



Centre Régional de la Propriété Forestière  
BRETAGNE

## Bilan des chantiers-témoins de reconstitution après coupe rase de peuplements d'épicéa de Sitka



Marine BOUVIER  
Michel COLOMBET

Juin 2016

Cette synthèse a été réalisée par le CRPF de Bretagne, 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, de l'Agro-Alimentaire et de la Forêt).



Depuis les années 60-70, sous l'impulsion du Fonds Forestier National, l'épicéa de Sitka a été massivement implanté en Bretagne pour répondre à un besoin en bois important. Trouvant dans cette région des conditions propices à sa croissance, le Sitka est devenu la première essence de production exploitée en Bretagne. Un tel gisement a généré l'implantation de nombreuses industries de transformation. Depuis le début des années 2010, de nombreuses questions se posent vis-à-vis de la pérennité de cette ressource (problème sanitaire, problème de fertilité des sols en deuxième génération...). La reconstitution des coupes rases est une problématique et un enjeu majeur pour cette pérennité. Néanmoins, les reboisements sont délicats à mener et leur réussite est fonction de nombreuses variables.

Aussi, pour permettre aux gestionnaires forestiers d'opérer de bons choix sylvicoles, le CRPF a souhaité étudier les facteurs qui conditionnent la réussite d'une plantation dans le cas d'une reconstitution à l'identique, d'une diversification ou encore d'une substitution partielle ou totale par d'autres essences que le Sitka.

Pour permettre cette investigation, 12 chantiers de reboisement après coupe rase d'épicéas de Sitka ont été suivis pendant 4 à 5 ans. Les chantiers répartis sur les 4 départements du territoire breton présentent des itinéraires techniques et des modalités de reconstitution variables, représentatifs des pratiques bretonnes actuelles. La croissance, la vigueur, l'état sanitaire des plants et les dégâts de gibier ont été observés annuellement.

La première partie de ce document présente les caractéristiques stationnelles et techniques (composition, itinéraires sylvicoles mis en œuvre...) des différents chantiers de reboisement étudiés. La seconde partie expose les principaux résultats de l'étude vis-à-vis du taux de survie, de la croissance des plants et des observations sanitaires. Enfin, la dernière partie du document reprend les résultats à travers une série de questions-réponses que le propriétaire ou gestionnaire devra impérativement se poser avant tout chantier de reboisement succédant à une coupe rase d'épicéa de Sitka.

## I. Présentation générale des chantiers étudiés

### 1.1. Localisation des chantiers

Douze chantiers de reconstitution artificielle après coupe rase de résineux ont fait l'objet de placettes de suivi mises en place entre l'hiver 2012 et l'hiver 2013. On compte 2 chantiers dans les Côtes d'Armor, 2 chantiers dans le Finistère. 4 chantiers en Ille et Vilaine et 4 chantiers dans le Morbihan.

Sur ces 12 chantiers, 8 d'entre-eux sont situés dans le secteur du Centre ouest Bretagne. Les 4 autres chantiers sont situés au nord et à l'est de Rennes (cf. carte ci-dessous).

Ces chantiers ont été mis en place dans l'optique d'être le plus représentatif possible des techniques employées pour la reconstitution après la coupe rase d'un peuplement résineux.

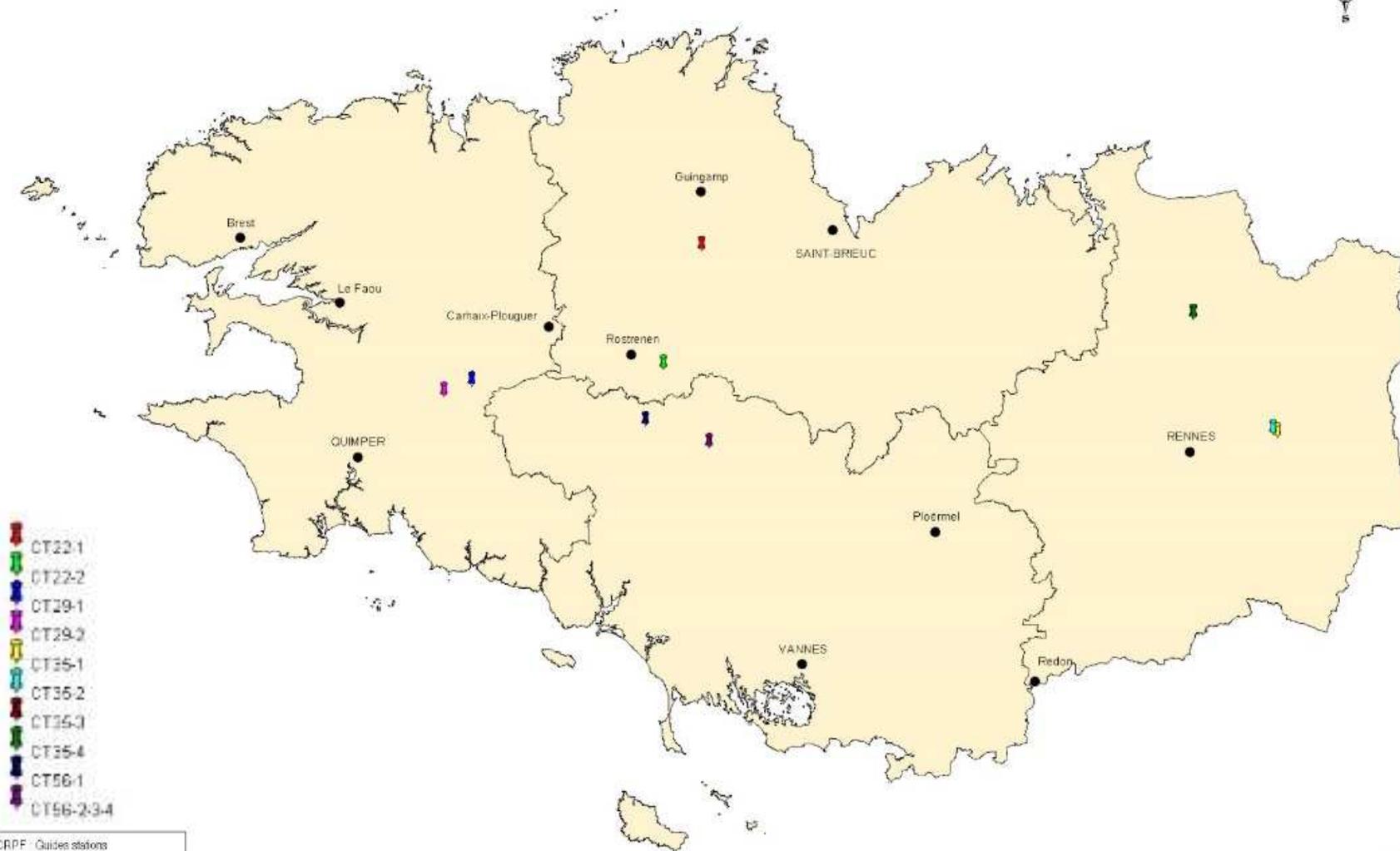
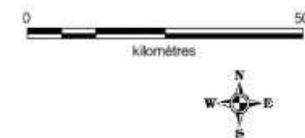
Tableau et carte n°1. Carte d'identité et localisation des chantiers

Identifiant	Dpt	Commune	Type de gestionnaire	1 <sup>ère</sup> année de végétation	Age	Nb de placeaux*
CT22-1	22	Plésidy	Propriétaire	2013	4 ans	4
CT22-2		Plouguernevel	Expert forestier	2013	4 ans	8
CT29-1	29	Laz	Expert forestier / Propriétaire	2011	6 ans	5
CT29-2		Trégourez	Expert forestier	2013	4 ans	4
CT35-1	35	La Bouexière	Gestionnaire professionnel	2013	4 ans	1
CT35-2		La Bouexière	Gestionnaire professionnel	2012	5 ans	1
CT35-3		Dingé	Gestionnaire professionnel	2012	5 ans	1
CT35-4		Dingé	Gestionnaire professionnel	2013	4 ans	1
CT56-1	56	Ploerdut	Propriétaire	2012	5 ans	3
CT56-2		Malguénac	Expert forestier	2012	5 ans	1
CT56-3		Malguénac	Expert forestier	2013	4 ans	1
CT56-4		Malguénac	Expert forestier	2013	4 ans	1

\* Les placeaux correspondent aux placeaux mis en place de x plants mesurés, x étant le nombre de plants, il diffère d'un chantier à l'autre

Sur ces 12 chantiers, 11 d'entre eux font suite à une coupe rase d'épicéa de Sitka. Un seul chantier (CT35-2) correspond à un reboisement après une coupe rase d'un mélange futaie résineuse (pin maritime et pin sylvestre) et de taillis. Ce chantier est traité différemment des autres chantiers dans la suite du document. D'autant plus qu'il est le seul reboisement constitué exclusivement de feuillus (chêne rouge).

## Localisation des chantiers pilotes



CRPF - Guides stations

Réalisation  
CRPF - 25 avril 2017



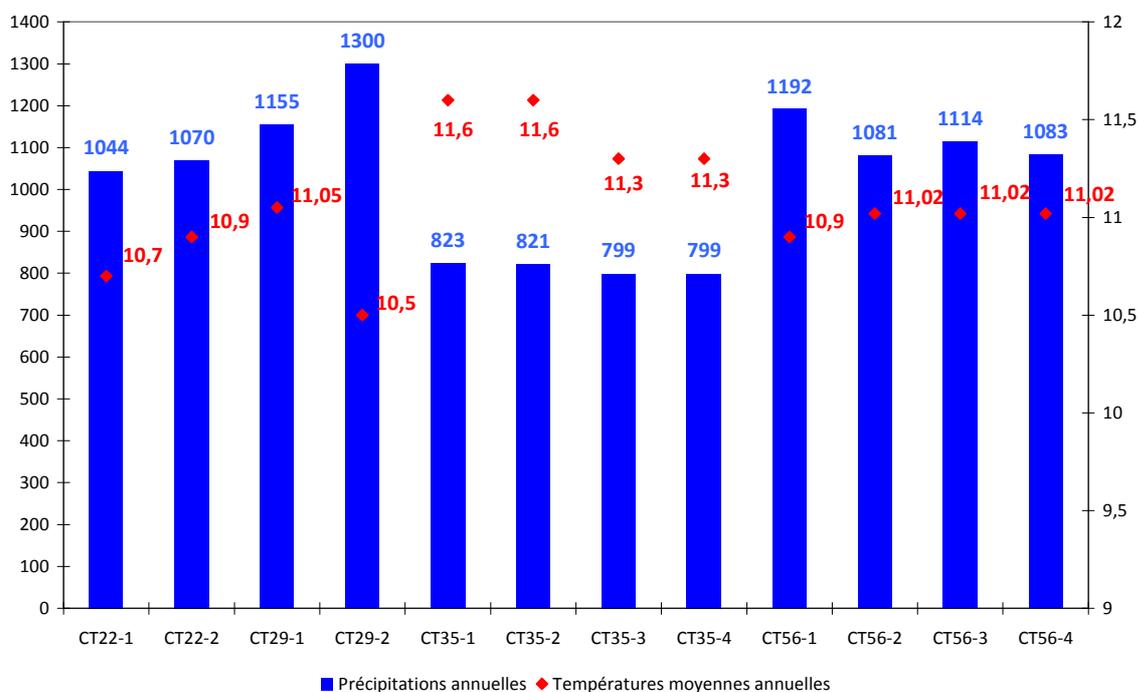
## I2. Conditions climatiques et stationnelles

Le graphique et les cartes ci-après présentent les normales climatiques qui s'appliquent aux différents chantiers (données Aurhely 1981-2010).

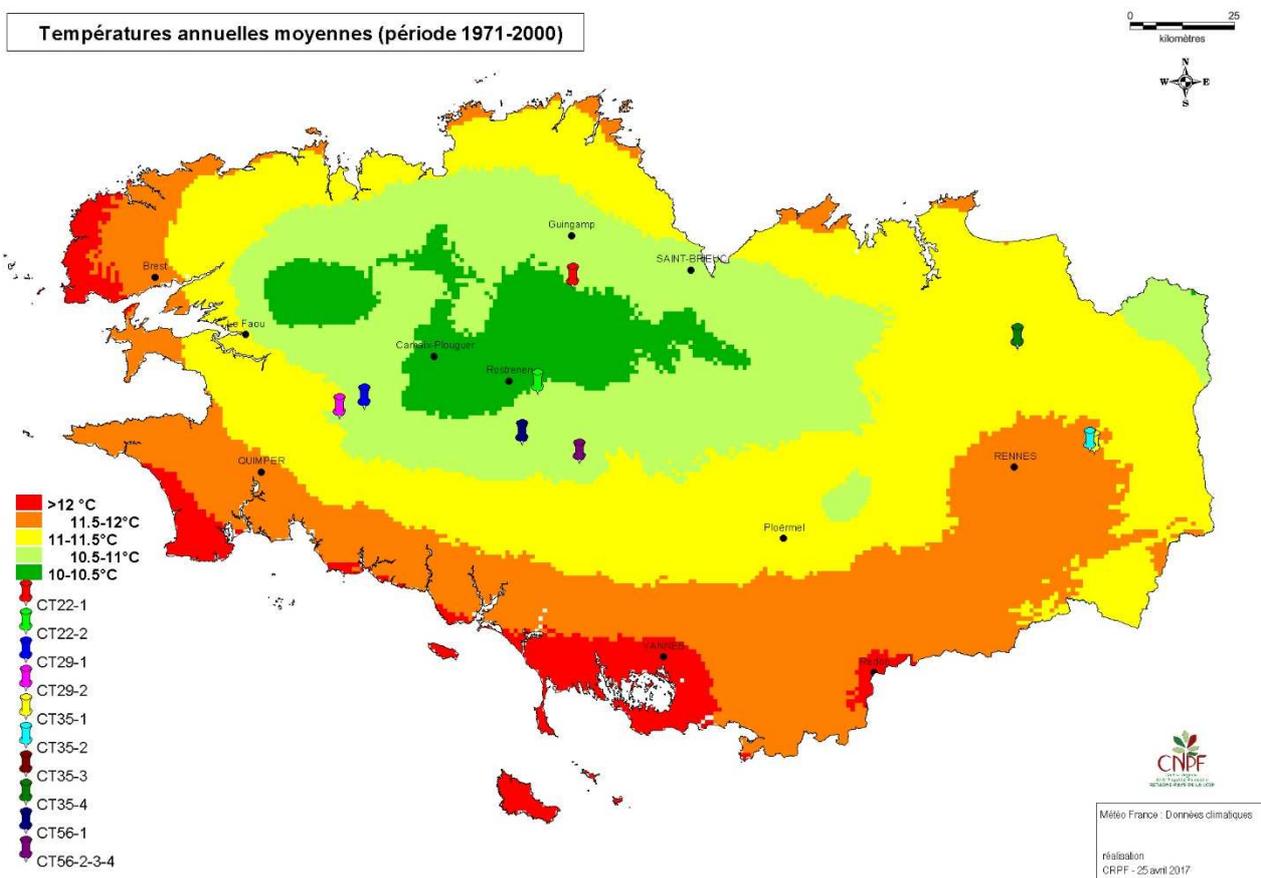
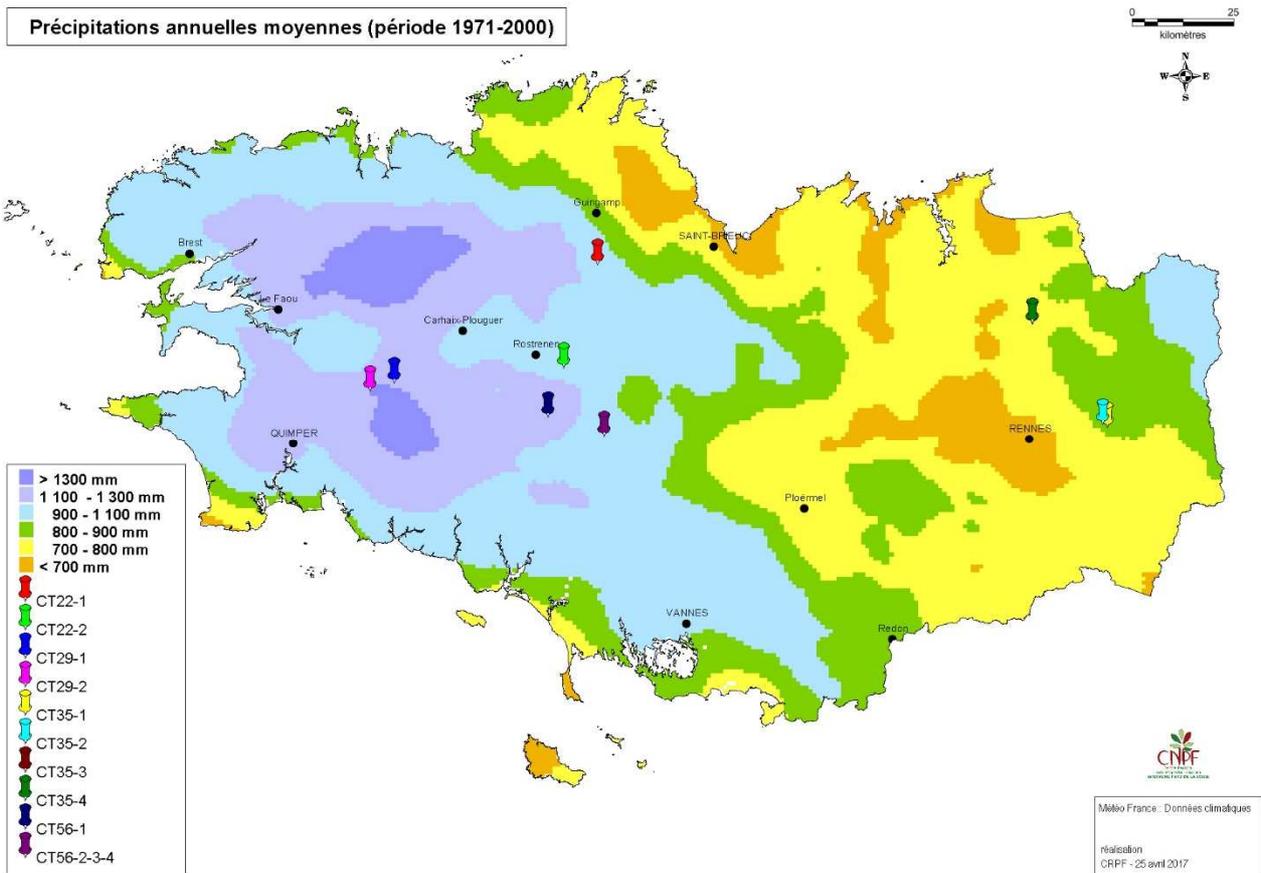
Les précipitations annuelles sont comprises entre 799 et 1300mm. Les secteurs les moins arrosés sont situés dans le département de l'Ille et Vilaine. A l'inverse et sans grande surprise, les chantiers les plus arrosés sont situés dans le Centre Ouest Bretagne.

Les températures annuelles moyennes sont très proches d'un chantier à l'autre. On note néanmoins une légère supériorité des températures dans le département de l'Ille et Vilaine.

Graphique n°1. Température et pluviométrie annuelle moyenne par chantier



## Cartes n°2 et 3. Précipitations et températures 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<sup>1</sup> (type de station C1 à C16) et de Moyenne Vilaine<sup>2</sup> (type de station S1 à S13). Seul le chantier CT35-4 est situé en dehors des zones d'application des guides. Pour des facilités de traitement des données et, du fait de sa proximité avec le secteur du Guide de Moyenne Vilaine, on pourra l'associer aux types stationnels de ce guide.

#### Carte n°4. Chantiers et zones d'application des guides de stations

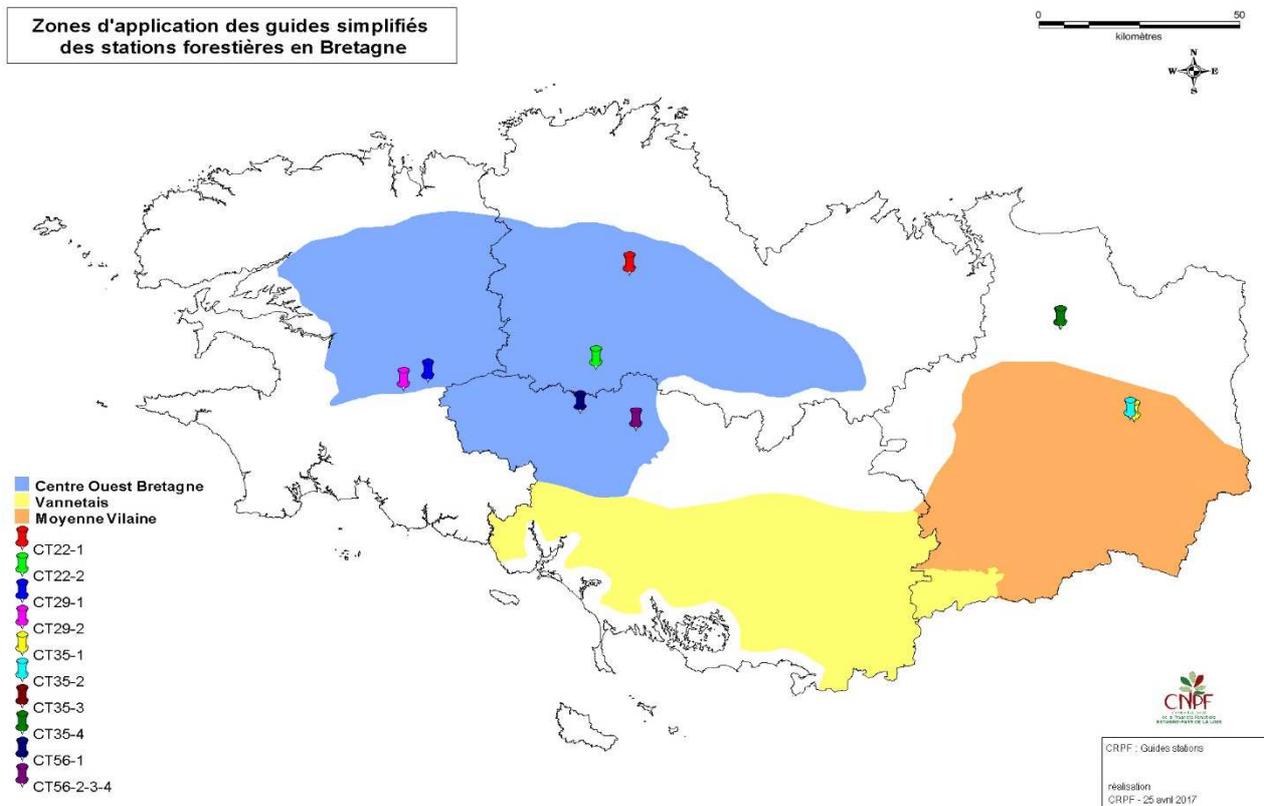


Tableau n°2. Caractéristiques stationnelles des chantiers

ID	Station	Roche mère	Expo	Pente	Position topo	Fertilité	Réserve en eau
CT22-1	C9	Granite	SO	3 à 6%	Haut de versant	Assez bonne	bonne
CT22-2 PLA*	C9	Grés quartzites	N	7 à 10%	Haut de versant	faible	moyenne à bonne
CT22-2 PLB*	C13	Grés quartzites	SO	7 à 10%	Haut de versant	très faible	moyenne à bonne
CT22-2 PLC*	C13	Schistes et quartzites	SO	7 à 10%	Bas de versant	moy à bonne	moyenne à bonne
CT29-1 PLA,B*	C13	Grés quartzites	NO	3 à 6%	Haut de versant	faible	assez bonne
CT29-1 PLC*	C10	Shistes	NO	4 à 6%	Mi-versant	moyenne	bonne
CT29-2 PLA,B,C	C10	Schistes et quartzites	NE	21 à 30%	Mi-versant	moyenne à faible	bonne
CT29-2 PLD*	C10	Schistes et quartzites	SO	21 à 30%	Mi-versant	moyenne à faible	bonne
CT35-1	S8	Schistes briovériens	SO	7 à 10%	Mi-versant	moyenne	moyenne
CT35-3	S8	Schistes briovériens	Toutes	< à 3%	Plateau	moyenne	bonne
CT35-4	S4	Schistes briovériens	Toutes	< à 3%	Plateau	moyenne	bonne
CT56-1	C10	Granite	Toutes	3 à 6%	Plateau	moyenne à faible	moyenne
CT56-2	C15	Granite	NE	< à 3%	Plateau	faible	faible
CT56-3	C10	Granite	NO	11 à 20%	Mi-versant	moyenne	bonne
CT56-4	C9	Granite	N	21 à 30%	Mi-versant	moy à bonne	bonne

\* PL = Placéau

<sup>1</sup> Guide du sylviculteur du Centre Ouest Bretagne, CRPF de Bretagne, 2010, 80 pages

<sup>2</sup> Guide du sylviculteur de Moyenne Vilaine, CRPF de Bretagne, 2008, 64 pages

## 12. Compositions et essences choisies pour la reconstitution

Dans les cas des chantiers conservés pour la suite de l'étude, les futaies résineuses exploitées ont été reconstituées en essences résineuses par voie artificielle (plantations). Nous l'avons vu précédemment, un seul chantier présente une essence feuillue. Il s'agit du chantier CT35-2 dont la plantation de chênes rouges correspond à un îlot de diversification intégré dans un massif aux surfaces importantes de plantations de résineux.

Comme l'indique le tableau ci-après, les plantations sont pures ou mélangées en essences.

**Tableau n°3. Composition des plantations**

ID	Composition	Type de mélange	Détails des essences implantées
CT22-1	Pure		- Epicéa de Sitka
CT22-2	Mélangée	Parquet et pied à pied	- Epicéa de Sitka implanté sur le haut du versant nord - Mélange pied à pied de Douglas et Thuya implanté sur versant sud
CT29-1	Mélangée	Pied à pied	- Mélange pied à pied de douglas, mélèze hybride, thuya et séquoia sur l'ensemble du chantier
CT29-2	Mélangée	Parquet et pied à pied	- Epicéa de Sitka pur implanté sur le versant sud - Mélange pied à pied de douglas et mélèze sur le versant nord
CT35-1	Mélangée	Parquet	- Parquets de pin laricio et de pin maritime en haut de versant - Parquet de douglas en milieu de versant
CT35-3	Pure		- Douglas
CT35-4	Pure		- Epicéa de Sitka
CT56-1	Mélangée	Pied à pied	- Mélange pied à pied d'épicéa de Sitka et de douglas sur l'intégralité du chantier
CT56-2	Pure		- Epicéa de Sitka
CT56-3	Pure		- Epicéa de Sitka
CT56-4	Pure		- Douglas

Sur les 11 chantiers, on constate :

- l'emploi massif de l'épicéa de Sitka, dans le cas d'une reconstitution à l'identique (4 chantiers) ou en mélange (3 chantiers),
- l'utilisation fréquente du douglas, comme essence de substitution (2 chantiers) ou de diversification (5 chantiers),
- plus ponctuellement (4 chantiers), la présence d'autres essences résineuses (thuya, séquoia, mélèze, pins).

### a. Reconstitution de l'épicéa de Sitka

Pour 7 chantiers, l'épicéa de Sitka a été choisi comme essence unique ou principale pour la reconstitution du boisement. En dehors d'une volonté forte du propriétaire, cette reconstitution de l'épicéa de Sitka peut s'expliquer à travers différents éléments :

- un bon niveau de production du peuplement initial récolté (cf. partie I3.a),
- des conditions stationnelles laissant peu de place à d'autres possibilités en termes de choix d'essence,
- une pression du gibier très importante.

Sur le chantier CT35-4, par exemple, l'épicéa de Sitka a été conservé comme essence objectif du reboisement alors qu'elle se situe en limite climatique. Cependant, l'hydromorphie du sol (premières traces entre 20 et 40cm de profondeur) ne laisse que peu de possibilité en termes de choix d'essence. D'autre part, dans

cette forêt, la présence de gibier est très importante. L'épicéa étant peu appétant, aucune protection individuelle n'a été mise en place. Les coûts d'implantation du boisement ont ainsi été réduits.

## b. Substitution de l'épicéa de Sitka

Dans le cas d'une substitution de l'essence principale, il est fréquent que plusieurs essences soient implantées en mélange. Cette substitution peut être totale ou partielle. Cette stratégie a été suivie pour plusieurs raisons :

- le peuplement initial présentait des problèmes sanitaires propres à l'épicéa de Sitka. Dans le cas du CT29-2 par exemple, certains épicéas de Sitka présentaient des signes d'attaque de phéole et de fomès.
- le peuplement initial constitué d'épicéas de Sitka ne valorisait pas la station de façon optimale,
- dans un souci de diversification des essences employées.

**Tableau n°4. Motifs de la substitution de l'épicéa de Sitka par chantier**

ID	Substitution	Composition	Motif de la substitution
CT22-2	Partielle	Mélangée par parquet et pied à pied	Valorisation de la station / diversification
CT29-1	Totale	Mélangée pied à pied	Problème sanitaire (pourriture de cœur...)
CT29-2	Partielle	Mélangée par parquet et pied à pied	Valorisation de la station / diversification
CT35-1	Totale	Mélangée par parquet	Valorisation de la station
CT35-3	Totale	Pure	Valorisation de la station
CT56-1	Partielle	Mélangée pied à pied	Diversification
CT56-4	Totale	Pure	Valorisation de la station

## c. Les mélanges

On note trois types de mélange : le mélange pied à pied et le mélange par bouquet ou par parquet. L'Inventaire Forestier National définit le mélange comme un peuplement dont l'essence prépondérante ne dépasse pas 75% du couvert libre. On différenciera le bouquet du parquet par la taille, un bouquet étant inférieur à 0,5 ha alors qu'un parquet est supérieur à 0,5 ha.

Le mélange pied à pied est lié à une volonté de diversification des essences au sein du peuplement généralement dans le but

- d'augmenter la résistance de celui-ci en cas de problème sanitaire ou d'accident climatique,
- de réduire certains risques pressentis, tels qu'une baisse de productivité en seconde génération d'épicéa de Sitka,
- de réduire d'autres risques liés à une méconnaissance de la station ou encore à l'incertitude quant à l'évolution du marché des bois,
- ou même de participer à l'intégration paysagère des boisements artificiels.

Le tableau ci-après présente les types de mélanges employés sur les 4 chantiers concernés.

**Tableau n°5. Type de mélange mis en place par chantier**

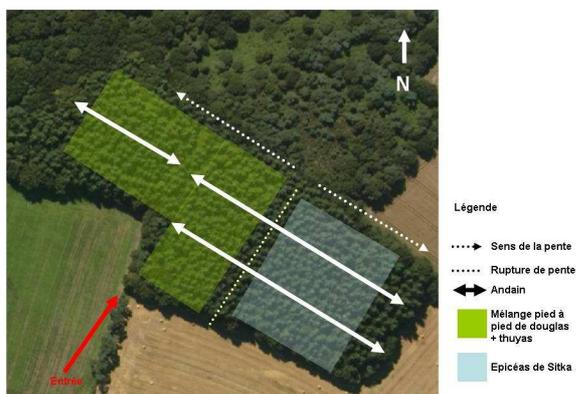
ID	Essences	Détails du mélange pied à pied mis en place
CT22-2	- Parquet 1 : Epicéa de Sitka (37%), - Parquet 2 : Douglas (51%) et Thuya (12%)	3 plants sur 4 en douglas
CT29-1	- Douglas (60%), mélèze hybride (42%), thuya (15%) et séquoia (13%)	Mélange aléatoire à dominante de douglas
CT29-2	- Parquet 1 : Epicéa de Sitka (67%), - Parquet 2 : Douglas (25%) et mélèze du Japon (8%)	3 plants sur 4 en douglas
CT56-1	- Epicéa de Sitka (79%) et douglas (21%)	1 ligne sur 2 : Sitka uniquement 1 ligne sur 2 : 1 plant de douglas tous les 2 à 3 plants

La disposition des essences par parquet est, quant-à elle, corrélée aux conditions stationnelles qui peuvent varier au sein même de la parcelle. Le chantier CT35-1 présente, par exemple, du pin en haut de versant, c'est-à-dire là où les conditions stationnelles sont les plus contraignantes, et du douglas en milieu de versant.

Les schémas ci-après présentent d'autres exemples de répartition des essences par parquet.

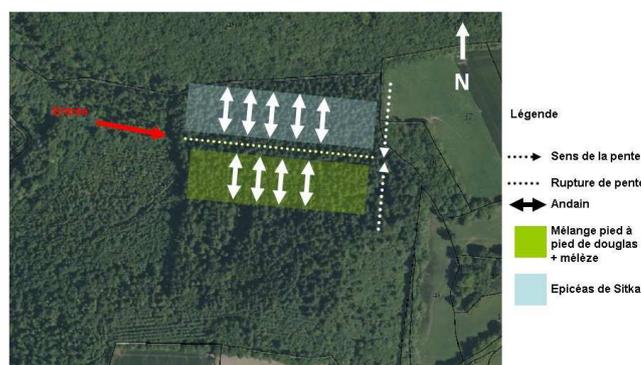
### Chantier CT22-2

(photo : Versant nord est, mélange douglas et thuyas)



### Chantier CT29-2

(photo : Point de vue du haut du versant sud)



Décembre 2015



Juin 2013



## 13. Itinéraires techniques mis en œuvre pour la reconstitution

### 13.a. Peuplement initial et technique d'exploitation

Toutes les futaies d'épicéas de Sitka ont été exploitées entre 40 et 45 ans. La plupart des peuplements pour lesquels l'information a été recensée (cf. tableau ci-après) présentaient des productions correctes à très bonnes. Seuls les chantiers CT35-3 et CT35-4 semblent montrer un niveau de production plus faible du fait d'une humidité atmosphérique moindre en Ille et Vilaine, c'est-à-dire moins favorable à l'épicéa de Sitka.

Tableau n°6. Caractéristiques des peuplements exploités

Identifiant	Densité finale	Volume exploité	Volume de l'arbre moyen
CT22-1	NR	NR	NR
CT22-2	NR	NR	NR
CT29-1	NR	NR*	NR
CT29-2	360 tiges/ha	410m3/ha	1,14m3
CT35-1	NR	NR	NR
CT35-3	NR	240m3/ha	NR

CT35-4	295 tiges/ha	310m3/ha	1,06m3
CT56-1	298 tiges/ha	486m3/ha	1,64m3
CT56-2	NR	NR	0,9m3
CT56-3	NR	NR	0,83m3
CT56-4	NR	NR	1m3

\* NR = Non renseigné

### 13.b. Préparation du terrain

Le tableau ci-après présente les différentes techniques employées pour la préparation du terrain avant plantation.

**Tableau n°7. Techniques de préparation de terrain employées par chantier**

IDt	Dessouchage	Mise en andain (saison / outils)	Autres travaux préparatoires
CT22-1	Non	Hiver râteau andaineur sur pelle à chenille	Néant
CT22-2	Non	Hiver NR*	Néant
CT29-1	Non	Automne râteau andaineur sur pelle à chenille	Néant
CT29-2	Non	Hiver NR	Néant
CT35-1	Non	NR abatteuse	Broyage entre les andains Culti-sous-solage
CT35-3	Non	Été râteau andaineur sur pelle à chenille	Néant
CT35-4	Non	Été abatteuse	Potets travaillés manuellement
CT56-1	Non	NR râteau andaineur sur pelle à chenille	Culti-sous-solage
CT56-2	Non	Hiver râteau andaineur sur pelle à chenille	Néant
CT56-3	Oui	Hiver godet sur pelle	Sous-solage en ligne
CT56-4	Oui	Automne râteau andaineur sur pelle à chenille	Culti-sous-solage

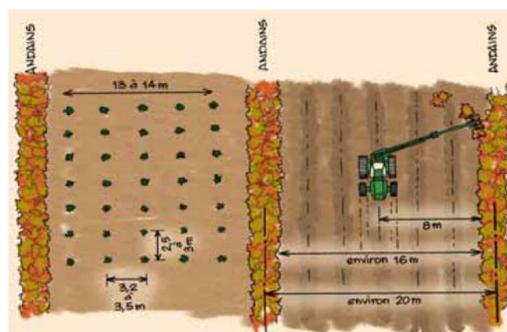
\* NR = Non renseigné

On constate que seuls deux chantiers ont fait l'objet d'un dessouchage.

Le rangement en andains des rémanents d'exploitation est une technique utilisée quasi-systématiquement. Elle facilite la mise en œuvre des travaux de préparation du sol, de plantation et d'entretien ultérieurs.

Les andains sont le plus souvent réalisés au râteau-andaineur sur pelle à chenille qui permet de répartir les rémanents de part et d'autre de la machine, à portée de son bras articulé (cf. illustration ci-contre). Les andains se retrouvent ainsi espacés de 16 à 18m d'axe en axe soit 5 à 6 lignes de plantées entre les andains.

L'abatteuse a été utilisée 2 fois (sur les chantiers situés en Ille et Vilaine) pour le rangement des rémanents. Sur le chantier CT35-4, les rémanents de coupe ont été rassemblés au niveau du cloisonnement d'exploitation.



Source : *Raisonner et réussir la plantation de résineux pour valoriser son patrimoine forestier*, CRPF de Bourgogne, septembre 2011

7 chantiers sur 11 n'ont fait l'objet d'aucun travail de sol, limitant ainsi les coûts du reboisement. Un chantier (CT56-3) a fait l'objet d'un sous-solage en ligne en avril précédant la plantation, elle-même réalisée au printemps (cf. tableau ci-après). Sur 3 chantiers, un travail localisé du sol à l'emplacement du futur plant a été réalisé au culti-sous-soleur pour favoriser l'implantation des plants et limiter le développement de la végétation concurrente.

### 13.c. Travaux de plantation

**Tableau n°8. Caractéristiques des plantations par chantier**

ID	Date de coupe rase	Date de plantation	Densité	Esp	Traitement hylobe
CT22-1	Automne 2012	Hiver 2012-2013	1190		En pépinière
CT22-2	Hiver 2012-2013	Printemps 2013	1090		NR*
CT29-1	Automne 2010	hiver 2010-2011	1100		En pépinière
CT29-2	Hiver 2011-2012	Printemps 2013	1300		En pépinière
CT35-1	2011 à 2012	Hiver 2012-2013	1600	3*2	Forester (fin mai 2013)
CT35-3	Été 2011	Printemps 2012	1190		NR
CT35-4	Été 2012	Printemps 2013	1020		En pépinière
CT56-1	Hiver 2011-2012	Printemps 2012	920	3*3	Forester (été 2012)
CT56-2	Été 2011	Printemps 2012	1120	3,2*2,5	Néant
CT56-3	Automne 2012	Printemps 2013	1090	3,2*2,5	Forester (juillet 2013)
CT56-4	Automne 2011	Printemps 2013	1090		Néant

\* NR = Non renseigné

La plupart des plantations a été réalisée dans l'année suivant la coupe rase. Seuls les peuplements des chantiers CT29-2 et CT56-4 ont été reconstitués une année après la coupe.

8 chantiers sur 11 ont été plantés en début de printemps, saison recommandée pour une meilleure reprise des plants de résineux ainsi que pour limiter l'impact des dégâts de gibier.

Le tableau ci-après présente les types de plants employés pour chacun des chantiers.

**Tableau n°9. Caractéristiques de plants mis en place par chantier**

ID	Essence	Racines nues / motte	Origine / Provenance	Catégorie
CT22-1	Epicéa de Sitka	Racines nues	NR	30/50
CT22-2	Epicéa de Sitka	Racines nues	Washington	30/50
	Douglas	Racines nues	Luzette	40/60
	Thuya	Racines nues	NR	30/50
CT29-1	Douglas	Racines nues	NR	30/50
	Mélèze hybride	Motte	NR	30/50
	Thuya	Motte	NR	30/50
	Séquoia	Motte	NR	30/50 + ou 40/60
CT29-2	Epicéa de Sitka	Racines nues	Washington	30/50
	Douglas	Racines nues	VG01	30/50
	Mélèze du japon	Racines nues	VGFP601	30/50
CT35-1	Pin Maritime	Motte	VG France	plants de 1an
	Douglas	Racines nues	Luzette	plants de 3ans
	Pin Laricio de Corse	Motte	Sologne	plants de 2ans
CT35-3	Douglas	NR	PME VG001	30/50
CT35-4	Epicéa de Sitka	Racines nues	Washington	50/80
CT56-1	Epicéa de Sitka	NR	Washington	30/50
	Douglas	NR	NR	30/50
CT56-2	Epicéa de Sitka	NR	NR	30/50
CT56-3	Epicéa de Sitka	NR	NR	30/50 -
CT56-4	Douglas	NR	NR	30/50 +

L'ensemble des chantiers étudiés présentait un risque important de dégât d'hylobe (*cf.* partie III pour connaître les facteurs de risque). Certaines mesures préventives ont donc été prises pour en limiter l'impact :

- les plants de 7 chantiers sur 11 ont été traités contre l'hylobe (en pépinière ou par un traitement appliqué après la plantation),
- 2 chantiers ont été dessouchés (CT56-3 et CT56-4) car la présence de souches fraîches est favorable à l'hylobe (accouplement des adultes et hivernation des larves sous l'écorce des racines),
- le choix des catégories de plants a pu être réalisé en fonction de cette sensibilité (plants grands et forts privilégiés).

La plupart des plantations n'ont pas été protégées contre le gibier. C'est le cas pour l'ensemble des plantations d'épicéa de Sitka, essence réputée peu appétente pour le gibier

Seuls les douglas ont été protégés contre le gibier à l'aide d'arbres de fer sur deux chantiers (CT35-1 et CT56-1).



Plant de douglas sur le chantier CT56-1

## II. Résultats des mesures et observations

### II.1. Mesures et observations

#### II.1.a. Placettes de suivi

1 à 8 placeaux de suivi ont été mis en place sur chaque chantier en vue d'une bonne représentativité des variations stationnelles et des types de peuplement (composition du peuplement notamment).

Afin de faciliter les comparaisons statistiques des résultats, les placeaux ont été mis en place afin d'obtenir des surfaces ou des nombres de plants observés identiques.

**Tableau n°10. Nombre de placeaux et plants mesurés par chantier**

ID	Essence 1		Essence 2		Essence 3		Essence 4		Total	Nb de placeaux
	Ess	Nb	Ess	Nb	Ess	Nb	Ess	Nb		
CT22-1	Epicéa de Sitka	205							205	4
CT22-2	Douglas	284	Epicéa de Sitka	210	Thuya	66			560	8
CT29-1	Douglas	199	Thuya	50	Séquoia	43	Mélèze H.	42	334	5
CT29-2	Epicéa de Sitka	517	Douglas	188	Mélèze du J.	65			770	4
CT35-1	Pin maritime	97	Douglas	111	Pin laricio	94			302	1
CT35-3	Douglas	126							126	1
CT35-4	Epicéa de Sitka	102							102	1
CT56-1	Epicéa de Sitka	327	Douglas	89					416	3
CT56-2	Epicéa de Sitka	75							75	1
CT56-3	Epicéa de Sitka	124							124	1
CT56-4	Douglas	80							80	1

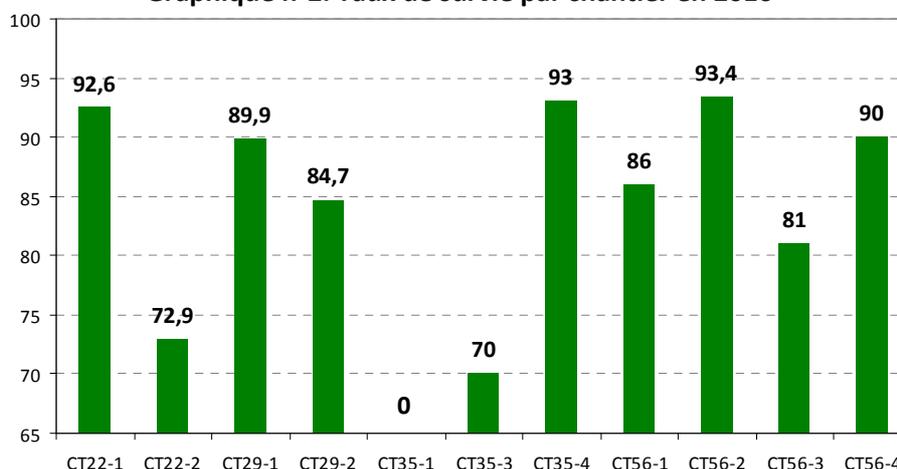
#### II.1.b. Variables mesurées

Des données sur la croissance et la vigueur des plants ont été collectées annuellement hors période de végétation :

- mesures de la hauteur totale des plants,
- observations des dégâts de gibier (frottis, abroutissement...),
- observations des dégâts sanitaires (gel, maladies, insectes...),
- observations sur la régénération naturelle.

### II.2. Taux de survie

**Graphique n°2. Taux de survie par chantier en 2016**

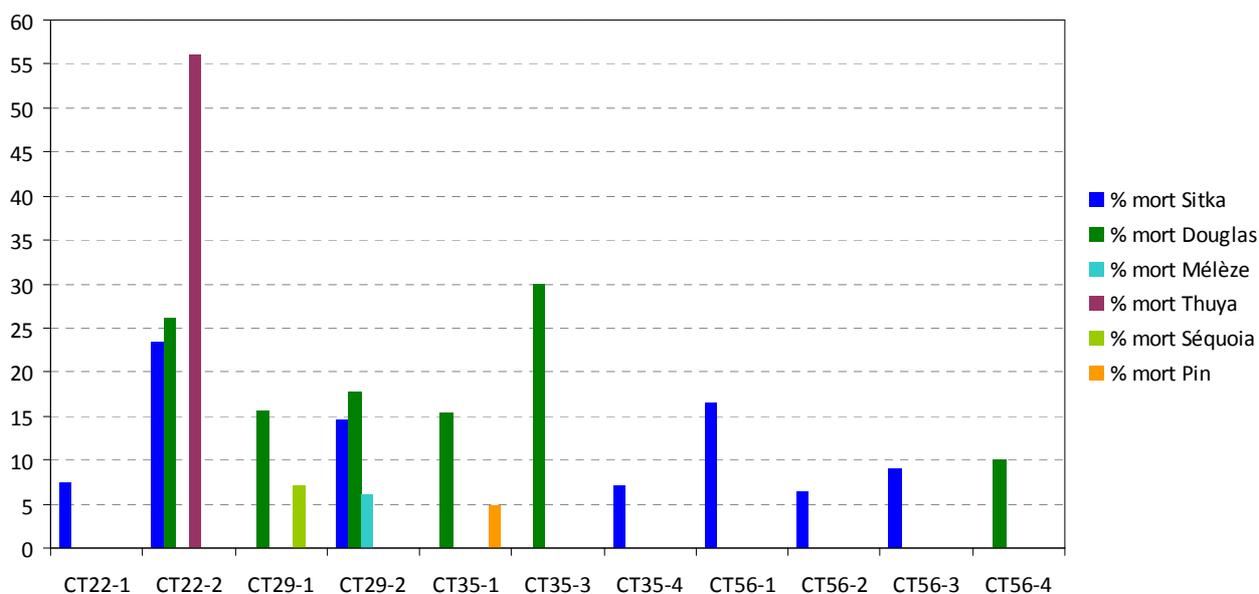


Les taux de survie sont compris entre 93,4% (CT56-2) et 70% (CT35-3) après 4 à 6 années de végétation. Ils ont été calculés sans tenir compte des regarnis plantés à la suite de mortalité sur certains chantiers. Le graphique précédent présente les taux de survie par chantier.

On notera que CT35-1 a été entièrement détruit par un incendie en 2015

4 chantiers présentent des taux de survie inférieurs à 85%, c'est-à-dire que plus de 15% des plants plantés initialement sont morts.

**Graphique n°3. Taux de mortalité par essence et par chantier**



Les mortalités les plus importantes sont liées à :

- des problèmes phytosanitaires (hylobe, armillaire) pour les épicéas de Sitka et des dégâts de gibier (chevreuil et cerf) pour les autres essences exotiques (ces éléments sont détaillés dans les deux paragraphes suivants),
- une inadéquation du choix de l'essence à la station pour CT22-2 notamment.

En se référant aux 2 Guides du sylviculteur cités précédemment (cf. page 5), on constate que les essences implantées ne sont pas toujours en adéquation avec les recommandations de choix des essences.

**Tableau n°11. Recommandations en termes de choix d'essence par type de station**

Stations	CT	ES	Doug	Mlz	SS	Th	P syl	P mar	
<b>C9</b>	CT22-1, CT22-2p, CT56-4	Déconseillé cf. pins	Bon à excellent				Déconseillés car sous-utilisation de la station (à fort potentiel)		
<b>C10</b>	CT29-1p, CT29-2, CT56-1, CT56-3,	Bon	Moyen à bon				Excellente adaptation mais production ligneuse moyenne en comparaison à d'autres essences		
<b>C13</b>	CT22-2p, CT29-1p,	Moyenne	Inadaptés				Excellent à bon		
<b>C15</b>	CT56-2	Déconseillé	Inadaptés				Moyen à bon		
<b>S8</b>	CT35-1, CT35-2	Inadapté du fait du climat	Bon si sol bien drainé					Bon	
<b>S4</b>	CT35-4	Inadapté (climat)	Inadapté					Bon	Déconseillé

Les chiffres indiqués pour les stations du Guide COB correspondent aux potentialités d'adaptation et de production ligneuse de l'essence par type de station

4 chantiers présentent aujourd'hui des essences peu adaptées à la station :

- Le choix des essences implantées sur les chantiers CT22-2 et CT29-1 n'a pas respecté l'hétérogénéité stationnelle de la parcelle limitant ainsi les potentialités d'adaptation et de production des essences en place. D'ailleurs, CT22-2 présente des mortalités importantes et un aspect sanitaire médiocre des thuyas et des douglas. L'implantation des essences par parquet n'a pas été opérée dans le respect de l'adéquation essence-station. Les thuyas et douglas ont été mis en place sur la partie la plus pauvre et sèche (station C13). Ces caractéristiques ne répondent pas aux exigences écologiques des deux espèces.
- Les conditions stationnelles du chantier CT35-4 sont inadaptées à l'épicéa de Sitka d'un point de vue climatique (trop faible humidité atmosphérique mais celle-ci est compensée par le caractère hydromorphe de la station),
- Les conditions stationnelles du chantier CT56-2 auront certainement pour conséquence sur le long terme, une vigueur et production moyennes des épicéas de Sitka.

### II3. Principaux problèmes sanitaires

D'importants dégâts d'hylobe ont été constatés au cours des deux premières années suivant la plantation sur certains chantiers (*cf.* graphique suivant). Généralement, après 2 ans, le nombre de plants impactés s'est stabilisé et les plants encore vivants ont cicatrisé.

29% des plants du CT56-1 ont par exemple été touchés de façon plus ou moins préjudiciable à leur survie. Ces derniers ont été traités au cours de l'été qui a suivi la plantation. Malgré ce traitement, les dégâts ont fortement impacté les épicéas et les douglas. En effet, la première attaque de l'hylobe (celle de printemps) est aussi la plus virulente (sortie d'hivernation des adultes). Par ailleurs, l'insecte est attiré par l'odeur de la résine qui s'écoule des plaies. Les douglas sont généralement plus atteints que les épicéas de Sitka du fait d'une odeur plus forte de sa résine. Les plants vigoureux sont généralement plus sujets aux attaques d'hylobe car ils sécrètent plus de résine. Ils sont cependant plus résistants à ces morsures.



Attaques (morsures) d'hylobe ayant entraîné un dessèchement de la tête sur épicéa de Sitka sur le CT56-1 (août 2013)

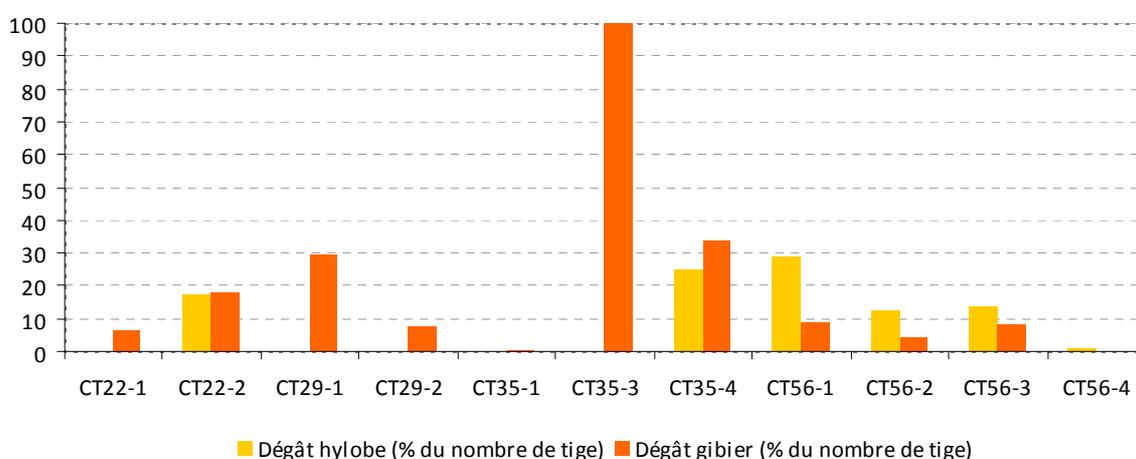
Sur deux chantiers, les peuplements de Sitka exploités étaient atteints par des champignons pathogènes : armillaire pour le CT56-1, fomes et phéole pour le CT29-1.

Sur le CT56-1, deux années après la plantation, des mortalités sur les jeunes plants d'épicéa de Sitka liées à l'armillaire ont été constatées et perdurent encore aujourd'hui. Elles sont localisées sur le plateau C uniquement (21% des plants du plateau).

Le CT29-1 ne présente à ce jour aucun signe de problème sanitaire. Le peuplement devra néanmoins être surveillé tout au long de sa vie, même si les essences implantées ont été choisies pour limiter les risques concernant ces pathogènes. En effet, les attaques de phéole (*Phaeolus schweinitzii*) ne tuent pas les arbres mais sont à l'origine de pourritures de cœur qui dévalorisent la bille de pied.

Le CT29-2 présente des plants au feuillage jaunâtre, symptôme d'une atteinte de rouille suisse (*Phaenocarpa gaeumannii*). Ce pathogène des aiguilles n'a entraîné aucune mortalité mais on peut supposer que la croissance des plants a été réduite puisque les aiguilles de l'année n-1 jaunissent puis chutent. La couleur jaunâtre des aiguilles laisse également penser que les douglas souffrent de carence minérale. Sur certains chantiers, une défoliation significative des plants a pu être observée et associée à la présence d'otiorrhynque, petit charaçon qui se nourrit des aiguilles. Aucune mortalité n'a été constatée mais de même que précédemment, ce manque d'aiguille a pu être à l'origine d'une perte de potentiel de croissance.

**Graphique n°4. Dégâts d'hylobe et dégâts de gibier par chantier**



#### II4. Impact du gibier

Face aux frottis (chevreuil et cerf) et à l'écorçage (cerf), les essences présentent des sensibilités et des capacités de cicatrisation variables. Globalement, les essences exotiques plus odorantes (douglas, thuya et séquoia) sont les plus touchées par les frottis. On note d'ailleurs que 100% du nombre de plants de douglas a été touché par le chevreuil sur CT35-3 car ceux-ci n'avaient pas été protégés. L'épicéa de Sitka peut être touché mais dans une moindre mesure, si

- la pression du gibier est localement importante
- l'épicéa est la seule essence présente sur la parcelle et dans un rayon important.

Le frottis peut être mortel pour le plant si celui-ci est totalement annelé dans les premières années ; les plants de faible dimension sont particulièrement sensibles.

Si le plant ne meurt pas, il cicatrise plus ou moins bien. Souvent, on constate un phénomène de descente de cime puis un ou plusieurs bourgeons latéraux prendront la relève de la dominance apicale perdue. Le douglas présente une très bonne capacité de résilience après des dégâts de gibier. Si la pression du gibier diminue, il est capable de reformer une tige principale avec une forte dominance apicale mais nécessitera une taille de formation. D'ailleurs, seuls 15% des plants de douglas sont morts sur le CT29-1 malgré un nombre de dégâts très importants.

Un seul chantier (CT22-2) présente des dégâts de cerfs (écorçage) sur les douglas dont l'impact est plus important que ceux causés par le chevreuil (les tiges sont souvent cassées par le cerf).

Que ce soit le chevreuil ou le cerf, les dégâts sont très localisés sur les lieux de passage des animaux.



Frottis de chevreuil sur plants de douglas CT22-2 (juin 2013)



Dégât de cerf sur douglas sur CT22-2 (janvier 2017)

Globalement, les dégâts sont constatés lorsque la végétation n'est pas encore suffisamment développée pour jouer un rôle de protection pour les plants. Il s'agit donc souvent des 2 premières années du peuplement ou après un dégagement. Sur le CT56-3, les dégagements réalisés en plein ont été défavorables aux épicéas de Sitka retrouvés totalement à découvert et particulièrement vulnérables. La ronce, le genêt et l'ajonc apportent une protection intéressante (CT22-1, CT56-1, CT56-2), en plus du gainage induit par les deux derniers qui améliore la forme et l'élagage des plants. Leur développement doit néanmoins être surveillé pour éviter une concurrence trop forte des plants vis-à-vis de la lumière. CT22-1 n'a jamais été dégagé et ne présente presque aucun dégât. Le développement du genêt et de la ronce a cependant contrarié la croissance des plants. Dans une telle situation, on constate encore une très bonne capacité de réaction des jeunes douglas après avoir été privés de lumière pendant une année de végétation. Un dégagement tardif sur des plants affaiblis n'est donc pas inutile.

## II5. Croissance et vigueur des plants

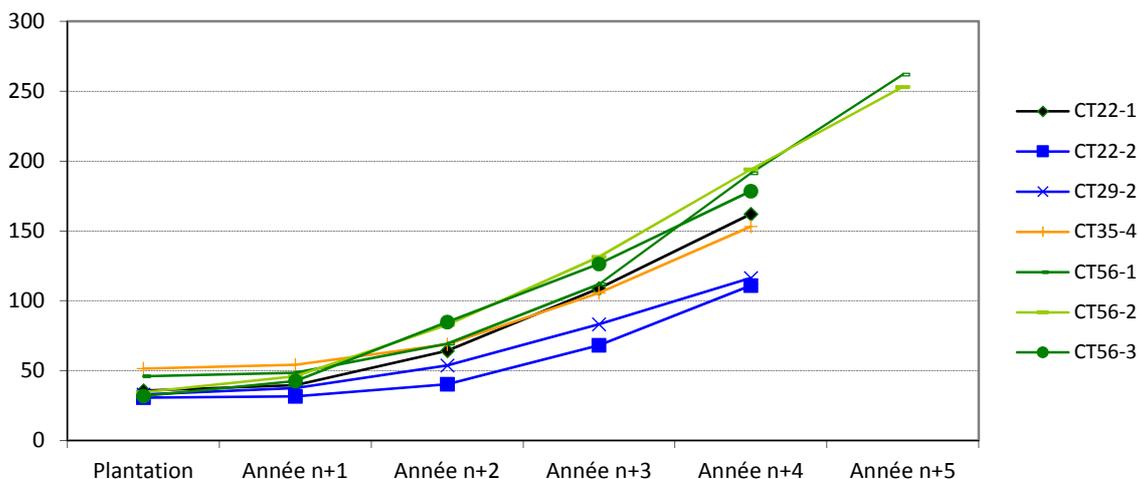
### II5.a. Hauteur moyenne

Comme le montre le graphique ci-après, les chantiers CT56-1, CT56-2 et CT56-3 présentent les plus fortes hauteurs moyennes en épicéas de Sitka. A l'inverse, ce sont CT22-2 et CT29-2 qui présentent les plants les moins vigoureux. A condition de pluviométrie et d'humidité atmosphérique quasi-identique, la vigueur des épicéas est liée à la station et la richesse minérale du sol. Les chantiers situés sur station C10 et C15 présentent les hauteurs moyennes les plus hautes. Les chantiers sur station C13 sont les moins hauts. En Ille et Vilaine, la richesse minérale ne semble pas en cause car le peuplement a été installé sur schiste briovérien. Les Sitkas du CT35-4 devraient donc dépasser les autres mais ce n'est pas le cas. Il s'agirait donc plutôt d'une question multifactorielle de pluviométrie, d'hydromorphie ou encore de méthode d'installation (tassement du sol).

Nous l'avons vu, CT56-2 présente une station de type C15 dont la richesse minérale est généralement faible. La hauteur moyenne des plants est donc étonnante. Cependant, sur granite fissuré, la station est limite entre une C15 et une C10. Les bonnes pluviométries des années 2012 à 2016 expliquent certainement le bon niveau de croissance des plants.

### Graphique n°5 : Hauteur moyenne (en cm) des épicéas de Sitka par chantier

Les couleurs représentent les types de station : en noir (C9), en vert foncé (C10), en vert clair (C15), en bleu (C13), en orange (S4)

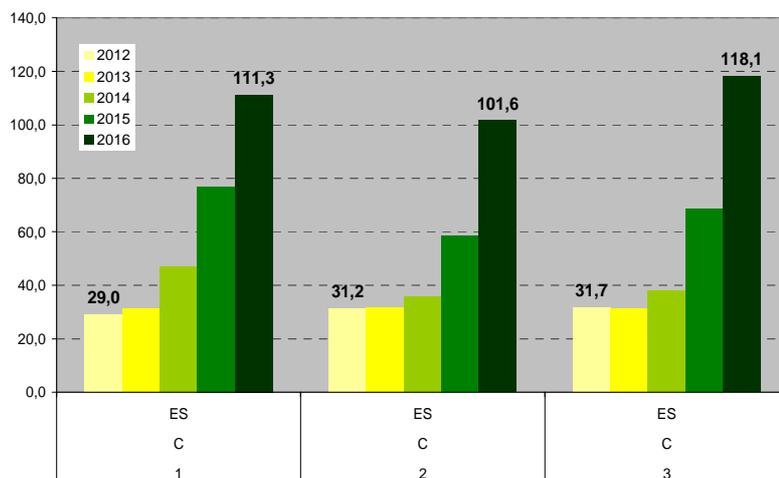


Les plants de CT56-2 n'ont subi aucun problème sanitaire sur les 5 premières années hormis les rares dégâts d'hylobe en bordure d'andain. On peut noter à l'inverse que les plants du CT56-1 ont été fortement impactés par les dégâts d'hylobe. On constate une bonne reprise de la croissance de plants en année n+4 qui ont surmonté le stress lié aux attaques d'hylobe.

### Hauteurs moyennes des épicéas de Sitka suivant le plateau

On note une différence de croissance des épicéas entre les 3 plateaux de CT22-2.

Les plateaux 1 et 3 du graphique n°6 ci-contre présentent des hauteurs moyennes plus importantes que le plateau 2. Sur ces plateaux, on constate la présence d'une végétation caractéristique d'un sol à la richesse minérale plus importante (fougère en 1 et 3, ajonc et bruyère en 2).

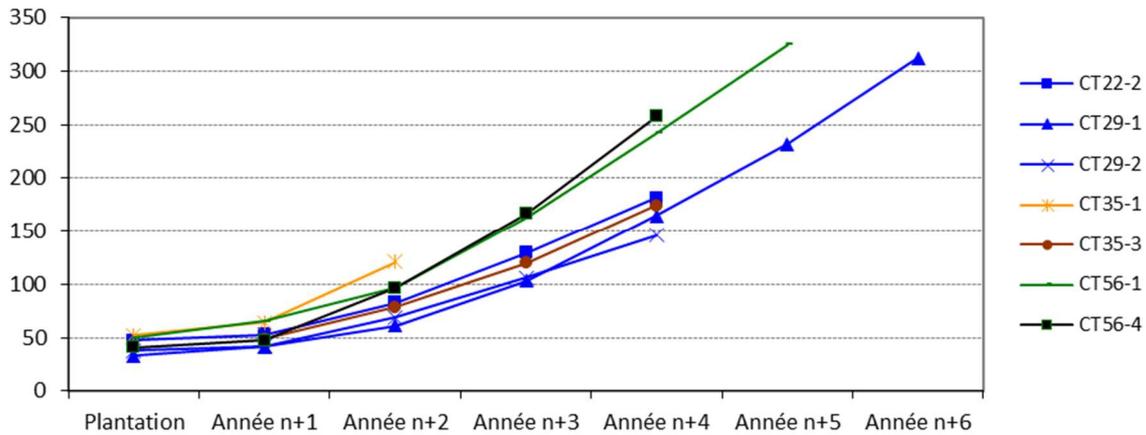


Les douglas, quant-à eux, sont les plus hauts sur CT56-1 et CT56-4 (cf. graphique ci-après). Avant la destruction de la plantation de CT35-1 par un incendie, les plants étaient également très dynamiques. Ces trois chantiers ont vu leur terrain préparé à l'aide d'un passage au culti sous-soleur qui semble avoir bien profité aux plants dans leur phase d'installation. La fertilité minérale joue également un rôle important sur la croissance des douglas car on note ici encore que sur station de types C9 et C10, les plants sont les plus hauts.

Sur CT56-1, le graphique ci-dessus (hauteur moyenne des épicéas de Sitka) indique qu'entre l'année n+3 et n+4, la croissance en hauteur des plants semble s'accélérer.

### Graphique n°7 : Hauteur moyenne (en cm) des douglas par chantier

De même que précédemment : en noir (C9), en vert foncé (C10), en vert clair (C15), en bleu (C13), en orange (S4), en marron (S8)

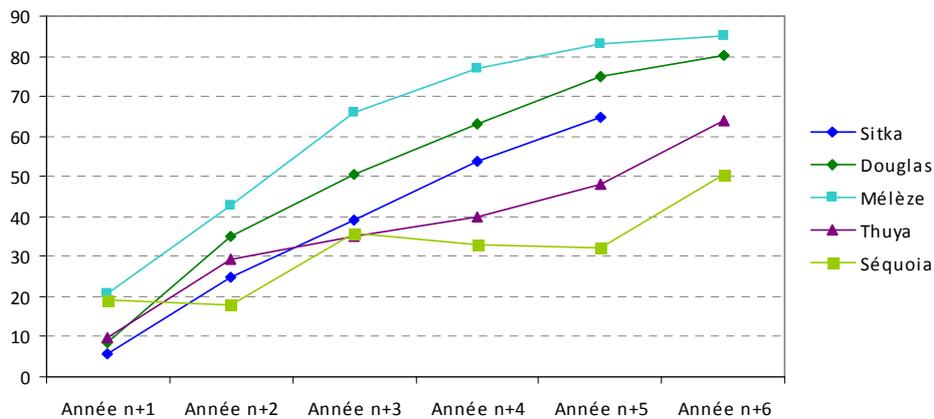


On notera que le CT35-1 a été détruit par un incendie en 2016

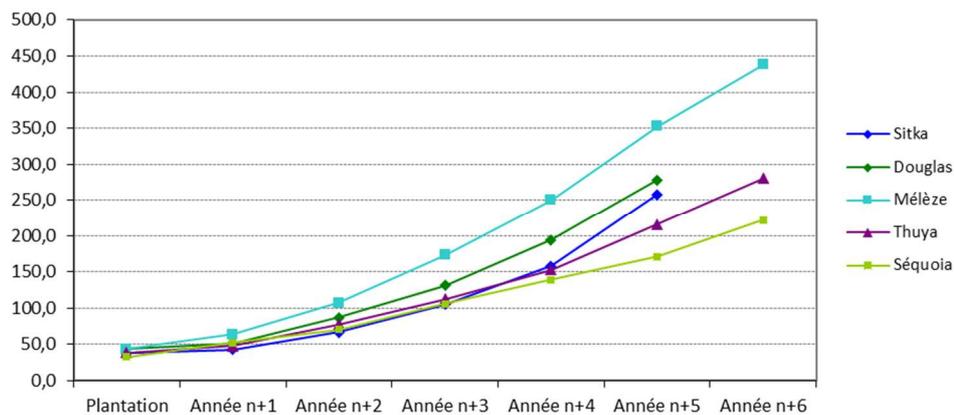
### II5.b. Croissance juvénile par espèce

La croissance juvénile des plants varie d'une espèce à l'autre. Le graphique ci-après présente les accroissements annuels moyens par essence.

### Graphique n°8 : Accroissement annuel moyen par essence (en cm/an) tous chantiers confondus



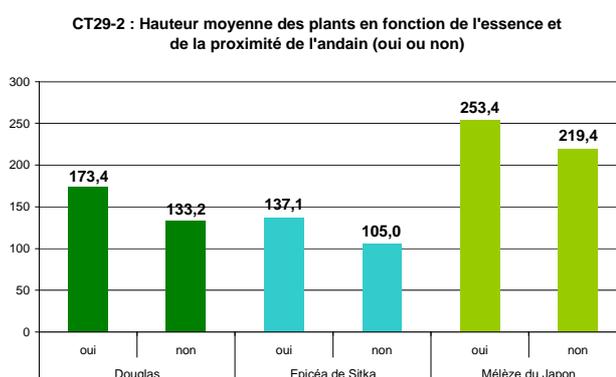
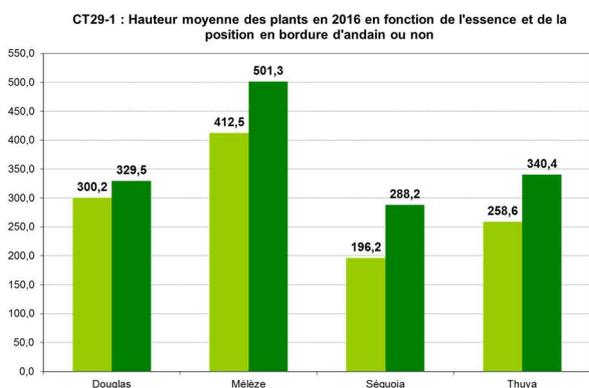
### Graphique n°9 : Hauteur moyenne annuelle par essence (en cm) tous chantiers confondus



Sans grande surprise, on constate que les mélèzes et les douglas sont les deux essences à la croissance juvénile la plus importante, supérieure à celle de l'épicéa de Sitka. On note que la différence entre les deux espèces est peu importante. Pourtant les douglas ont subi de nombreux dégâts de gibier entraînant des dessèchements de leurs têtes et réduisant ainsi la moyenne des accroissements annuels.

De même, sur les épicéas de Sitka, les dégâts d'hylobe ont entraîné des dessèchements de la tête des plants importants (ex : CT22-2 et CT56-1).

Les mélèzes présentent des accroissements en hauteurs intéressants néanmoins, en reprenant la synthèse technique réalisée en 2010, il apparaît que ces accroissements sont inférieurs à ceux indiqués dans le document. Ces résultats sont corrélés à la faible richesse minérale des sols car dans nos exemples, les mélèzes ont été assez peu impactés par le gibier.



Par ailleurs, une différence de vigueur (croissance et couleur) des plants suivant leur position entre les andains a été constatée dans de nombreux cas. Les plants situés directement en bordure d'andain sont souvent plus hauts et d'un vert plus vif que ceux situés entre les andains. Les graphiques 10 et 11 ci-dessus présentent les valeurs en 2016.

Ce constat peut être expliqué par différents éléments :

1. Le râteau andainier pousse les rémanents pour créer les andains. Lors de cette opération, il peut décapier les horizons superficiels du sol en entraînant la matière organique vers les andains.
2. Ce décapage entraîne fréquemment le développement d'une végétation composée de callune dont les interactions allélopathiques semble gêner la croissance des plants et le développement de la régénération naturelle (CT22-2, CT29-2).
3. Le taux de matière organique est plus important au niveau des andains (transport mécanique de l'humus lors de la mise en andain et dégradation du bois des rémanents), ce qui améliore localement le stock de nutriments.
4. Dans le cas d'une sensibilité importante du sol au tassement (texture limoneuse, sol humide ou engorgé), le passage du râteau andainier peut tasser les horizons superficiels du sol défavorable à l'enracinement des jeunes plants.
5. Les andains peuvent jouer un rôle de protection mécanique des plants contre le vent, le gel tardif ou encore contre le gibier (dû au développement généralement plus important de la végétation concurrente ou « accompagnatrice » à leur niveau, notamment de la ronce).



Plant d'épicéa de Sitka de 3 ans

Mesure d'un plant de 3 ans d'épicéa de Sitka au milieu de la callune sur CT29-2 (janvier 2016)



Plant d'épicéa de Sitka de 4 ans dans la callune sur CT22-2 (janvier 2017)

A partir de ces différents résultats, une synthèse de questions / réponses indispensables à la bonne réussite d'une plantation résineuse après une exploitation d'épicéa de Sitka a pu être réalisée. On la trouvera dans la partie III. ci-après.

### III. Raisonner sa reconstitution : les bonnes questions à se poser

#### 1. Exploitation et préparation du terrain

##### *A quelle saison réaliser sa coupe d'épicéa ?*

La sensibilité du sol au tassement est caractérisée par l'examen de sa texture et de son état d'humidité ou d'engorgement. Connaître cette sensibilité permet de définir le moment opportun d'exploitation. Sur sol limoneux sensible au tassement, il convient de proscrire les exploitations lorsque le sol est détrempe. Les pessières bretonnes ont fréquemment été implantées sur sol sensible. On sera donc particulièrement vigilant lors de l'exploitation d'un peuplement d'épicéa de Sitka. Par prévention, des cloisonnements d'exploitation doivent systématiquement être implantés tous les 15 à 25m.

D'autre part, la période d'exploitation devra être identifiée en fonction des travaux préparatoires qui seront mis en œuvre par la suite (cf. paragraphe suivant).

##### *Les travaux préparatoires à la plantation sont-ils indispensables ?*

De nombreux chantiers n'ont fait l'objet d'aucun travail du sol et les travaux préparatoires se sont limités à la mise en andains des rémanents. Les travaux du sol ne sont donc pas indispensables dans le cas d'un reboisement en futaie résineuse surtout si l'on souhaite limiter les coûts de plantation.

Néanmoins, certains chantiers étudiés montrent que le travail du sol permet de faciliter

- l'opération de plantation et donc son coût
- l'enracinement des jeunes plants dans le cas d'un sol compact. Ils facilitent donc la reprise des plants. Aussi, dans le cas d'un sol léger, la préparation du sol peut se limiter au travail local réalisé par le planteur lui-même. Sur certains chantiers étudiés, le culti-sous soleur a permis une meilleure croissance initiale des plants, notamment de douglas.

Le choix du propriétaire peut donc légitimement s'orienter vers la réalisation d'un travail de sol avant la plantation. On favorisera alors les travaux superficiels et localisés comme le sous-solage en ligne et le culti-sous-solage pour limiter l'impact négatif d'un passage d'engin sur le sol, notamment pour les sols fragiles. De même que pour l'exploitation du peuplement, le travail doit impérativement être réalisé sur sol réessuyé.

En effet, une autre technique de préparation à la plantation employée consiste à réaliser un dessouchage et un labour en plein mais aucun chantier étudié n'a fait l'objet de tels travaux.

##### Recommandations particulières pour le sous-solage en ligne :

Dans le cas de signes d'infection à l'armillaire sur le peuplement exploité, le sous-solage en ligne est à proscrire pour éviter la dissémination des racines infectées.

D'autre part, un délai est recommandé entre le sous-solage et la plantation pour permettre aux poches d'air éventuellement créées d'être supprimées par la période de gel/dégel. On préconise un sous-solage en automne en vue d'une plantation au printemps.

##### Recommandations particulières pour le culti sous-solage :

Sur sol lourd (limoneux et argileux), le culti sous-solage est déconseillé car le travail en potet peut créer une cuvette imperméable entraînant la stagnation de l'eau, asphyxiant les racines du plant. Sur station bien drainée et terrain en pente, le culti sous soleur est particulièrement profitable à l'implantation des plants.

##### *Un dessouchage est-il nécessaire ?*

Le dessouchage permet la mécanisation des travaux mécanisés d'entretien (passage d'un gyrobroyeur). Cependant, il est déconseillé car il structure le sol et induit une exportation de matière organique. Il peut néanmoins être préconisé dans certains cas particuliers liés notamment à des problèmes sanitaires :

- en prévention des dégâts d'armillaire en supprimant les souches infectées,
- en prévention des dégâts d'hylobe.

### *Que faire des rémanents de coupe ?*

Les rémanents peuvent être :

- laissés sur le chantier d'exploitation ce qui rend les travaux ultérieurs très difficiles,
- broyés sur la parcelle (en plein ou sur les lignes de plantation),
- exportés et broyés pour être valorisés en plaquettes forestières,
- rangés en andains, technique largement utilisée car elle facilite les travaux (terrain propre) et l'apparition de la régénération naturelle si le contexte de la parcelle le permet.

La mise en andain permet de ranger en cordons les rémanents de coupe. La matière organique est ainsi concentrée sur de petites portions de parcelle. Aussi, on veillera à limiter l'espace entre deux andains (12 à 17m recommandés<sup>3</sup> soit 3 à 6 lignes pour un espacement de 3m entre chaque ligne de plantation) de telle sorte qu'un plus grand nombre de petits andains soit réparti sur la parcelle. L'espacement entre les andains sera fonction du matériel employé. Attention, cette opération peut être préjudiciable à la fertilité du sol et à la reprise des plants car l'outil racle la matière organique et le poids de l'engin peut tasser les sols sensibles. Le râteau-andaineur sur chenille est l'outil qui limite le plus efficacement le tassement du sol surtout si celui-ci emprunte les cloisonnements d'exploitation déjà présents. Son utilisation limitera l'espacement entre les andains à la portée du bras articulé du râteau.

L'abatteuse peut également être utilisée pour rapatrier les rémanents sur les cloisonnements d'exploitation. Cette technique est employée pour protéger les cloisonnements ou en cas de pente pour limiter l'érosion des sols. Les engins (abatteuse et porteur) roulent sur les rémanents, accélérant ainsi leur dégradation. Un passage de broyeur peut également être envisagé. Cloisonnements et andains sont alors confondus. Les plants sont implantés sur le reste de la parcelle, où aucun engin n'est passé. Cette technique possède également l'avantage de réduire les coûts de préparation du terrain puisqu'un seul engin intervient pour l'abattage et la mise en andain.



Forêt domaniale de Pont Callek (29) en mars 2016

Le chantier CT35-2 n'a pas fait l'objet d'une mise en andain. Les branches et houppiers des arbres exploités ont été broyés et vendus en plaquette forestière. Cette valorisation des rémanents est possible dans ce secteur géographique (proximité de Rennes) où le marché de la plaquette est bien structuré du fait de la présence de chaudières à bois importantes. Dans le reste de la Bretagne, la plaquette se vend mal et/ou de façon aléatoire à l'heure actuelle. Cette valorisation des rémanents peut être intéressante d'un point de vue économique. Attention cependant dans le cas de sol à la richesse minérale très faible, l'exportation de la matière organique n'est pas recommandée.

## **2. Choix de la composition du peuplement à implanter**

### *Quand maintenir l'épicéa de Sitka ?*

Le choix de l'essence à implanter est une étape délicate mais fondamentale pour tout reboisement artificiel. Elle conditionne en partie la réussite de la plantation. Au vu des difficultés actuelles (problème sanitaire, fertilité minérale des sols...), le maintien ou la substitution de l'épicéa de Sitka pose d'avantage question au propriétaire. Le tableau ci-après identifie plusieurs éléments permettant d'aider ce dernier dans sa prise de décision :

---

<sup>3</sup> Le résineux, Tome II : Ecologie et pathologie, Philippe Riou-Nivert, Institut pour le Développement Forestier, 2005 page 152

**Tableau n°12. Raisons du choix de maintien ou de substitution de l'épicéa de Sitka**

Maintien de l'épicéa	Substitution de l'épicéa
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bonne production du peuplement exploité,</li> <li>- Absence de problème sanitaire,</li> <li>- Pression de gibier importante,</li> <li>- Fertilité minérale du sol satisfaisante*</li> <li>- Situation dans l'optimum climatique.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Problème sanitaire lié à un champignon présent dans le sol tel que la phéole ou l'armillaire,</li> <li>- Présence du dendroctone dans les peuplements voisins de la parcelle,</li> <li>- Potentiel stationnel permettant l'implantation d'une autre essence mieux adaptée ou plus valorisante.</li> </ul>

\* cf. Etude de Camille Queinnec

*Dans le cas d'une substitution, quelle essence choisir ?*

Dans tous les cas, le choix de l'essence passe par une analyse fine de la station.

Dans le cas d'une substitution liée à un problème sanitaire, l'adaptation de l'essence à la station doit être étudiée avec intérêt. En effet, une indaptation peut constituer un facteur prédisposant à des attaques de parasites secondaires (dit de faiblesse) tel que l'armillaire.

Le tableau ci-après synthétise de façon non exhaustive les caractéristiques des essences étudiées au cours de ce rapport :

**Tableau n°13. Caractéristiques des essences résineuses étudiées**

Essence	Atouts	Faiblesses
Douglas	<ul style="list-style-type: none"> <li>++ Croissance juvénile rapide</li> <li>++ Supporte bien la concurrence dans le jeune âge pendant 1 à 2 ans (de la végétation adventive)</li> <li>++ Capacité de résilience importante après un dégât (chevreuil, hylobe)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-- Essence capricieuse à la reprise qui nécessite d'êtres vigilant sur la qualité des plants</li> <li>-- Forte sensibilité au dégât au gibier</li> <li>-- Forte sensibilité à l'hylobe</li> <li>-- Sensibilité à la rouille suisse</li> </ul>
Mélèze du Japon et hybride	<ul style="list-style-type: none"> <li>++ Croissance juvénile très rapide</li> <li>++ Très bonne dominance apicale ou reprise de dominance après un dégât</li> <li>++ Couvert perméable permet le développement d'espèce en sous-étage (utile en mélange)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sensibilité à la rouille du peuplier (hôte alternant)</li> <li>-- <b>Récemment, des dégâts mortels dus à <i>Phytophthora ramorum</i> ont été constatés dans des peuplements de mélèzes du Japon en Bretagne par les Correspondants-Observateurs du Département Santé des Forêts. Ce champignon est un pathogène de quarantaine. Ses spores sont disséminées par le vent ce qui laisse penser que son extension peut être rapide. Il est donc conseillé de limiter l'implantation du mélèze dans les nouveaux boisements.</b></li> </ul>
Thuja	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Bonne capacité à valoriser les stations hydromorphes</li> <li>+ Couvert sombre limitant le développement des espèces de sous-bois ce qui réduit le risque incendie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-- forte sensibilité au gibier</li> <li>-- faible capacité de résilience après un dégât</li> <li>-- faible dominance apicale ou reprise de dominance après un dégât</li> </ul>
Séquoia	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Bonne capacité de résilience après un dégât</li> <li>++ Croissance rapide une fois le choc de transplantation passé</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-- forte sensibilité au gibier</li> <li>-- Nécessité de taille à la suite d'un dégât et de la perte de dominance apicale (port buissonnant)</li> <li>-- Craint le gel les premières années</li> </ul>

*Quelle composition choisir ?*

Outre les critères classiques que sont la station et l'état sanitaire du peuplement exploité, le choix de la composition pure ou mélangée des peuplements s'opère en fonction des attentes du propriétaire lui-même.

D'autre part, il est essentiel de considérer que la réussite d'un peuplement mélangé dépend de la capacité de suivi du propriétaire ou de son gestionnaire.

Dans tous les cas, chaque type de peuplement possède des atouts et des faiblesses (cf. tableau ci-après).

### *Quel type de composition mélangée choisir dans le cas d'un mélange pied à pied ?*

Un mélange pied à pied peut être transitoire ou permanent. Le premier type correspond aux peuplements au sein desquels on récoltera d'abord les essences à croissance rapide ou présentant des risques sanitaires élevés. Le second type présente des essences aux âges d'exploitabilité semblables. Les chantiers présentent les mélanges suivant :

- Transitoire : Douglas - Epicéa de Sitka
- Permanents : Douglas - Mélèze – Séquoia – Thuya / Douglas – Thuya / Douglas - Mélèze

L'étude nous a permis d'étudier les différents cas de mélanges. Il en existe évidemment d'autres.

Le choix des essences objectifs sera réalisé en fonction de la station (chaque essence devant évidemment être adaptée à la station) et de leur rythme de croissance. De ce choix découlera la disposition des essences et l'organisation du mélange.

## **3. Plantation**

### *Quoi planter ?*

Le choix du type de plant (catégorie, racines nues, godets...) est essentiel pour une bonne réussite de la plantation. Ces choix découlent d'une réflexion globale quant aux contraintes appliquées à la parcelle à reboiser et aux interventions prévues. Le tableau ci-après présente une liste non exhaustive de critères d'aide à la décision qui découle des observations réalisées sur les 12 chantiers.

**Tableau n°14. Critères d'aide à la décision vis-à-vis de la catégorie et du type de plant**

Catégorie		Type	
Petit plant	Grand plant	Racines nues	Godets
- Parcelle est exposée au vent - Risque d'aléa climatique important	- Végétation concurrente vigoureuse - Risque élevé d'attaque d'hylobe - Pression de gibier importante et risque de dégât élevé - Regarnis plantés plusieurs années après la plantation (pour éviter une différence de taille trop importante entre les plants)	- Pression importante du sanglier (le sanglier déterre les plants en motte attiré par ce substrat artificiel)	- Temps important de stockage entre la réception des plants et la plantation - Plantation tardive - Regarnis nécessitant une bonne reprise immédiate

Il faut évidemment compléter ces observations par un examen du système racinaire qui doit être bien développé sans l'être trop, notamment pour les plants en godet. On privilégiera alors des mottes moins densément occupées par le système racinaire du plant pour éviter la formation de chignon et des dépérissements ultérieurs.

Il est fréquent de constater que les plants fournis sont sortis des chambres froides très peu de temps avant la livraison sur la parcelle. Les plants n'ont pas le temps de s'acclimater aux conditions extérieures ce qui accentue la crise de transplantation.

### Quand planter ?

Les plantations doivent de toute évidence être réalisées hors période de végétation sur sol non gelé. Les plantations de début d'hiver sont généralement peu recommandées pour les résineux et notamment le douglas qui est très sensible au dessèchement. Ce phénomène s'explique par la transpiration des plants résineux en hiver du fait de la persistance des aiguilles. On privilégiera donc la plantation en fin d'hiver – début de printemps lorsque la croissance des racines reprend.

Par ailleurs, il est conseillé de réaliser la plantation le plus tôt possible après l'exploitation. Ainsi, la végétation concurrente sera très peu développée lors de l'opération.

### Comment planter ?

La plantation doit être opérée avec précaution de façon à ne pas déséquilibrer le système racinaire surtout dans le cas d'une plantation au coup de pioche de plants en racines nues sur un terrain non préparé. Il est probable que certaines mortalités de plants dont on n'a pu déceler la cause puissent être imputées à une mauvaise plantation. Un travail localisé du sol (sous solage, culti sous soleur) permet de faciliter le travail du planteur et d'éviter une mauvaise mise en place des plants. En l'absence de travail mécanisé du sol, le planteur peut réaliser lui-même un potet.

Dans le cas d'une parcelle fortement exposée au vent, une mise en place profonde des plants avec un enterrement du collet permet d'éviter le déchaussement des plants. Cette technique a été expérimentée sur un chantier de cette étude pour l'épicéa de Sitka et ne semble pas compromettre la survie des plants.

### Comment prévenir les dégâts d'hylobe ?

Ce petit charançon peut véritablement mettre en péril la réussite d'un reboisement dans ces premières années. Le Département de Santé des Forêts définit 7 facteurs de risque<sup>4</sup> :

**Tableau n°15. Facteurs de risque vis-à-vis des attaques d'hylobe**

Type	Facteur de risque
Localisation du reboisement	Région forestière à forte dominance résineuse
Intervalle de temps entre la coupe et le reboisement	Inférieur à 2 ans
Présence d'une coupe rase à proximité du reboisement	Oui
Composition du peuplement exploité	Pins ou épicéas
Composition du reboisement	Pins, épicéas, douglas ou mélèze
Type de plant mis en place	Petit plant (1-0G)
Densité de plantation	Faible

Voici quelques mesures à mettre en œuvre pour prévenir les dégâts d'hylobe :

1. Eviter les plantations à faible densité et/ou privilégier les semis et la régénération naturelle pour une densité plus importante de plants. Proportionnellement, le nombre de plants atteints en sera donc réduit.
2. Eviter la fertilisation qui augmente la vigueur des plants et les rendent plus attractifs.
3. Privilégier les plants de 2 ou 3 ans, de dimension plus importante : en cas d'attaque, les dégâts occasionnés seront moins susceptibles d'entraîner la mort des plants.
4. Utiliser un produit de traitement préventif pour les plantations et respecter les conditions d'utilisation selon le choix de traitement opéré (nombre d'applications, période d'application...). Les traitements préventifs peuvent être réalisés soit en pépinière soit par un traitement des plants après plantation. Le tableau ci-dessous présente les caractéristiques des différents traitements utilisés. On privilégiera les plants traités en pépinière qui évitent plusieurs traitements dans la saison.

<sup>4</sup> Information Santé des Forêts – L'HYLOBE, Département Santé des Forêts, Novembre 2012, 5 pages

**Tableau n°16. Les traitements possibles contre l'hylobe**

	Famille chimique	Nom commercial	Principes	Efficacité
Traitement en pépinière	Néo-nicotinoïdes	Merit Forest	Granulés dispersibles dans l'eau pour traitement des mottes ou racines nues	Un traitement efficace pour une saison de végétation
Traitement sur plants après plantation	Pyréthrinoïdes de synthèse	Forester	Emulsion aqueuse diluée à appliquer plant par plant	Deux traitements par saison de végétation efficaces entre 3 et 6 semaines

*Ce tableau n'est pas exhaustif sur les types de traitements existants. Il apporte simplement les informations concernant les traitements utilisés dans le cadre des chantiers étudiés.*

Attention, seuls les produits autorisés pour un usage en forêt doivent être utilisés. La détention et l'application des produits phytosanitaires sont exclusivement réservées aux personnes ayant reçu l'agrément Certiphyto.

#### **4. Protection contre le gibier**

##### *Les protections sont-elles indispensables ?*

De façon générale, en Bretagne, la pression du gibier sur les nouvelles plantations est importante et la protection des plants mérite une attention particulière au risque de voir sa plantation être fortement impactée. En comparaison aux essences feuillues, les essences résineuses sont moins appétentes pour le gibier mais, nous l'avons vu plus haut, le douglas, le séquoia et le thuya sont très sensibles aux dégâts de chevreuil (frottis et abrouissement). Il n'est donc pas recommandé de s'affranchir des protections pour ces essences qui devront être mises en place au moment de la plantation (période la plus sensible pour les plants). Le nombre de nouveaux frottis diminue au bout de quelques années lorsque la végétation concurrente se développe (cf. paragraphe ci-après). On préconise la mise en place d'arbres de fer qui sont très efficaces et peu onéreux. Seul le Sitka pourra être planté sans protection même si en cas de très forte pression, celui-ci est également atteint. On pourra noter que le douglas cicatrise très bien après un frottis d'autant plus si les plants mis en terre étaient assez grands.

#### **5. Travaux d'entretien / suivi de la plantation**

##### *Quels travaux sont indispensables après une plantation ?*

Les dégagements des jeunes plants sont évidemment indispensables les premières années tant que ceux-ci ne sont pas suffisamment hauts pour ne plus être concurrencés en lumière. Suivant la station et le type de végétation qui se développe, le nombre et la fréquence des dégagements annuels seront variables d'un cas à l'autre. Généralement, dans le cas de reconstitution après coupe rase de résineux, la végétation concurrente dominante sera composée de ronce pour les stations les plus riches, de genêt ou fougère aigle pour les stations les plus pauvres et d'ajonc pour les stations les plus sèches. Un dégagement annuel au minimum est indispensable même pour les plantations de résineux à croissance rapide qui ont très bien démarré. On privilégiera les dégagements localisés au niveau du plant pour maintenir une protection contre le gibier, le gainage du plant ou encore assurer une protection contre le vent. A ce titre, la végétation pourra être qualifiée « d'accompagnatrice » plutôt que de concurrente. Il convient cependant d'être particulièrement attentif et réactif car des plants trop concurrencés pourraient ne pas exprimer pleinement leur potentiel de croissance. Un broyage entre les lignes de plantation peut faciliter la mise en œuvre de l'opération de dégagement. De fait, les dégagements en plein sont peu recommandés.

On pourra profiter de cette opération pour dégager la régénération naturelle qui aura pu se développer sur la parcelle. En cas de mortalités importantes dans la plantation les semis pourront prendre le relais. Le développement de la régénération naturelle d'épicéa de Sitka est variable d'un chantier à l'autre car les facteurs qui influent sont nombreux<sup>5</sup>.

On pourra profiter de ces dégagement pour enlever les protections qui le nécessitent comme les arbres de fer qui peuvent endommager les plants (casse, cisaillement...). On pourra programmer ce passage au bout de 3 ou 4 année de végétation selon la croissance des plants et le développement de la végétation.

En cas de d'attaque d'hylobe et/ou de gibier, les plants qui ont survécu ont pu développer des architectures nécessitant une ou plusieurs tailles de formation.

---

<sup>5</sup> On pourra se référer à la synthèse de décembre 2012 sur « La régénération naturelle de l'Epicéa de Sitka » pour plus de détails sur ce point.

## Conclusion

Cette étude vient compléter la synthèse rédigée en 2012 sur le même thème (accessible avec le lien suivant : [http://www.cnpf.fr/data/reconstitution\\_20coupe\\_20rase\\_20epicea\\_20de\\_20sitka\\_pdf\\_1.pdf](http://www.cnpf.fr/data/reconstitution_20coupe_20rase_20epicea_20de_20sitka_pdf_1.pdf)).

Celle-ci avait pour objectif de mieux connaître les techniques de reboisement après coupe rase d'épicéa de Sitka mises en œuvre dans la région, d'estimer leur coût et d'analyser leurs résultats « à dire d'expert ». Elle s'était basée sur l'observation de différentes plantations et le recueil d'informations auprès des professionnels. Aucune mesure n'avait été prise sur le terrain.

La présente synthèse vise à reconsidérer les conclusions de la synthèse de 2012, sur la base de données chiffrées s'appuyant sur les résultats de 4 à 5 ans de mesure et d'observations quantifiées, réalisées selon un protocole bien défini.

Son but final est de faire ressortir les facteurs de réussite d'une plantation forestière, en restant dans un cadre de dépenses économiquement supportables pour le propriétaire.

### - L'adéquation essence /station

En reconstitution après coupe rase d'épicéa de Sitka, l'utilisation de résineux à croissance rapide est privilégiée chaque fois que la station le permet. Lorsque les conditions de milieu l'interdisent, les reboiseurs recourent à des pins ; les feuillus sont ultra-minoritaires et utilisés comme essence de diversification.

L'étude montre une nouvelle fois le rôle déterminant de la station. Une bonne adéquation essence-station est un facteur essentiel pour une bonne croissance des plants et pour limiter la sensibilité des arbres face aux problèmes sanitaires.

Lorsque la station convient bien à l'essence, celle-ci peut permettre la réussite d'un chantier imparfaitement conduit (plantation tardive, mauvaise préparation du sol...), ou sujet à des dégâts de gibier ou des attaques parasitaires. Elle induit alors un retard de croissance initiale des plants qui se solde par la nécessité de réaliser 1 à 3 dégagements supplémentaires.

Dans le cas contraire, malgré les soins apportés à la plantation et après un démarrage très satisfaisant des plants, leur croissance et leur dominance apicale se réduit au bout de 3 – 4 ans.

### - Le choix des techniques de préparation du terrain avant plantation :

Elles relèvent souvent tout autant des habitudes du gestionnaire que de la nature du chantier à traiter. Il est pourtant important de dimensionner les travaux du sol au strict nécessaire en évitant de perturber celui-ci.

De nombreux cas de figure ont été rencontrés depuis la quasi-absence de travaux, avec une mise en andains des rémanents à l'abatteuse, jusqu'au dessouchage avec sous-solage.

La mise en andains à l'abatteuse, très économique, ne semble pas donner de bons résultats en termes de reprise et de croissance des plants (résultats à confirmer sur d'autres chantiers). Une mise en andains au râteau-andaineur ou le passage d'un broyeur lourd (technique non évaluée dans cette étude) paraissent préférables. Une attention particulière doit être portée lors de cette opération pour réduire son impact sur le sol (tassement, décapage des parties superficielles...).

Le travail localisé du sol au culti-sous-soleur a confirmé son grand intérêt pour faciliter le démarrage des plants et augmenter leur croissance juvénile.

Le dessouchage, lui, ne permet pas une meilleure croissance des plants, au contraire. En effet, les dégâts de gibier sont favorisés par le passage de gyrobroyeur entre les lignes et le risque de carences minérales au bout de quelques années paraît accentué.

### - Le choix des plants et la qualité de plantation:

Ce facteur essentiel de réussite a bien été intégré par les reboiseurs dans les chantiers étudiés.

La catégorie des plants à mettre en place dépend des conditions naturelles auxquelles la parcelle est soumise (choix de plants de plus petite dimension quand la station est très ventée par exemple). En reconstitution des futaies résineuses, on privilégiera les grands plants qui sont plus résistants aux attaques d'hylobe.

### - Plantation mono-spécifique ou mélangée ?

Choisir d'installer une plantation pure ou mélangée dépend en premier lieu des objectifs de gestion et des attentes du propriétaire vis-à-vis de sa forêt (production « industrielle » de bois ou au contraire diversification de ses fonctions).

Toutefois, au-delà de cette considération générale, la mise en place ou non d'un mélange d'essences, avec une essence-objectif principale et des essences secondaires est guidée par l'hétérogénéité stationnelle de la parcelle, d'éventuels problèmes sanitaires qui ont pu toucher le peuplement précédent, ou des incertitudes sur le climat et les marchés de demain.

Les chantiers étudiés ont montré que la pratique des plantations mélangées pied à pied ou par placeaux n'était pas rare et ne posait pas de surcoûts de gestion au stade des dégagements car les vitesses de croissance n'étaient pas suffisamment différentes pour générer des interventions supplémentaires.

En cas de recours à une plantation mélangée, on se réfèrera utilement aux préconisations en matière de choix d'essence figurant dans le Guide des Bonnes pratiques Breizh Forêt Bois ([http://www.breizhforetbois.com/images/Documents/Guide\\_bonnes\\_pratiques\\_dec2015\\_VD\\_web.pdf](http://www.breizhforetbois.com/images/Documents/Guide_bonnes_pratiques_dec2015_VD_web.pdf)).

- La prise en compte du gibier (cervidés principalement)

De façon générale en Bretagne, la pression du gibier est forte et les dégâts occasionnés peuvent être localement très importants. Les essences résineuses exotiques les plus appétentes (douglas, thuya, séquoia) doivent impérativement être protégées au risque de voir les plantations en partie détruites. Certaines essences présentent cependant des capacités de résilience intéressantes après un dégât pour peu que celui-ci ne se répète pas. Des dégagements localisés en couronne sont préférables pour maintenir une protection naturelle contre le gibier et favoriser un gainage des plants.

L'extension du cerf en Bretagne Centrale est une nouvelle problématique. Des dégâts importants ont été observés en dehors des grands massifs où il est fixé.

- L'entretien de la plantation (dégagement, suivi des protections contre le gibier...)

La réussite d'une plantation est étroitement liée à la réalisation des dégagements en temps et en heure.

Dans tous les cas étudiés, la reconstitution a eu lieu au plus tard un an après l'exploitation des bois, c'est-à-dire avant que la végétation concurrente n'ait eu le temps de se développer.

Tous les chantiers sauf un ont été dégagés régulièrement, selon un rythme annuel ou annuel puis biennal.

Dans l'idéal, 3 dégagements des plants sont nécessaires à partir de la deuxième année de pousse et ce jusqu'à 4-5 ans, en fonction de la vigueur de la végétation adventice. Toutefois, une plantation a été tirée d'affaire avec un seul dégagement, mais au prix de la perte de quelques arbres et d'une croissance diminuée.

- Un allié parfois utile : la régénération naturelle

Nous avons constaté que dans certaines conditions, une régénération naturelle plus ou moins dense d'épicéa de Sitka, mais aussi d'autres essences résineuses (pins sylvestre, mélèze, feuillus divers...) se développait spontanément parmi les jeunes plants introduits. En cas de perte de plants (attaques parasitaires, dégâts de gibier...), ou tout simplement pour diversifier le boisement, il peut être intéressant de valoriser cette régénération en réalisant des travaux de dégagement favorisant les jeunes semis.

- Un nouveau défi à relever : le maintien de la productivité des plantations de 2<sup>ème</sup> génération

Malgré les précautions prises pour assurer la réussite de la plantation, on constate que certains jeunes reboisements montrent des difficultés de croissance et un état sanitaire médiocre que rien ne laissait prévoir au moment de la plantation.

Ces difficultés sont vraisemblablement liées à la perte de fertilité minérale des sols bretons ayant déjà porté une première génération d'épicéa de Sitka sur les sols les plus pauvres. Des carences minérales toucheraient les plants mis en place. Il est évident que les forestiers bretons manquent aujourd'hui de recul pour évaluer les risques sur la production future de ces nouveaux peuplements. Néanmoins, pour anticiper ces problèmes et tenter de les résoudre, le CETEF 22 et le CRPF étudient à l'heure actuelle différentes modalités d'amendement pour ces boisements.

**La première génération de plantations d'épicéa de Sitka plantées grâce aux aides du Fonds forestier national a incontestablement été une réussite en termes de production. Les plantations résineuses appelées à leur succéder sont confrontées à des difficultés qui n'existaient pas à l'époque (prolifération des cervidés, apparition de nouvelles maladies, baisse de la fertilité des terrains...), entraînant un surenchérissement des coûts de production et obligeant les sylviculteurs à adapter leurs techniques.**