement proche de 40% du nombre de tiges. Les 100 à 120 tiges d'avenirs sont à repérer lors de la première éclaircie pour pouvoir y concentrer les travaux d'élagage.

Il est possible de récolter des petits sciages de bois d'œuvre lors des deux dernières éclaircies.

La récolte des arbres est prévue vers l'âge de 80 ans. Le sous-étage et les arbres dominés doivent être conservés au moment des coupes. Ils servent de gainage pour les tiges d'avenir.

TABLEAU 17 : STATIONS CONCERNEES PAR L'ITINERAIRE 2

Types de station	Correspondance avec les Guides des stations
Stations pauvres sur sol profond	Guide des stations forestières du Vannetais : V7, V8, V9 ² Guide du sylviculteur du Centre Ouest Bretagne : C10, C11 ² Guide du sylviculteur de Moyenne Vilaine : S8
Stations pauvres sur sol profond à nappe d'eau temporaire	Guide du sylviculteur de Moyenne Vilaine : S5 ³

² Si profondeur > 60cm

³ Uniquement en enrichissement du peuplement existant par plantation

TABLEAU 18 : ITINERAIRE SYLVICOLE N°2 « CLASSIQUE »

Eclaircie	Age d'intervention (ans)	Densité avant éclaircie (tiges/ha)	Densité après éclaircie (tiges/ha)	Taux de prélèvement (en nombre de tiges)
1	16	1100	650	41%
2	21	650	400	38%
3	27	400	260	35%
4	34	260	180	31%
5	42	180	130	28%
6	52	130	100	23%

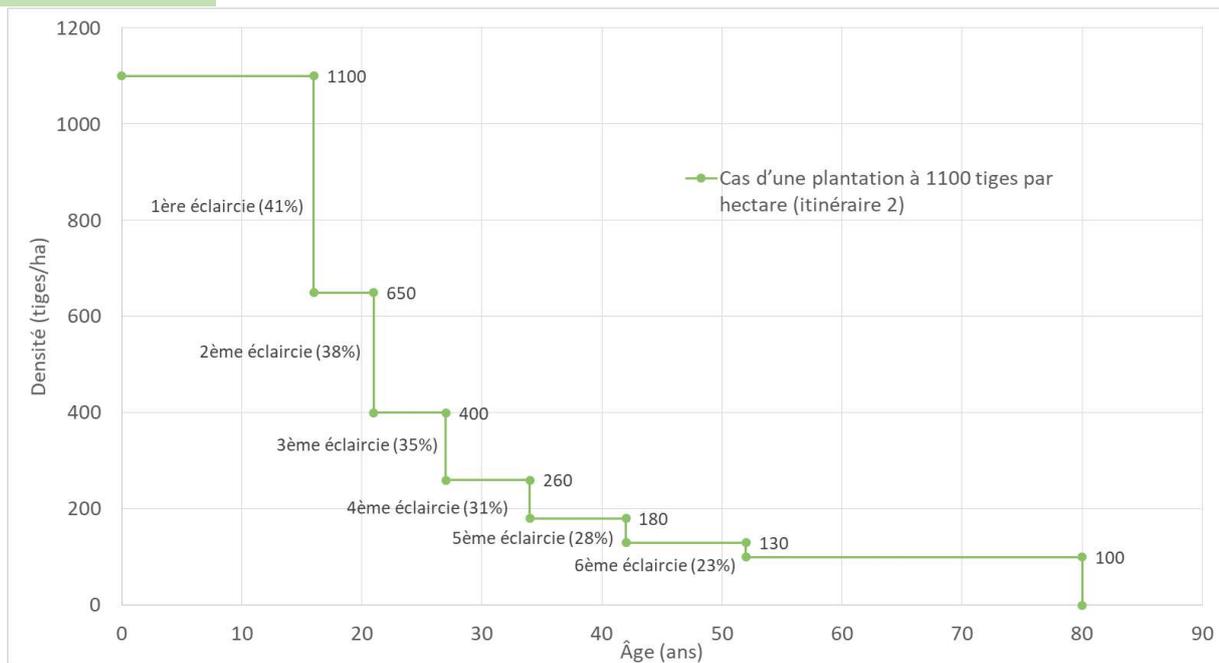


FIGURE 92 : PASSAGE EN ÉCLAIRCIE POUR L'ITINÉRAIRE N°2 « CLASSIQUE »

- **Itinéraire n°3 « rattrapage » :**

Cet itinéraire a été conçu pour pouvoir intervenir dans les peuplements en retard d'intervention. Il est possible dans des peuplements âgés de moins de 35 ans présentant au moins 80 tiges d'avenir dominantes susceptibles de produire à terme du bois d'œuvre de qualité.

Au cours de la réalisation de la synthèse, les visites réalisées dans les peuplements bretons ont permis de voir qu'un grand nombre d'entre eux sont en retard d'intervention. Certains peuplements âgés de plus de 20 ans n'ont jamais été éclaircis. Pour d'autres peuplements, les éclaircies ont été souvent trop tardives ou pas assez dynamiques.

Le rattrapage des peuplements maintenus trop denses est difficile lorsque les arbres sont âgés (problème de stabilité face au vent, risque d'apparition de gourmands...).

Il convient donc d'être prudent dans les peuplements en retard d'éclaircie en passant plus régulièrement en coupe avec un taux de prélèvement plus faible.

Si le peuplement est trop instable, il est nécessaire d'anticiper la récolte.

En situation de rattrapage, il convient de désigner 80 à 100 tiges d'avenir (arbres dominants) par hectare lors de la première éclaircie. Des éclaircies d'intensité modérée sont à effectuer à leur profit.

La première éclaircie comprend l'ouverture des cloisonnements d'exploitation (1 ligne sur 4 ou 5), le prélèvement des arbres dominants bas-fourchus et des arbres concurrents des tiges d'avenir. Le reste du peuplement est conservé.

La récolte finale des arbres est prévue vers l'âge de 80 ans.



TABLEAU 19 : ITINERAIRE SYLVICOLE N°3 « RATRAPAGE »

Age d'intervention (ans)	Densité avant éclaircie (tiges/ha)	Densité après éclaircie (tiges/ha)	Taux de prélèvement (en nombre de tiges)
20 à 35 ans	1000*	600	40%
Tous les 3 à 5 ans			20 à 25%

* densité initiale – mortalité naturelle

TABLEAU 20 : EXEMPLE D'UNE PLANTATION DE 30 ANS EN RETARD D'ECLAIRCIE

Eclaircie	Age d'intervention (ans)	Densité avant éclaircie (tiges/ha)	Densité après éclaircie (tiges/ha)	Taux de prélèvement (en nombre de tiges)
1	25	1000	600	40%
2	30	600	430	28%
3	36	430	310	28%
4	43	310	230	26%
5	51	230	170	26%
6	60	170	130	24%

* densité initiale – mortalité naturelle

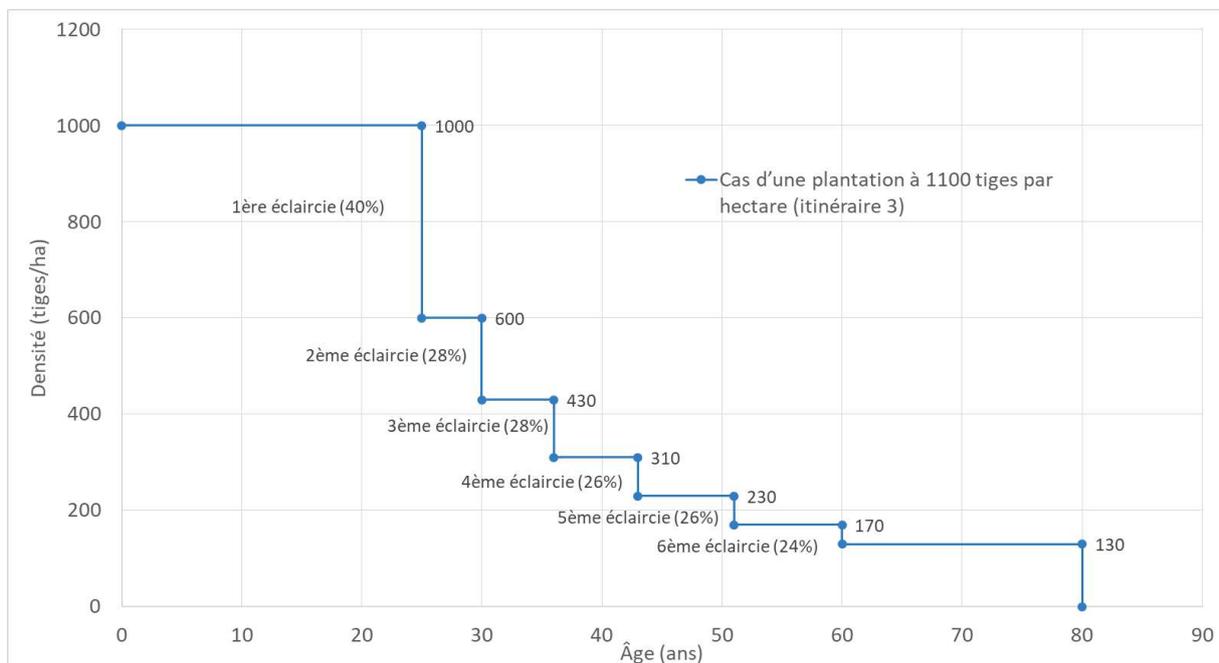


FIGURE 93 : PASSAGE EN ECLAIRCIE POUR L'ITINERAIRE N°3 « RATRAPAGE »



Conclusion

Avec une surface estimée à 4 000 hectares et des peuplements bien venant, le Chêne rouge présente un potentiel de développement intéressant en Bretagne à travers le boisement de friches ou de terres agricoles délaissées ; en plantation mélangée et en enrichissement de taillis ou de mélange de futaie et taillis. Il constitue aussi une alternative intéressante à certains résineux.

Cette essence trouve localement des conditions de pluviométrie et de température proches de son optimum. Une vigilance s'impose toutefois dans les secteurs les plus chauds et les moins arrosés (Sud et du Sud-Est de la région). La hausse des températures attendue dans le cadre des changements climatiques pourrait le fragiliser, notamment avec le développement de la collybie à pied en fuseau et/ou de l'encre.

Le Chêne rouge est relativement plastique par rapport aux conditions stationnelles. Il peut se contenter de stations pauvres si la profondeur prospectable par les racines est suffisante (plus de 60 cm de profondeur). Il est aussi possible de l'installer sur des stations à engorgement temporaire modéré s'il est planté sur ados mais les risques de chablis sont élevés.

La gestion des futaies de Chênes rouges de plus de 30 ans est un enjeu important. Nombre de ces futaies sont en retard d'éclaircie mais peuvent encore être améliorées.

L'étude réalisée dans le Morbihan sur les premières éclaircies a montré que l'utilisation d'une petite abatteuse était possible avec des rendements intéressants. Les usages en petits bois issus de ces coupes sont possibles avec notamment une qualité en bois de chauffage avérée.

La conduite sylvicole doit être dynamique car le Chêne rouge supporte mal la concurrence. Une fois la bille de pied des arbres d'avenir formée, la croissance doit toujours être quasiment libre pour pouvoir produire du bois d'œuvre récoltable à 60 ans. L'objectif est de produire 80 à 130 arbres par hectare permettant de produire 120 à 200 m³ par hectare entre 60 et 80 ans en fonction de la richesse de la station. Sur une bonne station, il peut atteindre plus de 30 mètres de hauteur, avec un accroissement moyen de 7,8 à 15,3 m³/ha/an bois fort. Il a donc une production nettement supérieure aux Chênes sessiles et pédonculés.

Trois itinéraires sylvicoles ont été conçus pour correspondre aux caractéristiques des peuplements de Chêne rouge existants dans la Région. Ils s'inscrivent tous dans un traitement régulier car les peuplements actuels sont tous équiennes du fait de leur origine artificielle (plantation). Tous les peuplements ont un objectif de production de bois d'œuvre pour valoriser au mieux les performances mécaniques du Chêne rouge d'Amérique. Ils sont plus ou moins dynamiques, suivant l'objectif de production défini par le gestionnaire.

Ces itinéraires ont été construits pour des plantations à densité initiale comprise entre 1100 et 1300 tiges/ha.

La réalisation de ces interventions devrait apporter, à moyen terme, un volume de bois d'œuvre et une qualité des bois intéressants pour les scieries bretonnes. En effet, cette essence est en mesure de fournir des sciages appréciés pour une utilisation en parquet, en avivés ou en plots pour un usage en menuiserie ou en ébénisterie.



Bibliographie

- BELGRAND M — Comportement de jeunes plants feuillus (Chêne pédoncule, Chêne rouge, Chêne sessile, Hêtre) sur substrat ennoyé. Adaptations racinaires. Application à la mise en valeur forestière des pseudogleys. — INRA, 1983. — 188 p. + annexes (Thèse de Docteur-Ingénieur).
- BENNEHARD H, 1997 – Etude de la structuration géographique et des paramètres de l'héritabilité du chêne rouge d'Amérique.
- BLAISON X. 2016 – FCBA. Le Chêne rouge de la Dombes, une essence offrant d'intéressantes aptitudes à l'usage parquet et carrelé.
- CAMUS A, 1952-1954. Les chênes – Monographie du genre *Quercus* – tome III. Ed. Paul CHEVALIER, Paris.
- Centre Régional de la Propriété Forestière (CRPF) Aquitaine. (2005) Essences Forestières Aquitaine.
- Centre Régional de la Propriété Forestière (CRPF) Limousin. (2011) Le Chêne Rouge.
- Centre Régional de la Propriété Forestière (CRPF) Poitou-Charentes. (2007) Le Chêne Rouge d'Amérique.
- Centre Régional de la Propriété Forestière (CRPF) Rhône-Alpes. (2014) Le Chêne Rouge d'Amérique un chêne à croissance rapide.
- COLLEU S — Contribution à l'étude de la résistance à la sécheresse de jeunes plants de Chêne sessile. Chêne pédoncule et Chêne rouge. — Université de Nancy I et INRA - Station de Sylviculture et de Production, 1983. — 74 p. (mémoire de DEA).
- CHMURA, D. (2004) Penetration and naturalisation of invasive alien plant species (neophytes) in woodlands of the slesian upland (southern Poland). *Nature Conservation*, 3–11.
- CHMURA, D. (2013) Impact of alien tree species *Quercus rubra* L. on understorey environment and flora: A study of the Silesian upland (Southern Poland). *Polish Journal of Ecology*, 431–442.
- DYDERSKI 2020 *JOURNAL ECOLOGY quercus rubra ecology distribution*.
- DUCOUSSO, A. (1994) L'attractivité du chêne rouge pour le chevreuil. Le chêne rouge d'Amérique (eds J. TIMBAL, A. KREMER, N. LE GOFF & G. NEPVEU), pp. 399–408. Institut National de la Recherche Agronomique, Paris, France.
- JOUREZ 1992 B-Rech-Agro_Chêne rouge.
- JOHNSON PS (1994) La sylviculture du chêne rouge en aux USA. In: Le chêne rouge d'Amérique. (eds. TIMBAL J, KREMER A, GOFF NL, NEPVEU G), pp. 272-283. Institut National de la Recherche Agronomique (INRA); Paris; France.
- KREMER A (1986) Chêne rouge d'Amérique: Amélioration génétique des arbres forestiers. *Revue Forestière Française Numéro spécial*, 165-167.
- KREMER A (1994) Programme d'amélioration génétique du chêne rouge en France. In: Le chêne rouge d'Amérique. (EDS. TIMBAL J, KREMER A, GOFF NL, NEPVEU G), pp. 425-443. Institut National de la Recherche Agronomique (INRA); Paris; France.



KREMER A, DAUBREE JB, JUNG MULLER B (1994) Diversité génétique des peuplements introduits de chêne rouge en France. In: Le chêne rouge d'Amérique. (eds. TIMBAL J, KREMER A, GOFF NL, NEPVEU G), pp. 25-41. Institut National de la Recherche Agronomique (INRA); Paris; France.

MAGNI DIAZ, C.R. (2004) Reconstitution de l'introduction de *Quercus Rubra* L. en Europe et conséquences génétiques dans les populations allochtones. Thèse de doctorat, Ecole Nationale du Génie Rural des Eaux et Forêts, Paris, France.

MAROZAS, V., STRAIGYTE, L. & SEPETIENE, J. (2009) Comparative analysis of alien red oak (*Quercus rubra* L.) and native common oak (*Quercus robur* L.) vegetation in Lithuania. *Acta Biologica Universitatis Daugavpiliensis*, 9, 19–24.

MARÇAIS, B., CAËL, O. & DELATOUR, C. (2000) Relationship between presence of basidiomes, above-ground symptoms and root infection by *Collybia fusipes* in oaks. *European Journal of Forest Pathology*, 30, 7–17.

MARÇAIS, B. & DELATOUR, C. (1996) Inoculation of Oak (*Quercus robur* and *Q. rubra*) with *Collybia fusipes*. *Plant Disease*, 80, 1391–1394.

MARÇAIS, B., DUPUIS, F. & DESPREZ-LOUSTAU, M. (1996) Susceptibility of the *Quercus rubra* root system to *Phytophthora cinnamomi*; comparison with chestnut and other oak species. *European Journal of Forest Research*, 26, 133–143.

MERCERON 2016 these *Quercus rubra* invasion.

RAMEAU JC, MANSION D, DUME, G, (1989) Flore forestière française. Guide écologique illustré. 1-Plaines et collines. Eds IDF; Paris, France, 1785 p.

RICE E L — Allelopathy. — New-York : Académie Press, 1984.

TIMBAL J, GELPE J. — Action du calcaire sur la germination et la croissance du Chêne rouge d'Amérique (*Quercus rubra* L.). — *Annales des Sciences forestières*, vol. 43, n° 3, 1986, pp. 397-402.

TIMBAL J, GELPE J. — Croissance juvénile du Chêne rouge sur les sols carbonates à des profondeurs variables. — In : *Compte rendu Colloque international IUFRO sur la physiologie des arbres forestiers*. Nancy. Septembre 1988.

TIMBAL 1990 RFF. Ecologie du chêne rouge.