

# Analyse technico-économique des plantations en région Centre-Val de Loire

Convention ADEVBOIS n°18R024000002

Jérôme Rosa,  
Alain Colinot

DECEMBRE 2018 – JANVIER 2022

## **Remerciements**

### *Aux propriétaires ayant fourni des informations sur leurs plantations*

Mesdames ou Messieurs : Benoit (36), Bezet (18), de Brissac (18), de Champs (18), de Coniac (37), Colas des Francs (41), de Coulonge (72), Descout (36), Dollet (18), de Dreuille (36), d'Espinay (41), Fleury (41), Formery (18), Gange (41), Hanzel (37), Jacquet (36), de Jouvencel (18), Laporte (18), Maréchal (18), Michaux (18), Murat (36), Naudin-Desquand (18), Perrot (18), Pichard (36), Preslier (18), de Taisne (18), Vaquier (36), Varenne (41), de Voguë (18), de Volimbert (28), GF des Balguerie (36), GF de Beauregard (36), GFR Cotinière (36), GFR des Linières (36), GFR La Forêt (37)

### *Aux appuis techniques de terrain*

Laurence Plaigne, Clément Deschamps, David Houmeau, Bruno Jacquet, Franck Massé (CNPf Centre-Val de Loire), Hubert Désiré et Florian Vincent (Chambre d'Agriculture du Loir-et-Cher 41)

### *Aux groupes de progrès impliqués dans l'étude*

CETEF du Berry, CETEF de l'Indre, CETEF de Touraine, GDF 41

### *Au Département de la Santé des Forêts (DSF) du ministère de l'Agriculture*

Simon Laubray et Xavier Mandret, pour les analyses de la base de données « plantations » du DSF, leur relecture et contribution précieuses à la rédaction du rapport d'étude

### *Au service administratif du CNPF Centre-Val de Loire*

Sophie Avril, Céline Fougeron, Gisèle Raoul

### *A la DRAAF Centre-Val de Loire*

Pour son soutien via le dispositif de financement Adevois

## TABLE DES MATIERES

<b>CONTEXTE ET OBJECTIF DE L'ETUDE</b>	5
<b>PARTIE I : ETAT DE SITUATION DES PLANTATIONS (ENQUETE DSF)</b>	6
<b>I-1 REPARTITION DES PLANTATIONS ET ESSENCES CONCERNEES</b>	6
<b>I-2 REUSSITE DES PLANTATIONS</b>	9
<b>I-3 PRINCIPALES CAUSES DE DIFFICULTES</b>	12
I-3.1 TYPES DE PROBLEMES RENCONTRES	12
I-3.2 IMPACTS DES MODALITES DE PLANTATION	13
I-3.2.1 Influence de l'antécédent culturel et de la station	13
I-3.2.2 Influence des travaux de nettoyages préalables	14
I-3.2.3 Influence du travail du sol	14
I-3.2.4 Influence du type de plants	15
I-3.2.5 Influence de la période de plantation	16
<b>I-4 CONCLUSION DE L'ETAT DES LIEUX ISSU DE L'ENQUETE DSF</b>	17
<b>PARTIE II : ANALYSE DES PRATIQUES (ENQUETE GROUPES DE PROGRES)</b>	18
<b>II-1 LOCALISATION DES PLANTATIONS ET PROTOCOLE DE RECUEIL DE DONNES</b>	19
II-1.1 LOCALISATION DES PLANTATIONS	19
II-1.2 PROTOCOLE DE RECUEIL DE DONNEES	20
II-1.2.1 Grille d'analyse des chantiers et cahier des charges	20
II-1.2.2 Recueil des données et création de la base de données	20
<b>II-2 DESCRIPTIF DES PLANTATIONS</b>	21
II-2.1 PREPARATION DU TERRAIN AVANT PLANTATION	21
II-2.1.1 Exploitation du peuplement préexistant	21
II-2.1.2 Nettoyage de la parcelle	25
II-2.1.3 Travail du sol	26
II-2.1.4 Typologie des itinéraires de préparation	27
II-2.2 PLANTATION PROPREMENT DITE	27
II-2.2.1 Choix des essences principales	27
II-2.2.2 Mélanges	29
II-2.2.3 Densités de plantation	30
II-2.2.4 Protection contre le gibier	31
<b>PARTIE III : SYNTHESE TECHNICO-ECONOMIQUE</b>	34
<b>III-1 REFERENTIEL DE COUTS PAR GRANDES OPERATIONS</b>	36
<b>III-2 ANALYSE DETAILLEE DES COUTS</b>	39
III-2.1 COUT GLOBAL DE PLANTATION	39
III-2.1.1 Coûts moyens toutes plantations confondues	39
III-2.1.2 Ajustement des coûts	40
III-2.2 APPROCHE PAR ITINERAIRES TECHNIQUES : FACTEURS DE VARIATION	42
III-2.2.1 Influence de la modalité de nettoyage préalable	42
III-2.2.2 Influence de la technique de travail du sol	43
III-2.2.3 Influence de la densité de plantation	44
III-2.2.4 Influence de l'essence	45
III-2.2.5 Influence de la surface plantée	45
III-2.2.6 Influence de la station et autres contraintes principales	46
<b>PARTIE IV : ESTIMATION DE LA REUSSITE DES PLANTATIONS</b>	47
<b>IV-1 TAUX DE REUSSITE DES PLANTATIONS PAR ESSENCE</b>	47
<b>IV-2 PRINCIPALE CAUSE DE MORTALITE : LE CLIMAT</b>	49
<b>IV-3 EFFET DE LA STATION</b>	49
<b>IV-4 EFFET DE L'ITINERAIRE TECNIQUE ET DE L'INVESTISSEMENT</b>	51
IV-4.1 NETTOYAGE ET PREPARATION	51
IV-4.2 DENSITE, MODALITE DE PLANTATION, ET MELANGE	52

IV-4.3 DEGATS DE GIBIER	54
IV-4.4 SURFACE ET HAUTEUR D'INVESTISSEMENT	55
<b>CONCLUSION ET RESUME</b>	58
ANNEXE 1 : GRILLE D'ANALYSE DE REBOISEMENT	61
ANNEXE 2 : REFERENTIEL ECONOMIQUE	68

---

## CONTEXTE ET OBJECTIFS DE L'ÉTUDE

---

Le renouvellement des peuplements est un objectif important de la politique forestière de la région Centre – Val-de-Loire. Il peut passer par la régénération naturelle ou la plantation. Le choix du mode de renouvellement doit se faire après un diagnostic de la station et des essences déjà présentes. La régénération naturelle est fréquemment programmée en chênaie, mais elle est parfois difficile à réussir, et ne sera pas suffisante pour répondre efficacement et rapidement à la très grande quantité de surfaces à renouveler, en particulier pour remplacer les peuplements qui dépérissent du fait du réchauffement climatique.

Quant à la plantation, il est généralement admis qu'elle est couteuse et qu'elle ne donne pas toujours d'aussi bons résultats que la régénération naturelle, en particulier en chênes.

L'objectif de l'étude est d'y voir plus clair en dressant un état des lieux des plantations pratiquées dans la région : soit à partir des observations déjà disponibles, comme par exemple celles réalisées par le réseau des correspondants observateurs du Département de la Santé des Forêts (DSF), soit à partir d'enquêtes ciblées auprès des propriétaires et gestionnaires forestiers ayant réalisés des (re)boisements au cours de ces dernières années. Les enquêtes indiqueront les coûts des travaux (base 2019-2020) de manière à proposer un référentiel technico-économique des principales techniques pratiquées dans la région. Un résumé de l'étude pourra aider à la rédaction d'une plaquette de vulgarisation.

## PARTIE I : ETAT DE SITUATION DES PLANTATIONS REGIONALES

### ENQUETE DSF

---

Cette partie se base sur l'analyse des observations faites annuellement dans les plantations par les Correspondants Observateurs (CO) du Département de la Santé des Forêts (DSF, Ministère de l'Agriculture).

Ces observations répondent à un protocole de suivi réalisé sur les plantations de l'année. Ce protocole permet d'évaluer le taux reprise et l'état sanitaire des plants et d'estimer le taux de réussite des plantations à partir d'un échantillonnage laissé à l'appréciation des correspondants observateurs. Ces derniers ont 5 plantations à visiter deux fois dans l'année (au printemps, 1 mois après le débourrement et au début de l'automne), ils ont le libre choix dans les plantations à visiter, avec comme consigne de cibler préférentiellement celles qu'ils jugent les plus représentatives de ce qui est fait sur leur territoire (soit 4 plantations sur les 5 visées) et de compléter si possible par une plantation qu'ils jugent intéressante comme essence d'avenir.

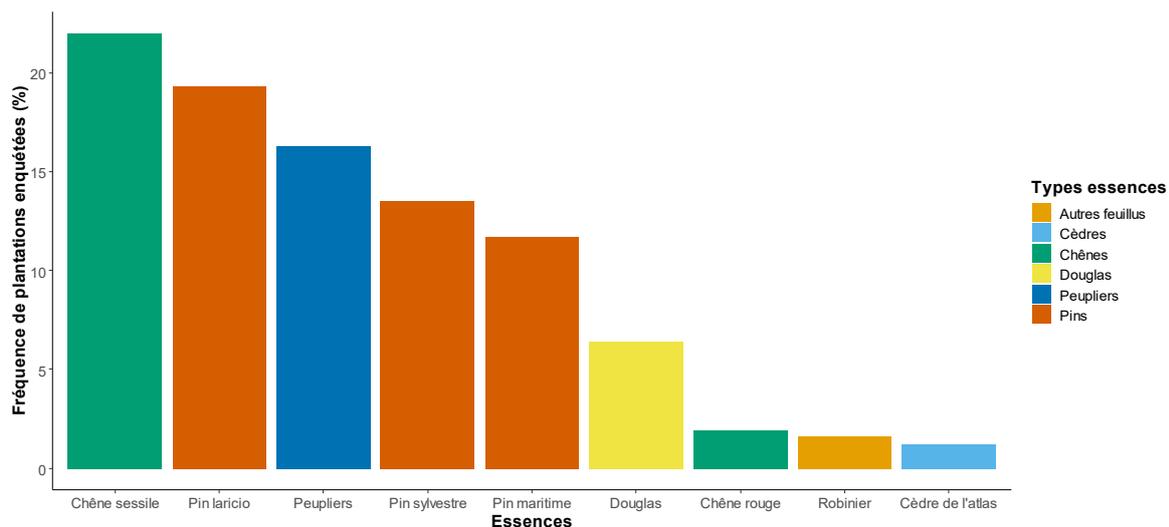
Le protocole consiste à observer aléatoirement 100 plants par parcelle, de noter le taux de mortalité au sein de cet échantillon et d'évaluer les causes de mortalité ainsi que les différents problèmes pouvant impacter la vigueur de chaque plant. La double notation printemps/automne permet d'estimer les conditions et aléas de saison de végétation pouvant impacter le taux de reprise d'une année à l'autre. Dans cette étude, l'impact des bio-agresseurs ne sera pas analysé (des bilans annuels sont édités à cette fin par le DSF). Certaines informations techniques sont relevées dans cette enquête (nature des travaux préparatoires, densités de plantation, antécédent de la parcelle, type de plant), mais elles ne le sont pas assez précisément pour analyser finement leur impact. En outre les effectifs ne sont pas équilibrés entre essences, stations, itinéraires... pour en faire une analyse fine à l'échelle régionale sans risquer des biais statistiques.

Malgré tout, les données permettent d'identifier des tendances générales grâce au recul d'une quinzaine d'années d'observations.

#### I-1 REPARTITION DES PLANTATIONS ET ESSENCES CONCERNEES

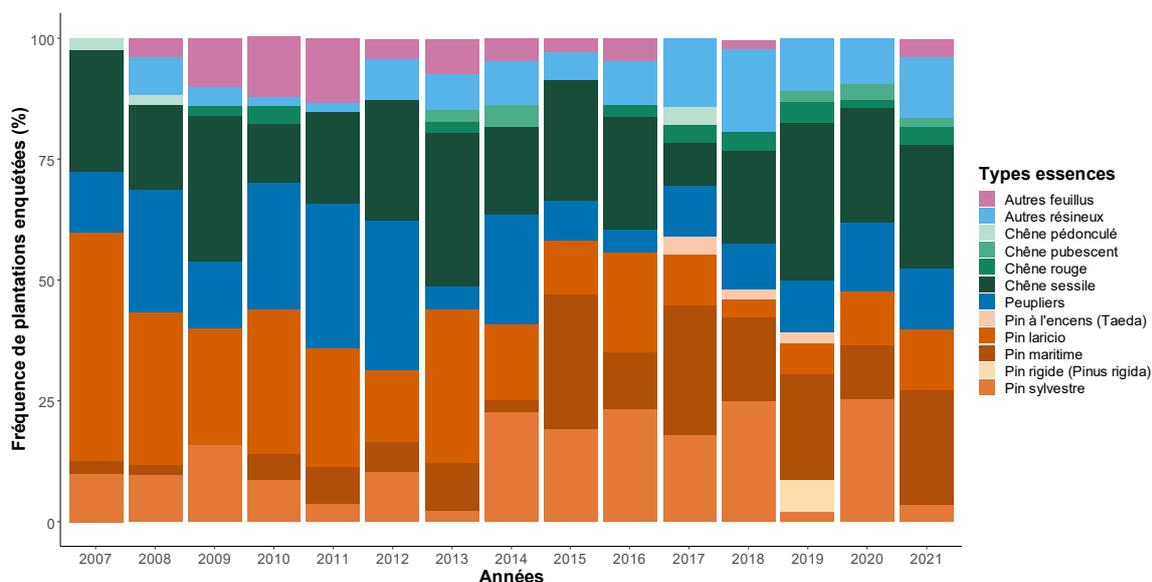
---

Sur la période de 2007 à 2021, 735 plantations de 28 essences différentes ont été visitées aussi bien en forêts publiques que privées. Les plantations prospectées par le DSF depuis 2007 sont majoritairement les plantations de chênes sessiles (22% des prospections), suivi des trois pins (laricio (19%), sylvestre (13%) et maritime (12%) et des peupliers (16%) (graphique 1). Le Chêne sessile et les pins dans leur ensemble représentent 66% des plantations suivies dans cette enquête et les analyses statistiques porteront sur ces essences.



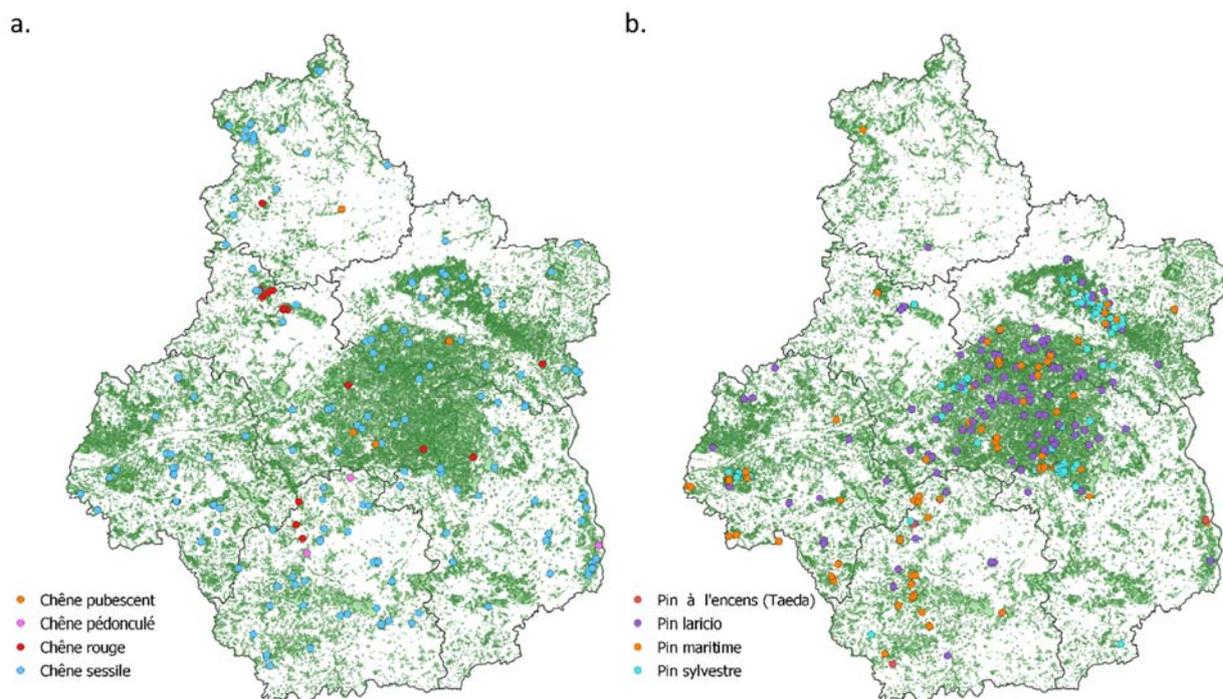
Graphique 1 : Fréquence des essences observées lors de leur première année d'installation selon le protocole du DSF pour la période de 2007 à 2021

Les plantations de Chêne sessile ont une représentation constante sur la période, avec une fréquence annuelle moyenne de 22%. En revanche les observations des plantations de Pin laricio sont plus fréquentes pour la période de 2007 à 2014 (moyenne annuelle de 27% des observations) que pour la période de 2015 à 2021 (11% en moyenne). *A contrario* la fréquence d'observation des plantations de Pin maritime augmente entre ces deux périodes (4.5% en moyenne entre 2007 et 2014 et 20% des observations entre 2015 et 2021). Les crises sanitaires subies par le Pin laricio (maladie des Bandes Rouges de 2012 à 2014) puis le Pin sylvestre (dépérissements et mortalités depuis 2018) expliquent ces évolutions. Des observations ont également été réalisées sur des plantations de Chêne pubescent, Cèdre de l'Atlas, Pin à l'encens, ou Pin rigide. Ces observations, bien que de plus en plus nombreuses ces dernières années, sont en effectifs insuffisants pour être analysées. Dans le même temps, très peu d'observations de plantations de Chêne pédonculé ont été réalisées, cette essence se montrant particulièrement vulnérable aux conditions nouvelles dues au changement climatique (graphique 2). Cette répartition est globalement assez représentative de l'évolution des pratiques régionales en termes de choix d'essences.



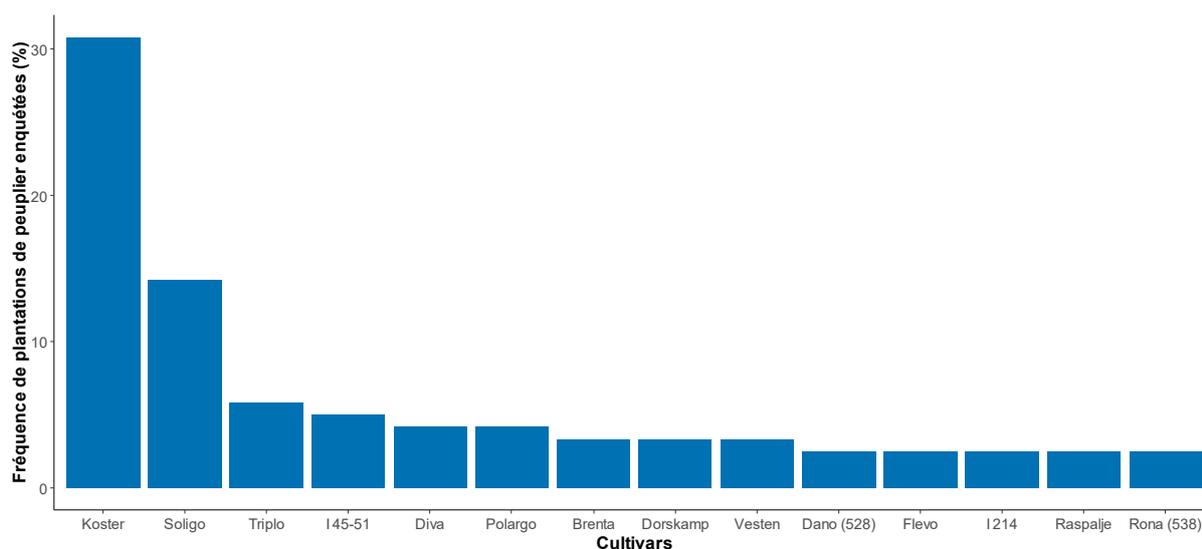
Graphique 2 : Fréquence des essences par années d'observation

La répartition des plantations suivies correspond à la couverture forestière de la région Centre Val de Loire. Les plantations de Chêne sessile sont réparties de façon homogène au sein du territoire forestier alors que les plantations de pins se concentrent en Sologne et en Orléanais (carte 1).



Carte 1 : Répartition des plantations de chênes (a.) et de pins (b.) visitées dans le cadre du protocole de suivi du DSF sur la période 2007-2021

Concernant les peupliers plantés dans la région, les plantations visitées concernent majoritairement les cultivars Koster (30%) et Soligo (14%) (graphique 3).



Graphique 3 : Fréquence des cultivars de peupliers observés lors des visites DSF sur la période 2007-2021



Carte 2 : Répartition des plantations de peupliers visitées dans le cadre du protocole de suivi de plantation du DSF sur la période (2007-2021)

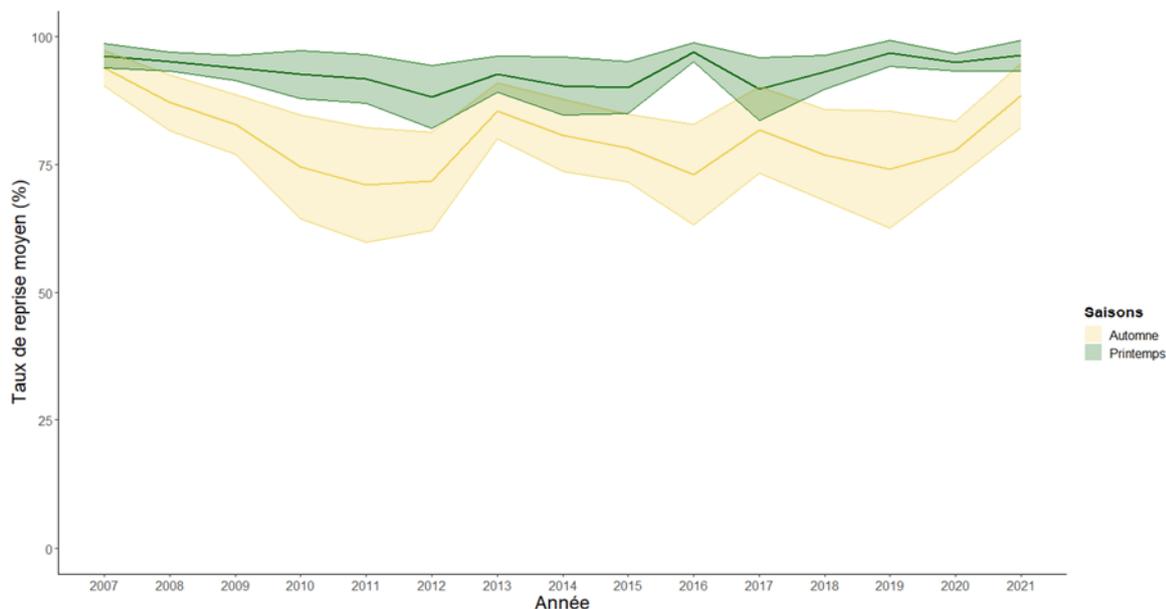
Seules les plantations de chênes sessiles et de pins ont des effectifs permettant des analyses approfondies dans la suite de cette première partie.

## I-2 REUSSITE DES PLANTATIONS

L'enquête DSF distingue le taux de reprise des plants et la réussite de la plantation. Le taux de reprise correspond au pourcentage de plants vivants lors de la notation et la réussite de la plantation est appréciée par son taux de reprise.

Pour une même plantation, le taux de reprise évalué au printemps est logiquement plus important que celui évalué à l'automne après la première année de végétation. De nombreux aléas peuvent en effet avoir entraîné des mortalités (sécheresses, gibiers, parasites, maladies...). Le graphique 4 ci-dessous montre que les plantations ont particulièrement souffert en 2010, 2011, 2012, 2016 et 2019, avec des taux de reprise automnale de l'ordre de 70%. L'année 2021, plus favorable climatiquement, redresse la situation.

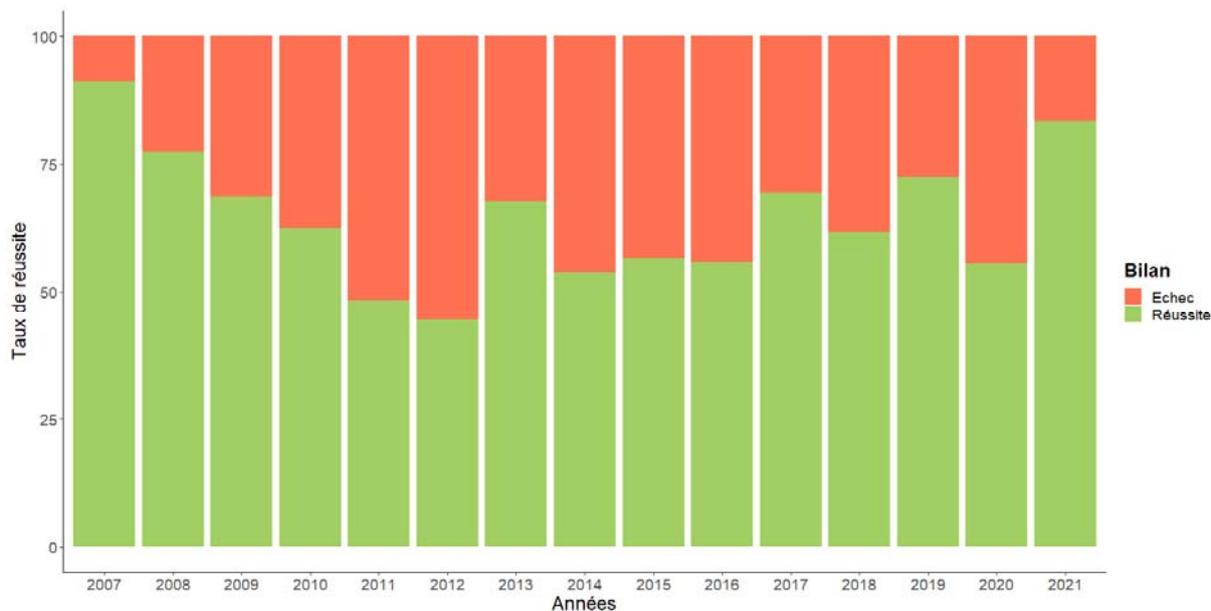
La moyenne du taux de reprise observé au printemps est de  $93 \pm 1 \%$  et reste globalement stable d'une année à l'autre. Par contre les aléas subis lors de la saison de végétation font diminuer le taux de reprise à l'automne à une moyenne de reprise de  $80 \pm 2\%$  (graphique 5). Ce taux de reprise mesuré à l'automne est plus variable d'une année à l'autre.



Graphique 4 : Moyenne annuelle des taux de reprise des plants de Chêne sessile, Pin laricio, Pin maritime et Pin sylvestre évalué lors de l'enquête DSF

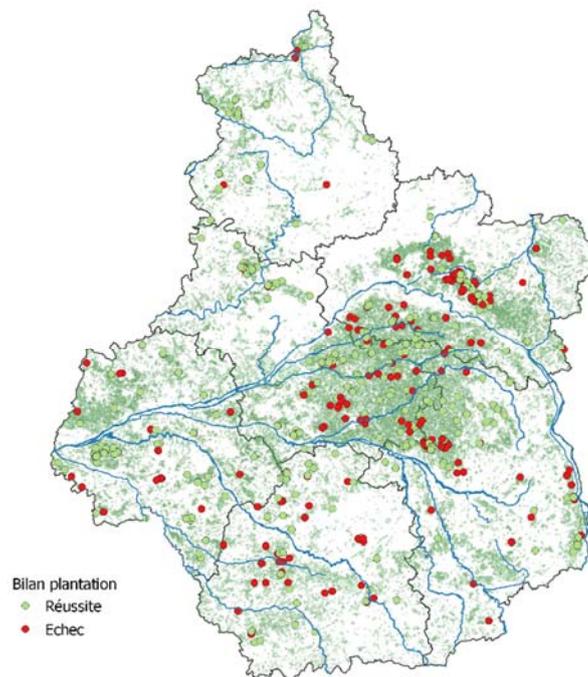
Une plantation est considérée comme réussie si le taux de reprise est supérieur à 80% à l'issue de la notation d'automne. A l'inverse, elle est considérée comme ayant échoué si le taux de reprise est inférieur à 80%. Le taux de réussite annuel est alors le ratio entre le nombre de plantations réussies et le nombre de plantations visitées.

Là encore, l'impact des saisons de végétation est manifeste sur le taux de réussite, se traduisant par un taux de réussite annuel des plantations variant entre 44% en 2012 et 91% en 2007 (Graphique 5).



Graphique 5 : Taux de réussite annuel des plantations observées à l'automne dans l'enquête plantation du DSF

Les plantations en situation d'échec à l'automne se situent au Sud de la Sologne, en forêt d'Orléans alors que les plantations réussies se situent préférentiellement dans le Perche (Nord du Loir-et-Cher, Ouest de l'Eure-et-Loir) (Carte 3).



*Carte 3 : Distribution des plantations en fonction de leur réussite à l'automne sur le territoire de la région Centre Val de Loire*

Le taux de reprise moyen à l'automne sur la période 2007-2021 pour le Chêne sessile est de  $77 \pm 3 \%$  et de  $81 \pm 2 \%$  pour les pins, soit quasi équivalent aux intervalles de confiance près.

S'agissant du taux de réussite, la moyenne interannuelle est elle aussi quasi équivalente (aux intervalles de confiance près) entre le Chêne sessile  $58 \pm 11\%$  et les pins  $68 \pm 7\%$ . Le taux de réussite des plantations de pins s'avère toutefois moins variable (compris entre 50% en 2014 et 91% en 2021) que le taux de réussite des plantations de Chêne sessile (variant de 100% en 2007 à 17% en 2012) (Graphique 6), souvent plus affectées par les années sèches.



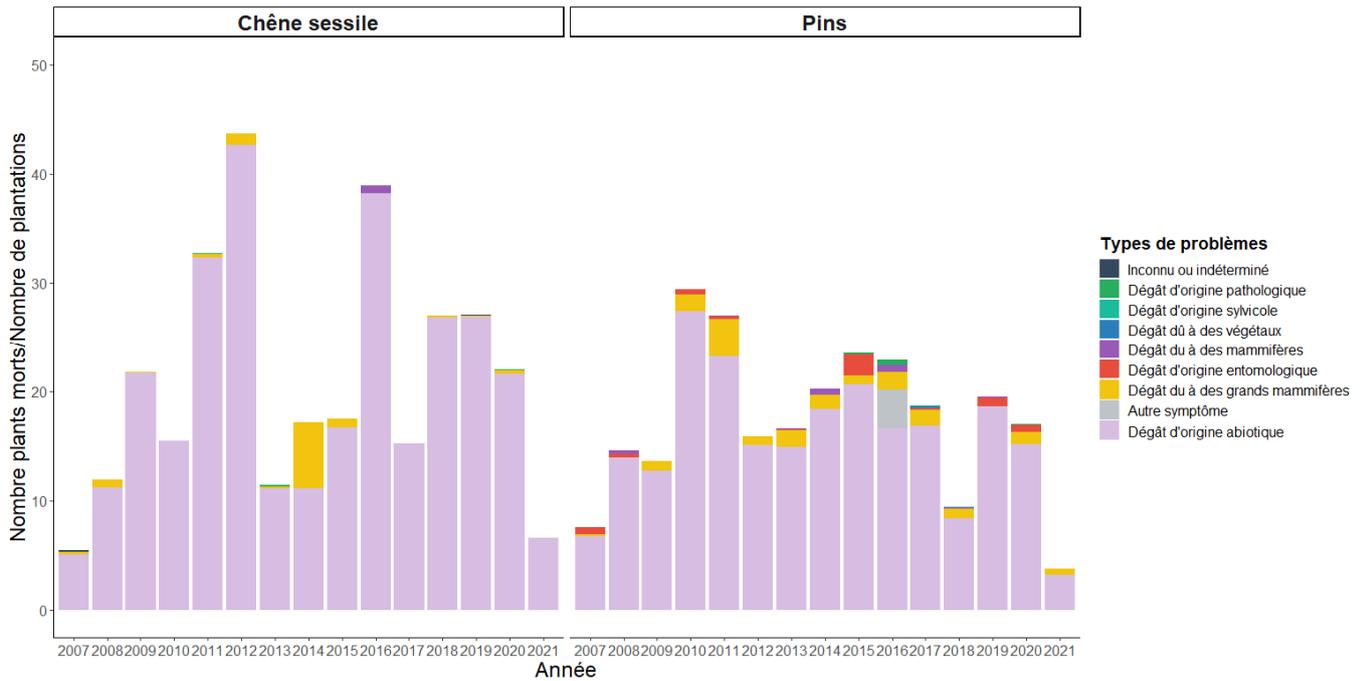
Graphique 6 : Taux de réussite annuel des plantations de chêne sessile et de pins observées à l'automne dans le cadre de l'enquête plantation du DSF

## I-3 PRINCIPALES CAUSES DE DIFFICULTES

### I-3.1 TYPES DE PROBLEMES RENCONTRES

Pour le Chêne sessile (Graphique 7), la mortalité s'explique en très grande partie par des problèmes abiotiques (en moyenne  $20 \pm 6$  plant par plantation sur la période étudiée), avec un impact variable entre les différentes années (5 plants par plantation en 2007 et jusqu'à 43 plants par plantation en 2012). Ces problèmes abiotiques sont principalement dus aux sécheresses printanières et estivales. D'autres causes ont également été identifiées, mais en proportion bien moindres : dégâts de gibier notamment (6 plants impactés par plantation en 2014).

Pour les pins (Graphique 7), les problèmes abiotiques restent aussi les plus importants (en moyenne  $15 \pm 3$  plants par plantation,) avec toujours la sécheresse mais aussi l'excès d'eau en sols hydromorphes. Arrivent ensuite les dégâts dus au gibier qui reviennent de façon récurrente d'une année à l'autre (en moyenne  $1 \pm 0.5$  plant par plantation), en fréquence plus importante pour les résineux que pour les chênes car les propriétaires ont tendance à moins bien protéger leurs plantations résineuses que leurs plantations feuillues. En troisième position arrivent les problèmes entomologiques, principalement l'hylome.

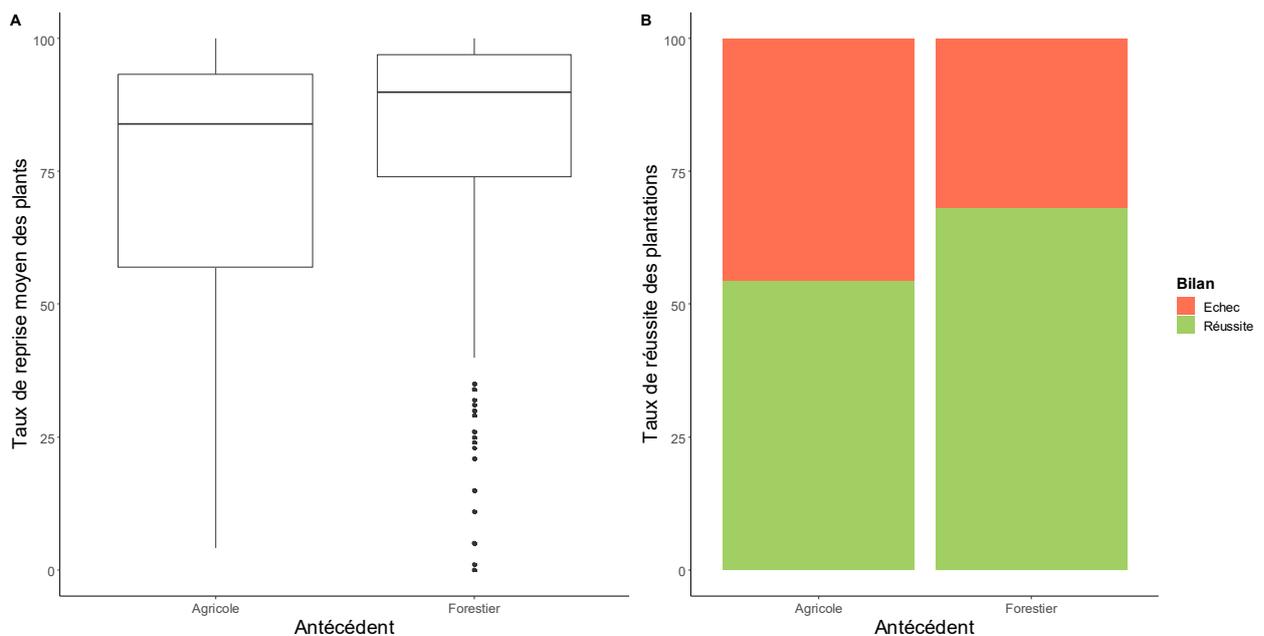


Graphique 7 : Principales causes de mortalité des plants identifiées par le DSF sur la période 2007-2021

### I-3.2 IMPACTS DES MODALITES DE PLANTATION

D'autres facteurs entrent en jeu dans la réussite ou l'échec des plantations. Parmi eux le choix de la station et les options techniques utilisées. L'enquête DSF ne permet pas d'en faire une analyse fine (pas d'informations stationnelles). Pour autant, quelques tendances sont observables.

#### I-3.2.1 Influences de l'antécédent culturel et de la station

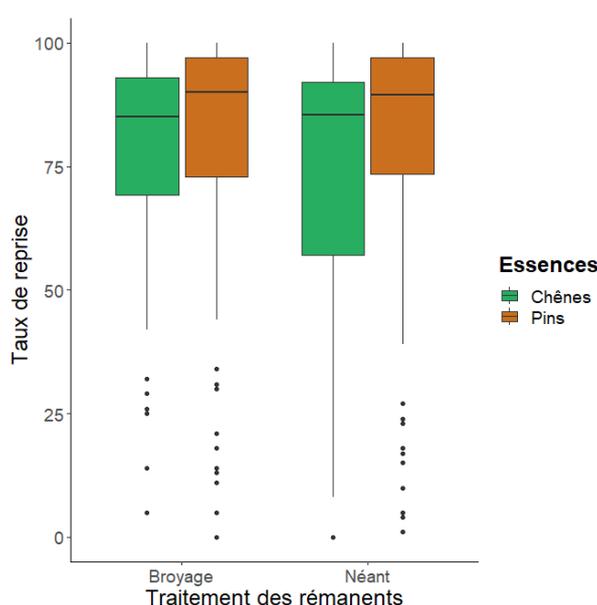


Graphique 8 : Comparaison du taux de reprise (A) et du taux de réussite (B) selon l'antécédent de la parcelle, chêne sessile et pins confondus

Pour les essences concernées par l'analyse, le taux de reprise moyen est calculé selon l'antécédent de la parcelle. Pour un boisement de terre agricole, le taux de reprise moyen est de  $73 \pm 5\%$  et dans une parcelle forestière de  $82 \pm 2\%$ . Même si la réussite de la plantation en terre agricole apparaît plus faible (54% de réussite) qu'en milieu forestier (68%), la différence n'est cependant pas statistiquement significative (Graphique 8).

### I-3.2.2 Influence des travaux de nettoyage préalable

Les types de nettoyage pris en compte sont le broyage des résidus versus aucun nettoyage. Les autres travaux de nettoyage rencontrés n'ont pas été pris en compte car trop peu fréquents dans la base de données. Que ce soit pour les plantations de chênes sessiles ou de pins, le broyage des résidus n'influe pas de manière significative sur le taux de reprise. Le taux de reprise moyen dans les parcelles ayant subi un broyage des résidus pour les plants de chêne est de  $76 \pm 5\%$  et de  $82 \pm 3\%$  pour les pins, alors que sans broyage, il est de  $75 \pm 6\%$  pour les chênes et  $80 \pm 5\%$  pour les pins (Graphiques 9).



Graphique 9 : Influence du nettoyage préalable (broyage) sur le taux de reprise

### I-3.2.3 Influence du travail du sol

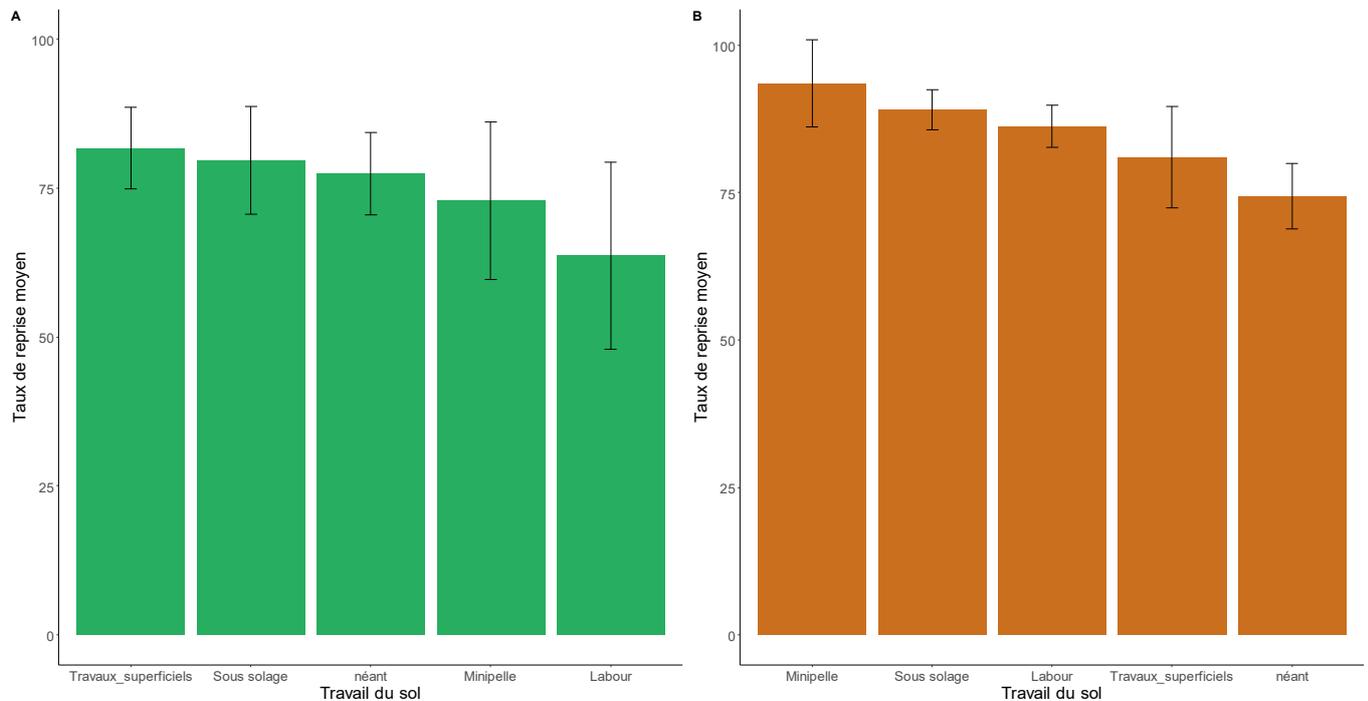
Les types de travaux pris en compte sont le sous solage, le labour, le crochetage superficiel et les potets travaillés à l'aide d'outils montés sur mini pelles. Les résultats sont à considérer avec précaution car l'enquête DSF ne permet pas de recueillir des informations détaillées sur l'ampleur et la qualité réelle des travaux réalisés.

Le travail du sol apparaît bénéfique pour la reprise des pins, les travaux de type labour (taux de reprise moyen de  $86 \pm 4\%$ ), sous soulage ( $89 \pm 3\%$ ) et minipelle ( $93 \pm 7\%$ ) présentent un meilleur taux de reprise que dans les plantations n'ayant reçu aucun travail du sol ( $74 \pm 5\%$ ) (Graphique 10 B).

Cependant, l'effet est plus contrasté pour les chênes, le taux de reprise moyen dans les plantations sans travaux de préparation est plus élevé ( $77 \pm 7\%$ ) que celui des plantations ayant été labourées ( $63 \pm 15\%$ ) (Graphique 10 A). Les autres travaux quant à eux n'améliorent pas significativement le taux

de reprise par rapport au terrain non préparé (minipelle :  $72\pm 13\%$ , sous solage :  $79\pm 9\%$  et travail superficiel  $82\pm 7\%$ ).

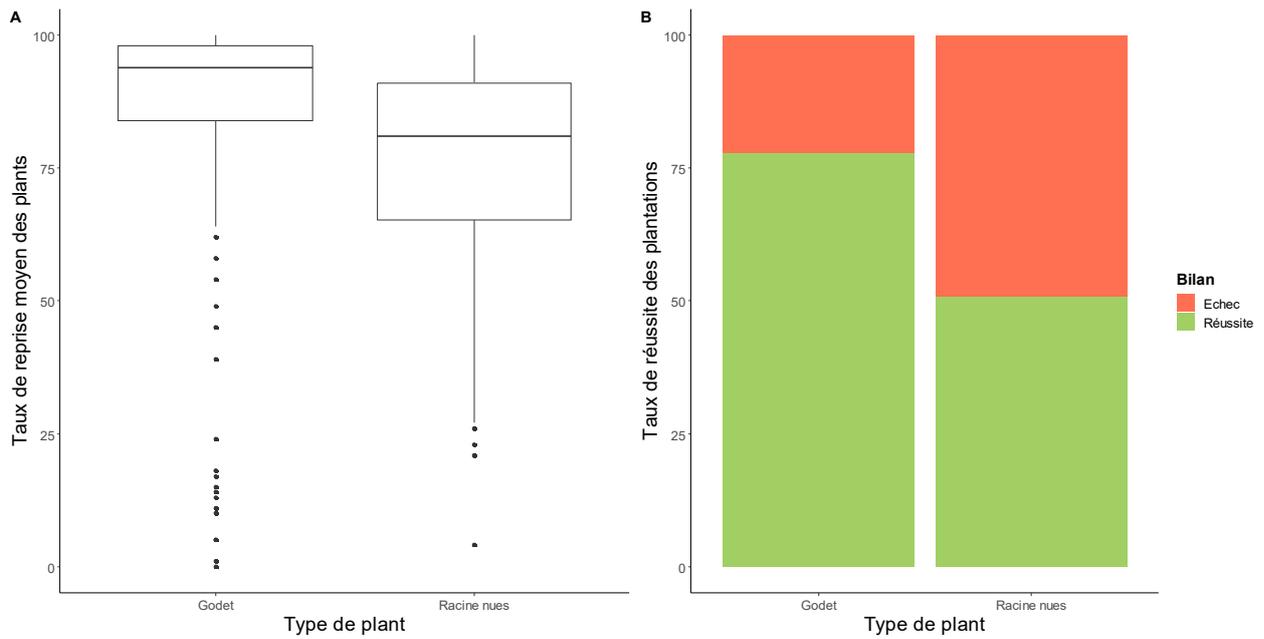
Ce constat est toutefois à relativiser du fait de la plus grande variabilité stationnelle dans laquelle le chêne a été introduit (y compris dans des stations limites pour lui, qui peuvent avoir influé sur le taux de reprise).



*Graphique 10 : Influence du travail du sol sur le taux de reprise des plantations de chênes sessiles (A) et pins (B)*

#### I-3.2.4 Influence du type de plants

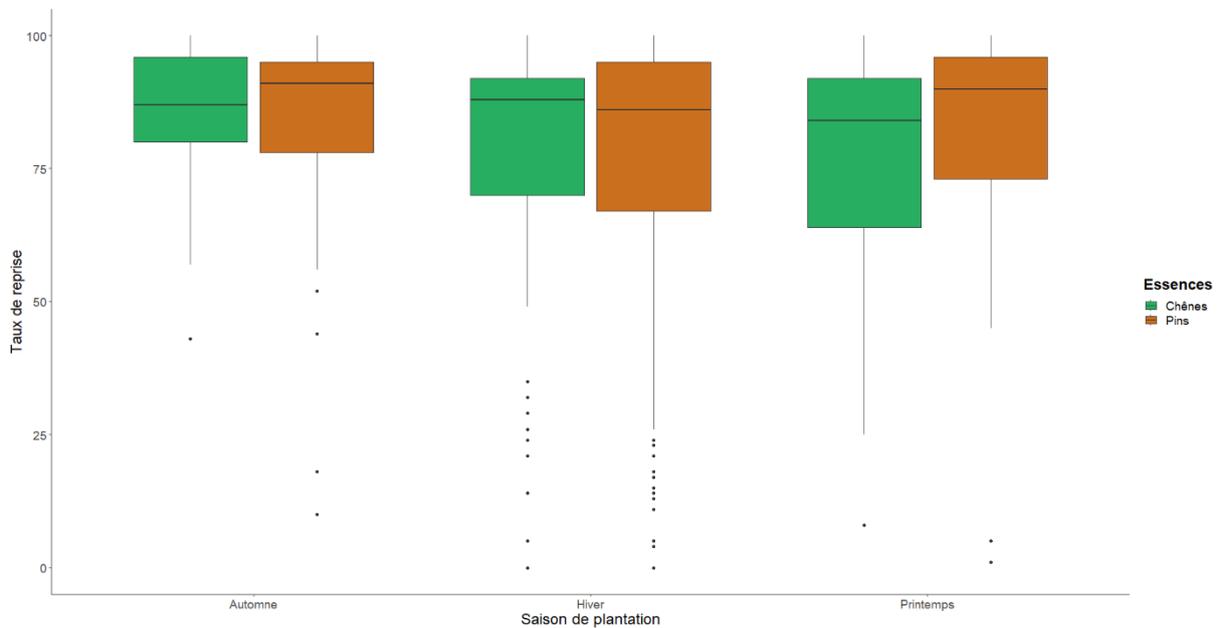
L'analyse n'a été possible que pour les pins, seules espèces à effectifs bien répartis permettant une comparaison discriminante entre « plants en racines nues » et « plants en godets ». Il ressort nettement que les plantations réalisées avec des plants en godets reprennent mieux que celles réalisées avec des plants en racines nues (Graphique 11). L'effet « nourricier » du terreau du godet semble être déterminant pour la rapidité et la vitalité de reprise des racines.



*Graphique 11 : Comparaison du taux de reprise (A) et du taux de réussite (B) selon le type de plant de pins*

Dans les plantations de pins, le type de plant peut s'avérer déterminant dans la réussite de la plantation. Le taux de reprise moyen est significativement plus faible pour des plants type « racines nues » ( $76 \pm 2\%$  en moyenne) que pour des plants en godet ( $85 \pm 3\%$ ). Une plantation réalisée avec des plants de types racines nues a 1,4 fois plus de risque d'être en difficulté l'automne suivant qu'avec des plants en godets (Graphique 11).

### I-3.2.5 Influence de la période de plantation



*Graphique 12 : Influence de la saison de plantation sur le taux de reprise*

L'analyse porte sur la période de plantation pour les chênes et pour les pins, en racine nue pour ces derniers. Le taux de reprise est significativement meilleur pour une plantation de chêne sessile à l'automne ( $86\pm 2\%$ ) que pour une plantation ayant lieu en hiver ( $78\pm 2\%$ ) ou au printemps ( $75\pm 3\%$ ) (Graphique 12).

Pour les pins, les plantations de printemps et d'automne sont plus favorables à la reprise (respectivement  $85\pm 2\%$  et  $81\pm 3\%$ ) que celle réalisées en hiver ( $77\pm 2\%$ ) (Graphique 12).

## I-4 CONCLUSIONS DE L'ETAT DES LIEUX ISSU DE L'ENQUETE DSF

---

En résumé, l'état des lieux des plantations de la région Centre – Val de Loire réalisé à partir des observations issues des enquêtes DSF de 2007 à 2021 (735 plantations visitées) fait ressortir que :

- les chênes sessiles, pins laricios de Corse, pins maritimes, et pins sylvestres, sont les principales essences plantées. De « nouvelles essences » comme les chênes pubescents, pins taeda, rigida, et cèdres de l'Atlas sont introduites depuis 5 ou 6 ans pour adapter les parcelles renouvelées aux évolutions climatiques,
- le taux de réussite des plantations diminue sensiblement depuis 2015 : seules les années 2011 et 2012 ont été difficiles sur la période 2007-2014, alors que les années 2015, 2016, 2018, 2019, 2020 l'ont été sur la période 2015-2021,
- les feuillus (chênes en particulier) présentent davantage de difficultés de reprise que les pins. Pour ces derniers, les plantations en godets semblent plus efficaces que les celles en racines nues,
- les difficultés de reprise sont principalement dues aux sécheresses pendant la saison de végétation (de nombreuses plantations avec un bon taux de reprise au printemps se retrouvent en difficulté dès l'automne qui suit),
- dans le cas du chêne, la présence d'hydromorphie à faible profondeur est néfaste à la reprise des plants,
- le broyage préalable de la végétation avant plantation semble ne pas avoir d'influence sur la qualité de la reprise, mais permet de réaliser le travail de plantation dans de meilleures conditions,
- le travail du sol est bénéfique à la reprise : le sous solage sur les terrains compactés et les potets travaillés à la mini pelle sont les plus efficaces pour les plantations de pins,
- la période de plantation est à moduler en fonction des essences plantées et des conditions stationnelles : automne plutôt favorable pour les chênes, hiver plutôt défavorable pour les pins.

## PARTIE II : ANALYSE DES PRATIQUES – ETUDES DE CAS

---

### ENQUETE AUPRES DES GROUPES DE PROGRES

Cette seconde partie affine l'état des lieux réalisé à partir des données du DSF de la partie I. Elle se base sur une enquête détaillée réalisée auprès des propriétaires forestiers, membres des groupes de progrès de la Région.

Chacun des groupes de progrès a sollicité ses adhérents pour rechercher des chantiers compatibles avec le cahier des charges proposé, et fournir des informations technico-économiques (voir fiche en annexe 1 « Modèle de grille d'analyse utilisée »). Les gestionnaires forestiers ont été associés à cette recherche, en tant que maîtres d'œuvre de la plupart des plantations réalisées.

Une réunion organisée sur le terrain le 23 mai 2019 à Bouges le Château (Indre) en présence des présidents des groupes de progrès a permis de visiter une première plantation et de jeter les bases de la grille d'analyse des chantiers recherchés.

Suite à cette phase de mobilisation, 4 groupes de progrès sur les 6 que compte la région ont répondu favorablement. Les grilles d'analyse ont été remplies, soit par le propriétaire ou son gestionnaire seul, soit par le propriétaire aidé par le conseiller technique de son groupe de progrès.

Au total, 58 plantations ont été renseignées, ce qui a permis d'établir le référentiel technico-économique présenté dans la suite du présent rapport.

## II-1 LOCALISATION DES PLANTATIONS ET PROTOCOLE DE RECUEIL DES DONNEES

### II-1.1 LOCALISATION DES PLANTATIONS

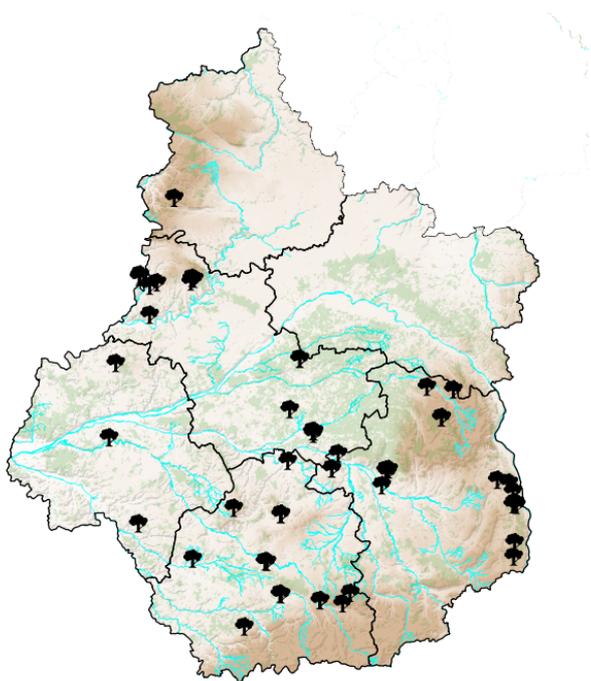
Suite à l'appel réalisé auprès des 6 groupes de progrès de la région, 58 plantations ont été renseignées par 4 groupes différents. La surface moyenne est de 3ha80 (avec une variabilité unitaire allant de 0,40 ha à 17 ha). Le tableau 1 ci-dessous donne la répartition des chantiers par département et par organisme contributeur. A noter 3 chantiers proposés par le GDF 41 dans le département de la Sarthe (72) du fait de l'implication technique du GDF dans ce département.

Département	Nombre de fiches	Organisme	Moyenne de surface ha
18	22	CETEF du Berry	4,1
36	16	CETEF de l'Indre	2,7
41	13	GDF 41	3,3
72	3	GDF 41	4,7
37	3	CETEF de Touraine	8,3
28	1	CRPF	1,9
<b>Total</b>	<b>58</b>		<b>3,8</b>

*Tableau 1 : Répartition des plantations étudiées par département et par organisme*

L'enquête n'est pas totalement représentative de la région, seuls les départements du Cher, de l'Indre, et secondairement du Loir-et-Cher sont pourvus en données de manière satisfaisante.

La carte 4 ci-après illustre cette répartition géographique.



*Carte 4 : Répartition géographique des plantations étudiées dans le cadre de l'étude*

## II-1.2 PROTOCOLE DE RECUEIL DES DONNEES

### II-1.2.1 Grille d'analyse des chantiers (cf. modèle en annexe 1) et cahier des charges

La grille a été élaborée en groupe de travail composé des animateurs des groupes de progrès. Elle a été consolidée et validée sur le terrain lors de la réunion du 23 mai 2019 avec les présidents des groupes de progrès.

Elle se décompose en 5 grandes parties :

- informations générales : forêt, commune, rédacteur, surface, coordonnées GPS...,
- descriptif du milieu : topographie, sol, type de station, antécédent avant plantation...,
- détails de l'itinéraire technique : nettoyage de la parcelle, travaux du sol, essences principales et secondaires, installation des plants ou semis, protection gibier, entretiens culturaux...,
- données économiques pour chaque opération de l'itinéraire technique,
- données sur la réussite du (re)boisement : hauteur moyenne, mortalité observée, concurrence présente, dégâts de gibier, état sanitaire...

Le cahier des charges prévoyait en outre de ne retenir :

- que des plantations ou semis effectués artificiellement (exclusion des boisements naturels),
- d'une surface minimale de 1 ha (pour être suffisamment représentatif aux plans techniques et économiques),
- d'au plus 10 ans d'âge, seuil considéré comme limite permettant de répondre encore au qualificatif de « jeune plantation ».

### II-1.2.2 Recueil des données et création de la base de données correspondante

Chaque groupe de progrès a centralisé les grilles de chantier provenant de ses adhérents. Les relevés se sont échelonnés comme suit : 34 fiches en 2019, 21 fiches en 2020, 3 fiches en 2021.

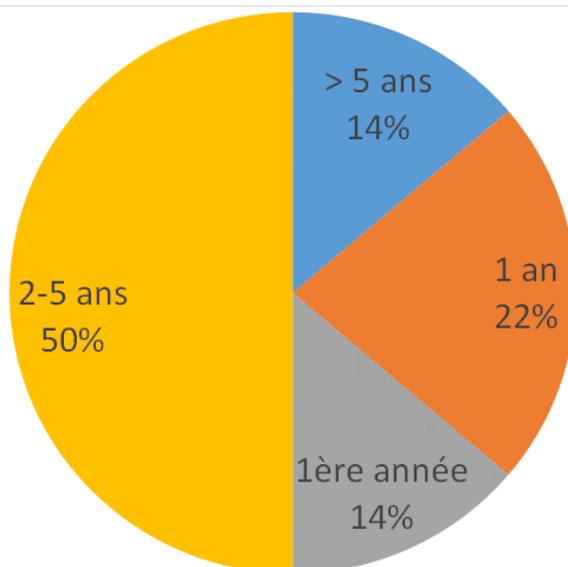
Le CRPF a compilé les informations fournies dans les fiches dans une base de données créée pour la circonstance, dont les tableaux présentés en Annexe 2 sont issus. Cette base de données reste disponible et peut être complétée autant que besoin si le suivi technico-économique des plantations venait à être pérennisé dans la région.

## II-2 DESCRIPTIF DES PLANTATIONS

---

Le descriptif présenté dans les paragraphes suivants ne prend en compte que les chantiers renseignés de manière exhaustive. Les fiches insuffisamment remplies (données techniques ou économiques manquantes ou incohérentes) ont été exclues de l'analyse.

Globalement, 64% des plantations sont âgées de plus de 2 ans, ce qui permet une bonne évaluation à la fois de la réussite et des travaux (sauf pour les entretiens, pour lesquels une durée supérieure aurait été souhaitable) (Graphique 13).



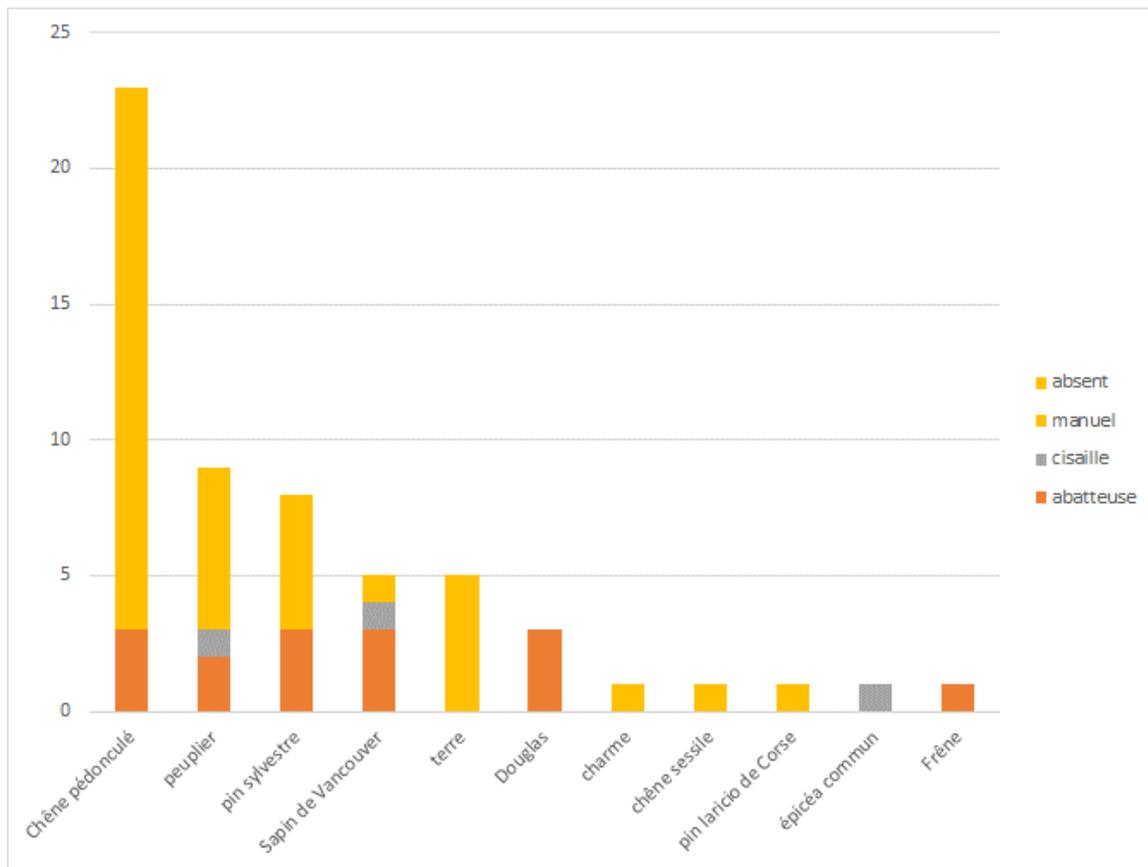
Graphique 13 : Répartition des plantations analysées selon l'âge

### II-2.1 PREPARATION DU TERRAIN AVANT PLANTATION

La préparation du terrain concerne ici les opérations d'exploitation du peuplement préexistant, de nettoyage de la parcelle, de travail du sol avant installation des plants. Les modalités et techniques utilisées sont décrites, avec lorsque c'était possible, leurs incidences sur le tassement du sol et l'encombrement de la parcelle.

#### II-2.1.1 Exploitation du peuplement préexistant

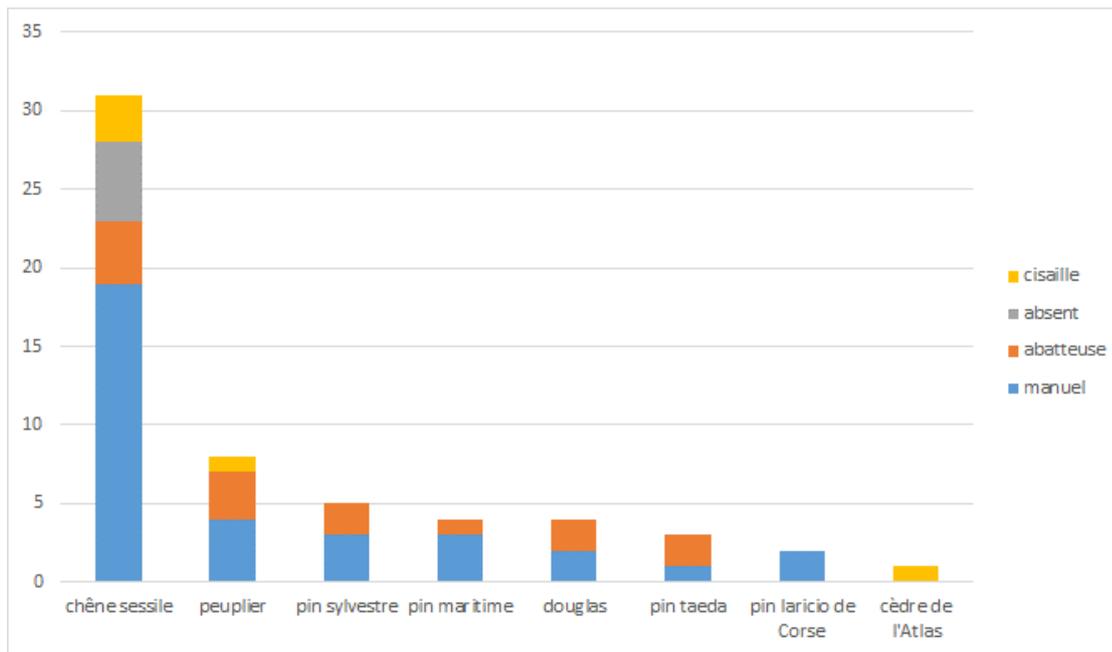
Les modes d'exploitation utilisés sont très traditionnels, principalement répartis entre l'abattage manuel (59%) et l'abattage mécanique (24%). Seuls 5 chantiers sont concernés par la cisaille hydraulique (9%). Certains chantiers n'ont pas nécessité d'exploitation préalable. Le mode d'exploitation selon l'essence coupée et celui selon l'essence plantée ont été distingués (Graphiques 14 et 15).



*Graphique 14 : Mode d'exploitation selon l'essence coupée*

Assez logiquement l'exploitation manuelle est utilisée pour les feuillus (coupes de chênaies pédonculées notamment) et l'abatteuse mécanique pour les résineux. A noter l'abattage de préexistants de Sapin de Vancouver et Epicéa commun, essences très menacées et maintenant déconseillées du fait du réchauffement climatique.

Le mode d'exploitation utilisé par rapport à l'essence plantée fournit une information complémentaire. Les sapins et épicéas mentionnés précédemment n'ont pas été réintroduits. Le chêne sessile est dominant (remplaçant le chêne pédonculé, souvent hors station), et de nouvelles essences prometteuses dans le cadre du changement climatique comme le Pin taeda (mais attention, essence appétente pour le chevreuil et à éviter sur stations trop pauvres) et le Cèdre de l'Atlas font leur apparition.



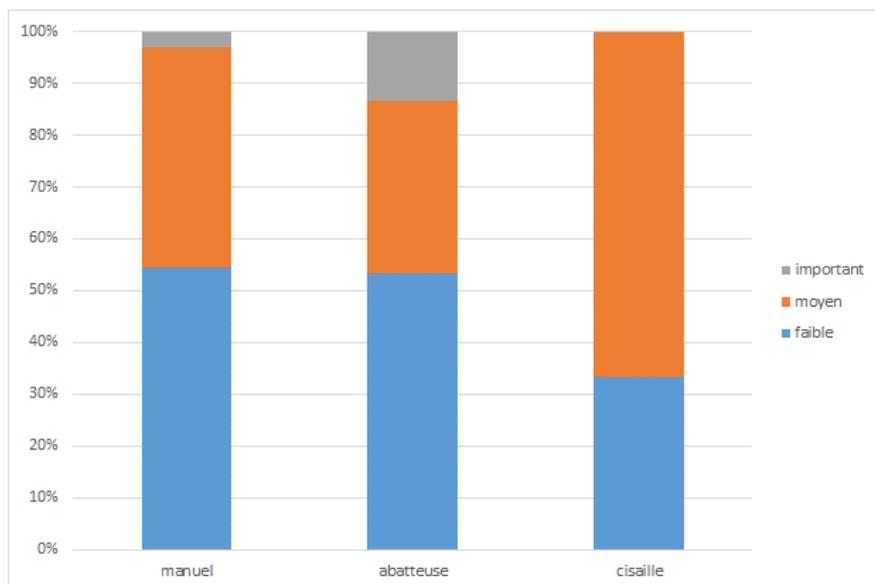
Graphique 15 : Mode d'exploitation selon l'essence plantée

#### Incidence du mode d'exploitation sur le tassement

Peu de chantiers d'exploitation ont été notés comme ayant engendré un tassement important (3 sur 53 soit 6%). Cette estimation n'a été que visuelle, donc elle est forcément subjective.

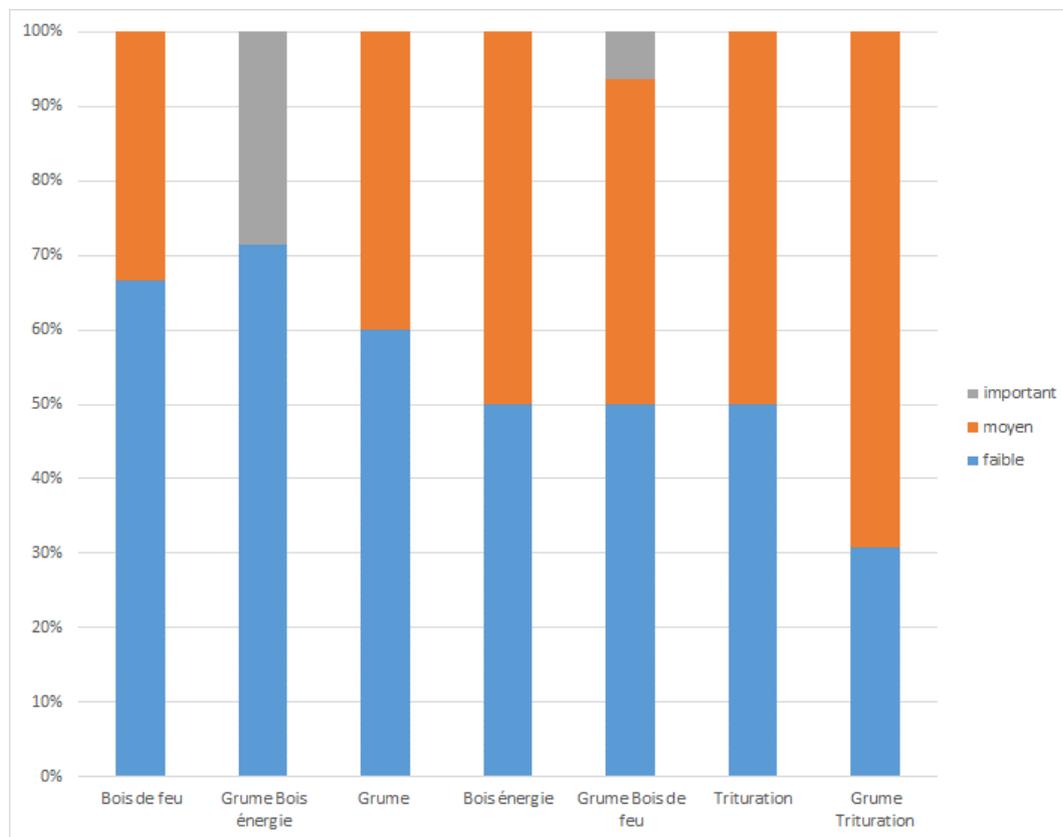
« Toutes choses égales par ailleurs » (manque de précision de l'information, faible nombre de chantiers), il y a finalement assez peu de différences entre les trois méthodes d'abattage quant à l'impact sur le tassement. On retrouve toutefois, avec de faibles variations, une gradation logique : abattage manuel légèrement moins impactant que l'abatteuse, eux-mêmes assez nettement moins impactant que la cisaille (Graphique 16).

Rappelons que le tassement est fortement lié à la sensibilité du sol (sols limoneux très sujets au compactage), aux conditions météorologique lors du chantier, à la présence de cloisonnement, et à la technique de débardage (notamment pour les produits de bois énergie ou de trituration).



Graphique 16 : Estimation du tassement selon le type d'exploitation

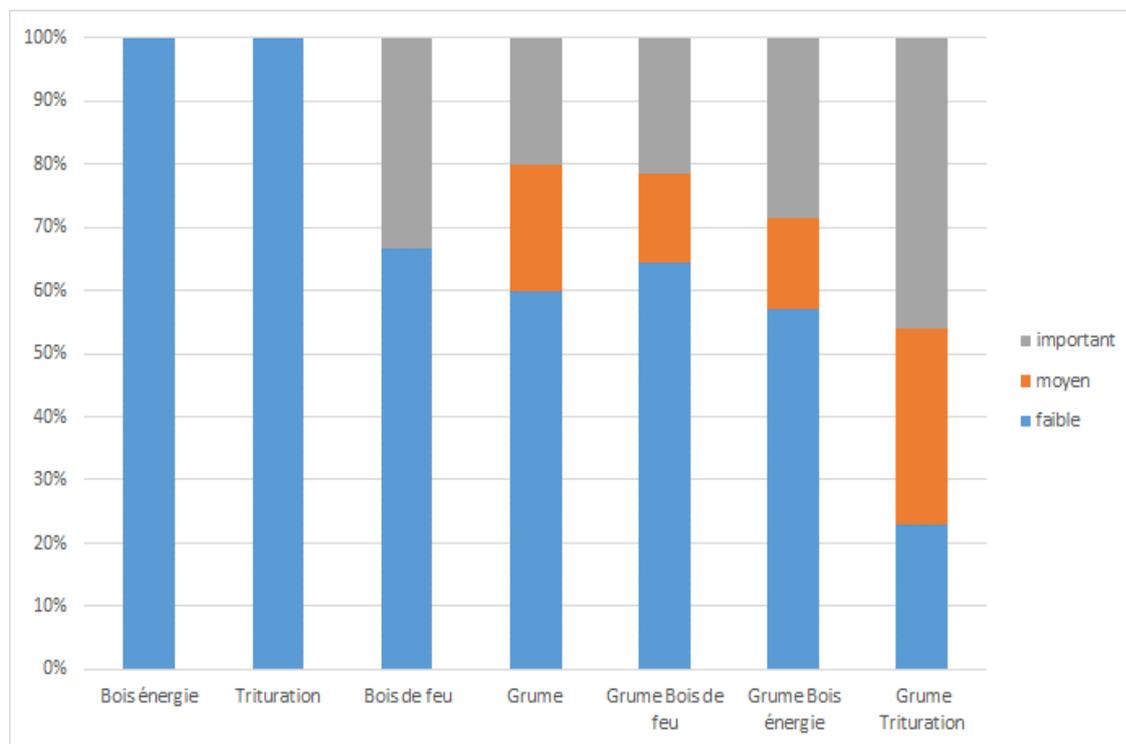
En ce qui concerne les produits récoltés, et toujours « toutes choses égales par ailleurs », il semble que la destination en produits de trituration présente une part moindre de chantiers avec un faible tassement. A l'inverse, les chantiers « bois de feu » sont ceux qui présentent la part la plus importante de chantiers avec un faible tassement (Graphique 17).



Graphique 17 : Estimation du tassement selon les produits récoltés

### Incidence du mode d'exploitation sur l'encombrement de la parcelle

En ce qui concerne l'encombrement, là encore ce sont les chantiers « grume + trituration » qui se démarquent, et causent un encombrement estimé plus important (Graphique 18). C'est assez logique puisque la récolte de grumes engendre par nature des rémanents d'exploitation importants (branchages, surbilles, grosses souches...).

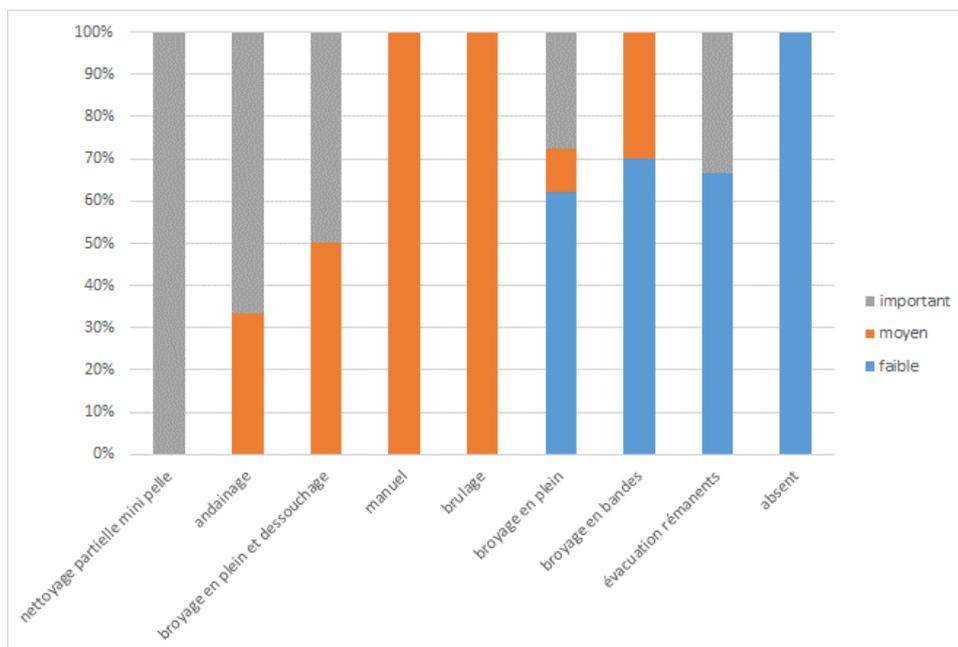


*Graphique 18 : Estimation de l'encombrement selon les produits récoltés*

#### **II-2.1.2 Nettoyage de la parcelle**

Le broyage en plein est le plus fréquemment utilisé. Il représente 55% des chantiers, le broyage en bande 17%, et l'absence de nettoyage 9%.

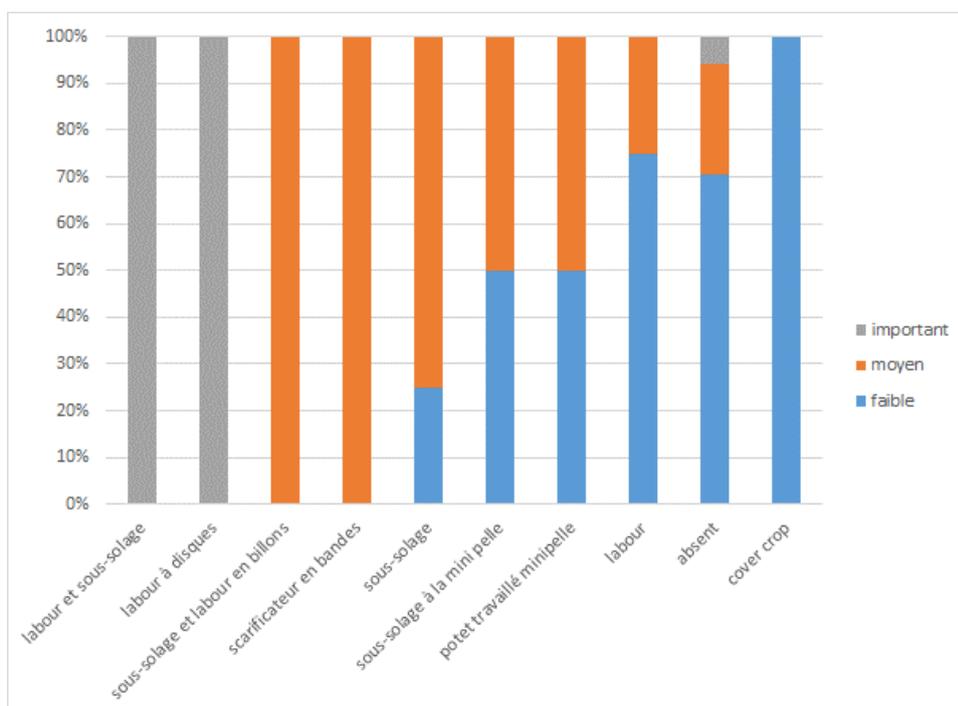
Les techniques de nettoyage en plein (broyage, évacuation des rémanents) ne semblent pas forcément choisies du fait d'un encombrement important après exploitation (Graphique 19). Ce serait plutôt une « habitude », avec la volonté de planter dans une parcelle « propre ». La végétation, le type de plantation, les matériels présents localement..., sont sans doute d'autres paramètres influençant le choix des méthodes utilisées.



Graphique 19 : Répartition de l'encombrement après exploitation, selon le type de nettoyage

### II-2.1.3 Travail du sol

Le choix de la technique de travail du sol est clairement orienté par le tassement après exploitation. Lorsque le tassement est faible, un simple labour ou passage de covercrop, voire aucun travail du sol ne sont effectués. Lorsque le tassement est plus important, les techniques utilisées sont plus lourdes (labour + sous-solage, billonnage...). Graphique 20.



Graphique 20 : Type de préparation selon le tassement après exploitation

#### II-2.1.4 Typologie des itinéraires de préparation de la plantation

Afin de consolider les calculs et analyses, le regroupement de certaines techniques en « itinéraires types » est indispensable afin d'obtenir suffisamment d'effectifs. Le tableau suivant précise la typologie retenue pour les itinéraires de préparation de la plantation, hors exploitation préalable. Le recours au broyage (en plein ou en bande) est quasi systématique, et le travail à la mini pelle (ouverture de potets) représente un tiers des chantiers. Cette dernière technique est réputée faciliter la reprise des plants.

Type d'itinéraires	Total
broyage en plein / travail du sol mini pelle	13
autres	12
broyage en plein / sous-solage	8
broyage en plein / sans travail du sol	6
boisement de terre agricole (labour / cover crop)	5
broyage en bandes / mini pelle	5
broyage en bandes / sans travail du sol	5
broyage en plein / labour	4
<b>Total général</b>	<b>58</b>

Tableau 2 : Principaux types d'itinéraires de préparation du terrain, ventilation en nombre

## II-2.2 PLANTATION PROPREMENT DITE

L'itinéraire de plantation passe en revue les essences utilisées (avec un focus sur les mélanges), les densités et les protections gibier.

### II-2.2.1 Choix des essences principales

Le chêne sessile est l'essence principale la plus représentée, suivi du peuplier et du pin sylvestre. L'échantillonnage ne permet pas d'être exhaustif pour l'ensemble des pratiques régionales, mais il confirme bien les essences « objectif » utilisées actuellement. Les cèdres de l'Atlas et pins maritimes et taedas, en progression dans les plantations régionales pour leur adaptation au changement climatique, sont également présentes dans le panel analysé. A noter que d'autres essences (comme le chêne pubescent) sont également présente dans les mélanges, en essence secondaire (voir plus loin).

Essence principale de la plantation	Remplacement par une essence mieux adaptée	Reboisement même essence	Reboisement d'un peuplement pauvre	Boisement	Reboisement suite à un dépérissement	Enrichissement de régénération naturelle	Total
chêne sessile	20	1	4	5	1		31
peuplier		8					8
pin sylvestre	3					2	5
pin maritime	3		1				4
douglas	1	1			2		4
pin taeda	3						3
pin laricio de Corse	2						2
cèdre de l'Atlas					1		1
<b>Total</b>	<b>32</b>	<b>10</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>58</b>

Tableau 3 : Répartition des essences principales plantées selon la situation de départ

Il est marquant de constater que la raison principale du choix de l'essence « objectif » est liée à une nécessité de changer l'essence préexistante, et de la remplacer par une espèce mieux adaptée. Ce cas concerne en majorité les récoltes des peuplements de chêne pédonculé, rarement en station dans notre région. Le chêne pédonculé est remplacé en très grande majorité par du chêne sessile (17/23), sauf sur les sols les plus pauvres où ce sont les pins qui sont préférés (tableau 4). Le peuplier est replanté à l'identique en peuplier dans 100% des cas (8/8), ce qui est logique compte-tenu du caractère très particulier des stations favorables à cette essence (tableau 3).

Essences d'origine	Essences « objectif » plantées en substitution								Total général
	chêne sessile	peuplier	pin sylvestre	pin maritime	douglas	pin taeda	pin laricio de Corse	cèdre de l'Atlas	
Chêne pédonculé	17		2	2	1	1			23
peuplier	1	8							9
pin sylvestre	2		2	2			2		8
terre	5								5
Sapin de Vancouver	2				2	1			5
Douglas	1				1	1			3
Frêne	1								1
chêne sessile	1								1
charme	1								1
pin laricio de Corse			1						1
épicéa commun								1	1
<b>Total général</b>	<b>31</b>	<b>8</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>58</b>

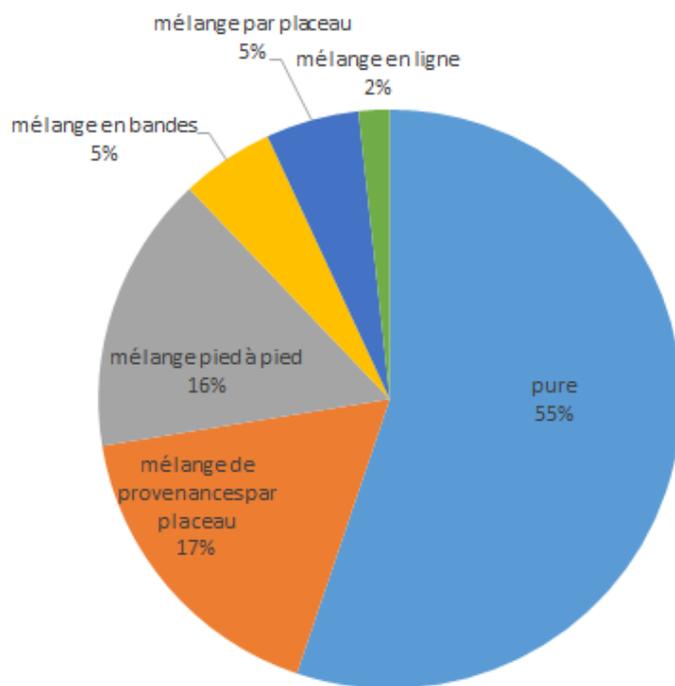
Tableau 4 : Répartition des substitutions d'essences réalisées dans les plantations

## II-2.2.2 Mélanges

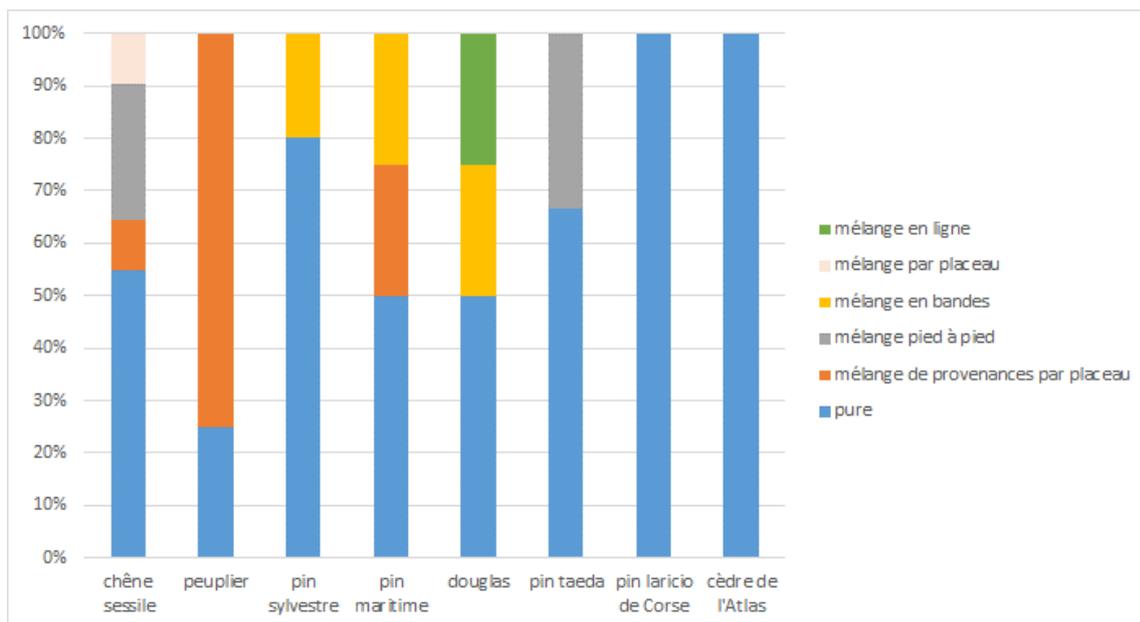
45% des plantations sont des plantations à au moins **deux essences** « **objectif** » (Graphique 21). Si encore une fois cette enquête n'a pas l'ambition d'être représentative, il est intéressant de constater que les plantations mélangées, principalement pied à pied (ou par plateau de provenance) prennent une part significative dans notre panel collecté.

Les mélanges pied à pied concernent essentiellement le Chêne sessile (en mélange avec des fruitiers et du charme) et le Pin taeda (en mélange avec d'autres résineux). Sinon, ce sont les mélanges par plateau ou par bandes qui sont fréquemment rencontrés (Graphiques 21 et 22).

Le mélange de provenances concerne très majoritairement le peuplier. La diversification des cultivars au sein d'une même parcelle semble acquise par les populteurs. Les autres mélanges de provenance concernent le chêne sessile pour une petite part, et le pin maritime pour une part plus importante (Graphique 22).



Graphique 21 : Répartition des grands types de mélange



Graphique 22 : Répartition du type de mélange pour les essences principales

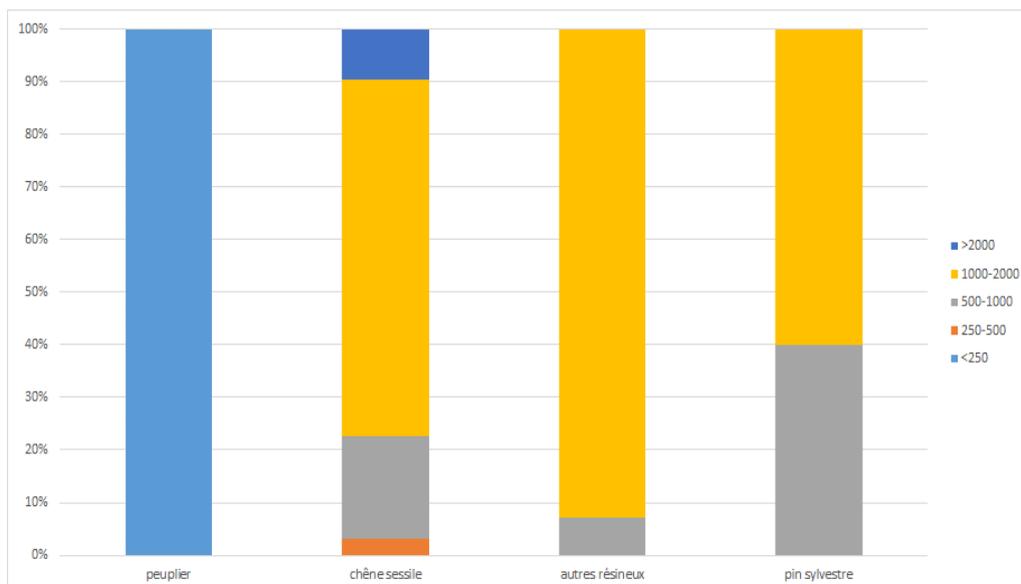
Les plantations avec au moins deux essences (en excluant donc les plantations avec mélanges de provenance de la même essence), représentent 28% des sites (16 sites sur 58). La moitié concerne les mélanges de chênes sessiles avec des fruitiers : alisiers, cormiers principalement (tableau 5).

	chêne sessile	douglas	pin sylvestre	pin taeda	pin maritime	Total général
feuillus divers	8					8
cèdre de l'Atlas		1	1			2
pin sylvestre				1		1
chêne pubescent	1					1
pin taeda					1	1
Sequoia toujours vert	1					1
chêne des Marais	1					1
pin maritime		1				1
<b>Total général</b>	<b>11</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>16</b>

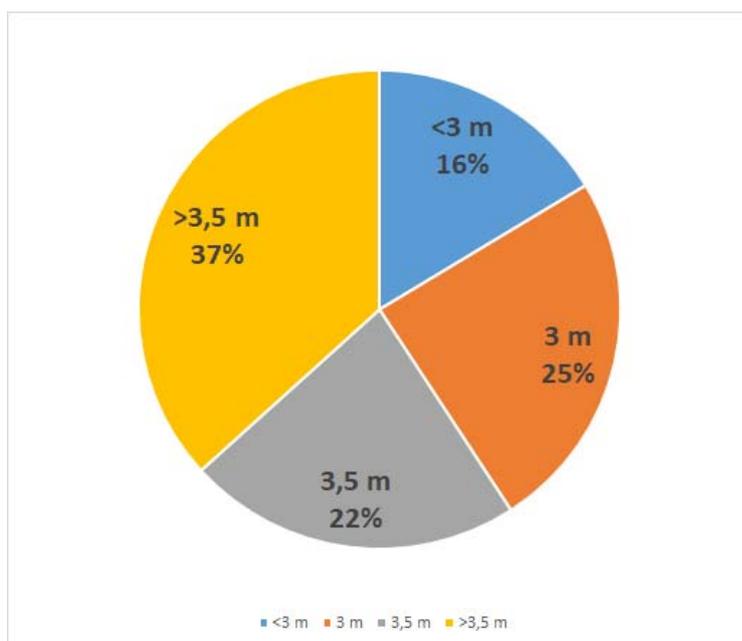
Tableau 5 : Essences composant les mélanges rencontrés

### II-2.2.3 Densités de plantations

Les densités observées sont très classiques. En chêne la très grande majorité des densités de plantations est comprise entre 1000 et 2000 plants/ha, avec quasiment pas de densité inférieure à 500 plants/hectare (Graphique 23). Ce type de plantations, souvent mises en place dans du recru, est encore peu pratiqué dans la région. Les distances entre lignes sont de 3 à 3,5 m pour quasiment la moitié des placettes (Graphique 24).



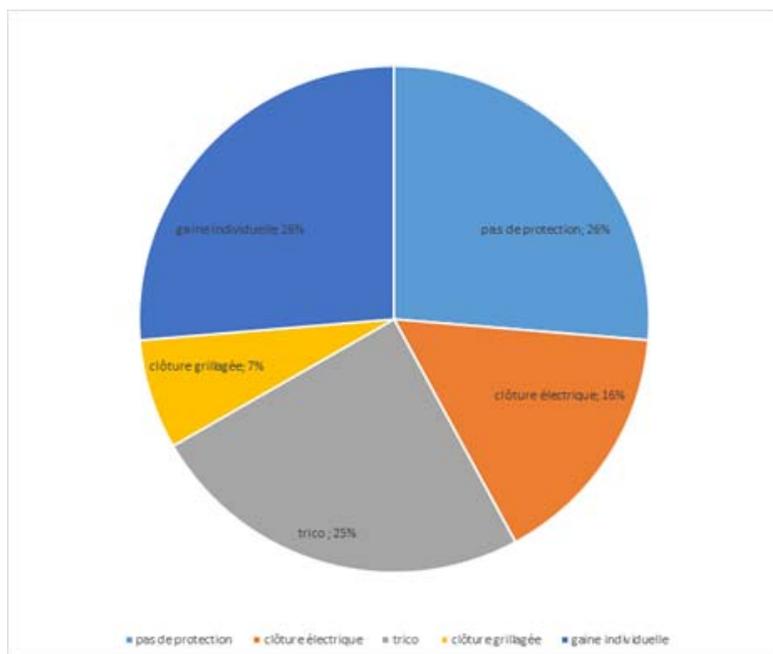
Graphique 23 : Répartition du nombre de placettes selon la densité de plantation



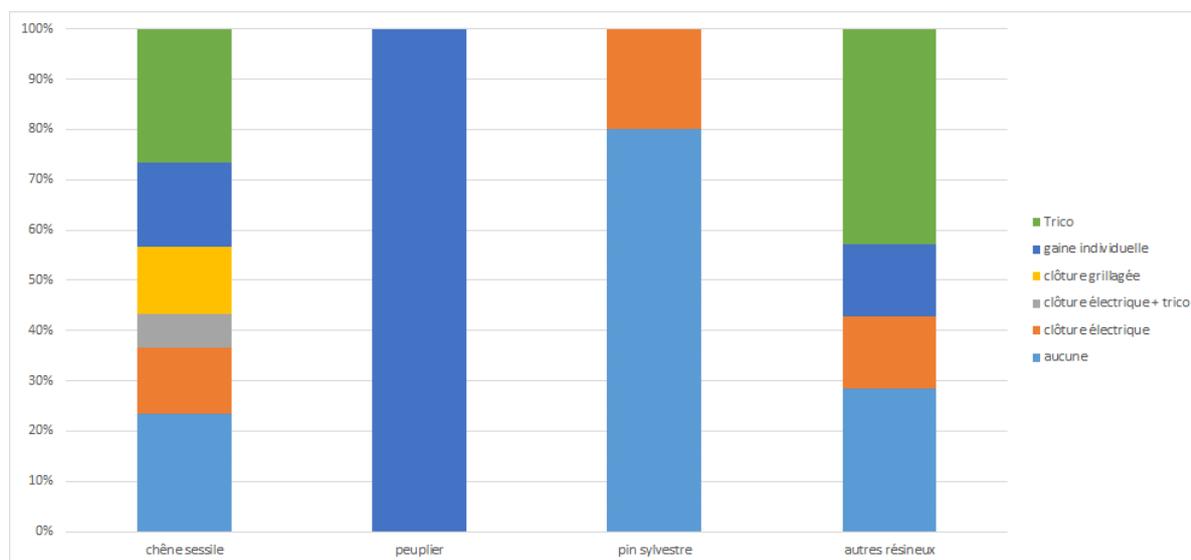
Graphique 24 : Répartition selon l'espacement entre lignes (hors peuplier)

#### II-2.2.4 Protection contre le gibier

Seules 25% des plantations ont été effectuées sans mise en place de protections (Graphique 25). La pose de protection est variable selon les essences, allant de 100% de plantations protégées pour les peupliers, à seulement 20% pour les pins sylvestres (Graphique 26).



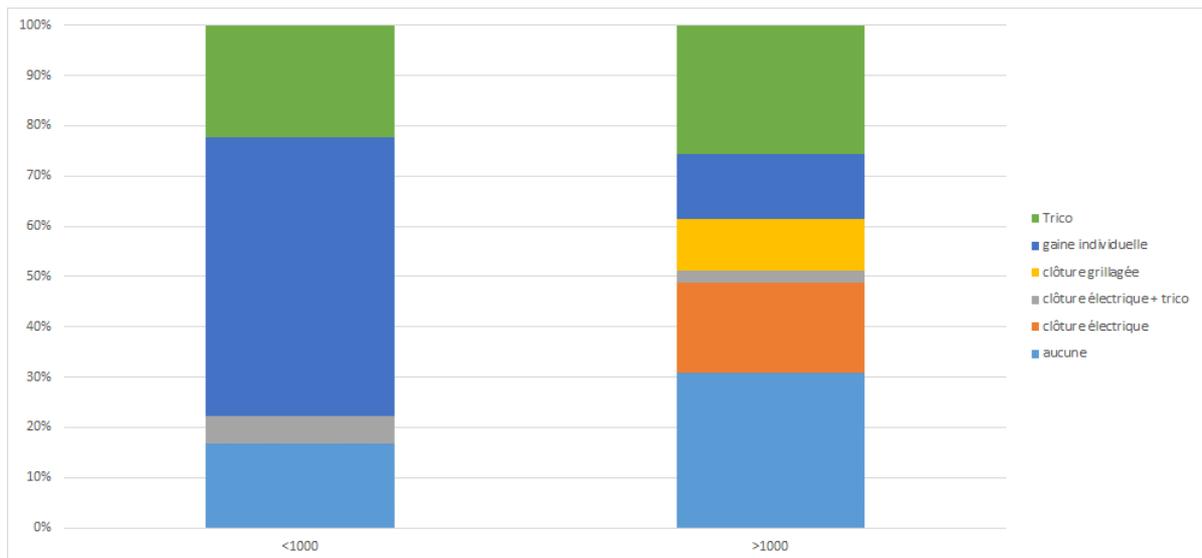
Graphique 25 : Répartition selon le type de protection



Graphique 26 : Répartition du type de protection par essence

Le répulsif « Trico » est utilisé dans 25% des cas, principalement sur chêne et résineux divers hors pin sylvestre. Ce dernier ne fait l'objet d'aucune protection dans 80% des cas.

La densité et la surface déterminent souvent le choix du type de protection (protection individuelle privilégiée sur les plus faibles densités), clôtures électriques ou grillagées pour les plus grandes surfaces (Graphique 27 et tableau 6).



Graphique 27 : Répartition du type de protection par densité de plantation

protection	Surface moyenne de la plantation (ha)
clôture grillagée	7,7
clôture électrique	6,3
aucune	3,7
gaine individuelle	3,3
Trico	2,3
clôture électrique + trico	1,9
<b>Total</b>	<b>3,8</b>

Tableau 6 : Répartition du type de protection par surface de plantation

## PARTIE III : SYNTHÈSE TECHNICO-ECONOMIQUE

---

Cette partie porte sur l'analyse des coûts fournis par les propriétaires dans l'enquête réalisée auprès des groupes de progrès. L'enquête DSF de la partie I ne donne, quant à elle, aucune information économique car ce n'est pas son objet.

Concernant la méthode, l'objectif de départ était de regrouper toutes les plantations « renseignées » par grands types d'itinéraires. Cela aurait permis de travailler sur des itinéraires types par essence, en dressant leur « portrait-robot », indiquant leurs coûts moyens et leur taux de réussite. Malheureusement, la diversité des sites et le nombre limité de parcelles n'ont pas permis de travailler dans cette direction de manière satisfaisante :

- soit on partait sur des regroupements limités en nombre, avec comme conséquence d'avoir des itinéraires trop différents pour être consolidés valablement,
- soit on augmentait le nombre de regroupements en respectant au maximum la diversité des coûts, en acceptant d'avoir des effectifs faibles par types d'itinéraires.

C'est finalement cette deuxième option qui a été retenue. Bien que ne permettant pas d'analyse fine, elle donne malgré tout un bon aperçu des types d'itinéraires issus de l'enquête, pour les principales essences rencontrées (tableau 7).

Composition	Densité	Préparation	Protection	Chêne sessile	Peuplier	Pin sylvestre	Autres résineux
Pure	<1000	divers	oui		1		
		broyage en bandes / mini pelle	oui	1			
			non	1			
		broyage en bandes / sans travail du sol	oui		1		
			non			2	
		broyage en plein / labour	oui	1			
	broyage en plein / sans travail du sol	oui	1				
	broyage en plein / travail du sol mini pelle	oui	3				
	>1000	divers	oui	1			1
			non	2		1	
		boisement de terre agricole (labour / cover crop)	oui	1			
		broyage en bandes / sans travail du sol	oui				1
		broyage en plein / labour	oui	1			
			non				1
		broyage en plein / sans travail du sol	oui				1
		broyage en plein / sous-solage	oui	2			1
			non	2			
		broyage en plein / travail du sol mini pelle	oui				1
non			1		1	3	
Mélange essences		>1000	divers	oui	1		
	boisement de terre agricole (labour / cover crop)		oui	4			
	broyage en bandes / mini pelle		non	1			
	broyage en plein / labour		oui	1			
	broyage en plein / sans travail du sol		oui	1			
	broyage en plein / sous-solage		oui	2			1
	broyage en plein / travail du sol mini pelle		oui	1		1	1
Mélanges provenances	<1000	divers	oui		2		
		broyage en bandes / sans travail du sol	oui				1
		broyage en plein / sans travail du sol	oui		3		
		broyage en plein / travail du sol mini pelle	oui		1		
	>1000	divers	oui	1			
		broyage en bandes / mini pelle	oui	2			
<b>Total</b>				<b>31</b>	<b>8</b>	<b>5</b>	<b>14</b>

Tableau 7 : Typologie des plantations par grands types d'itinéraires, pour les principales essences

### III-1 REFERENTIEL DE COUTS PAR GRANDES OPERATIONS

---

Les prix fournis par les propriétaires enquêtés ont été rassemblés et synthétisés dans un référentiel dont le détail figure dans les tableaux de l'annexe 2. Une des difficultés rencontrées est le manque d'homogénéité des informations fournies, notamment en ce qui concerne les unités (tantôt à l'hectare, tantôt à l'unité, tantôt regroupant plusieurs opérations, tantôt une opération unique...). Par ailleurs, certaines factures ne décomposaient pas toujours les opérations réalisées (exemple : fourniture et mise en place des plants).

Une autre difficulté est la grande amplitude de coût constatée pour une même opération : entreprises différentes, niveaux de difficultés différents (types de sols, opérations réalisées ou non en amont), matériels différents, conditions climatiques variables... C'est pourquoi il a été choisi d'indiquer les minima et les maxima des fourchettes correspondantes (Annexe 2 et tableaux 8 et 9).

#### **Comparaison avec le barème régional des coûts raisonnables**

Une forme de validation a consisté à comparer les coûts issus de l'enquête avec ceux du barème régional des coûts raisonnables établi par la DRAAF pour l'instruction des aides au reboisement (tableaux 8 et 9). Ils sont globalement cohérents, les coûts du barème se situant la plupart du temps dans les fourchettes issues de l'enquête.

La correspondance pour les postes « Protections gibier » et « Dégagements » apparaît toutefois moins évidente. Nous l'admettons comme telle, n'ayant pas d'informations plus précises quant à la nature des opérations techniques retenues dans le barème régional.

## HORS PEUPLIER

Barème de coûts raisonnables – Centre-Val de Loire Vu l'approbation des membres de la CRFB du 20 décembre 2019		Enquête Groupes de progrès Adevbois Coûts « Entreprise », hors opérations réalisées par les propriétaires en régie ou en CUMA / En € hors taxe / Voir détails en Annexe 2		
Opération	Coûts par hectare ou unitaire	Opération	Mini	Maxi
<b>Préparation de la végétation</b> Broyage, andainage, peignage...	1 100 €	<b>Nettoyage avant plantation</b> Broyage lourd en plein Broyage lourd en bandes Gyrobroyage en plein	1080 € 900 € 302 €	2 400 € 900 € 810 €
<b>Préparation du sol</b> Labour en plein (covercrop, charrue...) Labour en bandes Sous-solage Sous-solage + Billonnage Potets travaillés Scarification en bandes (fougère)	580 € 450 € 350 € 700 € 2 000 € 3 000 €	<b>Préparation du terrain</b> Labour en plein (selon profondeur) Labour en bandes Sous-solage en ligne  Potets travaillés (mini-pelle, 1 800/ha) Scarification profonde (outil sur mini-pelle)	160 € 320 € 100 €  1 620 € 3 300 €	690 € 320 € 635 €  3 600 € 3 800 €
<b>Fourniture et mise en place des plants (€/plant)</b> Résineux Feuillus divers Chêne Mise en place	0,50 € 0,75 € 1,10 € 0,60 €	<b>Fourniture et mise en place des plants (€/plant)</b> Résineux (pins uniquement) Feuillus divers (dont feuillus précieux) Chêne Mise en place (fente, potet bêche...)	0,35 € 0,85 € 0,85 € 0,26 €	0,65 € 0,95 € 1,40 € 3,60 €
<b>Protection contre le gibier</b>	1 400 €	<b>Protection contre le gibier</b> Trico (Ha) Clôture électrique (fourniture + pose) Gaines 110/100 (fourniture + pose, 1 100/Ha)	300 € 800 € 2 900 €	440 € 1 560 € 2 900 €
<b>Dégagement</b>	1 000 €	<b>Entretien</b> Manuel sur la ligne Gyrobroyage dans l'interligne	137 € 225 €	600 € 355 €

Tableau 8 : Comparatif des coûts entre le barème régional utilisé pour les aides au (re)boisement et l'enquête Adevbois - Hors Peuplier

## Peuplier

Référentiel de coûts raisonnables – Centre-Val de Loire Vu l'approbation des membres de la CRFB du 20 décembre 2019		Enquête Groupes de progrès Adevbois Coûts « Entreprise », hors opérations réalisées par les propriétaires en régie ou en CUMA / En € hors taxe / Voir détails en Annexe 2		
Opération	Coût par hectare ou unitaire	Opération	Mini	Maxi
<b>Préparation de la végétation</b> Broyage, andainage, peignage...	1 200 €	<b>Nettoyage avant plantation</b> Broyage lourd en plein Broyage lourd en bandes Gyrobroyage en plein	1080 € 900 € 302 €	2 400 € 900 € 810 €
<b>Préparation du sol</b> Labour en plein (covercrop, charrue...) Labour en bandes Sous-solage Sous-solage + Billonnage Potets travaillés Scarification en bandes (fougère)	580 € 450 € 350 € 700 € 2 000 € 3 000 €	<b>Préparation du terrain</b> Tarière seule (7m x 7m = 205 plants/Ha)	780 €	780 €
<b>Fourniture et mise en place des plants (€/plant)</b> Peuplier Mise en place	6 € 5 €	<b>Fourniture et mise en place des plants (€/plant)</b> Achat plançons Mise en place (tarière)	5,6 € 3,8 €	5,6 € 3,8 €
<b>Protection contre le gibier</b>	350 €	<b>Protection contre le gibier</b>	Non renseigné	Non renseigné
<b>Dégagement</b>	800 €	<b>Entretien</b>	Non renseigné	Non renseigné

Tableau 9 : Comparatif des coûts entre le barème régional utilisé par les aides au (re)boisement et l'enquête Adevbois - Peuplier

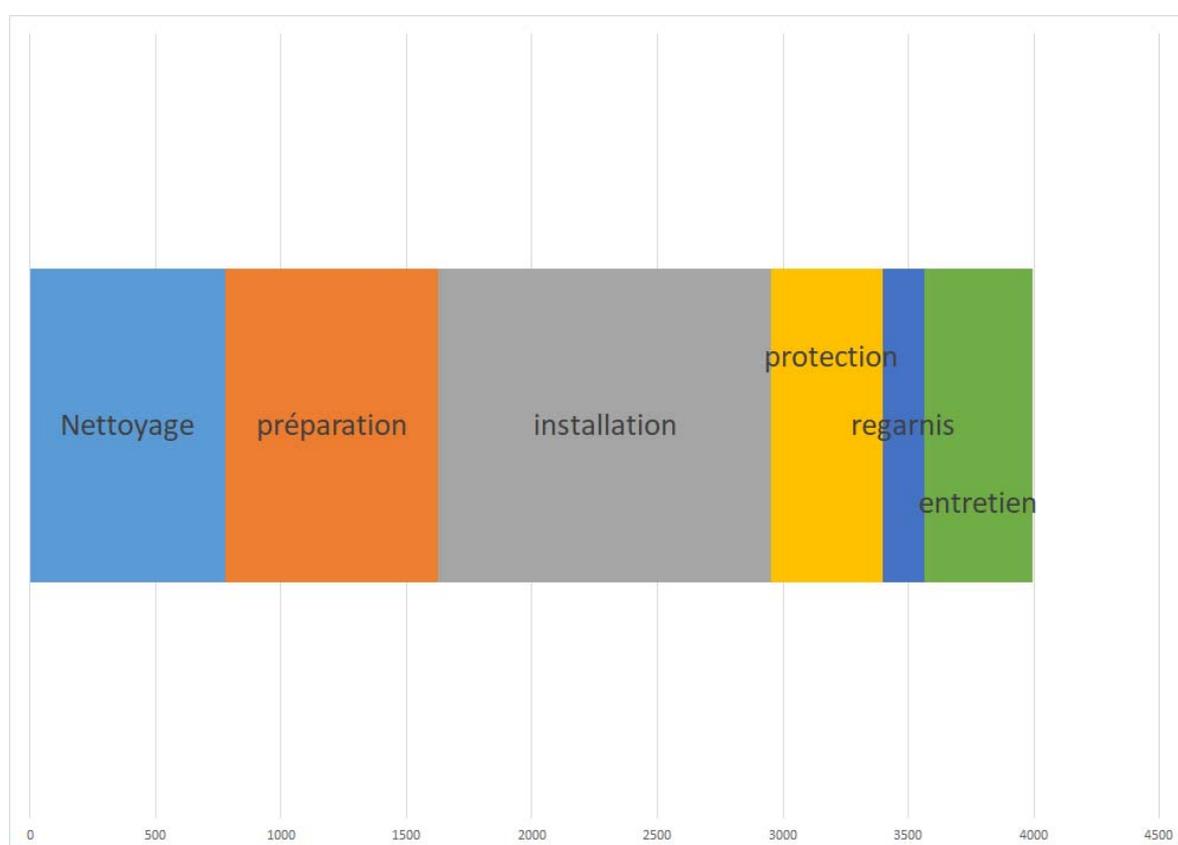
## III-2 ANALYSE DETAILLEE DES COUTS

### III-2.1 COUT GLOBAL DE PLANTATION

#### III-2.1.1 Coûts moyens toutes plantations confondues

Dans notre enquête une plantation coûte en moyenne 4 000 euros/ha, entretiens compris sachant que certains ne sont pas totalement réalisés du fait que l'âge des plantations enquêtées s'étale de 0 à 10 ans. Un ajustement est à effectuer pour corriger ce biais (cf. § III-2.1.2).

Le graphique 28 ci-après indique la répartition moyenne des coûts selon les principaux postes de dépenses.



*Graphique 28 : Répartition des coûts moyens observés par grands postes de dépenses*

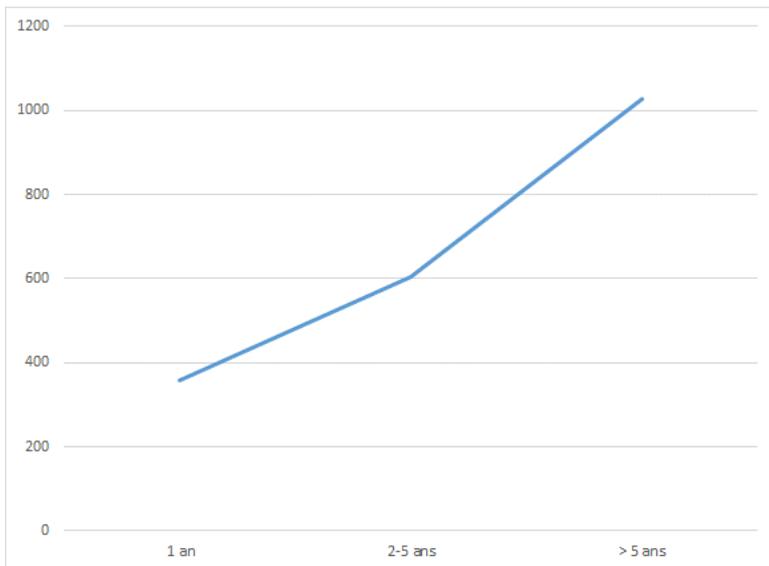
L'installation (achat + pose des plants) apparaît assez logiquement comme le principal poste, représentant un tiers du coût total. La préparation du terrain représente un autre tiers si l'on cumule le nettoyage de la parcelle (broyage des rémanents) et le travail du sol (labour ou potets travaillés).

A noter que ces coûts sont globalement sous-estimés puisqu'il s'agit de moyennes réalisées sur la totalité des plantations, y compris celles pour lesquelles certains coûts sont nuls (absence de nettoyage avant plantation, absence de protection gibier...).

### III-2.1.2 Ajustement des coûts

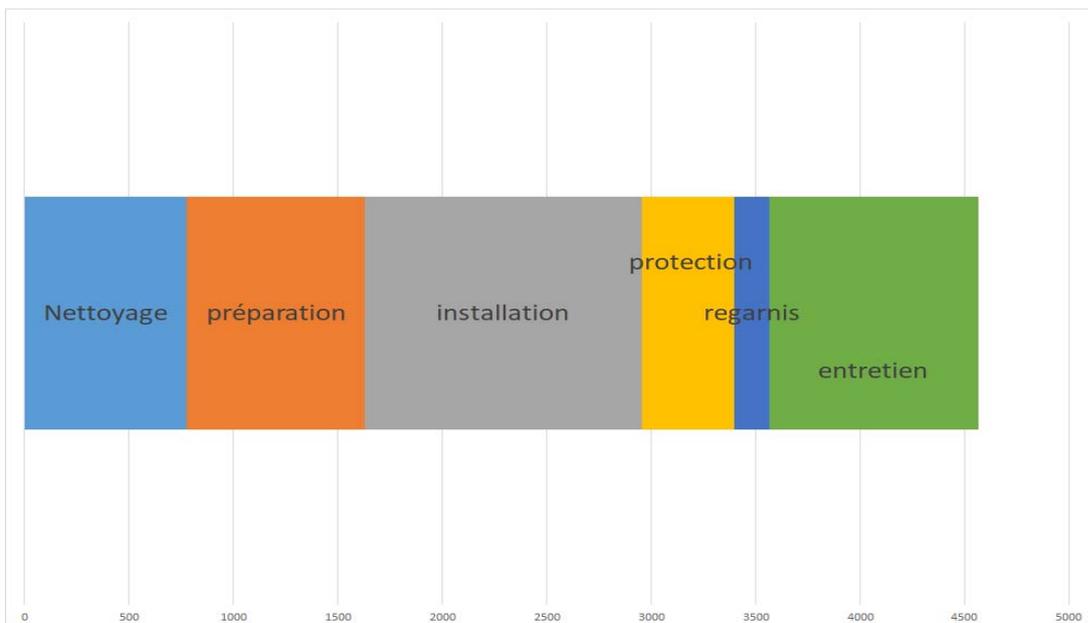
#### Cas des entretiens

Pour estimer un coût final incluant la totalité des entretiens jusqu'à leur terme, une analyse plus détaillée en fonction de l'âge de la plantation a été réalisée. La dépense varie de 380 €/ha pour les plantations d'un an à 1 000 €/ha (en moyenne) pour les plantations âgées de plus de 5 ans, avec 2 à 3 passages durant la période (Graphique 29).



Graphique 29 : Evolution du coût d'entretien selon l'âge de la plantation

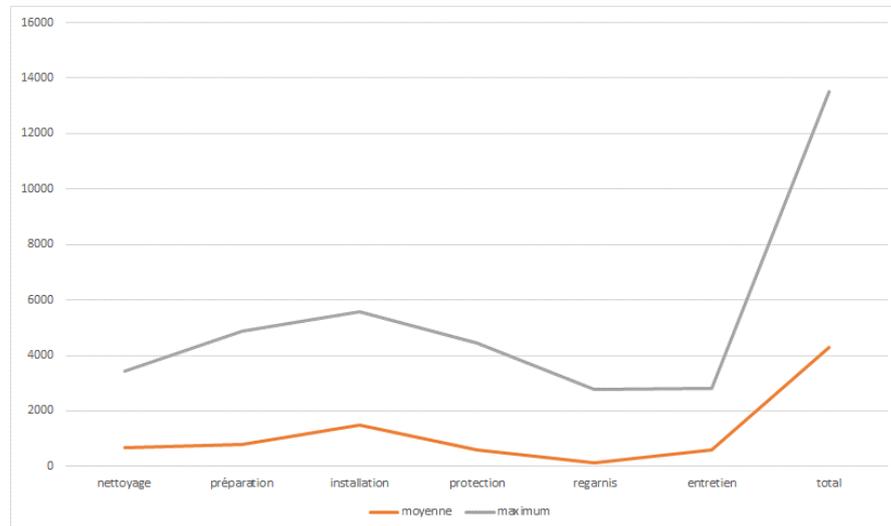
En projetant ce coût d'entretien « plantations de plus de 5 ans » à toutes les plantations de l'enquête, le coût total des plantations entretiens compris passe de 4 000 €/ha à 4 560 €/ha (Graphique 30).



Graphique 30 : Répartition des coûts par grands postes de dépenses après intégration du coût moyen d'entretien des plantations âgées de plus de 5 ans

### Variabilité par rapport à la moyenne

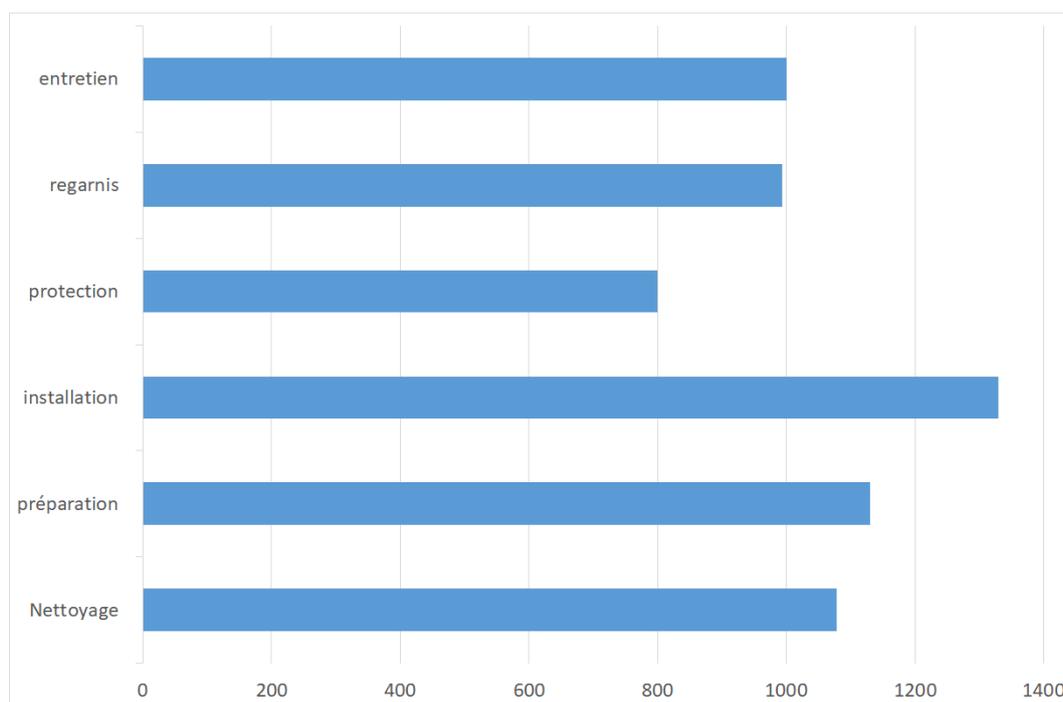
La variabilité des coûts à l'intérieur d'un même poste fluctue de manière importante (Graphique 31). Par exemple l'écart des maxima par rapport à la moyenne varie de 2 000€ pour les entretiens, à 4 000€ pour l'installation (achat + mise en place des plants).



*Graphique 31 : Fluctuation des maxima de coûts par rapport à la moyenne*

### Coût de revient réel

Au final, si l'on ne retient, pour chaque poste, que les plantations ayant engendré un coût (ex : moyenne des coûts de nettoyage en excluant les sites n'en n'ayant pas nécessité), les moyennes de coûts apparaissent telles que dans le graphique 32 ci-après. Comme déjà dit plus haut, le poste le plus coûteux est clairement celui de l'installation (achat et mise en place des plants) :  $\approx 1\,350\text{€}/\text{ha}$ . Arrive ensuite celui de la préparation du terrain :  $\approx 1\,160\text{€}/\text{ha}$ . Le poste « protection gibier » apparaît comme le moins coûteux ( $\approx 800\text{€}/\text{ha}$ ), ce qui est assez surprenant mais pas forcément illogique compte tenu du recours au répulsif Trico plutôt qu'aux gaines individuelles ou aux clôtures en plein. A noter que le poste « regarnis » est loin d'être négligeable ( $\approx 1\,000\text{€}/\text{ha}$ ), ce qui traduit les difficultés de reprise des plantations dans le contexte du changement climatique.



Graphique 32 : Coût moyen par poste, lorsque ces derniers ont engendré une dépense effective

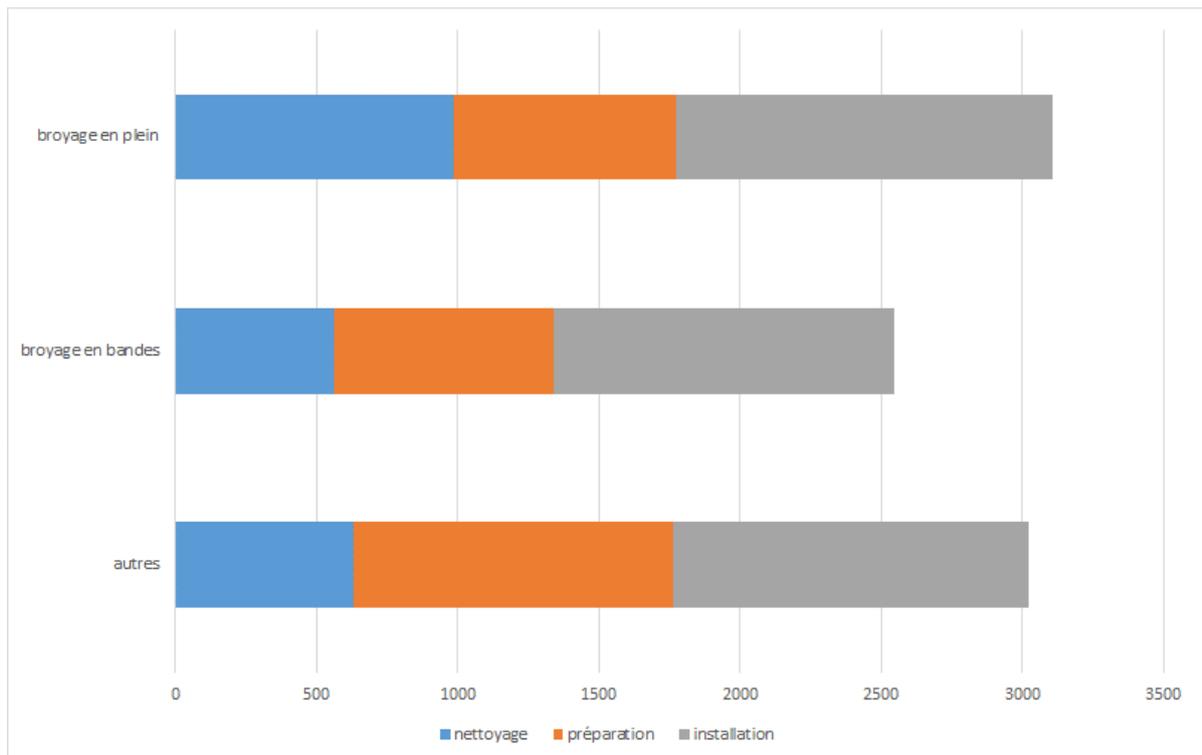
**Au final, une plantation concernée par l'ensemble des postes coûte au final 6 022 €/ha, avec le gradient suivant (du plus coûteux au moins coûteux) :**

- **21 % pour l'installation (achat + mise en plants des plants),**
- **19 % pour la préparation du terrain (travail du sol),**
- **18 % pour le nettoyage préalable (mise en andains des rémanents...),**
- **15% à quasi égalité pour les regarnis et les entretiens,**
- **12% pour les protections gibiers** [mais sous-évalué en l'absence de données suffisantes permettant de chiffrer séparément répulsif, gaines individuelles forte densité, gaines individuelles faible densité (peuplier), clôture en plein...].

### III-2.2 APPROCHE PAR ITINERAIRES TECHNIQUES : FACTEURS DE VARIATION DES COUTS

#### III-2.2.1 Influence de la modalité de nettoyage préalable

Le nettoyage « **en plein** » est la modalité la plus coûteuse : surcoût d'environ 500€/ha en moyenne par rapport à la modalité « en bande » ou à d'autres alternatives (mise en andains, brûlage des rémanents, arasage de souches...). A contrario, la modalité « **en bande** » reste la plus compétitive quel que soit le cas de figure. Cette différence de coûts se répercute, en restant du même ordre, jusqu'à l'installation des plants (Graphique 33). L'analyse de cette répercussion jusqu'aux coûts d'entretiens n'a pas été possible compte-tenu de la faiblesse des effectifs de plantation de plus de cinq ans.



Graphique 33 : Coûts par opération selon la modalité de nettoyage

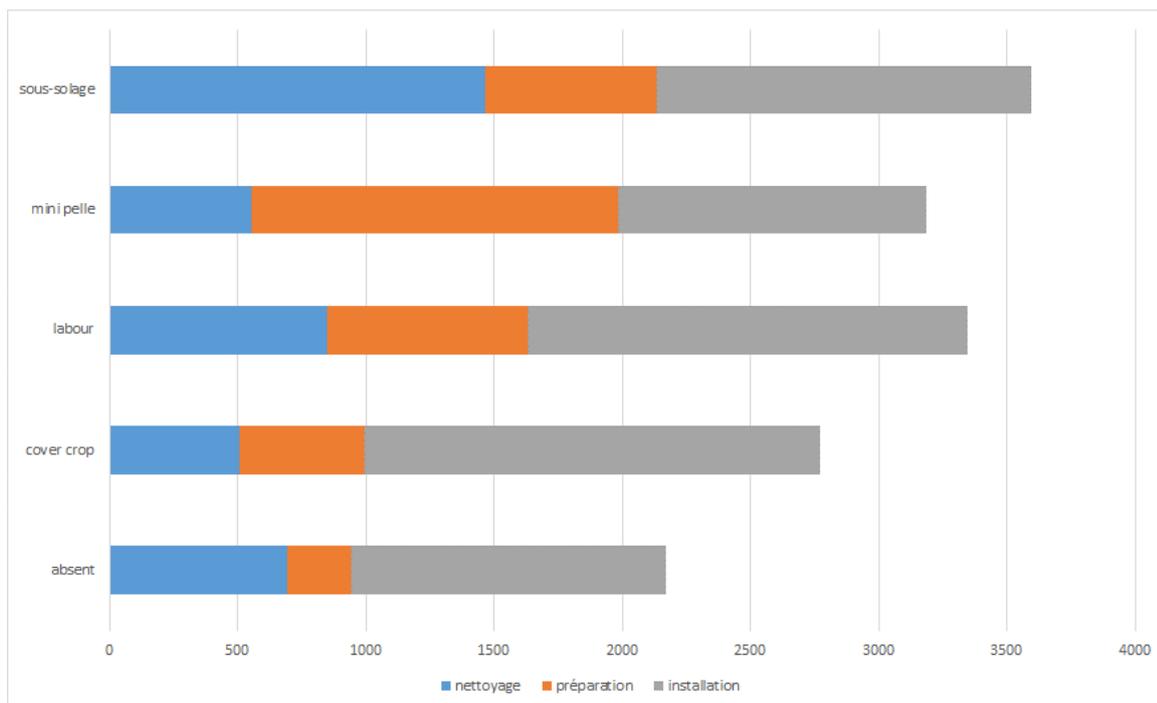
### III-2.2.2 Influence de la technique de travail du sol

Les préparations avec des outils montés sur mini pelles apparaissent comme les plus coûteuses (souvent plus du double à l'hectare que les autres modalités : sous-solages, labour, covercrop, mais le coût final de la plantation (hors entretien ou protection), n'est pas forcément plus cher (Graphique 34) :

- les outils sur mini pelles peuvent être utilisés dans des contextes de nettoyage partiel, donc moins coûteux, voire sans nettoyage (la mini pelle pouvant faire nettoyage et travail du sol en même temps),
- les densités sont généralement moins élevées car les plants sont installés sur des bandes ou des placeaux travaillés.

Le sous solage et le labour sont les techniques les plus coûteuses, installation des plants comprise (Graphique 34).

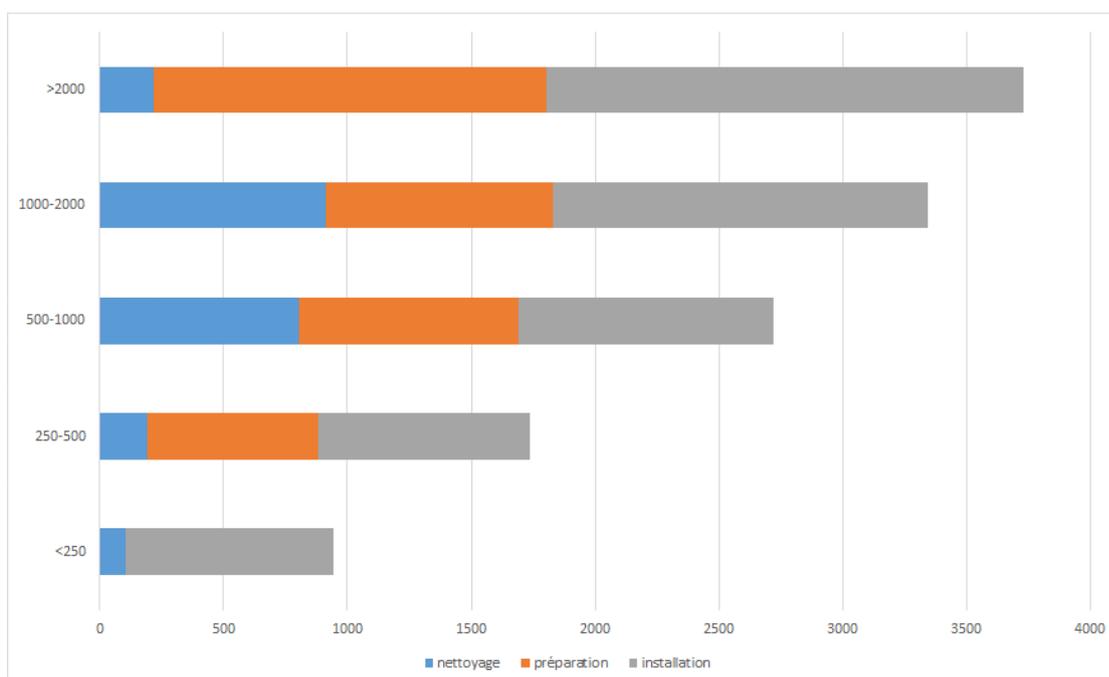
L'absence de travail du sol est évidemment l'itinéraire le moins coûteux, mais là encore, il aurait été intéressant de pouvoir pousser l'analyse jusqu'à la prise en compte en entretiens, ce qui n'a pu être fait faute d'effectif suffisant dans les plantations de plus de cinq ans.



Graphique 34 : Coûts par opération selon la modalité de travail du sol

### III-2.2.3 Influence de la densité de plantation

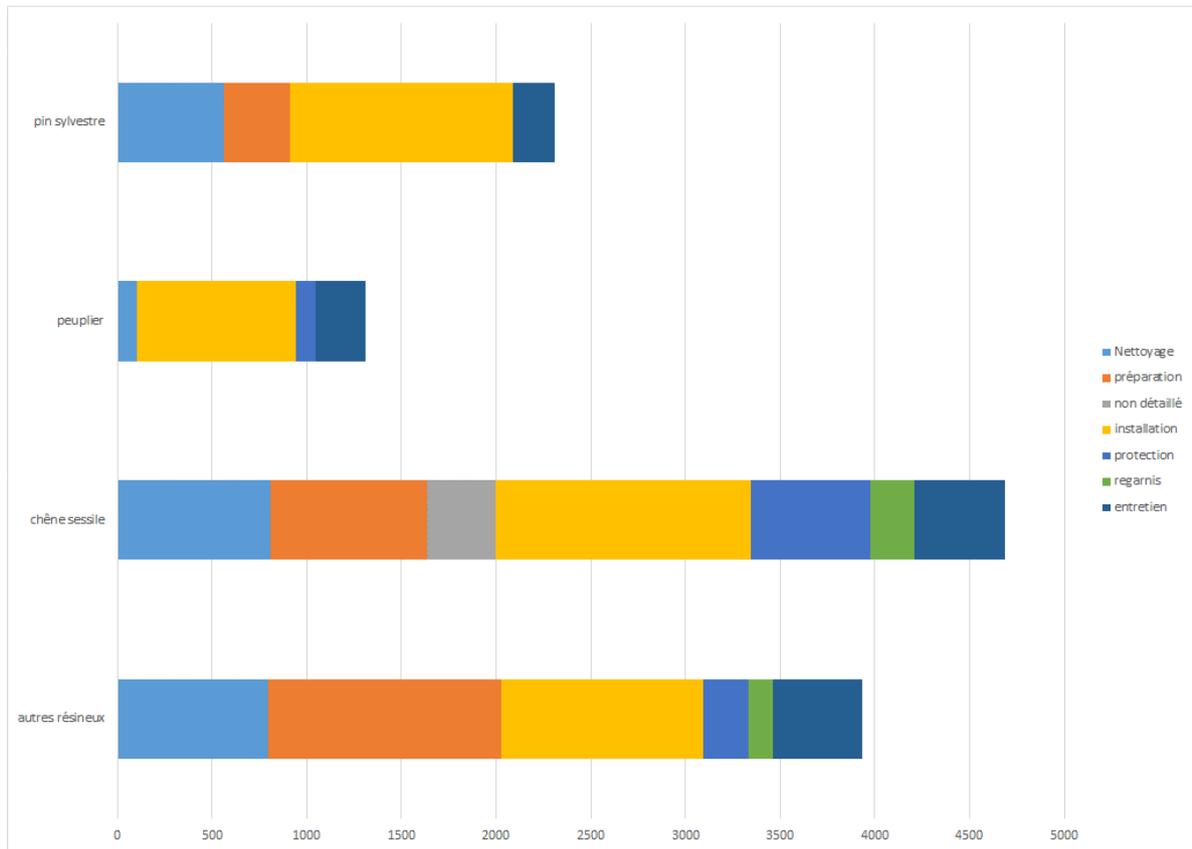
Le critère le plus décisif dans le coût des plantations est sans surprise la densité de plantation. Si la dépendance est évidente en ce qui concerne l'installation (coûts d'achat et de mise en place des plants), tous les autres postes sont impactés également. Les itinéraires permettant de limiter les densités sans affecter la forme des tiges, et sans créer de surcoût d'entretien sont donc à rechercher (Graphique 35). Le choix de la densité sera lié à l'antécédent (forêt ou terre agricole), à la présence d'un recru naturel intéressant avec la présence d'essences objectif ou d'accompagnement.



Graphique 35 : Coûts par opération selon la densité de plantation

### III-2.2.4 Influence de l'essence

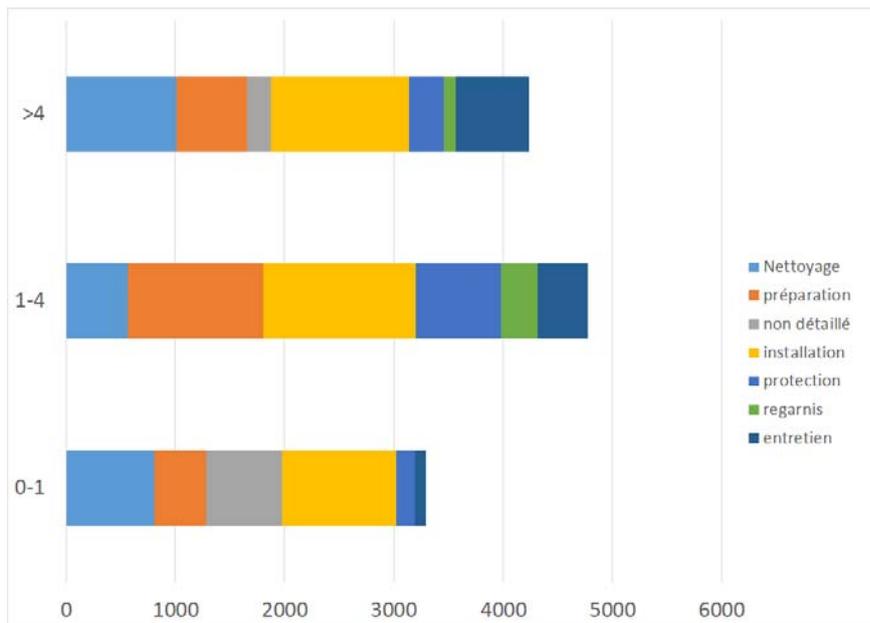
Les plantations de chêne ont le coût global le plus élevé, en particulier en ce qui concerne l'installation (coûts des plants plus élevé), les protections gibier (essence la plus protégée), les entretiens et, dans une moindre mesure, les regarnis. Le peuplier étant planté à faible densité et généralement sans préparation de sol (hormis tarière à l'installation) affiche logiquement le coût le plus faible (Graphique 36).



Graphique 36 : Coûts par opération selon l'essence principale plantée

### III-2.2.5 Influence de la surface plantée

Si l'on ne tient pas compte des plantations de peuplier, toutes concernées par des surfaces homogènes autour de 2 ha, la surface unitaire de la plantation a peu d'effet sur le coût total. Cela s'explique par le choix de méthodes et d'outils adaptés à la surface (par exemple pas de nettoyage au broyeur lourd sur les surfaces inférieures à l'hectare). Les surfaces comprises entre 1 et 4 hectares engendrent malgré tout le coût le plus élevé, avec une part plus importante pour la protection contre le gibier (Graphique 37), pouvant atteindre 30 à 40% du coût de la plantation.



Graphique 37 : Coûts par opération selon la surface de plantation

### III-2.2.6 Influence de la station et autres contraintes principales

Le facteur stationnel ayant le plus d'influence est l'engorgement. En préparation effectuée avec engorgement contraignant avant 50 cm, le coût moyen est de 1 600 euros. Ces plantations concernent en majorité des reboisements en chêne sessile, avec la mise en place de potets travaillés à la mini pelle, à des densités souvent importantes.

## PARTIE IV : ESTIMATION DE LA REUSSITE DES PLANTATIONS

---

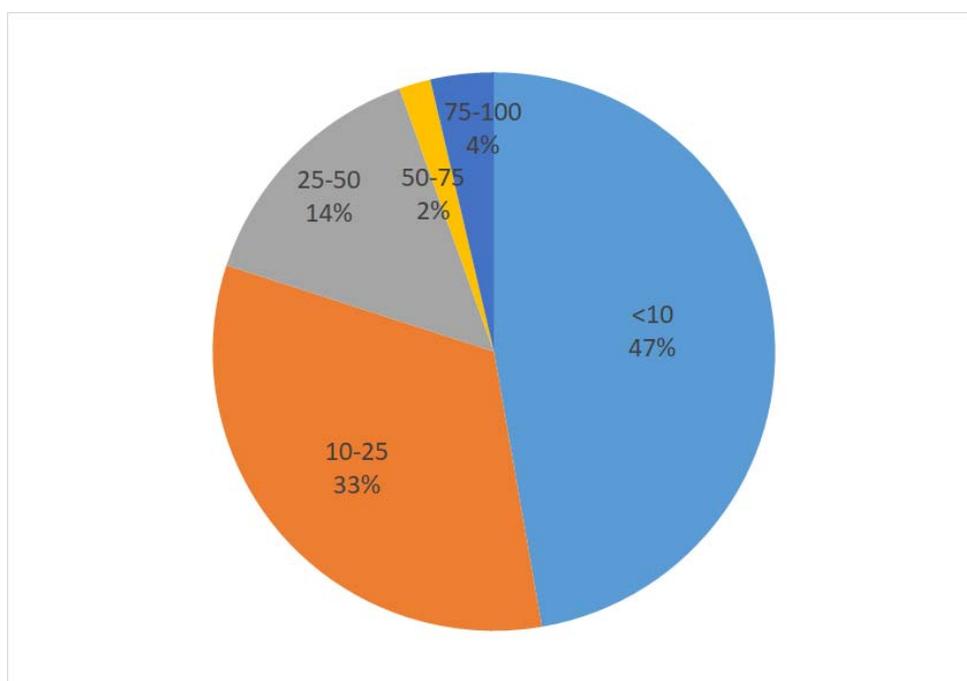
Cette partie vise à estimer la réussite des plantations en fonction des différents paramètres qui ont pu être notés au cours de l'enquête : essences, densités, âges, stations, modalités de plantation, types d'entretiens... Il convient de relativiser les résultats présentés ci-dessous pour trois raisons principales :

- la faiblesse de l'échantillon, déjà mentionnée,
- le fait que deux critères fondamentaux n'ont pas toujours été notés : d'une part la qualité des plants (vigueur, abondance du chevelu racinaire...), d'autre part la qualité de la plantation (au sens mise en terre : tassement autour des racines, absence de poches d'air, recouvrement ou non du collet...),
- un tiers des plantations sont âgées de moins de 2 ans, âge trop précoce pour se prononcer sur la réussite d'une plantation.

### IV-1 TAUX DE REUSSITE DES PLANTATIONS PAR ESSENCE

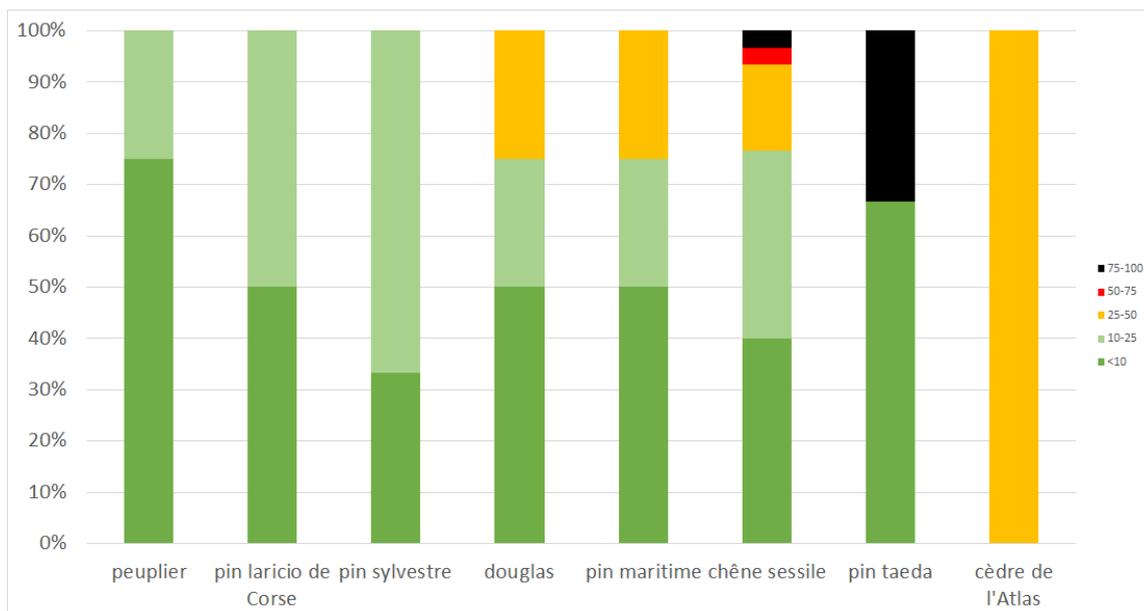
---

Globalement, 80% des plantations de l'enquête ont une reprise supérieure à 75%. 14% d'entre-elles affichent un taux de reprise compris entre 50 et 75%. Seules 6% présentent un taux de reprise inférieur à 50% (Graphique 38).



Graphique 38 : Répartition du nombre de sites (en %) selon la classe de taux de mortalité

Les essences avec les meilleures reprises sont les peupliers, les pins laricio et sylvestre. A noter que le cèdre n'est représenté que par un seul site. Le pin taeda, essence nouvelle dans la Région, a une reprise contrastée (Graphique 39).



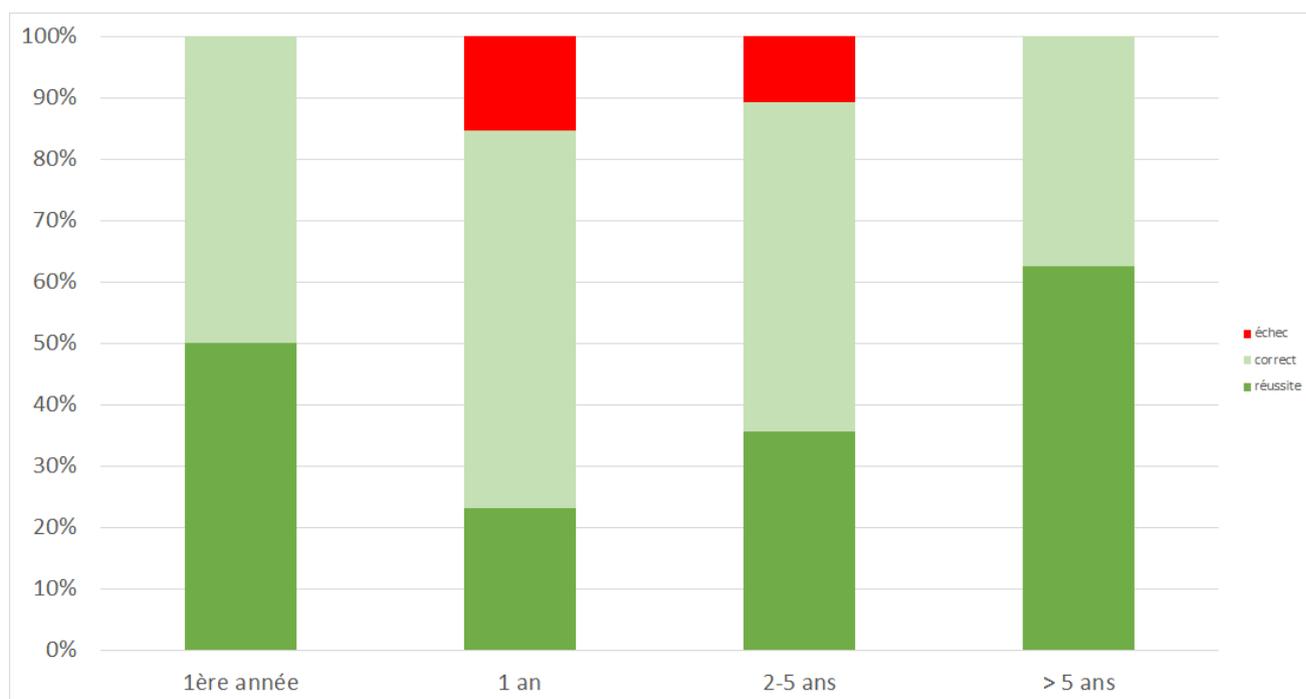
Graphique 39 : Répartition en nombre de sites selon la classe de taux de mortalité par essence principale

Une notation synthétique de la réussite, intégrant la vigueur renseignée dans l'enquête, a été attribuée. Le classement entre essences reste proche, et le pourcentage d'échec est alors de 9% (tableau 10).

Taux de mortalité	réussite	correct	échec	Total
<10	17	9		26
10-25	4	12	2	18
25-50		8		8
50-75			1	1
75-100			2	2
<b>Total</b>	<b>21</b>	<b>29</b>	<b>5</b>	<b>55</b>
	<b>38%</b>	<b>53%</b>	<b>9%</b>	

Tableau 10 : Correspondance entre l'estimation de la réussite et le taux de mortalité

L'analyse de la réussite devrait distinguer les différents âges de plantation réunis dans l'enquête : une réussite observée à 5 ans est évidemment un meilleur gage de succès qu'une évaluation faite à 1 an. D'une manière générale, les mortalités observées dans les plantations de plus de 5 ans semblent moins importantes, en comparaison des plantations récentes, ces dernières ayant subi des années climatiques plus difficiles (Graphique 40).



Graphique 40 : Répartition des sites selon l'appréciation de la réussite en fonction de l'âge

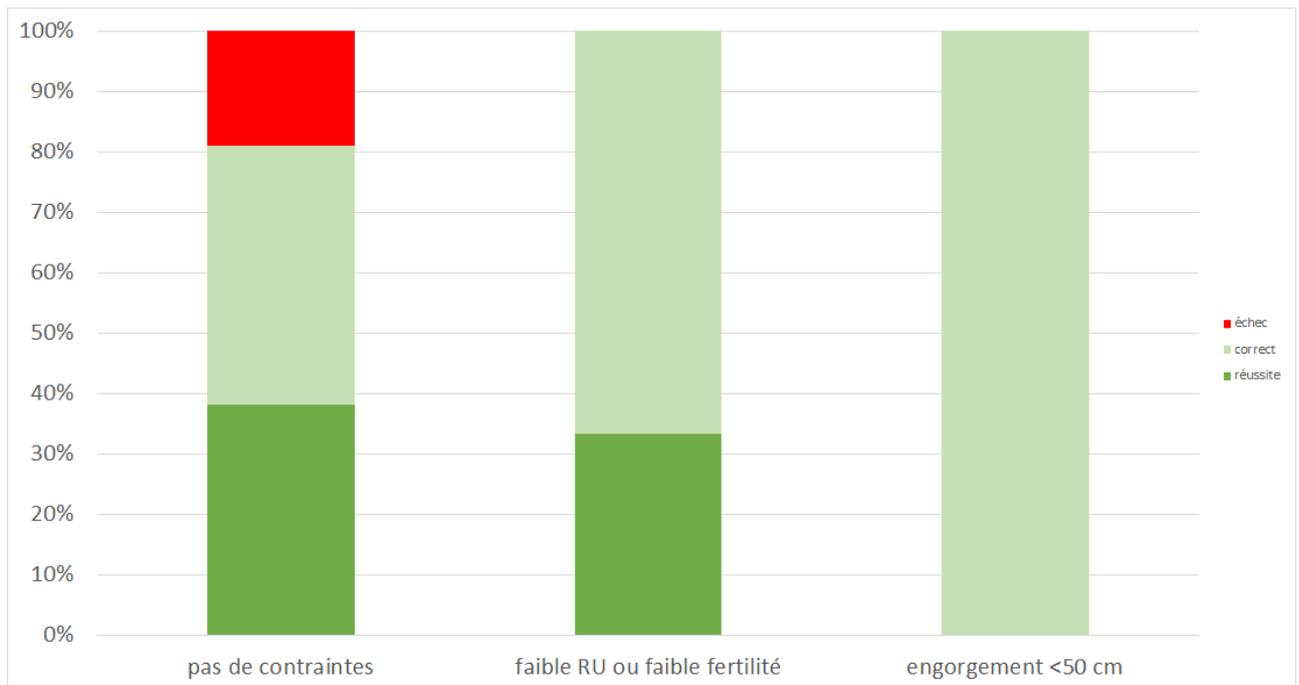
## IV-2 PRINCIPALE CAUSE DE MORTALITE : LE CLIMAT

Les rédacteurs de fiches se sont prononcés sur les causes probables des mortalités constatées. **Les problèmes climatiques ont été cités à chaque fois, sauf pour une seule plantation pour laquelle un manque flagrant d'entretien est en cause.**

Bien entendu d'autres facteurs sont toujours en jeu (sol, préparation, qualité de la plantation, adaptation des essences, dégâts de gibier), mais le climat (sécheresse et/ou canicule) semble être le principal révélateur des problèmes de plantation causant la mortalité. Il est clair que les années de végétation 2018 à 2020, fortement présentes dans notre échantillon, ont été très défavorables à la végétation, et donc à la reprise (cf. bilan DSF de la partie I).

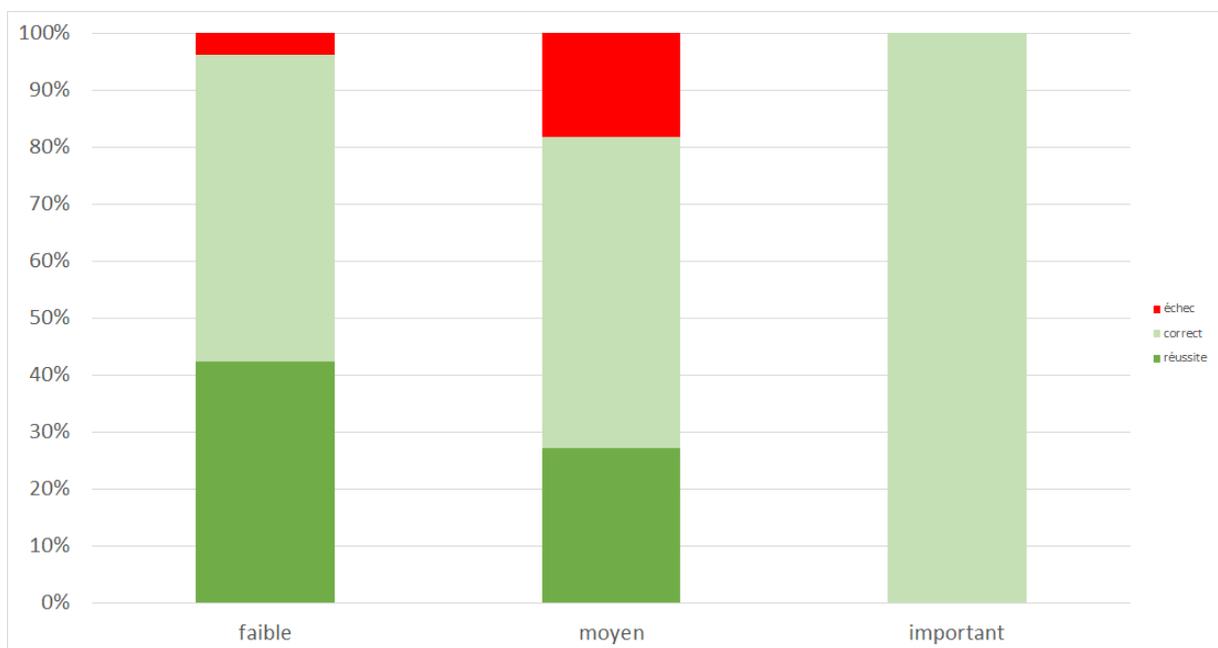
## IV-3 EFFET DE LA STATION

Pour bien faire, il faudrait pouvoir examiner plusieurs critères pédologiques pour ensuite croiser la station avec l'essence et le taux de mortalité. Malheureusement les effectifs ne le permettent pas. Si l'on regarde l'essence la plus représentée, le chêne sessile, la contrainte de faible réserve utile et d'engorgement apparaît logiquement comme impactant la réussite, mais le taux d'échec est aussi le plus important pour les stations sans contrainte ce qui est contre intuitif (Graphique 41). L'adaptation de l'essence à la station, les travaux réalisés, le soin apporté à la plantation à proprement parler, et bien entendu les conditions climatiques brouillent l'analyse, et le faible nombre de sites ne permettent pas de segmenter l'interprétation de manière satisfaisante.



Graphique 41 : Répartition des sites de chêne sessile au vu de la contrainte stationnelle

L'autre paramètre ressortant est le tassement, qui semble influencer sur le taux de réussite et augmenter légèrement l'échec total (Graphique 42). Rappelons que le qualificatif « correct » peut signifier jusqu'à 25% de mortalité.



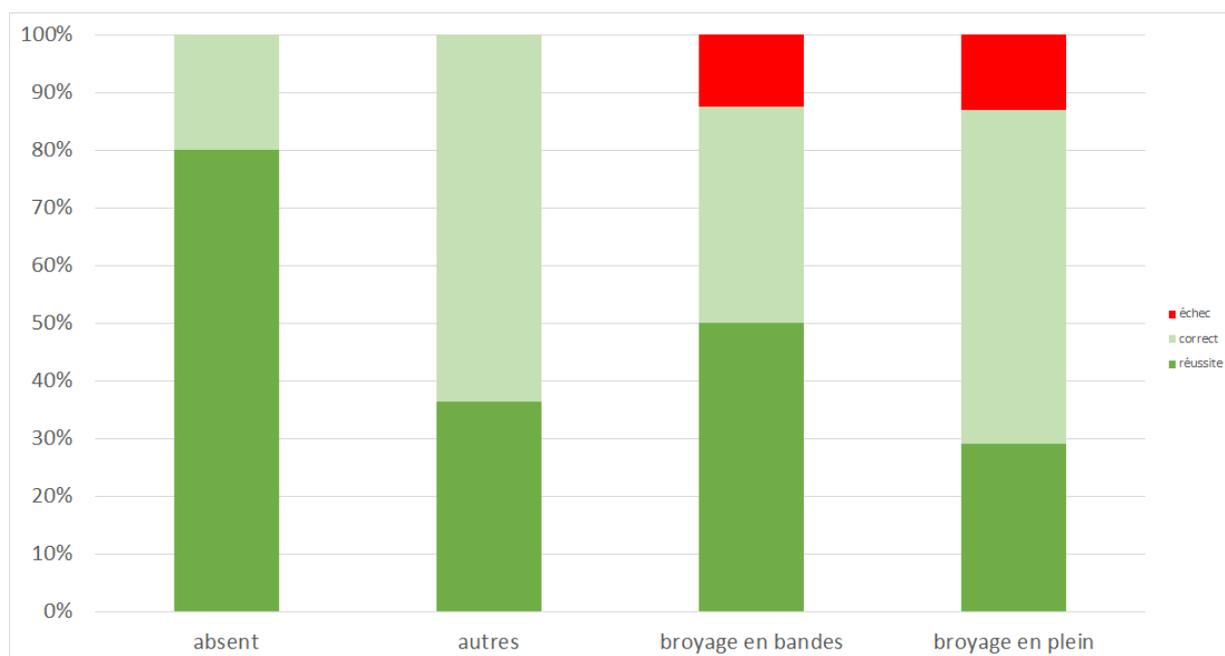
Graphique 42 : Répartition des sites au vu de la contrainte « tassement au sol »

Le fait que les paramètres stationnels ressortent peu indique d'une part la bonne adéquation des essences plantées aux stations, et d'autre part que le choix de l'itinéraire de préparation du sol, voire d'entretien, permet de limiter les contraintes du sol susceptibles d'entraver le développement du plant.

## IV-4 EFFET DE L'ITINERAIRE TECHNIQUE ET DE L'INVESTISSEMENT

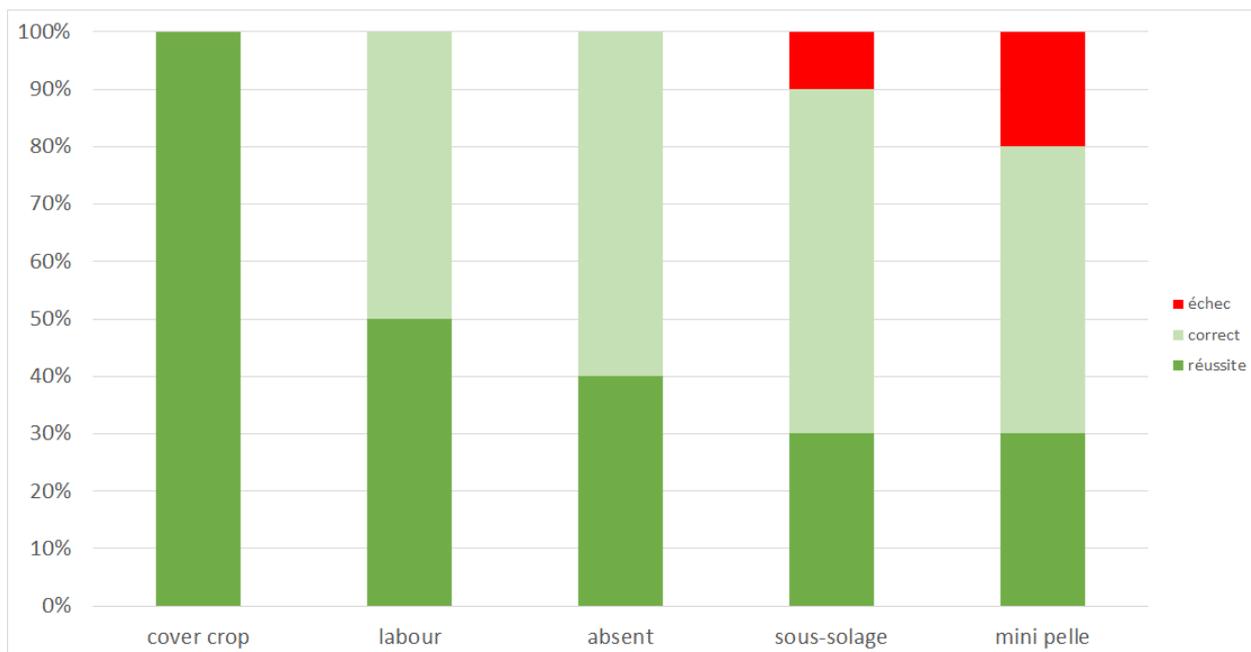
### IV-4.1 NETTOYAGE ET PREPARATION

Le nettoyage par **broyage** en bandes donne globalement de meilleur résultat que le broyage en plein. A noter que l'absence de broyage concerne essentiellement les sites de boisements de terres agricoles, contexte difficilement comparable aux autres modalités du graphique (Graphique 43).



Graphique 43 : Répartition des sites selon l'appréciation de la réussite par technique de nettoyage

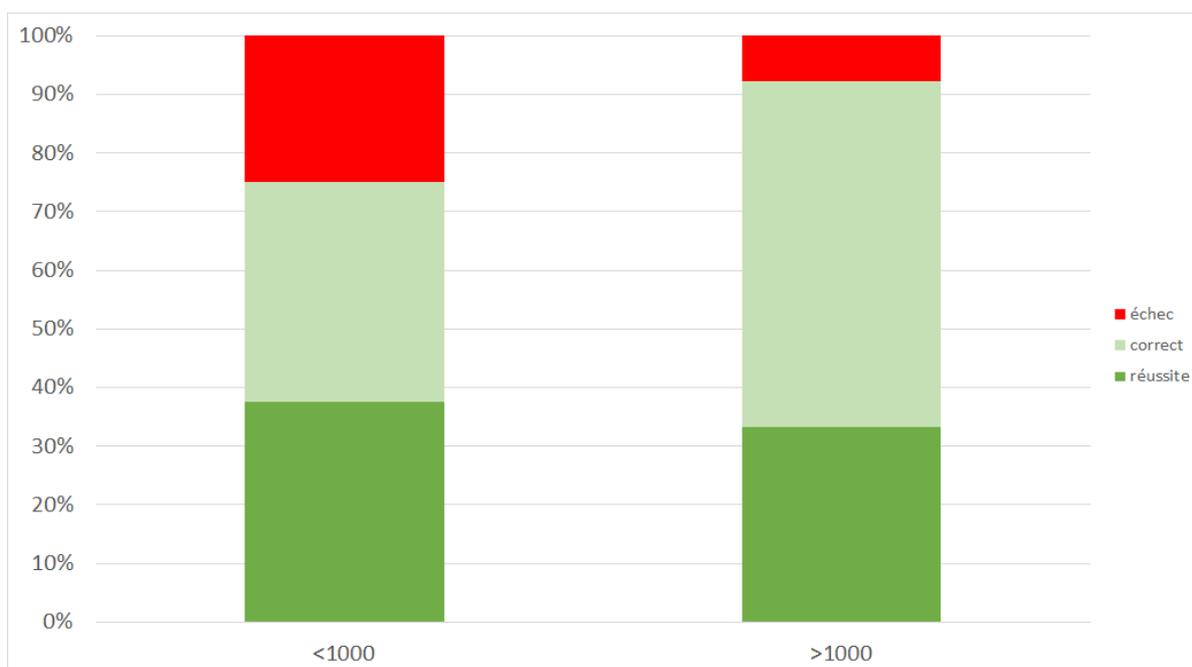
En ce qui concerne le **travail du sol**, l'analyse ne devrait être possible qu'en fonction de la station. En effet, le type de travail du sol est choisi selon les contraintes principales du terrain, et selon les éventuels tassements observés après exploitation. Si l'on compare malgré-tout les taux de réussite, on observe que les techniques de sous-solage et de travail avec des outils montés sur mini pelle (scarificateur et culti-sous-soleur) donnent les moins bons résultats (Graphique 44). Ce constat est à moduler en ce qui concerne les outils montés sur mini pelle, car ces derniers sont souvent utilisés en contextes difficiles, et ils exigent une forte technicité que les opérateurs n'ont pas toujours, faute de formations adaptées pour les maîtriser. Il peut être dû aussi à une préparation à la mauvaise période.



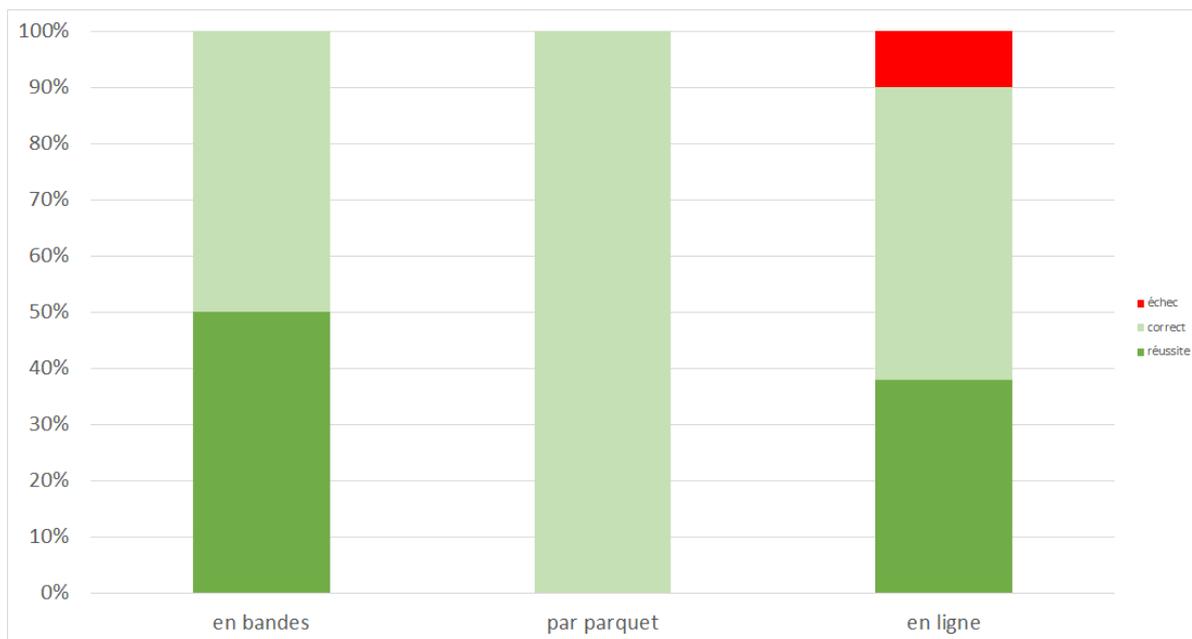
Graphique 44 : Répartition des sites selon l'appréciation de la réussite par type de travail du sol

#### IV-4.2 DENSITE, MODALITE DE PLANTATION, ET MELANGE

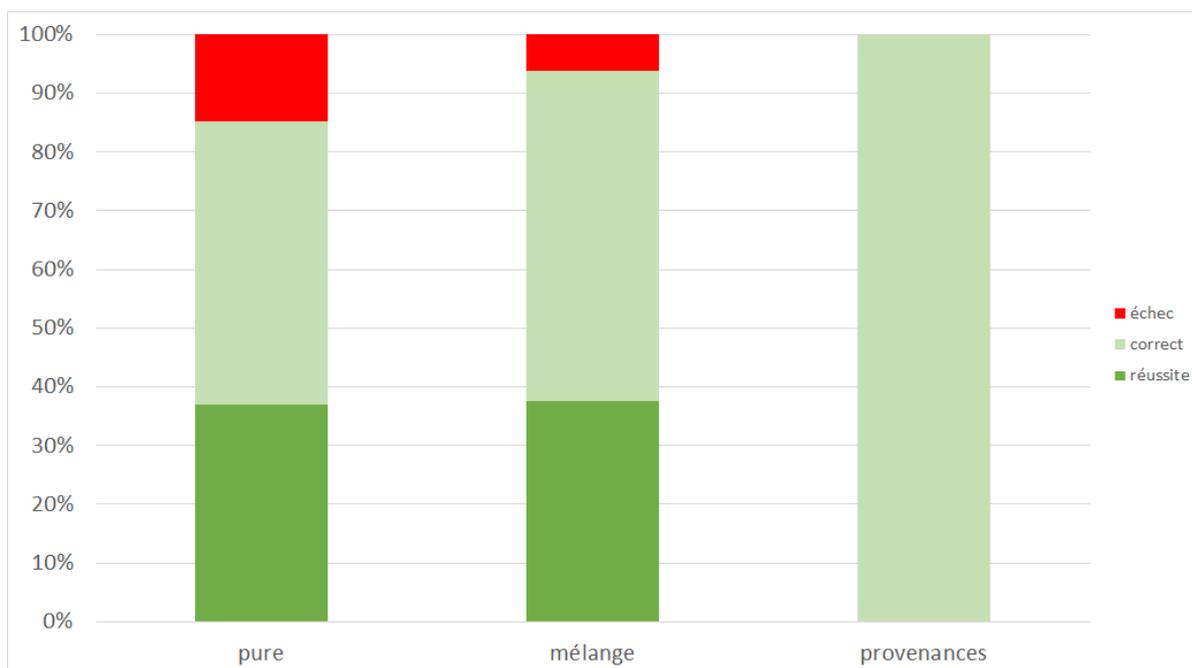
Les différentes modalités et densités de plantation semblent n'avoir que peu d'effet sur la réussite. Le taux d'échec paraît moins important en contexte de forte densité (> 1000), dans la modalité « en bande », et en plantations mélangées (Graphiques 45, 46, 47). Mais comme déjà dit, ces résultats sont à relativiser pour les raisons invoquées plus haut.



Graphique 45 : Répartition des sites selon l'appréciation de la réussite par densité (hors peuplier)



Graphique 46 : Répartition des sites selon l'appréciation de la réussite par modalité de plantation

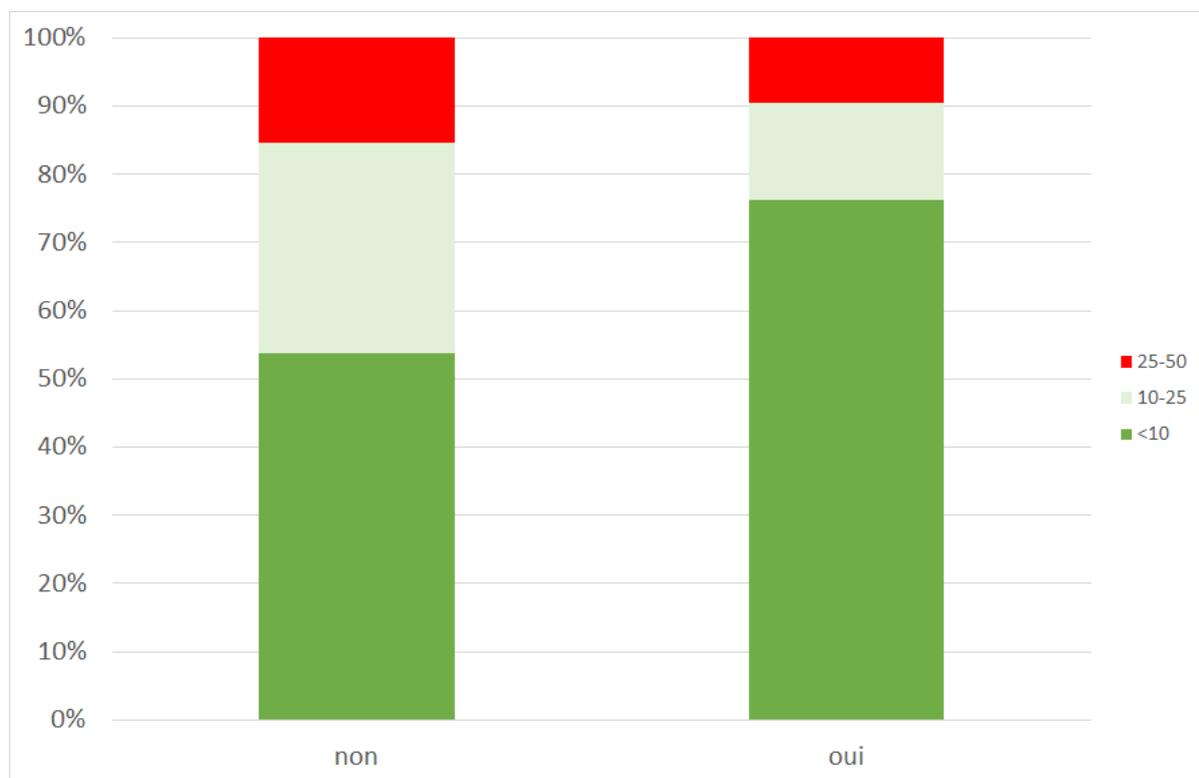


Graphique 47 : Répartition des sites selon l'appréciation de la réussite du fait du mélange (essences ou provenances)

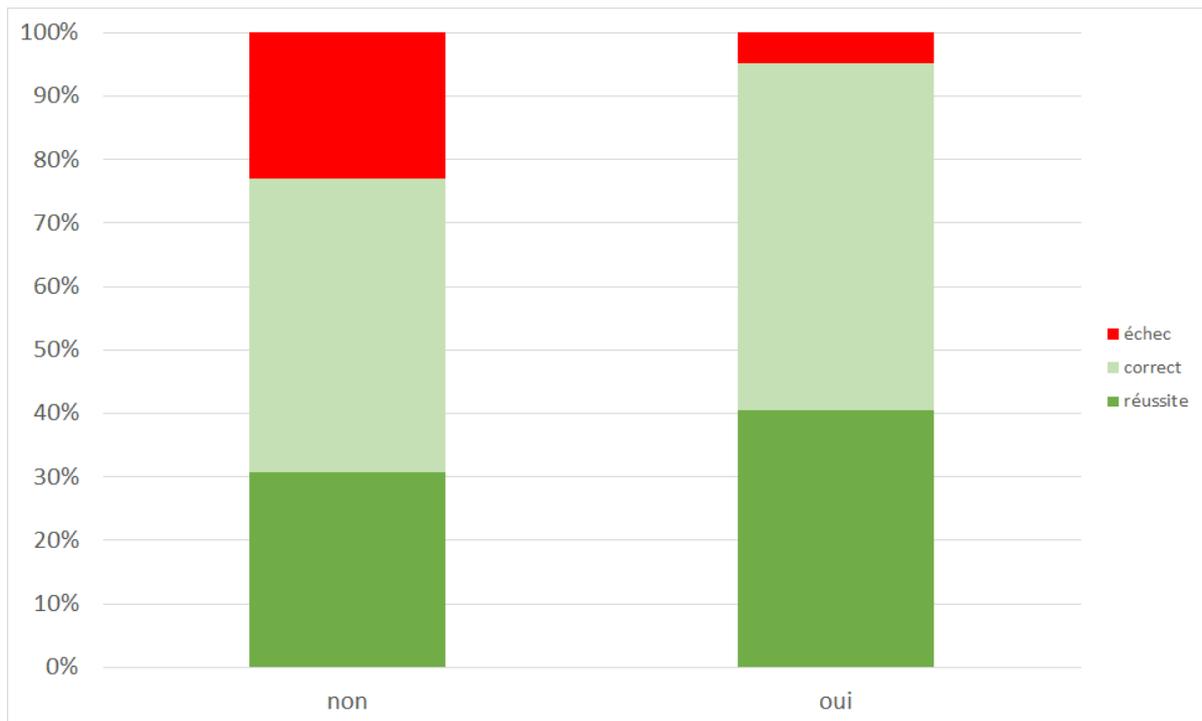
#### IV-4.3 DEGATS DE GIBIER

Les dégâts de gibier ont un impact fort sur la réussite des plantations. Si les protections utilisées ont un effet immédiat sur la limitation des dégâts, elles ont également d'autres effets positifs : repérage des plants à dégager, effet protecteur contre l'écrasement voire l'étouffement par la végétation concurrence (ronce, fougère)...

En présence de protections (quel que soit le type), la classe des « forts dégâts » (25-50%) est très logiquement moins importante qu'en l'absence de protection (10% contre 15%). A l'inverse la classe des faibles dégâts (<10%) apparait nettement plus importante : 76% contre 53% (Graphique 48). Tendance confirmée par le graphique 49 qui montre l'effet bénéfique des protections sur la réussite globale des plantations (96% de plantations réussies ou correctes avec protection contre 78% sans protection).



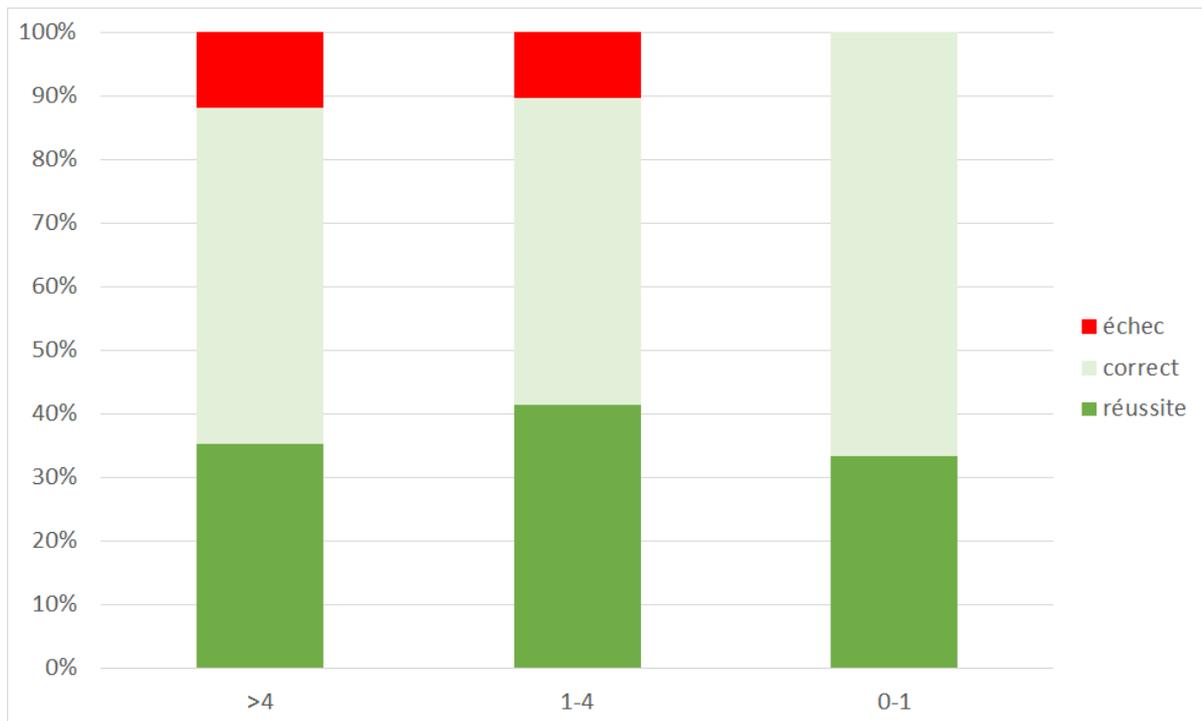
Graphique 48 : Répartition des sites selon le pourcentage de dégâts de gibier avec ou sans protection



*Graphique 49 : Répartition des sites selon l'appréciation de la réussite globale avec ou sans protection*

#### IV-4.3 SURFACE ET HAUTEUR D'INVESTISSEMENT

La taille de la plantation n'a qu'une influence modérée sur le taux de réussite ou d'échec ( $\approx 10\%$  d'échec à partir de 1 ha). Les petites plantations (< 1ha) semblent mieux réussies, car sans doute plus faciles à protéger et à suivre (Graphique 50).

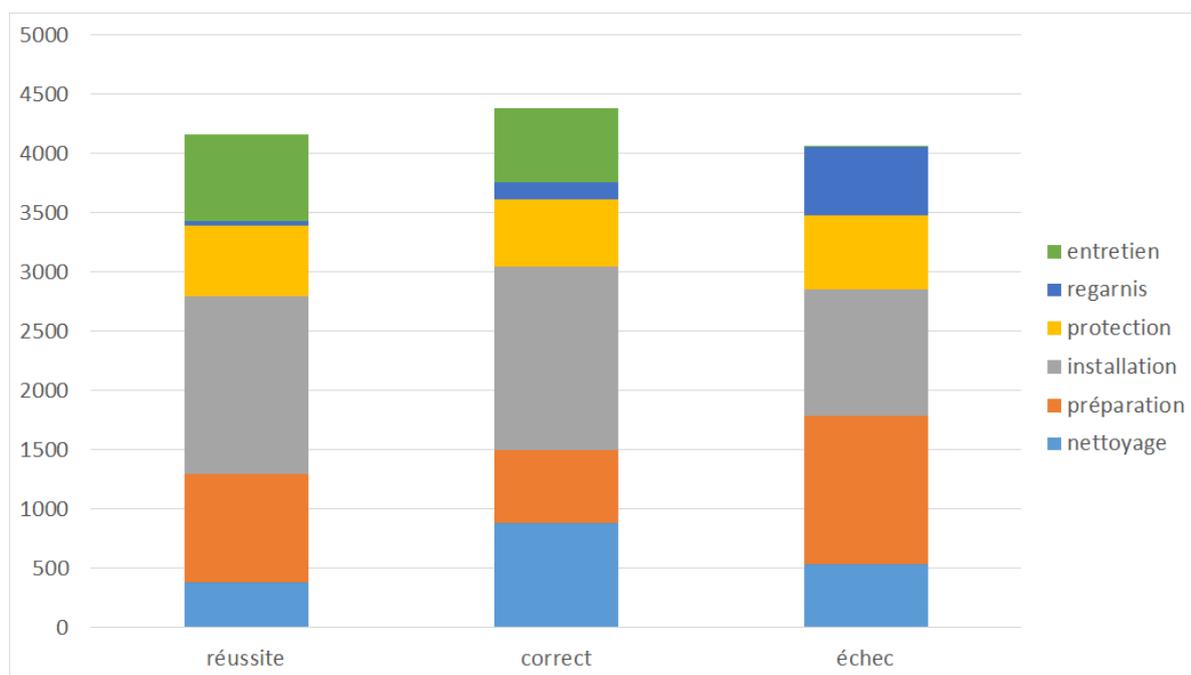


*Graphique 50 : Répartition des sites selon l'appréciation de la réussite au vu de la surface de plantation*

Toutes essences et stations confondues, la réussite n'est pas réellement dépendante du coût global des plantations. Par contre certains postes varient significativement (Graphique 51) :

- les coûts de préparation et de regarnis sont supérieurs en moyenne dans les plantations en échec, ce qui est logique pour les regarnis, moins évident pour la préparation (impact du tassement en cas de broyage lourd ?).
- les coûts d'installation et d'entretien sont inférieurs en moyenne dans les plantations en échec. A l'inverse, un poste « installation » élevé semble bien corrélé à la réussite et au bon état de santé de la plantation.

A noter qu'une plantation réussie ou en échec coûte quasiment le même montant (Graphique 51).



Graphique 51 : Coût moyen par poste de dépenses selon les trois classes d'appréciation de la réussite

Il est difficile de tirer des conclusions catégoriques de toutes ces évaluations, mais remarquons tout de même que :

- une préparation coûteuse n'est pas garante d'une réussite. Si elle est mal adaptée aux contraintes de sol, mal exécutée, ou en conditions météorologiques défavorables, elle peut perdre en efficacité, voire s'avérer contre-productive,
- la qualité d'installation apparaît comme décisive pour l'avenir de la plantation. C'est dans ce poste primordial que se différencient les plantations à échec des autres,
- les plantations en échec coûtent cher en regarnis, pour lesquels les taux de reprise ne sont globalement pas meilleurs. A part dans le cas d'échec clairement expliqué par les seules conditions climatiques, les causes d'échec, si elles ne sont pas corrigées, conduiront aussi à l'échec des regarnis,
- les protections gibier ont un effet positif sur la réussite des plantations,
- les entretiens représentent un poste à ne pas négliger, assez clairement corrélé au bon état général des plantations. D'où l'importance de bien le budgéter dans les coûts prévisionnels des projets de plantations.

## CONCLUSION ET RESUME

---

Cette étude fait l'état des lieux des plantations forestières de la région Centre-Val de Loire à partir de deux sources d'informations complémentaires :

- d'une part le suivi sanitaire des nouvelles plantations annuelles, réalisé par les correspondants observateurs du DSF, avec un recul de près de 15 ans,
- d'autre part les données techniques et économiques plus détaillées fournies par les membres des groupes de progrès sur 58 sites de plantation répartis de manière inégale selon les départements (par exemple peu ou pas de sites en Eure-et-Loir et Loiret, majorité de sites dans le Cher, l'Indre et le Loir-et-Cher).

Les résultats des deux enquêtes mettent en lumière les éléments suivants :

### **Au plan général**

- Les essences les plus plantées sont le chêne sessile (au détriment du chêne pédonculé, graphique 1 et tableaux 3 et 4), puis les pins avec une hausse sensible du pin maritime depuis 2015 au détriment du laricio et du sylvestre (graphique 2). Le peuplier est bien représenté dans les deux enquêtes, avec la constance du cultivar Koster, quasi systématiquement (re)planté (graphique 3 et tableau 4).
- De nouvelles essences font leur apparition et sont en progression depuis 5 ou 6 ans, outre le pin maritime : pin taeda, pin rigide, chêne pubescent, cèdre... Ce constat est rassurant, il montre que les propriétaires diversifient leurs peuplements en s'appuyant sur les recommandations de la Recherche-Développement.
- Les plantations mélangées apparaissent clairement (45% du panel « groupe de progrès », graphiques 21 et 22). C'est assez surprenant, mais toujours rassurant, cela confirme que les propriétaires veulent diminuer les risques en misant sur plusieurs essences ou provenances au sein d'une même plantation (« *ne pas mettre tous ses œufs dans le même panier* »).
- La surface moyenne des plantations référencées par les groupes de progrès est de 3,80 ha, soit légèrement inférieur au seuil de 4 ha exigé pour l'obtention des aides de l'Etat au reboisement.

### **Au plan sanitaire**

- Le taux de réussite, toutes plantations confondues, diminue sensiblement sur la période 2015-2020 (exception pour 2021, année pluvieuse, graphique 6). Le chêne sessile est l'essence qui présente les plus grandes difficultés de reprise (graphique 6). Même si l'enquête « groupe de progrès » modère un peu ce constat (80% des plantations ont une reprise > à 75%, graphiques 38 et 39), cette tendance reste préoccupante au moment où le renouvellement des peuplements pauvres et dépérissants est un enjeu prioritaire.
- Le changement climatique (sécheresses, canicules, réserve utile déficitaire, voire inondations comme en 2016) est cité quasi systématiquement pour expliquer les difficultés de reprise (graphique 7). Les autres causes de dépérissement apparaissent loin derrière (gibier, hylobe...). L'effet stationnel ne semble pas discriminant dans les échecs constatés (graphiques 41 et 42), sauf pour le chêne dont le taux de réussite est plus faible lorsque le sol est engorgé (graphique 41).

- Les plantations réalisées en terrains agricoles ont plus de difficultés que celles réalisées après antécédent forestier (graphique 8) : semelle de labour non décompactée, concurrence en eau des graminées, absence d'ambiance forestière protégeant d'un ensoleillement excessif, absence de mycorhizes...

### **Au plan technique**

- La technique de nettoyage préalable avant plantation la plus utilisée est le broyage en plein (55% des chantiers). Il semble que cela soit plus « une habitude » qu'une réelle nécessité liée au niveau d'encombrement de la parcelle (graphique 19). En termes de réussite post plantation, le broyage en bande obtient de meilleurs résultats que le broyage en plein (graphique 43). Cela devrait inciter à mieux raisonner le recours au broyage lourd, par exemple en le limitant sur des emprises partielles (bandes, placeaux...).
- L'ouverture de potets à la mini-pelle (22% des sites), le sous solage (15%) et le labour en plein (11%) sont les techniques de préparation du sol les plus utilisées (cf. Annexe 2). C'est assez surprenant pour la mini-pelle, sachant qu'il s'agit d'une technique relativement récente. Le fait que l'enquête s'adresse aux membres des groupes de progrès, donc à des propriétaires « éclairés » explique sans doute ce résultat.
- Les densités plus élevées (> 1000/ha) et les plantations en bandes et mélangées semblent afficher la meilleure réussite (graphiques 45, 46 et 47), sans que cela soit réellement significatif.
- Les plantations à faible densité, dans le recru, sont encore peu pratiquées. Elles constituent toutefois une piste à creuser pour protéger les plants des effets néfastes de l'ensoleillement excessif et de la chaleur.
- Les ¾ des plantations font l'objet d'une protection contre le gibier. Les feuillus le sont davantage que les résineux (le pin sylvestre ne fait l'objet d'aucune protection dans 80% des cas, graphique 26). Les gaines individuelles et le badigeonnage au Trico sont les plus utilisés (graphiques 25 et 26). L'engrillagement en plein et la clôture électrique sont réservés aux plus grandes surfaces (tableau 6). La présence de protection a un effet positif sur la réussite des plantations.
- Les entretiens par broyage entre les lignes et/ou dégagements manuels sont les plus pratiqués (cf. annexe 2). L'absence d'entretien est en lien avec l'échec des plantations (graphique 51).

### **Au plan économique**

- Le coût d'une plantation de l'enquête « groupe de progrès » est estimé à 6 000 €/ha (calcul de coût moyenné pour les sites ayant effectivement une dépense dans les postes considérés), graphique 32. Il est sous-estimé car ne prenant pas en compte, par exemple, la maîtrise d'œuvre. Le poste le plus onéreux est celui de l'installation (achat + mise en place des plants), représentant 21% du coût total. Le poste le moins onéreux est celui des protections gibiers (12%), mais certainement biaisé du fait d'un recours important au Trico plutôt qu'aux protections physiques dans notre panel. Le poste « regarnis » est loin d'être négligeable (15%), en lien avec les difficultés de reprise observées ces dernières années.
- Le coût moyen toutes plantations confondues est de 4 560€/ha, ce qui est conforme au coût généralement admis dans la région (avant inflation), et assez proche du barème

régional des aides établi en 2019. La faiblesse du nombre de sites empêche toutefois une comparaison détaillée.

- Beaucoup de coûts sont proportionnels à la densité (installation, protection gibier...). D'où l'intérêt de tester des itinéraires de densités réduites, sachant que cela imposera en contrepartie un pourcentage de réussite meilleur, des entretiens ciblés et une valorisation du recru.
- Une plantation en échec coûte autant, voire plus, qu'une plantation réussie, mais avec des différences notables dans les postes de dépenses (graphique 51) : une préparation coûteuse et des frais de regarnis élevés n'impliquent pas forcément une réussite ; à contrario une installation plus coûteuse (achat + installation des plants) semble, elle, nécessaire à la réussite... ; l'investissement en regarnis ne compense pas toujours l'échec de la plantation ; l'absence d'entretien est un marqueur d'échec (graphique 51).

Au final, cette étude révèle tout l'intérêt d'avoir un suivi dans le temps des plantations. Parmi les pistes d'amélioration possibles :

- Mettre en place un observatoire technico-économique des plantations sur la base de l'approche réalisée dans cette étude. Il ne pourrait s'agir que d'une démarche collective associant les différents acteurs concernés : pépiniéristes, propriétaires, gestionnaires, entreprises de travaux, Etat... L'interprofession Fibois, déjà en charge d'un observatoire économique, aurait toute légitimité pour piloter cette action.
- Cet observatoire devrait s'appuyer à minima sur l'enquête annuelle DSF (par exemple une sélection de plantations avec un nombre standardisé par essence), en la complétant avec des données plus précises sur les itinéraires techniques utilisés (préparation du sol, modes de plantation...), et leurs coûts.
- Du fait de la double urgence climatique et de renouvellement des peuplements, assouplir certaines contraintes réglementaires (densités de plantation, arrêtés MFR, tests de nouvelles essences, exigences de reprise...), et inciter à des diagnostics plus fins pour adapter l'itinéraire au contexte. Cela apporterait plus de diversité aux plantations réalisées.
- Faire un bilan plus exhaustif des plantations « anciennes » visitées lors des enquêtes DSF : vigueur, résistance, comportement face au changement climatique

## ANNEXE 1

### GRILLE D'ANALYSE DE REBOISEMENT

**A retourner à....**

**Contact relatif au reboisement auprès de (nom, prénom, qualité, téléphone, mail...) :.....**

**Ne remplir cette fiche que si le reboisement concerne :**

- une plantation ou un semis artificiel
- d'une surface de 1 ha minimum d'un seul tenant
- est âgé de 10 ans maximum

#### PRESENTATION GENERALE / LOCALISATION

Date :..... Rédacteur :..... Organisme :.....  
.....

Forêt de :..... Commune :..... Département :.....  
.....

N° parcelle(s) :..... N° PSG/DGD :..... Coord. GPS (lambert 93) :.....

Surface du reboisement (seuil minimal exigé = 1 Ha) :  
.....

Facile  Difficile

Accès pour réunions de vulgarisation

**Si possible, compléter cette partie par :**

- un plan de localisation du site en l'absence de coordonnées GPS (si possible extrait de carte IGN 1 :25 000).
- une ou plusieurs photos du site sous format numérique.

#### CARACTERISTIQUES DU MILIEU

Situation topographique Plateau  Versant  Replat  Fond de vallon

Pente Nulle  Faible  Forte

Singularité(s) particulière(s) concernant la topographie de la parcelle [par exemple cuvette, butte...] :

.....

Sol

---

Profondeur (cm)	Texture <sup>(1)</sup>	Hydromorphie / Engorgement <sup>(2)</sup>	% éléments grossiers et cailloux <sup>(3)</sup>	Calcaire actif (effervescence)	Observations (par ex. blocage à la prospection racinaire tel que pierrosité, compacité, dalle, nappe phréatique...)

(1) Texture dominante : Sableuse / Limoneuse / Argileuse / Sablo-limoneuse / Etc. (cf. guide habitats p.37)

(2) Hydromorphie : Absente / Trace / Présente / Très présente / Engorgement totale

(3) Eléments grossiers et cailloux (> 2 mm), classes indicatives : 0-25% / 25-50% / 50-75% / 75-100%

**Type de station forestière du guide des habitats de la région Centre** (habitat / variante / variation) :.....  
 .....

**ANTECEDENT AVANT REBOISEMENT**

**Type de peuplement préexistant et essence(s) principale(s)** (Exemples : Futaie résineuse [préciser essence(s)], futaie feuillue [préciser essence(s)], Taillis simple [préciser essence(s)], Taillis avec réserves [préciser essence(s)], lande, accrus [préciser essence(s)], autre type de peuplement [préciser] :

.....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....

**Type d'exploitation** (manuel, abatteuse, cisaille sur pelle mécanique...) :.....

.....

**Date d'exploitation** :.....  
 .....

**Type(s) de produit(s) récolté(s)** Grume  Bois de feu  Trituration   
 Bois énergie

**Tassement du sol après exploitation** (ornières...) Faible  Moyen   
 Important

**Encombrement des rémanents avant plantation...** Faible  Moyen   
 Important

**Situation de blocage par la végétation** (cf. ci-dessous) Faible  Moyenne   
 Forte

**Végétation bloquante** Ronce  Fougère  Molinie  Genêt   
 Graminées  Ericacées  Autres  (préciser)

**CARACTERISTIQUES PRINCIPALES A L'INSTALLATION**

Plantation  Semis artificiel  Pur(e)  Mélange

Si mélange, quelle(s) modalité(s) [pied à pied, en parquet, en ligne...] ?.....  
 .....  
 .....

Date de plantation : .....

	Essence(s) objectif(s)	Essence(s) secondaire(s)
Espèce(s) et % par espèce		
Distance entre ligne (m)		
Distance sur ligne (m)		
Provenance plants/semis (au moins nom de l'entreprise...)		
Type de plants	Racine nue <input type="checkbox"/> Godet <input type="checkbox"/>	Racine nue <input type="checkbox"/> Godet <input type="checkbox"/>
Taille des plants (m)		

**Protections gibier :** Aucune  Gaine individuelle  Clôture  lectrique   
 Clôture grillagée (Ursus...)  Répulsif  Autre  (préciser)

**Etat des lieux actuel [centré sur essence(s) objectif(s)]**

**Hauteur moyenne des plants de l'essence objectif (m)**

.....

**Mortalité :** < 10%  10-25%  25-50%  50-75%   
>75%

**Concurrence herbacée<sup>(1)</sup>** Joncs  Molinie  Graminées  Autre   
 (préciser)

**Concurrence semi ligneuse<sup>(1)</sup>** Fougère  Ronce  Genêt  Ajonc  Autre   
(préciser)

**Concurrence ligneuse<sup>(1)</sup>** Charme  Bouleaux  Tremble  Châtaignier

**(1) : ne noter qu'en cas de concurrence significative**

**Forme&vigueur plants ou semis :** Excellente  Correcte  Médiocre   
Mauvaise

**Etat sanitaire (oïdium, défoliateur...), préciser :**

.....

**Dégâts de gibier :** < 10%  10-25%  25-50%  50-75%   
>75%

**Type de dégâts :** Abrouissement  Frottis  Ecorçage  Autre   
(préciser)

**Si échec du reboisement, quelles causes ?**

Station inadaptée  Pression du gibier   
Travaux du sol inadaptés   
Mauvaise mise en place des plants   
Manque d'entretien  Accident climatique  (préciser) Ne sait pas   
Autre  (préciser)

**Principaux travaux à prévoir rapidement (dégagements, regarnis, taille, élagage...) :**.....

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

## ANNEXE 1 (suite)



### GRILLE D'ANALYSE DE REBOISEMENT

Projet ADEVBOIS

ADV18R024000002

Réussir sa plantation  
à coûts raisonnables

#### FICHE TRAVAUX & COÛTS

**Toute facture (à défaut devis) peut être utilement fournie en complément du tableau ci-dessous. L'anonymat sera préservé dans le cadre de cette étude.**

**Choix de l'itinéraire technique** (indiquer les raisons pour lesquelles vous avez choisi(e) telle ou telle option ou technique de reboisement, par exemple labour en plein, labour en bande, techniques « mini pelle », billonnage... :

.....

.....

.....

.....

PREPARATION DU TERRAIN (NETTOYAGE, TRAVAIL DU SOL, ...)						
Saison/ Année	Opération <sup>(1)</sup>	Unité <sup>(2)</sup>	Quantité	Coût unitaire HT	Coût total HT	Intervenant <sup>(3)</sup>

- (1) Opération : être assez précis pour bien caractériser la technique et si possible le matériel utilisé, par exemple broyage avec broyeur lourd, labour profond à xx cm à la charrue bisoc, ouverture de fossés d'assainissement à la pelle mécanique...
- (2) Unité : par exemple hectare (à privilégier), mètre linéaire, litre, heure (s'il s'agit d'une opération réalisée par le propriétaire lui-même)...
- (3) Intervenant : nom de l'entreprise ou du prestataire ayant réalisé les travaux, propriétaire lui-même (dans ce cas, indiquer le temps passé...

INSTALLATION DES PLANTS OU SEMIS						
Saison/ Année	Opération <sup>(1)</sup>	Unité	Quantité	Coût unitaire HT	Coût total HT	Intervenant <sup>(4)</sup>


(1) Par exemple achat des plants, piquetage, jalonnement, plantation en fente, ouverture de potets à la mini pelle...

<b>MISE EN PLACE DE PROTECTIONS GIBIER</b>						
Saison/ Année	Opération <sup>(1)</sup>	Unité	Quantité	Coût unitaire HT	Coût total HT	Intervenant <sup>(4)</sup>

(1) Par exemple engrillagement en plein 1,20 m de hauteur contre le chevreuil, protection individuelle, fourniture et épandage de répulsif...

<b>ENTRETIENS DE PLANTATION/SEMIS</b>						
Saison/ Année <sup>(1)</sup>	Opération <sup>(2)</sup>	Unité	Quantité	Coût unitaire HT	Coût total HT	Intervenant <sup>(4)</sup>

- (1) Il peut s'agir d'entretiens prévus, non encore réalisés, mais dont les coûts sont connus
- (2) Par exemple broyage des cloisonnements une ligne sur deux, dégagement localisé des plants sur la ligne, épandage de répulsif gibier années n+1, n+2..., taille de formation, élagage...

**COMMENTAIRES LIBRES SUR L'ENSEMBLE DU REBOISEMENT**

(spécificités, contraintes non signalées, subventions éventuelles, enseignements, astuces ou expériences particulières...)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**MERCI DE VOTRE CONTRIBUTION**

## ANNEXE 2

### REFERENTIEL ECONOMIQUE

(Source : enquête auprès des groupes de progrès de la région Centre, 2019 à 2021)

Coûts « Entreprise », hors opérations réalisées par les propriétaires en régie ou en CUMA. En € hors taxe.

1 – NETTOYAGE AVANT PLANTATION							
Opération	Outil	Unité	Nombre	Minimum	Moyenne	Maximum	
arasage souches	(vide)	unité	1	12,2	12,2	12,2	
		hectare	1	690,0	690,0	690,0	
mise en andains	pelle	hectare	2	630,0	950,0	1270,0	
brûlage rémanent	(vide)	hectare	2	275,0	482,5	690,0	
broyage en plein	gyrobroyeur	hectare	7	302,3	471,0	810,0	
		broyeur lourd	heure	2	95,0	105,0	115,0
		hectare	9	1080,0	1656,1	2400,0	
broyage en bandes	(vide)	hectare	1	190,0	190,0	190,0	
		gyrobroyeur	hectare	1	65,0	65,0	65,0
		broyeur lourd	heure	2	110,0	192,9	275,8
		hectare	1	900,0	900,0	900,0	
		ml	1	1,3	1,3	1,3	
maitrise d'œuvre	(vide)	unité	1	120,0	120,0	120,0	
achat produit chimique homologué forêt	(vide)	hectare	1	110,0	110,0	110,0	

Le broyage en plein au broyeur lourd est l'opération la plus fréquente (28% des chantiers), mais aussi la plus coûteuse (1 656 € en moyenne). Cette opération est appréciée des propriétaires car elle permet d'obtenir un chantier propre après exploitation. La solution du broyage en bandes ne concerne qu'un seul cas, mais avec une dépense allégée de 55% par rapport à l'option en plein. Le « girobroyage en plein » est également bien utilisé (22% des chantiers), pour un coût 3,5 fois inférieur à celui du broyage lourd.

A noter que le brûlage des rémanents, autrefois très répandu, est peu utilisé (2 cas), ce qui va dans le sens de la limitation de cette technique en rapport avec les mesures de prévention du risque incendie.

2 – PREPARATION DU TERRAIN						
Opération	Outil	Unité	Nombre	Minimum	Moyenne	Maximum
travail superficiel	cover crop	hectare	1	730,0	730,0	730,0
arasage souches	(vide)	hectare	1	595,0	595,0	595,0
		pelle	hectare	1	750,0	750,0
sous solage	(vide)	hectare	7	100,0	366,7	635,0
		Dent Becker	hectare	1	420,0	420,0

2 – PREPARATION DU TERRAIN						
Opération	Outil	Unité	Nombre	Minimum	Moyenne	Maximum
labour profond	mini pelle	hectare	1	560,0	560,0	560,0
	en plein	hectare	5	160,0	481,4	690,0
	en planche	hectare	1	600,0	600,0	600,0
	en bande	hectare	1	320,0	320,0	320,0
broyage en plein	gyrobroyeur	hectare	2	300,0	300,0	300,0
	broyeur lourd	hectare	2	1040,0	1040,0	1040,0
ouverture de potets	mini pelle	unité	10	0,9	1,4	2,0
broyage en bandes	broyeur lourd	heure	1	150,0	150,0	150,0
		hectare	2	762,7	831,4	900,0
maitrise d'œuvre	(vide)	unité	1	290,0	290,0	290,0
curage fossé	(vide)	hectare	1	561,5	561,5	561,5
		ml	1	2,0	2,0	2,0
décompactage	Chisel	hectare	1	300,0	300,0	300,0
émiettage	rotavator	hectare	1	200,0	200,0	200,0
	préparation du lit de semences	hectare	1	160,0	160,0	160,0
reprofilage fossés	(vide)	(vide)				
	mini pelle	hectare	1	2625,5	2625,5	2625,5
scarification profonde en bandes	scarificateur Becker	m <sup>2</sup>	2	0,8	0,8	0,9

L'amplitude des coûts est le reflet de la diversité des outils utilisés en lien avec les emprises travaillées, la nature des sols, les profondeurs travaillées... L'ouverture de potets à la mini-pelle (22% des cas), le sous solage (15% des cas) et le labour en plein (11% des cas) sont les techniques les plus fréquemment utilisées. A noter que le travail du sol est assez peu réalisé sur une emprise partielle (en planche ou en bande) avec des outils autres que ceux montés sur mini pelle.

*NB : pour certaines plantations le broyage a été considéré comme de la préparation de terrain plutôt que du nettoyage. Il s'agit alors principalement de broyage de recru avant plantation plutôt que des résanants.*

3 - PLANTATION						
3a – Maîtrise d'œuvre						
Opération	Outil	Unité	Nombre	Minimum	Moyenne	Maximum
Maîtrise d'œuvre	(vide)	unité	2	204,0	862,0	1520,0
		hectare	1	60,0	60,0	60,0
		forfait	10	82,6	499,5	1200,0
	(vide)	unité	1	86,0	86,0	86,0
3b – Achat des plants, livraison						
Opération	Outil	Unité	Nombre	Minimum	Moyenne	Maximum
livraison	(vide)	unité	1	122,0	122,0	122,0
achat de plant	(vide)	unité	6	0,4	1,0	1,8
	peuplier	unité	3	4,1	4,5	4,8
	pin taeda	unité	4	0,3	0,4	0,5
	chêne sessile	unité	24	0,8	1,0	1,1

	hectare	2	1,0	486,0	971,0	
pin maritime	unité	5	0,3	0,4	0,6	
pin sylvestre	unité	5	0,4	0,8	0,9	
cèdre de l'Atlas	unité	2	1,2	1,2	1,2	
douglas	unité	3	0,5	0,7	1,1	
charme	unité	5	0,3	0,4	0,5	
cormier	unité	2	1,6	1,7	1,8	
érable sycomore	unité	1	0,5	0,5	0,5	
pommier	unité	1	0,4	0,4	0,4	
feuillus précieux	unité	3	1,5	1,5	1,5	
Peuplier A2	unité	1	5,6	5,6	5,6	
pin laricio de Corse	unité	1	0,4	0,4	0,4	
séquoia toujours vert	unité	1	0,9	0,9	0,9	
thuyas	unité	1	1,5	1,5	1,5	
glands et châtaignier	hectare	1	900,0	900,0	900,0	
<b>3c – Piquetage, jalonnement</b>						
<b>Opération</b>	<b>Outil</b>	<b>Unité</b>	<b>Nombre</b>	<b>Minimum</b>	<b>Moyenne</b>	<b>Maximum</b>
achat piquet	(vide)	unité	3	0,5	0,5	0,5
jalonnement	(vide)	hectare	2	48,8	139,4	230,0
piquetage	(vide)	unité	1	0,5	0,5	0,5
		hectare	1	85,0	85,0	85,0
		forfait	1	150,0	150,0	150,0
<b>3d – Mise en place des plants</b>						
<b>Opération</b>	<b>Outil</b>	<b>Unité</b>	<b>Nombre</b>	<b>Minimum</b>	<b>Moyenne</b>	<b>Maximum</b>
mise en place seule	tarière	unité	1	2,0	2,0	2,0
	(vide)	unité	36	0,28	0,7	3,6
	chêne sessile	unité	2	0,4	0,4	0,4
	pioche	unité	3	0,5	0,5	0,5
	tarière 7m/7m	unité	1	3,8	3,8	3,8
	pin laricio de Corse	unité	1	0,5	0,5	0,5
mise en place + achat des plants	alisier, cormier, pommier	unité	1	2,0	2,0	2,0
	peuplier	unité	1	8,5	8,5	8,5
	chêne sessile	unité	1	1,5	1,5	1,5
	pin maritime	unité	1	0,9	0,9	0,9
	pin laricio de Corse	unité	1	0,9	0,9	0,9
	tarière	unité	1	2,5	2,5	2,5
<b>3e – Protection contre le gibier</b>						
<b>Opération</b>	<b>Outil</b>	<b>Unité</b>	<b>Nombre</b>	<b>Minimum</b>	<b>Moyenne</b>	<b>Maximum</b>
(vide)	grillage ursus 2,5m	ml	3	15,0	15,0	15,0
		litre	1	18,5	18,5	18,5
		ml	2	2,6	3,0	3,4
	clôture électrique	unité	1	930,0	930,0	930,0
	Arbinol	unité	2	0,1	0,1	0,1

	gaine 110/100	unité	1	0,3	0,3	0,3
	piquet	unité	4	0,2	0,5	0,6
achat protections + plants	(vide)	heure	1	35,0	35,0	35,0
mise en place protections	(vide)	unité	6	0,2	1,0	1,5
		ml	1	3,5	3,5	3,5
	clôture électrique	unité	1	1000,0	1000,0	1000,0
pulvérisation, application	(vide)	unité	12	0,1	0,2	0,3
		hectare	3	300,0	345,8	437,5
	Trico en pépinière	unité	1	0,2	0,2	0,2
	Arbinol	unité	4	0,1	0,1	0,1
achat protection + pose	(vide)	unité	1	0,2	0,2	0,2
		ml	1	3000,0	3000,0	3000,0
	clôture électrique	ml	2	2,0	2,9	3,9
	piquet + protection	unité	1	2,9	2,9	2,9
	gaine	unité	1	2,7	2,7	2,7
<b>3f - Regarnis</b>						
<b>Opération</b>	<b>Outil</b>	<b>Unité</b>	<b>Nombre</b>	<b>Minimum</b>	<b>Moyenne</b>	<b>Maximum</b>
(vide)	(vide)	unité	1	1,9	1,9	1,9
achat plant + mise en place	pin maritime	unité	2	0,9	0,9	0,9
piquetage	(vide)	hectare	1	302,4	302,4	302,4
mise en place des plants	(vide)	unité	4	0,4	0,6	1,1
	chêne sessile	unité	3	0,4	0,4	0,5
	pioche	unité	1	0,7	0,7	0,7
achat de plant	chêne sessile	unité	6	0,9	1,1	1,2
	pin sylvestre	unité	1	1,0	1,0	1,0
	douglas	unité	2	0,5	0,8	1,1
broyage en plein	broyeur lourd	hectare	1	2626,0	2626,0	2626,0
ouverture de potets	(vide)	unité	1	2,1	2,1	2,1
maitrise d'œuvre	(vide)	heure	1	83,0	83,0	83,0

Les prix des plants reflètent les prix du marché figurant dans les catalogues des pépiniéristes. En matière de protection gibier, la pulvérisation Trico est la technique la plus répandue.

<b>4 - ENTRETIENS</b>						
<b>Opération</b>	<b>outil</b>	<b>unité</b>	<b>Nombre</b>	<b>Minimum</b>	<b>Moyenne</b>	<b>Maximum</b>
traitement insecticide	(vide)	unité	1	0,6	0,6	0,6
broyage entre les lignes	(vide)	hectare	13	225,0	282,1	355,0
		jour	1	525,0	525,0	525,0

	broyeur lourd	heure	1	50,0	50,0	50,0
		hectare	1	677,8	677,8	677,8
traitement chimique	(vide)	unité	1	0,7	0,7	0,7
		hectare	1	495,0	495,0	495,0
	Genoxone zxf	hectare	1	407,8	407,8	407,8
taille	tracteur et sécateur électrique	heure	1	35,0	35,0	35,0
	défourchage	unité	1	2,4	2,4	2,4
labour profond	charrue crabe	heure	1	50,0	50,0	50,0
dégagement manuel	(vide)	heure	2	41,7	43,3	45,0
		hectare	13	137,0	394,8	600,0
		forfait	1	1140,0	1140,0	1140,0
		jour	8	184,0	286,8	350,0
	débroussailleuse	hectare	1	280,0	280,0	280,0
		jour	3	270,0	280,0	295,0
broyage en bandes	sarclage mécanique en interlignes	hectare	1	160,0	160,0	160,0
maitrise d'oeuvre	(vide)	unité	5	43,0	769,2	2390,6
		forfait	3	50,0	70,0	110,0
achat produit chimique	Genoxone zxf	hectare	1	250,5	250,5	250,5
dessouchage	(vide)	hectare	1	656,3	656,3	656,3
dégagement	(vide)	jour	3	250,0	250,0	250,0
		sélectif sur ligne	hectare	1	70,0	70,0

Le broyage dans les interlignes et les dégagements manuels sont les techniques les plus répandues pour les entretiens, elles sont cumulatives en matière de coûts.