

Bilan à 5 ans du suivi de 8 chantiers Breizh Forêt Bois



Anne-Pernelle DUC

Décembre 2020

Cette synthèse a été réalisée par le CRPF de Bretagne - Pays de la Loire, dans le cadre du Référentiel Forestier Régional de Bretagne.

Elle a reçu le soutien financier du Conseil Régional de Bretagne et de l'Etat (Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation).

Table des matières

Tableaux	2
Figures	2
Introduction	3
1. Présentation des chantiers Breizh Forêt Bois étudiés	4
1.1 Localisation des chantiers.....	4
1.2 Contexte climatique et stationnel	6
1.3 Essences choisies pour le boisement ou reboisement	9
1.4 Itinéraires techniques de plantation et données économiques	10
2. Observations sur les placeaux de mesure	13
2.1. Placeaux installés.....	13
2.2. Taux de survie.....	13
2.3. Principaux problèmes sanitaires.....	14
2.4. Impact du gibier.....	17
3. Croissance des plants.....	20
3.1. Croissance en hauteur des plants résineux	20
3.2. Croissance en hauteur des plants feuillus	23
Conclusions	24

Le Référentiel Forestier Régional



Ce document a été rédigé dans le cadre du RFR en décembre 2020.

Le RFR est un réseau de placettes expérimentales et de démonstration, implantées chez des propriétaires forestiers privés volontaires 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 de développement nationaux ou internationaux. Les études font l'objet de nombreuses publications techniques 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), le Centre d'Etudes Techniques et d'Expérimentations Forestières (CETEF) breton, les 4 Chambres de l'agriculture départementales de Bretagne. Le réseau est animé par le CRPF.

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

Pour en savoir plus :

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

<http://www.cedef35.fr/>

CETEF de Bretagne



Tableaux

Tableau 1. Carte d'identité et localisation des chantiers.....	4
Tableau 2. Antécédents culturels et surfaces plantées.....	4
Tableau 3. Caractéristiques stationnelles des chantiers.....	8
Tableau 4. Composition des plantations.....	9
Tableau 5. Cout total des plantations.....	10
Tableau 6. Operations de nettoyage et cout pour les reboisements.....	10
Tableau 7. Travaux préparatoires du sol et couts.....	11
Tableau 8. Coûts fourniture et mise en place des plants.....	11
Tableau 9. Provenances et catégories de plants.....	12
Tableau 10. Type de protection gibier.....	12
Tableau 11. Nombre de placeaux et de plants mesurés par plantation.....	13
Tableau 12. Adaptation des essences selon les stations rencontrées.....	14
Tableau 12. Adaptation des essences selon les stations rencontrées.....	14
Tableau 13. Eléments concernant la station selon les placeaux d'epiceas de sitka.....	21
Tableau 14. Accroissements courants pour le cèdre de l'atlas (cm/an).....	22
Tableau 14. Accroissements courants pour le cèdre de l'atlas (cm/an).....	22
Tableau 15. Accroissements courants pour les thuyas et sequoia (cm/an).....	22
Tableau 16. Accroissements courants du châtaignier et du chêne rouge (cm/an).....	23

Figures

Figure 1. Localisation des chantiers suivis.....	5
Figure 2. Températures et pluviométrie annuelle moyenne par chantier.....	6
Figure 3. Précipitations et températures moyennes annuelles.....	7
Figure 4. Zones d'application des guides de station et localisation des chantiers.....	8
Figure 5. Taux de survie par essence et par chantier fin 2020.....	13
Figure 6. Epicéa de sitka, Lantic (BFBt22-1).....	15
Figure 7. Plants de cèdre à Maxent (BFBb35-2) et système racinaire d'un plant jaune.....	15
Figure 8. Plant de cèdre affecté par le gel à la Dominelais.....	16
Figure 9. Rouille sur pin maritime, Lantic.....	17
Figure 10. Taux de dégâts des animaux sur les plants vivants.....	17
Figure 11. Tête multiple causée par un abroustissement (maxent, BFBb35-2).....	18
Figure 12. Cèdre enroulé dans le manchon.....	19
Figure 13. Protection contre le chevreuil abimées.....	19
Figure 14. Hauteur moyenne Douglas.....	20
Figure 15. Hauteur moyenne épicea de sitka.....	20
Figure 16. hauteur moyenne cèdre de l'atlas.....	20
Figure 17. Hauteur moyenne pin maritime.....	20
Figure 18. hauteur moyenne thuya et sequoia.....	21
Figure 20. Epicea de sitka à St Herbot, plateau 7.....	21
Figure 19. Epicea de sitka à St Herbot, plateau 5.....	21
Figure 21. Hauteur moyenne des epiceas selon les placeaux (St Herbot, BFBb29-2).....	21
Figure 22. Evolution de la hauteur moyenne des feuillus à croissance lente.....	23
Figure 23. Evolution de la hauteur moyenne des feuillus à croissance rapide.....	23

Introduction

Breizh Forêt Bois est un programme d'aide financière spécifique à la région Bretagne qui vise à favoriser la réalisation de travaux de boisement ou de reboisement. Ce dispositif a été financé dans le cadre du Plan de Développement Rural de Bretagne 2014-2020 sur Fonds publics européens (FEADER) et nationaux (État, Région, Départements). Depuis 2019, le financement est devenu exclusivement régional. Le dispositif est porté par la Région Bretagne, en lien avec un comité technique régional.

Ouvert aux propriétaires fonciers, il fonctionne par appel à projets (en général deux par an). L'aide à la plantation est distinguée en 2 volets :

- Boisement des terres délaissées par l'agriculture : taux d'aide de 80% des travaux liés à la plantation (HT) ;
- Transformation de peuplements peu productifs ou inadaptés (vieux taillis, peuplements déperissant) : taux d'aide de 50 % des travaux liés à la plantation et aux dégagements des 3 premières années (HT).

Depuis l'existence de ce dispositif à fin 2019, ce sont 95 chantiers de boisement et 62 chantiers de reboisement qui ont été financés par Breizh forêt Bois pour 1086 hectares de plantation.

Le renouvellement et le développement des surfaces boisées par plantation est un acte aux multiples enjeux : il transforme le paysage et l'écosystème et détermine la ressource future en bois.

Afin d'avoir un regard sur ce dispositif, le RFR a mis en place depuis 2015 un suivi sur 8 chantiers Breizh Forêt Bois. Le but est de constituer un mini observatoire des chantiers soutenus par ce dispositif.

Cette synthèse présente dans un premier temps les caractéristiques des chantiers étudiés : cette partie permet notamment de faire le point sur les techniques de plantation actuellement employées et d'obtenir des données économiques. La deuxième partie donne un aperçu des problématiques rencontrées dans les plantations (aspects sanitaires, croissance, dégâts de gibier...) et la dernière partie se concentre sur les résultats des mesures de croissance effectuées depuis 5 ans.

1. Présentation des chantiers Breizh Forêt Bois étudiés

1.1 Localisation des chantiers

Huit chantiers Breizh Forêt Bois ont fait l'objet de l'installation de placettes de suivi RFR.

Identifiant	Dpt	Commune	Accompagnement dans l'élaboration du projet	1 ^{ère} année de végétation mesurée	Nb d'années de végétation mesurées*
BFBt22-1	22	Lantic	Expert forestier	2017	4
BFBb29-2	29	St Herbot	Propriétaire	2016	5
BFBt29-3		Loqueffret	Expert forestier	2019	2
BFBb35-1	35	Québriac	Expert forestier	2016	5
BFBb35-2		Maxent	Expert forestier	2017	4
BFBb35-3		La Dominelais	Expert forestier	2017	4
BFBt56-1	56	Ploerdut	Propriétaire	2016	5
BFBb56-2		Le Croisty	Expert forestier	2017	4

TABLEAU 1. CARTE D'IDENTITE ET LOCALISATION DES CHANTIERS

* à la fin 2020

BFBt : Breizh Forêt Bois « transformation »

BFBb : Breizh Forêt Bois « boisement »

Les chantiers ont été choisis afin :

- de suivre à la fois des chantiers de boisement et de reboisement ;
- d'avoir des références supplémentaires sur des essences peu implantées en Bretagne (Cèdre, Thuya par exemple¹) et différentes techniques de préparation du sol (Billon 3B par exemple) ;
- d'avoir une répartition sur les 4 départements bretons.

Les antécédents culturels et les surfaces de travaux/hors travaux sont présentés dans le tableau suivant :

Identifiant	Antécédent culturel	Surface totale de travaux	Surface hors travaux et nature
BFBt22-1	Plantations du FFN en échec sanitaire (grandis) ou avec des essences peu adaptées (Pin weymouth et Pin sylvestre)	11,57	2 ha Conservation des bordures forestières et d'un espace de landes
BFBb29-2	Pâturage et lande à fougères	8,01	3,21 ha de boisements préexistants dont un îlot feuillu
BFBt29-3	Taillis non améliorables à dominance de Chêne et Hêtre en mélange avec Châtaignier et Bouleau	6,40	0,31 ha Affleurements rocheux, îlot de vieux douglas, îlots d'ifs
BFBb35-1	Pâturage	2,90	0,18 ha
BFBb35-2	Parcelle en herbe ou culture et ancienne peupleraie en échec	12,00	0
BFBb35-3	Pâturage	5,00	0
BFBt56-1	Ancien taillis de châtaignier avec réserves de Chêne et de Sapin pectiné	4,00	0
BFBb56-2	Pâturage	3,57	0

TABLEAU 2. ANTECEDENTS CULTURAUX ET SURFACES PLANTEES

¹ L'arrêté préfectoral relatif aux qualités des plants forestiers utilisés lors des opérations bénéficiant de subventions publiques du 3 novembre 2014 s'appliquant en Bretagne, précise que les obligations de provenance ne s'appliquent pas aux projets expérimentaux suivis par un organisme de recherche ou de développement (comme le CNPF). Certains projets de boisement/reboisement ont ainsi été subventionnés dans le cadre de Breizh Forêt Bois sous condition de faire l'objet d'un suivi par le CRPF dans le cadre du RFR.

Localisation des chantiers Breizh Forêt Bois suivis dans le cadre du RFR

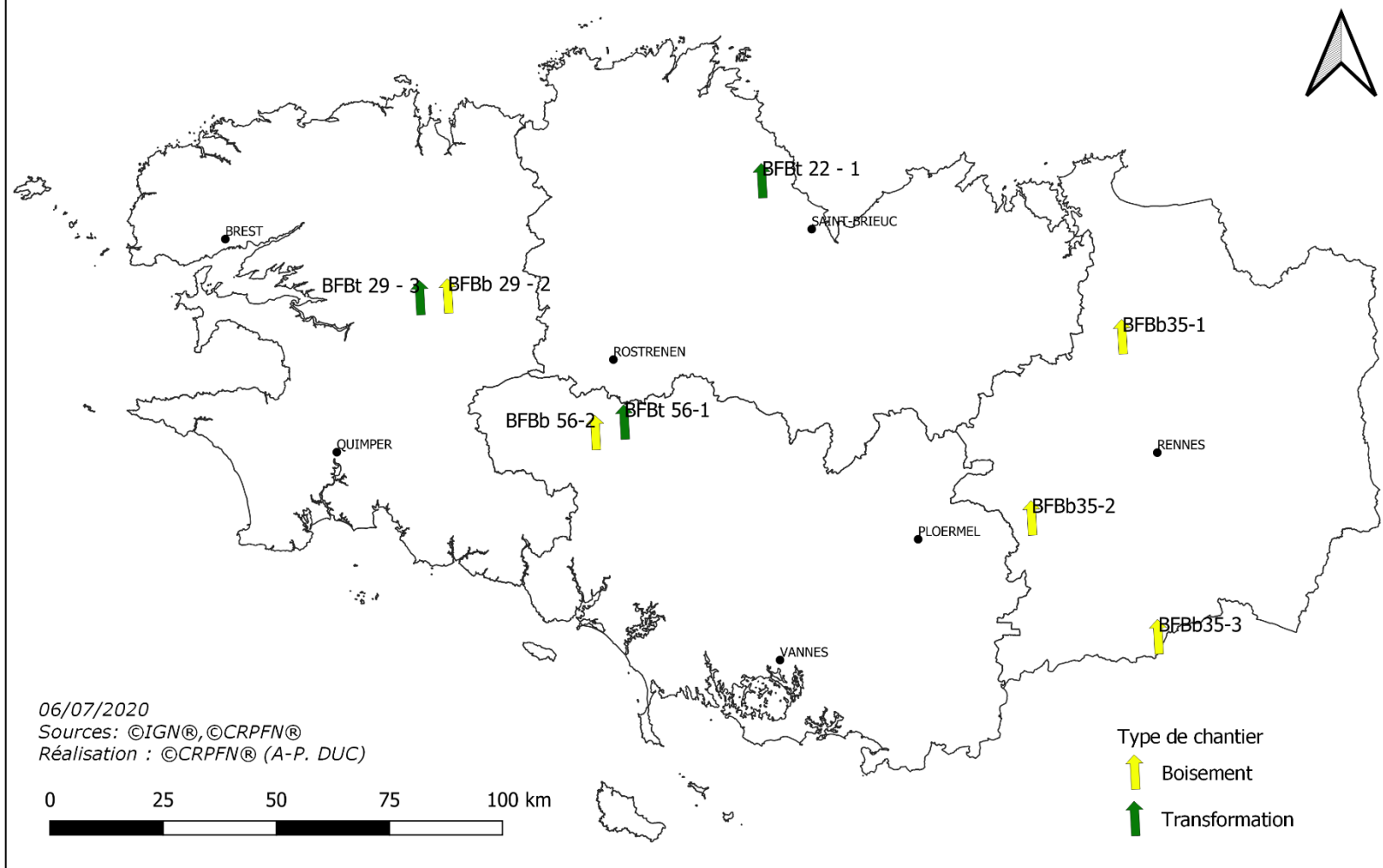


FIGURE 1. LOCALISATION DES CHANTIERS SUIVIS

1.2 Contexte climatique et stationnel

Le graphique et les cartes ci-après présentent les normales climatiques qui s'appliquent aux différents chantiers (moyenne annuelle trentenaire AURELHY 1981-2010).

Les précipitations annuelles sont comprises entre 723 mm et 1325 mm. Les secteurs les moins arrosés sont ceux de l'Ille et Vilaine au climat océanique dégradé (3 placettes) et sur la placette des Côtes d'Armor tandis que les plus fortes pluviométries s'observent dans le centre Ouest Bretagne au climat océanique typique (4 placettes).

Les températures annuelles moyennes sont très proches d'un chantier à l'autre. Les températures moyennes des sites en l'Ille et Vilaine sont légèrement plus élevées (autour de + 0,5°C par rapport aux autres localisations). Ce sont les seules qui dépassent 11°C.

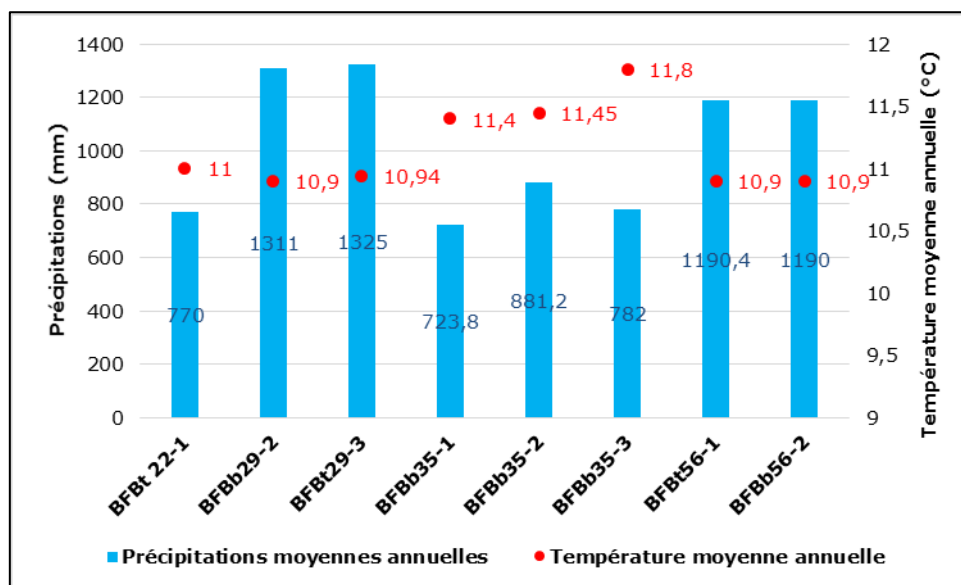
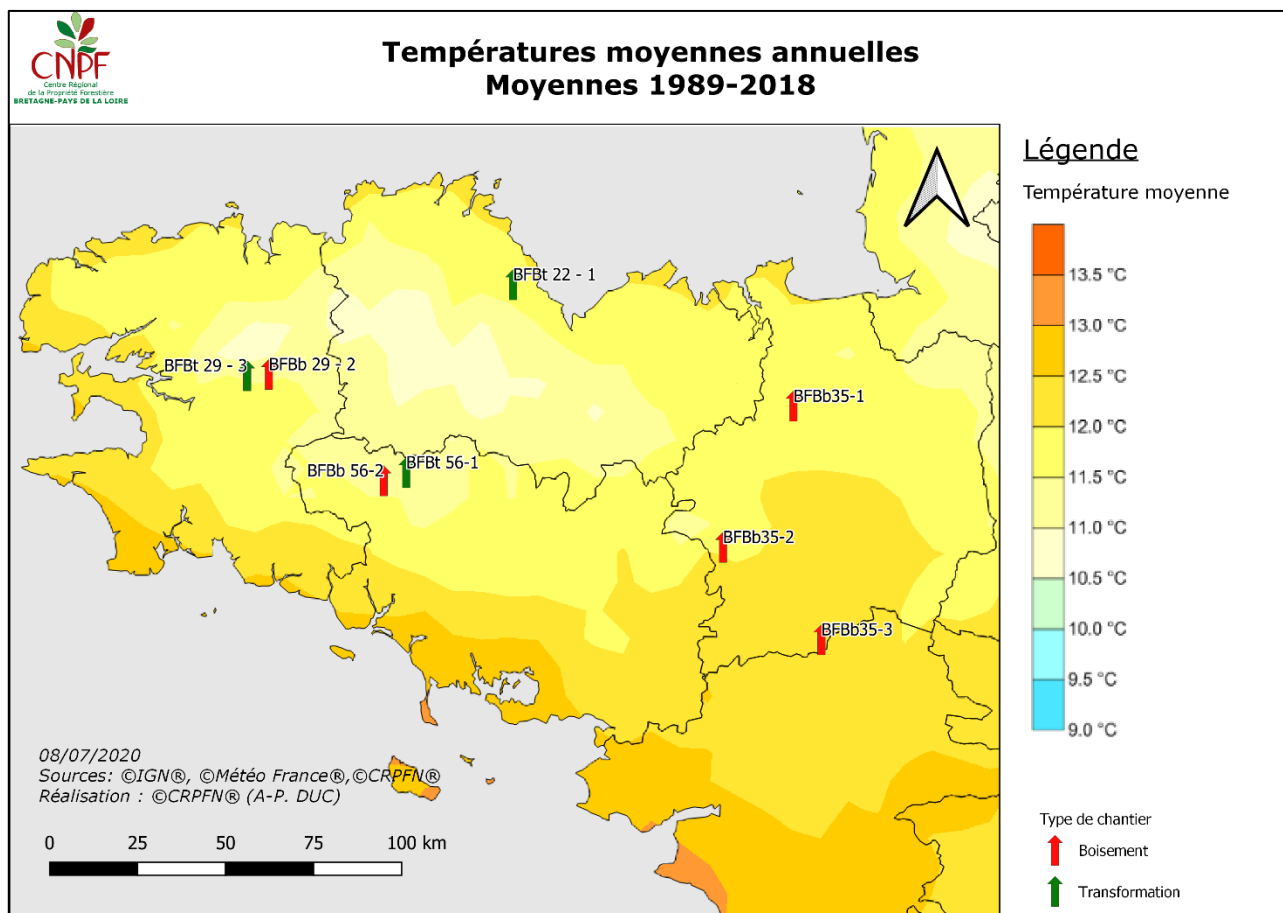
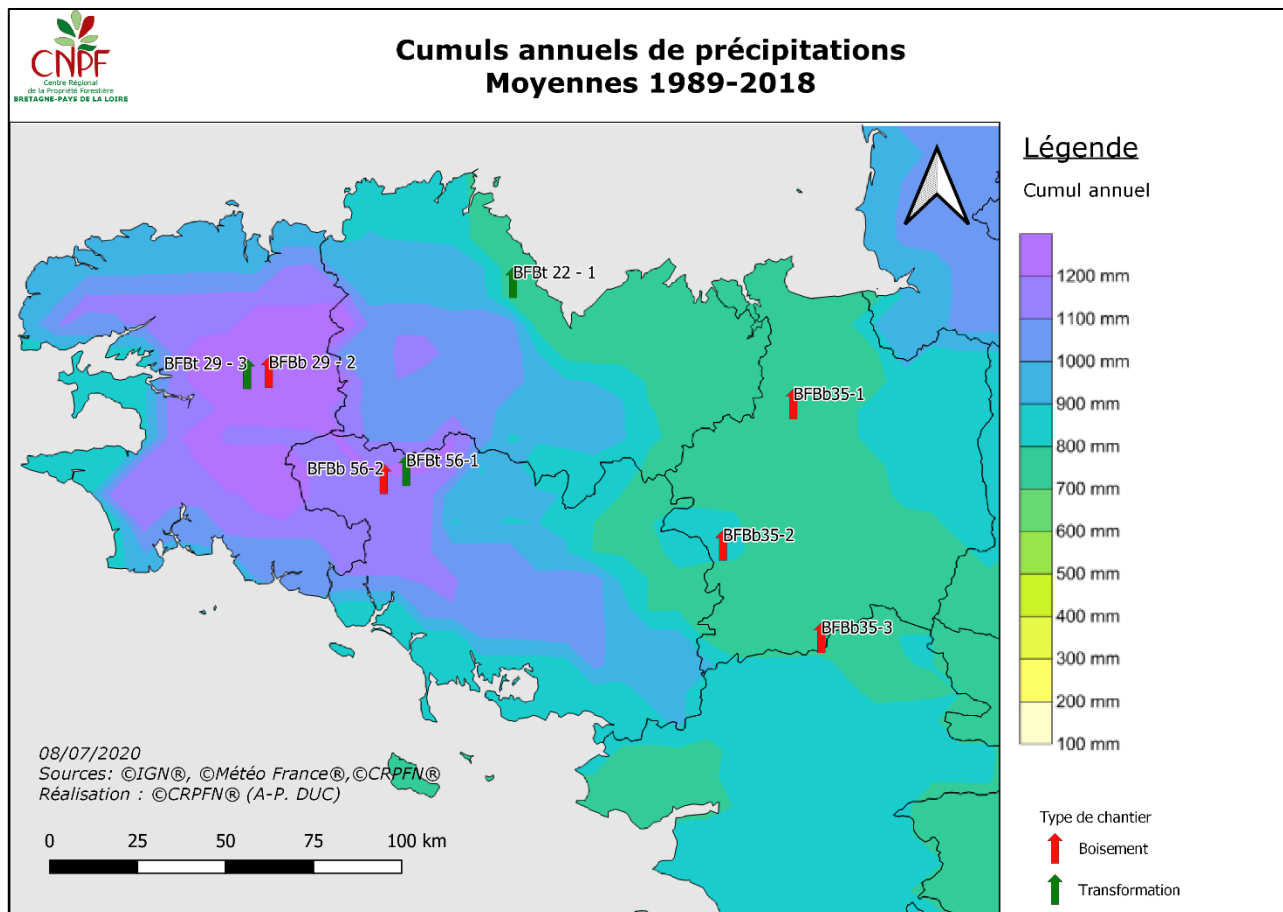


FIGURE 2. TEMPERATURES ET PLUVIOMETRIE ANNUELLE MOYENNE PAR CHANTIER

FIGURE 3. PRECIPITATIONS ET TEMPERATURES MOYENNES ANNUELLES



Le tableau ci-après présente les principales caractéristiques stationnelles des chantiers. Les stations sont identifiées au moyen des Guides du sylviculteur du Centre Ouest Bretagne (type de station C1 à C16) et de Moyenne Vilaine (type de station S1 à S13). Les chantiers BFBt22-1 et BFBb35-1 sont situés en dehors des zones d'application des guides. Pour faciliter le traitement des données et de par leur proximité avec les secteurs respectivement du guide des stations COB et Moyenne Vilaine, on les associe aux types stationnels de ces 2 guides.

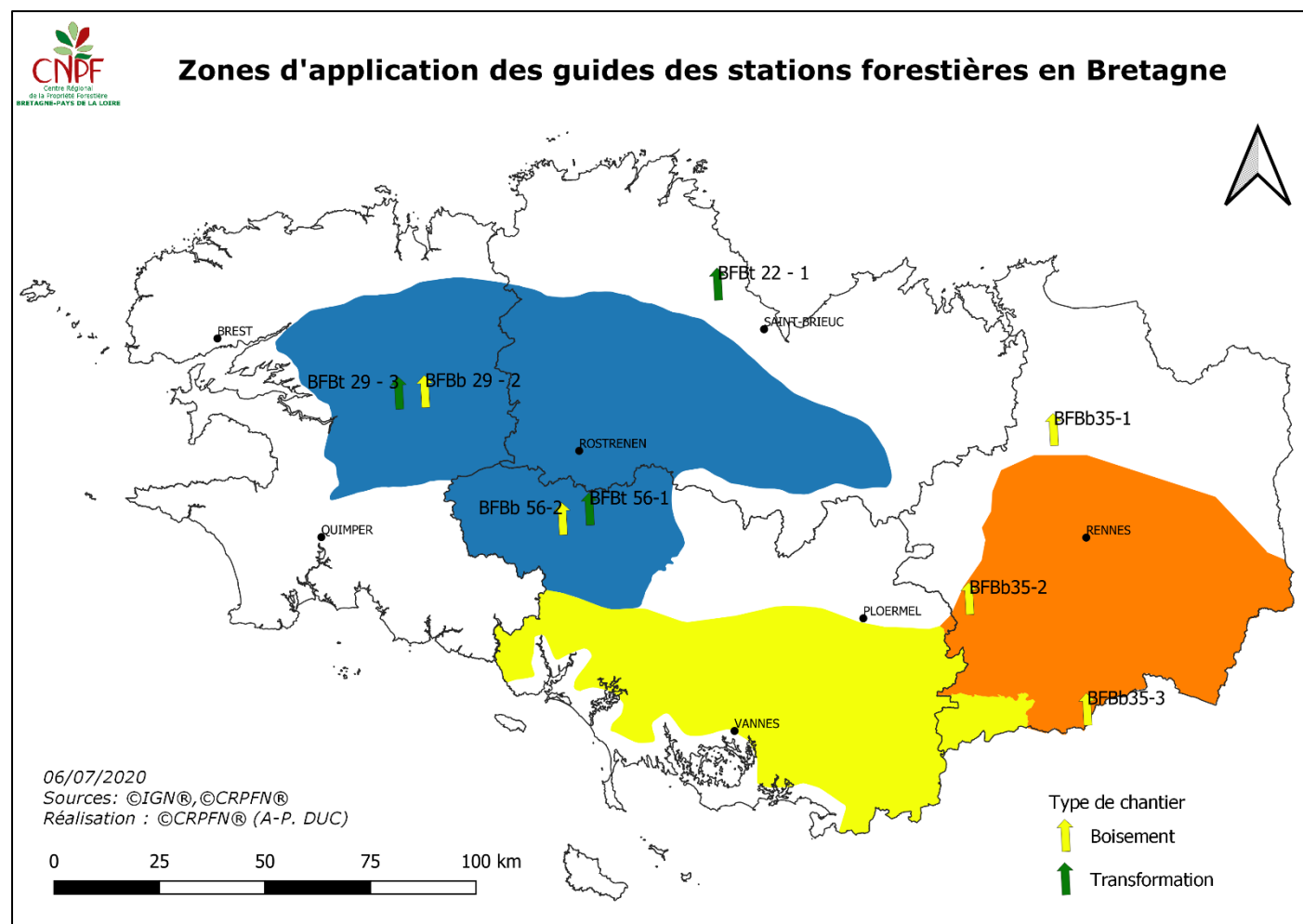


FIGURE 4. ZONES D'APPLICATION DES GUIDES DE STATION ET LOCALISATION DES CHANTIERS

ID	Station	Roche mère	Expo	Pente	Position topo	Fertilité	Prof prospectable	Hydromorphie	Type de sol et texture dominante
BFBt 22-1	C5	Amphibolites	Toutes	<3%	Plateau	Faible	60 à 70 cm	5 à 20 cm	Pseudogley podzolique Limoneuse
BFBb29-2	C10 et C15	Schistes ardoisiers	Variable	7 à 10 %	Haut de versant	Moyenne à faible	Variable	Néant	Sol brun mince Limoneuse
BFBt29-3	C10	Schistes et quartzites	Toutes	11 à 20%	Milieu de versant	Moyenne à faible	40 à 50 cm	Néant	Sol brun acide Limono-sableuse
BFBb35-1	S7	Schistes briovériens	SE	3 à 6 %	Plaine	Bonne	60 à 70 cm	>40 cm	Sol brun acide Limoneuse
BFBb35-2	S8	Colluvions	Toutes	<3%	Plateau	Moyenne	60 à 70 cm	>40 cm	Sol brun acide Limoneuse
BFBb35-3	Non identifié	Schistes ardoisiers	Toutes	<3%	Plateau	Moyenne à faible	20 cm	5 cm	Pseudogley Limoneuse
BFBt56-1	C10	Granite	NO	11-20%	Milieu de versant	Moyenne à faible	>100 cm	Néant	Sol brun acide Limono-sableuse
BFBb56-2	Non identifié	Grès armoricain	SO	11 à 20 %	Milieu de versant	Faible	40 à 50 cm	Néant	Sol podzolisé Limono-sableuse

TABLEAU 3. CARACTERISTIQUES STATIONNELLES DES CHANTIERS

1.3 Essences choisies pour le boisement ou reboisement

ID	Composition de la plantation	Type de mélange	Détail des essences implantées	Surfaces totales de travaux par essence
BFBt 22-1	Mélangée	Parquets	Pin maritime Thuya plicata (15%)	7,8 ha
			Epicéa de sitka	3,7 ha
BFBb29-2	Mélangée	Parquets	Epicéa de sitka Chêne sessile	7,21 ha 0,80 ha
BFBt29-3	Mélangée	Alternance de lignes ou parquets	Thuya avec un mélange d'Epicéa de sitka (1 rang /4) Douglas Séquoia toujours vert Bordure de Chêne rouge	2,15 ha 3,75 ha 0,35 ha 0,15 ha
BFBb35-1	Mélangée	Parquets	Chêne rouge Cèdre de l'Atlas	1,73 ha 1,17 ha
BFBb35-2	Mélangée	Parquets	Chêne pédonculé Chêne sessile (80%)+Charme (15%)+Merisier (5%) Cèdre de l'Atlas (65%) + Thuya géant (35%)	4,80 ha 3,60 ha 3,60 ha
BFBb35-3	Mélangée	Parquets	Cèdre de l'Atlas Chêne sessile	4 ha 1 ha
BFBt56-1	Mélangée	Alternance de ligne	Douglas en essence objectif et Châtaignier en essence de diversification (15%)	3,60 ha 0,40 ha
BFBb56-2	Mélangée	Pied à pied et bouquet	Chêne sessile en mélange avec du Cèdre (bouquet) et du hêtre (pied à pied) Chêne rouge en mélange avec du Cèdre (bouquet) et du châtaignier (pied à pied) Chêne sessile en mélange avec du Merisier et Séquoia toujours vert (pied à pied)	1,53 ha 1,23 ha 0,81 ha

TABLEAU 4. COMPOSITION DES PLANTATIONS

Conformément au cahier des charges du dispositif Breizh Forêt bois, les plantations subventionnées intègrent un certain pourcentage d'essences en diversification (au minimum 10% d'essences feuillues ou bien 3 essences/variétés au minimum avec la variété la moins abondante représentant au minimum 10% des plants).

L'objectif recherché est de s'assurer d'un minimum de diversité dans le projet afin de diminuer le risque face aux aléas éventuels (climatiques, biotiques) et de rendre le boisement potentiellement plus résilient.

La plupart des diversifications ont été fait par parquets². La disposition des parquets est parfois totalement déterminée par les conditions stationnelles qui peuvent varier au sein d'une même parcelle.

D'autre part, cette implantation peut parfois avoir un rôle paysager. C'est le cas notamment :

- des lignes de châtaigniers aux abords de la plantation BFBt56-1 à Ploerdut,
- des lignes de chênes rouges aux abords de la plantation BFBt29-3 à Loqueffret,
- des parquets de chênes sessiles dans la plantation BFBb29-2 à St Herbot.

Les plantations BFBb29-2, BFBb29-3, BFBb56-2 ont potentiellement un enjeu paysager plus important de par leur situation en pente. Néanmoins, l'impact visuel reste limité car il s'agit de boisements : le changement de paysage se fait par une transition très lente, ce qui permet à l'œil humain de s'habituer. L'effort de diversification avec l'implantation de différents parquets ou du mélange pied à pied permet d'éviter l'aspect « bloc » des grandes monocultures.

Le choix des essences intègre les conditions stationnelles : le Cèdre de l'Atlas a été implanté dans trois chantiers en Ille-et-Vilaine dans un but d'adaptation au réchauffement climatique dans ce département le plus concerné par le phénomène de sécheresse. L'Epicéa de sitka est planté de façon logique en Centre Ouest Bretagne, là où la pluviométrie est la plus satisfaisante pour le développement de cette essence. Le Thuya plicata a été installé en diversification dans les zones plus mouilleuses des chantiers concernés (il est susceptible en effet de bien s'adapter à ces conditions).

² L'Institut Géographique National (IGN) définit le mélange comme un peuplement dont l'essence prépondérante ne dépasse pas 75% du couvert libre. On définit un parquet comme un îlot d'une surface supérieure à 0,5 ha, en deça, on utilise le terme de bouquet.

1.4 Itinéraires techniques de plantation et données économiques

Le tableau suivant donne le détail des montants totaux de travaux et de subvention sollicités par plantation. Ces données sont issues des fiches de synthèse Breizh Forêt Bois des services instructeurs (DDTM et DRAAF).

Identifiant	Surface	Montant total des travaux et subvention sollicitée (Hors taxe)	Montants / hectare
BFBt22-1	11,57	58 317 €*	5071 €/ha*
BFBb29-2	8,01	20 378 €	2544 €/ha
BFBt29-3	6,40	29 511 €*	4600 €/ha*
BFBb35-1	2,90	25 215 €	8798 €/ha
BFBb35-2	12,00	Non renseigné	Non renseigné
BFBb35-3	5,00	19 000 €	3800 €/ha
BFBt56-1	4,00	20 521 €*	5063 €/ha*
BFBb56-2	3,57	20 749 €	5812 €/ha

TABLEAU 5. COUT TOTAL DES PLANTATIONS

*avec entretiens de plantation les 1ères années compris

Nb : dans le tableau 5, les frais de maîtrise d'œuvre ne sont pas comptés. Ils avoisinent en général 2000 à 3000 euros HT au total.

Le montant total de plantation varie de 2544 euros/ha à 8798 euros/ha. Les reboisements présentent un coût généralement supérieur aux boisements: cela s'explique par la nécessité d'effectuer des travaux de nettoyage après coupe lorsque les parcelles ont un antécédent forestier. Pour le chantier de boisement BFBb35-1, le coût de boisement très important est lié au choix du propriétaire de protéger ses 2 îlots par engrillagement, protection au rapport coût/ha défavorable sur de si petites surfaces. Le chantier BFBb56-2 présente également un coût élevé à l'hectare du fait de l'installation de protections gibier individuelles sur les feuillus plantés à densité élevée.

Les trois chantiers de reboisement ont fait l'objet d'un nettoyage du terrain préalable à la plantation. Le broyage en plein ou le dessouchage (avec mise en andains) sont des postes de dépense importants mais qui en cas de fortes densités de souches, facilitent grandement la plantation et les entretiens. Le dessouchage et la mise en andains induisent néanmoins une perturbation du sol, qui peut avoir un impact négatif important sur la croissance des arbres, le stockage de carbone et la biodiversité. Le coût de ce nettoyage avoisine les 1500 euros/ha.

ID	Antécédent culturel	Nettoyage du terrain	Période	Coût/ha (HT)
BFBt22-1	Plantations du FFN en échec sanitaire (grandis) ou avec des essences peu adaptées	Broyeur lourd	Exploitation : 07/2016 à 09/2016 Broyage : 12/2016 à 01/2017	1700€
BFBt29-3	Taillis non améliorables à dominance de Chêne et Hêtre en mélange avec Châtaignier et Bouleau	Broyage lourd des souches	Broyage : 09/2018	1219€
BFBt56-1	Ancien taillis de Châtaignier avec réserves de Chêne et de Sapin pectiné	Dessouchage et mise en andains (5 à 6 lignes plantées entre les andains soit 18 à 21 m)	01-02/2016	1469€

TABLEAU 6. OPERATIONS DE NETTOYAGE ET COUT POUR LES REBOISEMENTS

Le tableau 7 met en évidence le recours fréquent au sous-solage sur les lignes de plantation. Le coût du sous-solage varie entre 280 €/ha et 650 €/ha.

Le passage de la dent de sous-solage permet de décompacter le sol en profondeur (et de casser une éventuelle semelle de labour) sur une profondeur de 40 cm ou plus, afin que les plants puissent s'enraciner plus facilement.

Le labour permet d'éliminer le tapis herbacé avant plantation ou d'ameublir le sol superficiellement. Son coût varie de 150 (labour superficiel) à 600 €/ha (labour profond).

Sur la plupart des chantiers de boisement, le rotavator a été utilisé pour émietter et égaliser le sol en surface. Son coût varie de 145 à 360 €/ha.

Un seul chantier a sollicité un Culti 3B® pour un travail du sol bien particulier : il permet de réaliser un billon surélevé de 10 à 30 cm au-dessus du niveau naturel du sol tout en décompactant le sol entre 40 et 60 cm de profondeur. Le but du billonnage est d'augmenter le volume de sol facilement prospectable par les racines et d'éviter l'asphyxie des plants en période hivernale (le sol à Lantic présente en effet les signes d'un engorgement superficiel temporaire marqué). Une fois le terrain nettoyé (dessouchage), le coût de cette technique est peu onéreux (252 euros/ha sur le chantier BFBt22-1).

ID	Travaux préparatoires du sol	Période	Coût/ha (HT)
BFBt22-1	Culti 3B	03/2017	252€
BFBb29-2	Labour en plein et sous-solage	09/2015	710€
BFBt29-3	Sous-solage	04/2019	280€
BFBb35-1	Sous-solage	04/2016	650€
	Passage de rotavator		250€
BFBb35-2	Labour profond en bande tous les 3 m + emiettage (sur 4,8ha)	Hiver 2016-2017	500€
	Labour profond en plein et décompactage en plein, emiettage compris (sur 6,55 ha)		600€
	Passage de rotavator (sur 6,55 ha)		145€
BFBb35-3	Sous-solage	Début 2017	280€
	Passage de rotavator		360€
BFBt56-1	Sous-solage	01-02/2016	337,5€
BFBb56-2	Sous-solage	11/2016	300€
	Labour (UG3 seulement)		150€
	Rotavator		200€

TABLEAU 7. TRAVAUX PRÉPARATOIRES DU SOL ET COÛTS

Le tableau suivant présente les densités de plantation par essence ainsi le coût de fourniture des plants à l'hectare. Les essences indiquées par chantier, sont uniquement celles des unités de gestion qui ont fait l'objet d'un suivi de croissance par le CRPF.

ID	Plantation	Période	Coût/ha (HT)
BFBt22-1	Plantation : 3*2,5 soit 1330 plants/ha	04/2017	937 €
BFBb29-2	Plantation Epicéa de sitka : 3*2,5 soit 1330 plants/ha	02/2016	Fourniture des plants : 726 € Epicéa de sitka : 0,55€/plant Chêne sessile : 0,9 €/plant Mise en place : 784 € (0,55€/plant)
BFBt29-3	Plantation Douglas : 3*2,5 soit 1330 plants/ha Plantation Thuya : 3*3 soit 1100 plants/ha Plantation Séquoia : 3*4 soit 830 plants/ha	04/2019	Fourniture des plants : 661 € Douglas : 0,48€/plant Thuya : 0,55€/plant Sequoia : 1,4€/plant Mise en place : 697 € (0,638€/plant)
BFBb35-1	Plantation Cèdre : 3,5*1,25 soit 2229 plants/ha Plantation Chêne rouge : 3,5*2,2 soit 1300 plants/ha	04/2016	Fourniture des plants : 1533 € Cèdre de l'atlas 1,45€/plant Chêne rouge 0,88€/plant Mise en place : 681 € (0,5€/plant)
BFBb35-2	Plantation Cèdre + Thuyas : 3,5*1,6 soit 1785 plants/ha	Hiver 2016-2017	Fourniture des plants : 1665 € Cèdre de l'atlas 1,05€/plant Thuya : 0,86€/plant Mise en place : 850 € (0,5€/plant)
BFBb35-3	Plantation Cèdre : 3,5*1,6 soit 1785 plants/ha Plantation Chêne sessile : 3,5*1,6 soit 1785 plants/ha	Début 2017	Fourniture des plants : 1123 € Cèdre de l'atlas 0,80€/plant Chêne sessile 1,12€/plant Mise en place : 770 € (0,6 €/plant)
BFBt56-1	Plantation Douglas + Châtaignier : 3*2,5 soit 1330 plants/ha	03/2016	Données non disponible
BFBb56-2	Plantation de Chêne sessile en mélange avec du Hêtre et du Cèdre 3*2 (variable, parfois, 3*2,2) soit 1600 à 1800 plants/ha	01/2017	Plants : 1380 € Chêne sessile : 0,94€/plant Hêtre : 0,55€/plant Cèdre : 0,90€/plant Mise en place : 744 € (0,45€/plant)

TABLEAU 8. COÛTS FOURNITURE ET MISE EN PLACE DES PLANTS

Le coût de la fourniture des plants varie de 0,48 à 1,45 euros/plant selon les essences (les plants feuillus sont généralement plus chers que les plants résineux) et le type de plant (en motte ou racines nues). Le coût de la mise en place est proche de 0,5 euros/plant.

Le tableau 9 présente les types de plants et provenances. Concernant les provenances de Cèdre de l'Atlas, la provenance Ménerbes (située près de la commune de Cavaillon, dans le Vaucluse) correspond à une provenance testée (étiquette bleue) dont les peuplements ont montré leur supériorité dans des tests comparatifs. Concernant les plants de Douglas, la Luzette est le verger à graines de Douglas le plus utilisé en France et donne un matériel doté d'une grande vigueur juvénile, tout en ayant un débourrement tardif, ce qui le protège des gelées de printemps.

ID	Essence	Type de plant	Origine/provenance	Catégorie
BFBt22-1	Pin maritime Epicéa de sitka Thuya	Motte 200 cm ³ Racines nues Racines nues	NR Washington NR	NR 30/60 cm 20/40 cm
BFBb29-2	Epicéa de sitka Chênes sessiles	Racines nues Racines nues	Washington VG 625 NR	40+ 30/50 cm
BFBt29-3	Douglas Thuya plicata Séquoia toujours vert	Racines nues Godet 400 cm ³ Godet 400 cm ³	PME-VG-002-Luzette VG NR NR	30/60 cm, 1+1 15+ cm 15+ cm
BFBb35-1	Cèdre Chêne rouge	Godet 400 cm ³ Racines nues	CAT 900 France QPU 901	NR 50/80
BFBb35-2	Cèdre Thuya plicata	Godet 400 cm ³ Racines nues	PP01 Ménerbes NR	NR 25/50
BFBb35-3	Cèdre Chêne sessile	Godet 400 cm ³ Racines nues	PP01 Ménerbes QPE 106	10-15 cm 50/80 cm
BFBt56-1	Douglas Châtaignier	Racines nues Racines nues	PME-VG-002-Luzette VG CSA 101 Massif armoricain	40/60 cm (3 ans) 40/60 cm
BFBb56-2	Chêne sessile Hêtre Cèdre	Racines nues Racines nues Godet 400 cm ³	QPE 106 FSY 102 Nord CAT 900 France	2s 30/50 30/50 cm NR

TABLEAU 9. PROVENANCES ET CATEGORIES DE PLANTS

NR : Non Renseigné

Concernant les protections contre les dégâts de gibier, les plants d'Epicéas de sitka et de Pin maritime (essences moins appétentes que les autres) des chantiers BFBt22-1 et BFBb29-2 n'ont pas été protégés. Les cèdres ont en général été protégés avec du Trico³ en pépinière et avec deux applications par an ces dernières années. Des gaines de 120 cm de haut et 15-20 cm de diamètre ont été en général utilisées pour les feuillus.

ID	Type de protection	Période	Coût/ha (HT)
BFBt 22-1	Pose protection arbre de fer pour les thuyas	05/2017	2274 €/ha <i>1,86€/arbofer</i>
BFBb29-2	Protection gibier (gaine 120 cm*15/20 cm, tuteur/pose) pour les chênes sessiles	04/2016	4095€/ha <i>3,3€/plant</i>
BFBt29-3	Pulvérisation Trico du Douglas, Sequoia et Thuya	04/2019	226€/ha <i>0,2€/plant</i>
BFBb35-1	Pose de protection de chevreuil sur la partie Est de la placette Sud et clôture contre le chevreuil pour le reste du projet	04/2016	6063€/ha <i>Clôture 5876€/ha (1100 m de clôture à 7€/ml+porte+piquets+pose) Echalas acacia 150 : 0,53€ prix unitaire Tuteur bambou : 0,31€ prix unitaire Gaine climatic H120 D14 : 0,6€ prix unitaire Pose protection : 1€ prix unitaire</i>
BFBb35-2	Traitement répulsif préalable en pépinière		170€/ha <i>0,10 €/plant</i>
BFBb35-3	Traitement répulsif préalable en pépinière Installation d'une clôture électrique (5-6 fils)		179€/ha 500€/ha <i>0,11 €/plant</i>
BFBt56-1	Arbres de fer pour les douglas et gaines pour les châtaigniers	03-04/16	NR
BFBb56-2	Gaine pour les feuillus (60 à 120 cm*15/20cm) Trico pour les cèdres	Hiver 2016-2017	Gaines : 1488 €/ha Mise en place : 1653 €/ha <i>0,9€/plant 1 €/plant</i>

TABLEAU 10. TYPE DE PROTECTION GIBIER

Concernant l'entretien des boisements : toutes les plantations ont fait l'objet annuellement d'un passage de gyrobroyeur entre les lignes de plantation. Des dégagements localisés au pied des plants n'ont pas été systématiquement nécessaires.

³ Le Trico est un répulsif à base de graisse de mouton qui agit sur l'odorat et le goût du gibier pour lutter contre l'abrutissement d'hiver et d'été. Il doit être appliqué sur la partie sommitale du plant, un colorant blanc est ajouté au répulsif afin de permettre la reconnaissance des parties traitées.

2. Observations sur les placeaux de mesure

2.1. Placeaux installés

Par essence, un à cinq placeaux de suivi ont été mis en place sur chaque chantier en vue d'une bonne représentativité des variations stationnelles et de mesurer les différentes essences. En cas de répétition pour une essence sur un même chantier, les placeaux ont été mis en place afin d'obtenir des surfaces ou des nombres de plants observés identiques.

ID	Essence 1		Essence 2		Essence 3		Total	Nb de placeaux
	Ess	Nb	Ess	Nb	Ess	Nb		
BFBt 22-1	Pin maritime	101	Epicea de sitka	91	Thuya	81	273	3 (1 par essence)
BFBb29-2	Epicea de sitka	197	Chêne sessile	83			280	5 (EPS), 2 (CHES)
BFBt29-3	Douglas	125	Thuya	126	Séquoia	74	325	5 (2 DOU, 2 THU et 1 SEQ)
BFBb35-1	Cèdre	39	Chêne rouge	126			165	4 (3 CHER + 1 CED)
BFBb35-2	Cèdre	90					90	2
BFBb35-3	Cèdre	102					102	2
BFBt56-1	Douglas	199	Châtaignier	99			298	6 (4 DOU+2CHAT)
BFBb56-2	Chêne sessile	69	Hêtre	27	Cèdre	17	113	2

TABEAU 11. NOMBRE DE PLACEAUX ET DE PLANTS MESURES PAR PLANTATION

Les variables mesurées sont les suivantes :

- mesures de la hauteur totale des plants,
- observations des dégâts de gibier (chevreuil, rongeurs...),
- observations des dégâts sanitaires (gel, maladies, insectes...).

2.2. Taux de survie

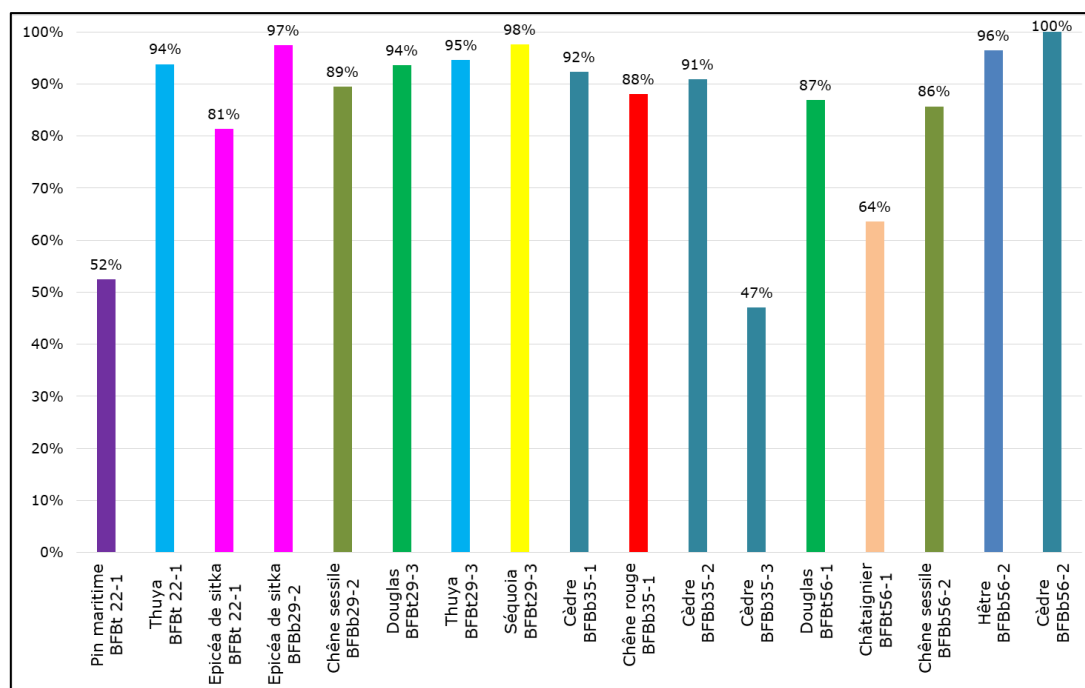


FIGURE 5. TAUX DE SURVIE PAR ESSENCE ET PAR CHANTIER FIN 2020

Les taux de survie sont globalement très bons pour la plupart des plantations. Ils sont au-dessus de 80% fin 2020 (Figure 5) au bout de 4 à 5 années de végétation (exception : au bout de 2 années de végétation pour la plantation BFBb29-2). Il n'y a pas eu de regarnis sur les plantations étudiées.

Trois plantations présentent néanmoins plus de 20% de mortalités en 2020 pour certaines essences. Cela est lié :

- A des problèmes phytosanitaires (détaillé en partie 1.3): c'est le cas notamment des pins maritime de la plantation BFBt22-1 (52% de survie). Sur cette plantation, la mortalité est principalement liée à l'effet du gel printanier de 2017 et de l'armillaire (dégâts observés à partir de 2018). Quelques dégâts liés au passage de gyrobroyeur ont été également observés. Concernant les châtaigniers de la plantation BFBt56-1 (taux de 61% de survie), les mortalités relevées sont liées à l'encre du Châtaignier.
- Aux dégâts de gibier : dans la plantation BFBb35-3, l'abroustissement répété chaque année par le chevreuil (détaillé en partie 1.4) explique en majeure partie le faible taux de survie de 47%. Cet effet est conjugué à l'inadéquation stationnelle du Cèdre sur ce terrain.

2.3. Principaux problèmes sanitaires

Plusieurs problèmes sanitaires ont pu impacter les plantations. On distingue les problèmes sanitaire abiotiques des maladies ou pathogènes.

2.3.1. Problèmes sanitaires abiotiques

Il s'agit des problèmes liés à l'adéquation stationnelle, au climat ou à la gestion de la plantation.

L'adéquation stationnelle

Le tableau suivant récapitule l'adéquation au milieu des différentes essences plantées selon les dossiers Breizh Forêt Bois.

TABLEAU 12 ADAPTATION DES ESSENCES SELON LES STATIONS RENCONTREES

Station	EPS	DOU	THU	SEQ	PM	CED	CHES	CHER
C5 BFBt 22-1	Moyen		Moyen		Bon			
C15 BFBb29-2	Inadapté						Limite	
C10 BFBt29-3 BFBt56-1 BFBb29-2	Bon	Bon à moyen	Bon	Bon				
S7 BFBb35-1						Bon		Bon
S8 BFBb35-2						Bon		
NR BFBb35-3						Inadapté		
NR BFBb56-2						Limite	Bon	

TABLEAU 13. ADAPTATION DES ESSENCES SELON LES STATIONS RENCONTREES

Globalement, l'ensemble des essences « objectif » ont été introduites dans des conditions stationnelles qui leur conviennent.

Certaines essences sont toutefois mal adaptées à la station :

- c'est le cas sur certaines parties de la plantation BFBb29-2 à St Herbot : le Chêne sessile a été introduit notamment dans une zone au sol superficiel (sondage tarière stoppé à 10 cm) en pente. En haut de pente et en exposition Sud, un nombre non négligeable de chênes ont disparu ou ont la tête sèche. Les conditions ne sont pas favorables à son développement. De plus, le manque de dégagement sur cette partie n'a pas joué favorablement à leur reprise. L'objectif ici n'est néanmoins pas la production de bois de qualité mais une diversification dans la plantation et un but paysager. Les autres parties similaires d'un point de vue stationnel plantées en Epicéa de sitka présentent légèrement plus de mortalités que dans les autres zones adaptées à cette essence. Pour cette essence, l'impact de cette inadéquation stationnelle se révèle essentiellement sur la croissance des plants (cf. partie 2.5).



- A Lantic (BFBt22-1), l'Epicéa de sitka est en condition limite d'un point de vue de ses exigences minérales. Cela est certainement responsable du plus fort taux de mortalité (19%) observé sur ce plateau. Les plants vivants présentent ainsi un aspect peu fourni et la croissance n'est pas optimale (cf. partie 3.1).

- Au Croisty (BFB56b-2), les cèdres introduits en diversification et situés en haut de pente (plateau 1), présentent un aspect jauni : la station est limite pour le cèdre concernant la richesse minérale (sol podzolisé).

FIGURE 6. EPICEA DE SITKA, LANTIC (BFBt22-1)

- Le Cèdre de l'atlas n'est pas adapté aux conditions stationnelles pour la plantation BFBb35-3 à la Dominelais. Le sol présente en effet des traces d'hydromorphie dès la surface, témoignant d'un engorgement temporaire hivernal. Ce sol est de plus assez superficiel (schiste altéré à 20 cm de profondeur). Il subit de fortes variations hydriques annuellement : humidité hivernale et sécheresse estivale. Le Cèdre de l'atlas, qui nécessite des terrains sains et non superficiels trouve ainsi ici plusieurs contraintes à son bon développement. Les plants ont une croissance très faible, ce qui ne leur permet pas de s'affranchir rapidement des abrouissements apicaux par le chevreuil.
- A Loqueffret (BFBt29-3), le taux de mortalité de la plantation de Douglas est plus élevé (20%) dans la partie où le sol est plus acide et plus humide (plateau 5) et moins profond. On observe le jaunissement de quelques plants.
- A Quebriac (BFBb35-1), le Chêne rouge est globalement bien adapté à la station. On observe seulement plus de mortalité au niveau du plateau 4, présentant localement des signes d'engorgement temporaire. Cela témoigne de l'impact défavorable de l'hydromorphie pour cette essence.

Jaunissement des plants de cèdre

Sur cèdre : un jaunissement des plants de Cèdre de l'atlas est observé en 2020 sur les sites de Maxent (BFBb35-2) et du Croisty. Les plants sont par ailleurs peu fournis en aiguilles.

Au Croisty, comme évoqué précédemment, ce jaunissement peut être expliqué par une carence minérale.

A Québriac, malgré l'enfoncement peu profond des mottes à la plantation, les plants sont vigoureux et bien verts à n+5. Ils étaient légèrement jaunés à la plantation, du fait de la crise de transplantation, mais ce phénomène a disparu l'année suivante.

A Maxent, le terrain présente néanmoins une bonne fertilité minérale et ce constat est étonnant. Les plants présentent par ailleurs une bonne croissance. L'arrachage de quelques plants jaunes montre un système racinaire qui s'est développé de façon peu vigoureuse. Cela peut être lié à une difficulté initiale des racines à s'extraire de la motte ou à une compétition trop importante avec le tapis herbacé très dense. Ce tapis herbacé représente certainement une compétition non négligeable.



FIGURE 7. PLANTS DE CEDRE A MAXENT (BFBb35-2) ET SYSTEME RACINAIRE D'UN PLANT JAUNE

Le gel printanier ou automnal

Des dégâts liés aux gelées ont été relevés dans certaines plantations. Elles provoquent la destruction des jeunes pousses déjà formées mais non lignifiées. Elles entraînent des déformations, des pertes de production, et même la mort de l'arbre si elles se répètent.

A Ploerdut (BFBt56-1), Lantic (BFBt22-1) et Le Croisty (BFBb56-2), le gel en 2017 a causé des dégâts sur les pousses (jusqu'à 10% des plants) mais sans engendrer de mortalités notables sur les résineux. Ce sont les châtaigniers à Ploerdut qui ont été les plus impactés (le gel a touché 20% des plants restants).

A St Herbot (BFBb29-2), le gel de mai 2019 a également eu quelques impacts sur les épicéas sans causer de mortalités.

La plantation de Cèdre à la Dominelais (BFBb35-3) a été bien impactée par le gel printanier. Les dégâts liés au gel en 2018 et 2019 restent principalement concentrés sur le plateau n°2 (zone plus humide) et concernent respectivement 12% puis 4% des plants vivants.



**FIGURE 8. PLANT DE CEDRE
AFFECTÉ PAR LE GEL A LA
DOMINELAIS**

Les techniques de plantation et d'entretien

Globalement, on n'observe pas de problèmes majeurs liés aux techniques de plantation. A noter néanmoins :

- Les plants de Cèdre à Québriac (BFBb35-1) ont été plantés peu profondément. Les mottes ont été insuffisamment enterrées dans le sol mais des déchaussements de plants n'ont pas été observés par la suite. Le propriétaire est repassé rapidement après la plantation pour renfoncer au talon les mottes. A 5 ans de végétation, quelques plants de Cèdre ont basculé sous l'effet du vent et ont dû être redressés. Ils présentent depuis deux ans un faciès élancé (déséquilibre entre la partie aérienne et le système racinaire moins développé).
- A Ploerdut (BFBt56-2), quelques mortalités en n+1 dans les douglas ont été reliées à la technique de plantation. Certains plants morts présentaient des systèmes racinaires en crosse significatifs, liés à la technique employée par le planteur (coup de pied pour tasser le sol). La plantation aurait dû être réalisée de manière plus soignée pour éviter de déformer le système racinaire. Au bout de 5 années de végétation, la mortalité dans les douglas reste néanmoins en dessous de 15%.
- Quelques dégâts liés au passage du gyrobroyeur ont été observés certaines années (St Herbot, Maxent et Lantic notamment) mais ceux-ci restent anecdotiques (<5% des plants).
- L'absence de dégagement des chênes sessile à St Herbot (conditions de travail difficiles en pente) est défavorable à la survie des plants qui sont étouffés par la ronce et le genêt, en conditions stationnelles déjà difficiles.
- Le tapis herbacé est très dense dans les plantations de Cèdre de Maxent et de Québriac : cela peut avoir un impact négatif sur la croissance des plants et le développement racinaire. Il serait intéressant de supprimer cette végétation autour d'un échantillon de plants sur 1m² pour comparer leur croissance à des plants non dégagés.

2.3.2. Problèmes sanitaires biotiques

L'armillaire

Les pins maritime plantés à Lantic présentent depuis 2018 des dessèchements et mortalités liés à l'armillaire. Les mortalités les plus importantes sont survenues courant 2019 et expliquent le faible taux de reprise. Néanmoins, la placette de mesure semble positionnée dans la zone la plus touchée par ce phénomène et n'est pas représentative de l'ensemble de la plantation.

La rouille courbeuse du pin



A partir de 2019, autour de 30% des plants de Pin maritime observés sur Lantic montrent les symptômes de la rouille courbeuse.

Les spores de ce champignon infestent les jeunes pousses de pin. Il en résulte un ralentissement de la croissance du côté de l'infection ce qui occasionne une courbure. Puis, la pousse se redressant, elle forme un "S" caractéristique.

La rouille suisse : début 2017, les douglas mesurés à Ploerdut ont été atteints par la rouille suisse sans dégâts majeurs associés. Des attaques supplémentaires n'ont pas été détectées les années suivantes.

FIGURE 9. ROUILLE SUR PIN MARITIME, LANTIC

Encre du châtaignier : à Ploerdut, depuis la plantation, des dépérissements sur les lignes de Châtaignier causés par l'encre ont été observés. En 2017, plus de 30% des plants du plateau 6 dépérissent à cause de ce pathogène. L'impact semble plus modéré les années suivantes mais autour de 40% des plants mesurés sont morts à cause de l'encre.

Le puceron vert : l'impact du puceron vert sur Epicéa de sitka a été observé sur la plantation de St Herbot et principalement au cours de la saison de végétation 2017. Son action (extraction de la sève des aiguilles) donne un aspect jauni et dégarni à l'arbre. C'est le plateau n°5 surtout qui a été touché (32% du nombre de plants) ainsi que le plateau 3 dans une moindre mesure. Le puceron vert préfère en effet les arbres affaiblis (sol peu profond et versant sud). En 2020, leur impact a faibli. Si l'action du puceron donne un aspect clair du feuillage impressionnant, cela a peu d'impact sur la reprise des plants comme on le voit en plateau 3 où la croissance a été satisfaisante.

A Lantic, l'effet du puceron vert a également été identifié sur quelques plants.

2.4. Impact du gibier

Des dégâts infligés aux plants par le gibier (chevreuil), des rongeurs (campagnol) ou lagomorphe (lièvre) ont été observés de façon plus ou moins importante sur les différentes plantations. Le graphique suivant fait état du pourcentage de plants vivants impacté par des dégâts d'animaux.

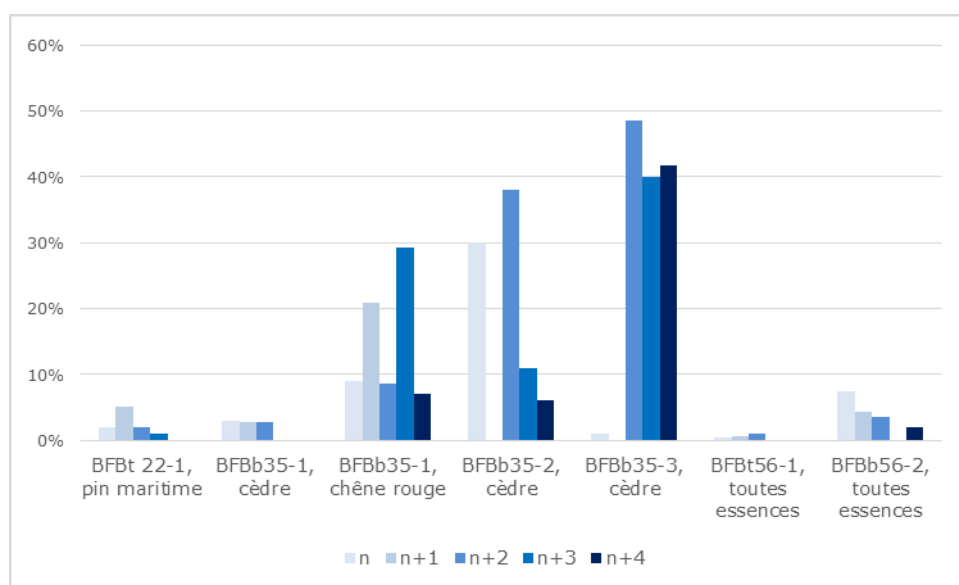


FIGURE 10. TAUX DE DEGATS DES ANIMAUX SUR LES PLANTS VIVANTS

Pour rappel, voici le type de protection contre le gibier des différentes plantations :

Les taux de dégâts liés aux animaux recensés dans la figure 10 concernant essentiellement des dégâts de chevreuil (abroutissements essentiellement).

ID	Plantation
BFBt 22-1	Pose protection arbre de fer pour les thuyas
BFBb29-2	Protection gibier (120 cm*15/20 cm, tuteur/pose) pour les chênes sessiles
BFBt29-3	Pulvérisation Trico du Douglas, Sequoia et Thuyas
BFBb35-1	Pose de protection de chevreuil sur la partie Est de la placette Sud et clôture contre le chevreuil pour le reste du projet
BFBb35-2	Pulvérisation Trico
BFBb35-3	Installation d'une clôture électrique (5-6 fils)
BFBt56-1	Arbres de fer pour les douglas et gaines pour les châtaigniers
BFBb56-2	Gaine pour les feuillus (60 à 120 cm) Trico pour les cèdres

La figure 10 révèle un taux important de dégâts de chevreuil :

- Pour les cèdres à Maxent en n+1 et n+3 : les plants ont été protégés avec 2 pulvérisations par an de Trico. Néanmoins, pendant les 1^{ères} années les taux d'abroutissement sont importants. Fin 2020, les dégâts sont bien moindres mais certains arbres présentent des têtes multiaxes liées aux abroutissements passés.
- Pour les cèdres à la Dominelais : l'essentiel des dégâts est lié aux abroutissements de chevreuil. En n+2, sur les 48% de dégâts, il y en a néanmoins 22% attribués au lièvre. La clôture électrique n'a pas été une solution efficace (trou dans la clôture, coupure de courant ?).
- A Québriac, les dégâts de chevreuil sont concentrés dans un seul des plateaux de Chêne rouge (plateau 4) et ont causé des mortalités de plants (22% fin 2020). C'est le seul plateau qui a été protégé avec des protections individuelles, les autres plateaux de Chêne rouge ayant été protégés par du grillage à mouton. Les protections individuelles se sont montrées moins efficaces que le grillage à mouton.



FIGURE 11 TÊTE MULTIPLE CAUSÉE PAR UN ABROUTISSEMENT (MAXENT, BFBb35-2)

Comme autres dégâts notables recensés on observe :

- Les dégâts liés aux lièvres les deux 1^{ères} années de végétation à Québriac sur Chêne rouge et au Croisty (sur les feuillus) ;
- Les dégâts liés aux campagnols en n+3 à Québriac également dans un des plateaux (plateau 3) surtout en 2019. Ceux-ci font des morsures au niveau du collet. Leur présence a pu être favorisée par le tapis de graminées. Le propriétaire est passé par la suite avec le rotavator pour casser les galeries des rongeurs. Cela semble avoir été efficace car les deux années suivantes de nouvelles morsures récentes n'ont pas été observées. Les plants du plateau 3 présentent pour l'instant tout de même une bonne croissance.

Remarques :

- l'arbre de fer est une protection efficace ; les deux chantiers protégés de cette manière ne présentent pas de dégâts. Néanmoins, s'il n'est pas enlevé, ce type de protection peut être dangereux lors du passage de broyeur voire lors des exploitations.
- la pulvérisation au Trico se révèle efficace à condition d'effectuer au moins 2 pulvérisations annuellement (une au printemps et une à l'automne) et de le faire par temps sec (inefficace s'il pleut dans les 4 heures suivant l'application).
- Au Croisty, les piquets pour les protections individuelles contre le chevreuil n'ont pas été assez enfoncés. Les chevreuils les ont « chahutées » courant 2020 comme l'atteste la Figure 12. Les piquets ont été refixés et les protections sont néanmoins restées efficaces.
- Lors du passage en mesure fin 2020 au Croisty, on observe que les Cèdres ont tendance à s'enrouler (cf. Figure 12) dans les protections individuelles, ce qui freine leur croissance. Ce type de protection n'est pas idéal pour cette essence. Ils sont de plus également protégés avec du Trico.



FIGURE 12. CEDRE ENROULE DANS LE MANCHON



FIGURE 13. PROTECTION CONTRE LE CHEVREUIL ABIMEES

- L'Epicéa de sitka confirme son aspect peu appétant pour le chevreuil. Malgré l'absence de protection à St Herbot et Lantic, il n'a subi aucun dégât de gibier.

3. Croissance des plants

3.1. Croissance en hauteur des plants résineux

Les graphiques suivants présentent l'évolution de la hauteur moyenne des plants (en cm) selon l'essence et la plantation. Les barres d'erreur des graphiques correspondent à l'écart-type, afin de donner une indication sur la dispersion des valeurs. Le passage en mesures pour les plantations BFBb56-1 et BFBb56-2 n'a pas pu être fait pour la saison n+4 (contexte sanitaire 2020).

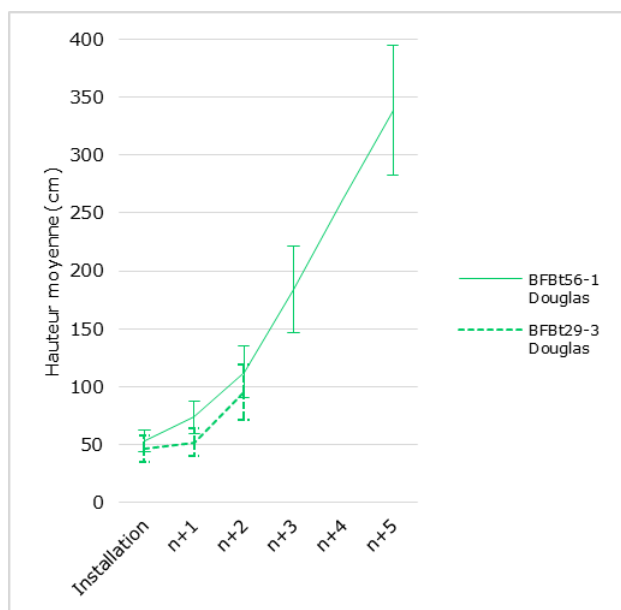


FIGURE 14. HAUTEUR MOYENNE DOUGLAS

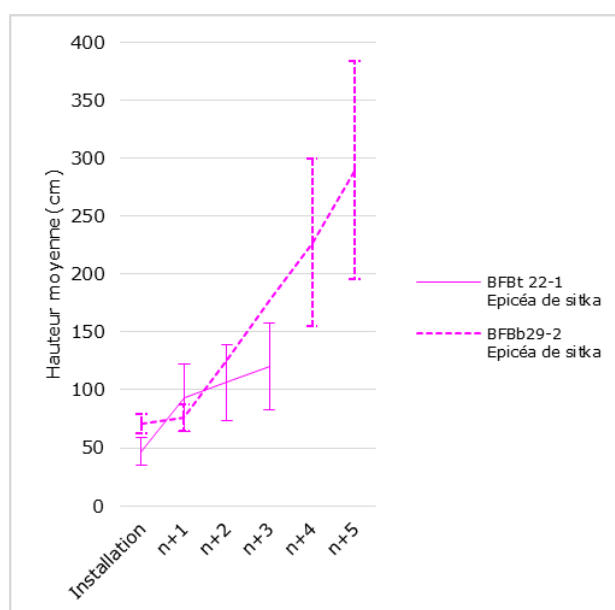


FIGURE 15. HAUTEUR MOYENNE EPICEA DE SITKA

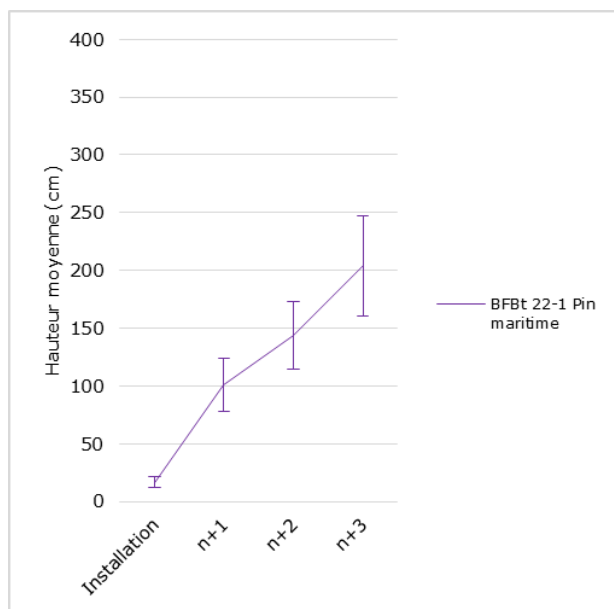


FIGURE 17. HAUTEUR MOYENNE PIN MARITIME

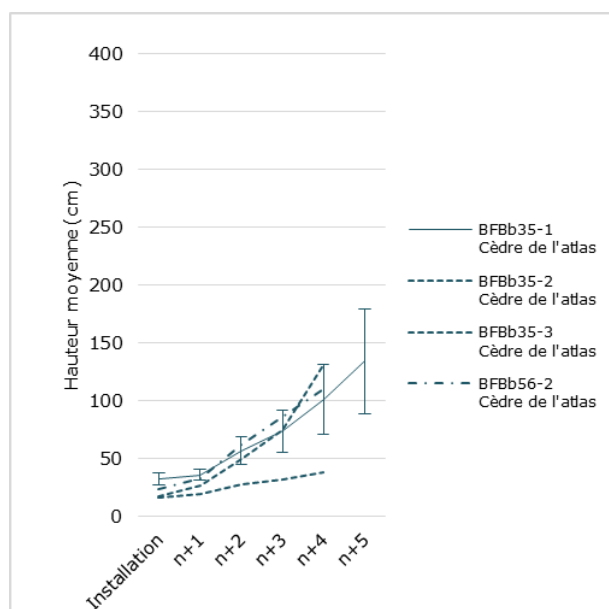


FIGURE 16. HAUTEUR MOYENNE CEDRE DE L'ATLAS

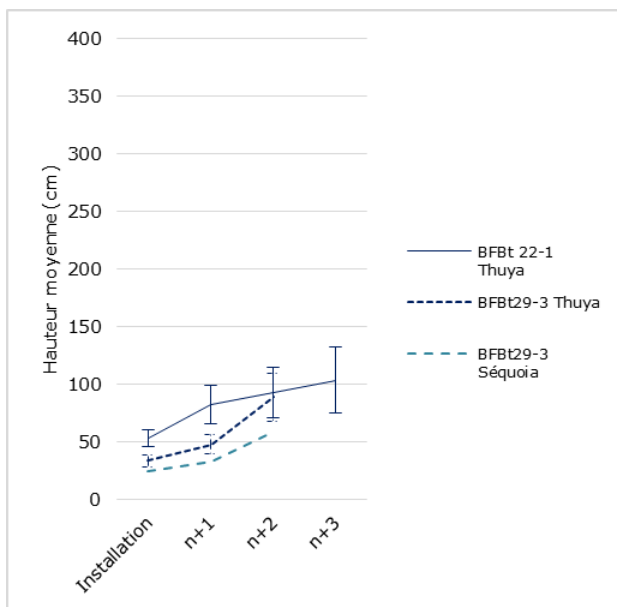


FIGURE 18. HAUTEUR MOYENNE THUYA ET SEQUOIA

Premièrement, ces graphiques permettent au 1^{er} coup d'œil de distinguer les essences à croissance rapide (Epicéa de sitka, Douglas vert, Pin maritime) des autres essences (Cèdre de l'atlas, Thuya, Séquoia) à croissance juvénile plus modérée.

Le graphique concernant l'Epicéa de sitka permet de constater :

- Une hauteur moyenne plus élevée dans la plantation à St Herbot (BFBb29-2) que de celle de Lantic (BFBt22-1). Les plants avaient les mêmes caractéristiques et ont été plantés à la même densité. Ici, c'est l'effet stationnel qui explique la différence (climat et sol moins favorables à Lantic). Les nombreux passages d'engins à Lantic peuvent aussi avoir influencé défavorablement la croissance de l'épicéa. Ils ne sont pas très vigoureux (feuillage clair). L'accroissement moyen stagne à n+3 autour de 19 cm/an pour Lantic contre 50 cm/an à St Herbot.
- A St Herbot, l'écart-type devient important à partir de n+4 : cela reflète l'hétérogénéité stationnelle du terrain. Les photographies ci-dessous en témoignent et le graphique et le tableau suivant détaillent ces propos. Les plants du plateau 5 et du plateau 7 n'ont pas les mêmes conditions de croissance : cela se voit par leur croissance (cf. Figure 21 et leur vigueur, cf. Figures 19 et 20).



FIGURE 20. EPICEA DE SITKA A ST HERBOT, PLACEAU 5



FIGURE 19. EPICEA DE SITKA A ST HERBOT, PLACEAU 7

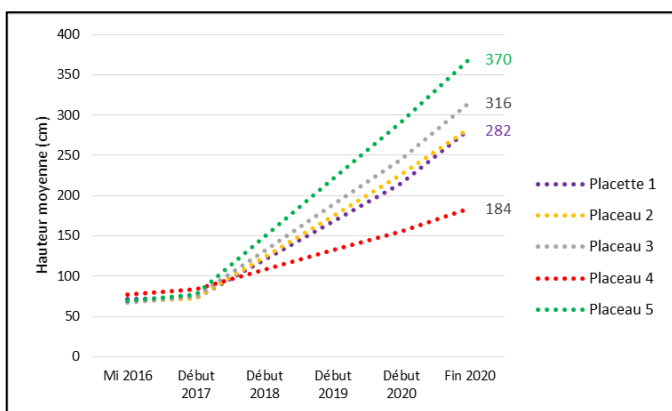


FIGURE 21 HAUTEUR MOYENNE DES EPICEAS SELON LES PLACEAUX (ST HERBOT, BFBb29-2)

Placeau	1	2	3	5	7
Profondeur prospectable	40 cm	20 cm	35 cm	10 cm	70 cm
Exposition	Sud	Sud	Nord	Sud	Sud
Position topographique	Mi-pente	Haut de pente	Bas de pente	Haut de pente	Bas de pente

TABLEAU 14. ELEMENTS CONCERNANT LA STATION SELON LES PLACEAUX D'EPICEAS DE SITKA

D'autre part, la hauteur des pins maritimes à Lantic n'est pas exceptionnelle. L'impact de la rouille a freiné la croissance. L'accroissement courant en hauteur est de 60 cm/an à n+3.

La croissance des douglas dans les deux plantations semble similaire. L'accroissement courant est proche de 40 cm/an en n+2. Elle devient soutenue à partir de n+3 dans la plantation BFBt56-1 à Ploerdut, avec 70 à 80 cm/an d'élongation.

Concernant les placettes avec Cèdre de l'atlas, les courbes révèlent un comportement et une croissance similaire entre les différents chantiers, sauf pour celui de la Dominelais (BFBb35-3). Dans ce cas, la croissance a été très faible (autour de 5 cm/an en moyenne). Comme déjà évoqué, l'inadéquation stationnelle, l'effet du gel et l'abroustissement par le chevreuil sont autant de facteurs qui ont été défavorables à la survie et à la croissance des plants.

On remarque que la croissance des cèdres s'accélère à partir de n+3 pour le BFBb35-1 et le BFBb35-2.

TABLEAU 15. ACCROISSEMENTS COURANTS POUR LE CEDRE DE L'ATLAS (CM/AN)

	Ac2	Ac3	Ac4	Ac5
BFBb35-1	21	17	28	33
BFBb35-2	23	25	57	
BFBb35-3	8	5	5	
BFBb56-2	29	24		

TABLEAU 16. ACCROISSEMENTS COURANTS POUR LE CEDRE DE L'ATLAS (CM/AN)

Nb : le passage en mesures pour le BFBb56-2 n'a pas pu être fait début 2020 (contexte sanitaire) ainsi la valeur de hauteur pour la saison 2019 a été calculé artificiellement, ce qui explique qu'on a le même accroissement courant Ac3 et Ac4. Par souci de lisibilité, les barres d'erreurs sur les Figures 16 et 18 n'ont pas été mises pour toutes les courbes. Les écart-types sont similaires pour les différentes plantations. Avec des écarts-types compris entre 30 et 50 cm à partir de n+4, on en déduit une certaine variabilité dans la croissance des plants de cèdre dans une même plantation.

Il est difficile de faire une comparaison entre provenances des plants de Cèdre entre Maxent BFBb35-2 et Québriac BFBb35-1 (respectivement Ménerbes et CAT 900 France), les conditions stationnelles n'étant pas exactement les mêmes et conditions de plantation également. Néanmoins, il sera intéressant à l'avenir de continuer à suivre ses peuplements pour étudier leur performance. La plantation à Maxent présente la meilleure croissance pour l'instant.

Concernant les thuyas et séquoias, il y a encore peu d'années de recul, les plantations étant plus récentes. Le constat est que le démarrage de ces essences est également assez lent et que de nouveau la croissance est moins satisfaisante à Lantic BFBt22-1 (effet richesse chimique + tassement du sol supposé).

	Essence	Ac2	Ac3
BFBt29-3	Séquoia	26	
BFBt 22-1	Thuya	11	11
BFBt29-3	Thuya	41	

TABLEAU 17. ACCROISSEMENTS COURANT POUR LES THUYAS ET SEQUOIA (CM/AN)

3.2. Croissance en hauteur des plants feuillus

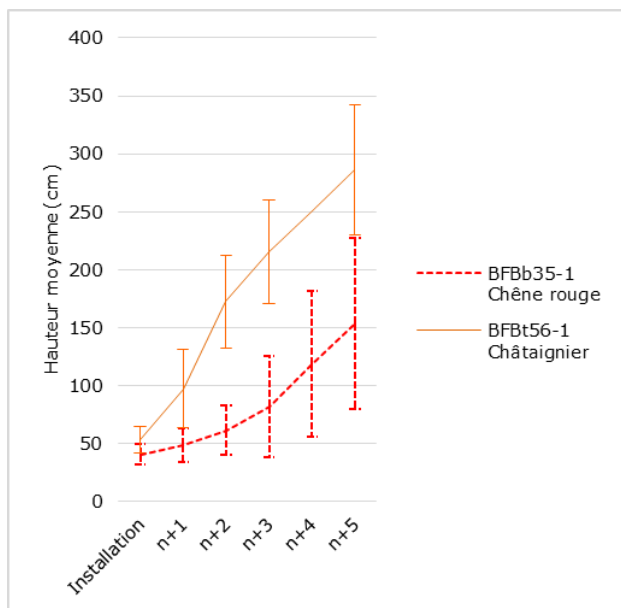


FIGURE 23. EVOLUTION DE LA HAUTEUR MOYENNE DES FEUILLUS A CROISSANCE RAPIDE

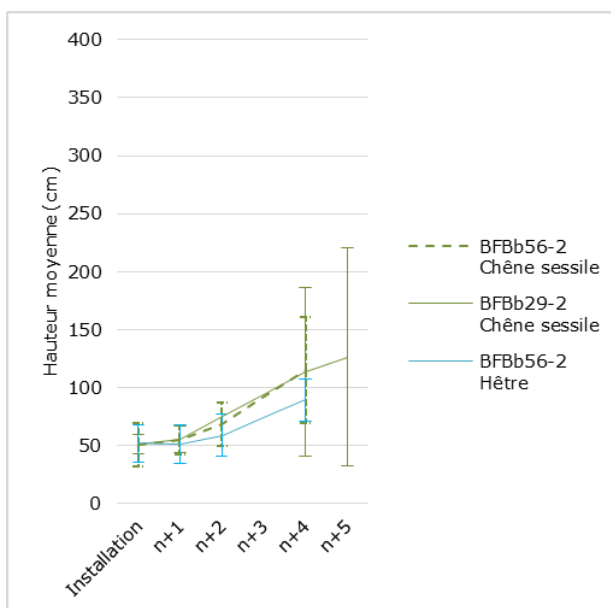


FIGURE 22. EVOLUTION DE LA HAUTEUR MOYENNE DES FEUILLUS A CROISSANCE LENTE

Chantier	Essence	Ac2	Ac3	Ac4	Ac5
BFBt56-1	Châtaignier	75	43	35	35
BFBb35-1	Chêne rouge	13	21	37	35

TABLEAU 18. ACCROISSEMENTS COURANTS DU CHATAIGNIER ET DU CHENE ROUGE (CM/AN)

La Figure 23 révèle une dispersion importante des valeurs à partir de n+3. Pour les châtaigniers à Ploerdut, cela peut trouver son origine dans la sensibilité différente des plants à la maladie de l'encre et aux effets du gel (plantation BFBt56-1). Le tableau 16 permet de remarquer que si l'accroissement courant a été important en n+2, la maladie a freiné la croissance des châtaigniers, celle-ci restant proche de 40 cm/an à partir de n+3. Pour le Chêne rouge à Québriac (BFBb35-1), la dispersion des valeurs s'explique comme évoqué précédemment par l'impact des dégâts de rongeurs ou gibier et l'hétérogénéité de la station (plateau 3 en zone temporairement engorgée). L'accroissement courant reste à hauteur de 35 cm/an à partir de n+4.

Pour le Chêne sessile à St Herbot (BFBb29-2), la dispersion des valeurs est très importante : comme déjà évoqué, les plants ont été installés sur une station très limite et la parcelle n'a pas été dégagée : il en résulte une survie et vigueur hétérogène des plants, plus ou moins étouffés par la ronce et les genêts.

Conclusions

Depuis la mise en place de ce dispositif en Bretagne, le CRPF réalise le suivi de huit chantiers de plantation subventionnés Breizh Forêt Bois. L'objectif de ce suivi est d'avoir un observatoire sur les boisements et reboisements de terrains aidés : techniques, coûts, essences choisies, reprise, croissance et problèmes éventuels rencontrés.

La surface de travaux effectués varie de 2,90 ha à 11,57 ha. La diversification au sein des massifs a été essentiellement faite par parquets (surfaces plantées d'une essence d'au moins 0,5 ha). A part deux gros chantiers, les surfaces plantées d'un bloc en une seule essence ne dépassent pas 4 ha. La diversification avec des mélanges d'essence en « lignes » ou par bouquet ne concernent que deux chantiers. Dans un but paysager et écologique, il serait intéressant de développer ces deux derniers types de mélanges.

Le choix des essences est en général bien adapté aux conditions stationnelles et climatiques. Néanmoins, il faut garder une vigilance concernant la richesse chimique du sol pour l'implantation de l'Epicéa de sitka : dans les chantiers étudiés pour lesquels il est l'essence principale, dans les zones les plus pauvres, la croissance et la vigueur de ceux-ci n'est pas satisfaisante. Un amendement préalable aurait sans doute été nécessaire.

Le problème du réchauffement climatique a bien été pris en compte dans les zones les plus sèches : le Cèdre de l'atlas a été ainsi implanté dans les trois chantiers d'Ille et Vilaine. Néanmoins, il faut rester vigilant sur son installation sur les sols présentant un engorgement superficiel temporaire : sa croissance et vigueur ne sont pas satisfaisantes dans ces conditions. Deux provenances différentes de Cèdre de l'atlas sont suivies.

Le coût de plantation varie de 2500 euros à près de 9000 euros/ha. Le coût des chantiers de reboisement est généralement au-dessus de 5000 euros/ha car ils intègrent le nettoyage du parterre de coupe avant plantation. Il est en général au-dessus de 4000 euros/ha quand la plantation comprend une protection contre les dégâts de gibier.

Les coûts de protection de gibier peuvent parfois doubler le coût global du chantier. C'est le cas dans les chantiers où la protection est une clôture type grillage à mouton ou des protections individuelles sur l'essence principale (le coût/ha est très fortement dépendant de la surface et de la géométrie de la parcelle). Avec leur coût onéreux, ces protections se doivent d'être efficaces. A ce titre, la clôture électrique semble peu efficace pour éviter la dent du chevreuil (perméabilité de la clôture ?). Sur les plantations concernées, le Trico se montre efficace contre la dent du chevreuil s'il est appliqué régulièrement et correctement (2 fois par an et hors conditions pluvieuses). Les dégâts de rongeurs ou lièvre ne sont observés que les toutes premières années, et les plants se remettent assez bien. Les protections individuelles se montrent efficaces sauf pour le Chêne rouge (essence très appétente). L'arbre de fer est également très efficace mais il faut bien veiller à sa dépose pour éviter tout problème lors des entretiens et des exploitations futures.

Quand les dégâts de gibier ont dépassé 20 % du nombre de plants les premières années, cela a pu remettre en cause l'avenir du boisement ou a minima fortement ralentir la dynamique de croissance de la plantation. Les protections contre le gibier sont une dépense importante mais souvent nécessaire. Néanmoins, quand la pression du chevreuil est trop forte, celles-ci ne garantissent pas la protection de la plantation à 100 % si elles sont mal installées. Un dialogue forestier/chasseur est plus que jamais nécessaire pour mettre en place des solutions de gestion moins onéreuses visant à rétablir l'équilibre sylvo-cynétique.

La préparation du sol représente globalement un poste de dépense important. Le sous-solage associé à un labour est souvent utilisé en préparation du sol. Le décompactage du sol est une opération indispensable pour la bonne implantation et le bon développement racinaire des plants en profondeur. Si le travail préalable du sol est nécessaire, il faut cependant éviter trop d'interventions avec des engins lourds, qui risquent de dégrader la qualité de sol déjà pauvres. Ce travail du sol doit toujours être réalisé en condition de sol ressuyé pour limiter le tassement. Le culti sous-soleur n'a pas été utilisé pour la réalisation de potets travaillés, dans les chantiers étudiés. L'effet de cette technique prometteuse mériterait d'être suivi.

Des entretiens par gyrobroyage des interlignes ont généralement été effectués annuellement pour limiter la concurrence aux plants et faciliter l'accès quand des dégagements sont nécessaires. Dans les plantations de Cèdre, la concurrence herbacée paraît assez importante. Une préparation au sous soleur multi fonction avec décapage de la strate herbacée aurait pu limiter ce phénomène les 1^{ères} années de croissance.

Il faut veiller à la bonne installation des plants : dans deux cas, ils n'ont pas été plantés assez profond ou alors présentent un système racinaire déformé : l'effet reste pour l'instant mineur mais cela peut avoir des conséquences sanitaires à l'avenir.

Dans les problèmes sanitaires majeurs rencontrés, l'encre sur Châtaignier a un impact important dans la plantation concernée. L'armillaire et la rouille courbeuse du pin auront également un impact à long terme sur la qualité des arbres pour la plantation de Lantic. Le jaunissement du cèdre dans certaines plantations (observé en 2020) est à suivre attentivement : effet des conditions d'implantation en motte, concurrence herbacée ou richesse minérale trop juste ? Les gelées tardives ou précoces ont touché parfois les plants de façon importante mais sans grandes conséquences pour l'avenir (sauf pour le Châtaignier déjà affaibli par l'encre).

Les résineux à croissance rapide montrent une croissance satisfaisante sauf dans les Côtes d'Armor où la fertilité minérale du sol et les problèmes phytosanitaires sont limitants pour l'Epicéa de sikta et le pin maritime. Sur ce chantier, la technique du billon 3B n'a pas fait ses preuves. Le Cèdre de l'atlas, le Thuya et le Séquoia montrent une croissance juvénile plus timide. Il est nécessaire de continuer le suivi de ces essences peu implantées en boisement dans la région. Les plantations feuillues à croissance rapide suivies montrent une croissance limitée par les aléas : encre sur Châtaignier, dégâts de gibier sur Chêne rouge. Les plantations de Chêne sessile montrent une croissance normale à ce stade sauf à St Herbot où la station et le manque d'entretien sont limitants.

Globalement, le bilan de ces premières années de végétation des huit chantiers Breizh Forêt Bois suivis est positif avec une bonne reprise des plantations sauf exceptions. Les croissances sont globalement correctes mais au regard des moyens mis en œuvre, on espérerait mieux. La pression du gibier et les risques phytosanitaires restent des enjeux prégnants. Aucune plantation Breizh Forêt Bois dans le recru n'a été suivie, cette technique restant encore peu développée régionalement (frein économique ou psychologique à lever, soucis d'adaptation de la méthode au type de terrain...) : il serait intéressant d'étudier le comportement de ce type de plantation face aux risques évoqués précédemment.

Cette synthèse donne un premier aperçu du devenir à 5 ans (au maximum) de plantations Breizh Forêt Bois. Elle met en évidence que toutes les plantations, malgré le faible taux d'échec, présentent au moins un problème sanitaire ou lié à l'impact du gibier. Il est un peu tôt pour tirer toutes les conclusions sur la réussite de ces plantations : des effets à plus longs termes seront peut-être à noter concernant les techniques de plantations et de protections des plants.