



Instaurer un retour d'expérience du renouvellement par régénération artificielle

*Diagnostic du besoin, création du projet, suivi des travaux
et acquisition de la régénération*

Mémoire de 3^{ème} année du cursus d'ingénieur AgroParisTech

Domaine 1 : Productions, filières, territoires pour le développement durable

Dominante : Ressources Forestières et Filière bois

Samuel SÉNÉCAL

Lieu : Agence territoriale Île-de-France Est de l'Office National des Forêts au 217bis rue Grande
77300 FONTAINEBLEAU

Maitre d'apprentissage : Matthieu AUGERY, Responsable du service forêt de l'agence territoriale
Île-de-France Est de l'Office National des Forêts

Enseignant référent : Philippe DURAND, Enseignant-chercheur AgroParisTech Nancy

Apprentissage effectué du 01/09/2018 au 02/10/2020

Année universitaire 2019-2020

Sources des photographies de gauche à droite :

Samuel Sénécal – Été 2020 – Forêt domaniale des Trois-Pignons, plantation en plein de Pin sylvestre

Samuel Sénécal – Été 2020 – Forêt domaniale de Fontainebleau plantation par placeaux de Chêne sessile, tubes photodégradables

Samuel Sénécal – Été 2020 – Forêt domaniale de Fontainebleau plantation par placeaux, potets mécaniques

Instaurer un retour d'expérience du renouvellement par régénération artificielle

Diagnostic du besoin, création du projet, suivi des travaux et acquisition de la régénération

Mémoire de 3ème année du cursus d'ingénieur AgroParisTech

Domaine 1 : Productions, filières, territoires pour le développement durable

Dominante : Ressources Forestières et Filière bois

Samuel Sénécal

Année universitaire 2019-2020

Résumé

Ce mémoire analysera les pratiques de l'agence territoriale Île-de-France Est de l'Office National des Forêts en matière de régénération artificielle et présentera les outils développés afin d'améliorer le processus existant pour permettre un retour d'expérience. Pour évaluer le processus actuel, ce travail s'appuie sur une revue de la littérature, des entretiens semi-directifs ciblés, et sur l'étude de l'historique de parcelles sélectionnées. Le travail suit le cheminement classique d'un chantier de régénération : déterminer un besoin en régénération artificielle, établir un projet de régénération, suivre les travaux et diagnostiquer la réussite de la régénération. Il sera mis en évidence la difficulté pour établir un retour d'expérience avec le processus actuel, notamment à cause d'une perte d'information des travaux menés sur les parcelles. L'enjeu central du retour d'expérience étant la préservation et l'uniformisation des informations, les outils développés s'attacheront à ce but. Les outils développés permettront l'édition automatique de bilans et d'analyses illustrées, consultables par tous sur un réseau partagé et proposera une aide à la décision. Les données issues des outils pourront donner lieu à des macroanalyses des pratiques, des techniques et des coûts, par exemple sous forme d'analyse des correspondances multiples.

Summary

This dissertation will analyze the practices of the Île-de-France eastern territorial agency of the Office National des Forêts in matters of artificial regeneration and will present the tools developed to improve the existing process to allow for feedback. To assess the current process, this work is based on a review of the literature, targeted semi-structured interviews, and a study of the history of selected plots. The work follows the classic path of a regeneration site: determining a need for artificial regeneration, establishing a regeneration project, monitoring the work and diagnosing the success of the regeneration. The difficulty in establishing feedback with the current process will be highlighted, in particular due to a loss of information from the work carried out on the plots. The central issue of experience feedback being the preservation and standardization of information, the tools developed will focus on this goal. The tools developed will allow the automatic editing of reports and illustrated analysis, which can be viewed by everyone on a shared network and will provide decision support. The data from the tools may give rise to macroanalysis of practices, techniques and costs, for example in the form of multiple correspondence analysis.

Remerciements

Je tiens à remercier l'ensemble du personnel de l'Office National des Forêt qui a contribué directement ou indirectement à mon travail, à celles et ceux qui m'ont permis de découvrir les forêts de l'agence territoriale Île-de-France Est, de participer aux martelages, de faire des sorties de terrain aux thématiques variées, d'appréhender le fonctionnement de l'Office pendant mes deux années d'apprentissage. Ils me permettent de démarrer ma vie professionnelle avec beaucoup de sérénité.

Un remerciement tout particulier à Mathieu Augery, Élise Avenas, Charlotte Bouchaud et Emeric Dioudonnat qui ont encadré mon apprentissage, m'ont orienté, aidé et conseillé, ainsi qu'à l'ensemble du service Forêt de Fontainebleau au sein duquel j'ai été très bien accueilli.

Remerciement sincère à l'ensemble des techniciens forestiers, à leurs responsables d'unités territoriales, aux personnels de la direction territoriale Seine-Nord et aux autres, qui ont pris de leur temps précieux, pour répondre à mes sollicitations pour évaluer et optimiser le processus de renouvellement par régénération artificielle.

Enfin un remerciement nancéen et spinalien à l'ensemble des promotions RFF 2020, FIF 28, ENSTIB 2019 et des enseignants d'AgroParisTech Nancy, particulièrement Philippe Durand, Holger Wernsdörfer, Jonathan Lenglet, Marieke Blondet et Yves Ehrhart, qui m'ont permis de vivre une année riche sur le plan professionnel et personnel en m'accompagnant de près comme de loin.

Table des matières

Table des figures.....	8
Glossaire	9
Avant-propos	10
Introduction.....	10
1 Contexte et enjeux	11
1.1 Contexte local de l'agence territoriale Île-de-France Est	11
1.2 Renouvellement des forêts et évaluation des performances	11
2 Matériel et méthodes.....	13
2.1 Revue de littérature.....	13
2.2 Des entretiens semi-directifs ciblés.....	13
2.3 Étude ciblée de l'historique de parcelles sélectionnées	13
2.3.1 Les états préparatoires aux sommiers	13
2.3.2 Les sommiers	14
2.3.3 Les demandes d'achats (DA).....	14
2.4 Le choix du support des outils développés	14
2.4.1 Choix du langage en Visual Basic for Applications (VBA)	14
2.4.2 Le choix entre Excel et Access	14
3 Constat et état des lieux du processus actuel de régénération artificielle	14
3.1 Déterminer un besoin en régénération artificielle.....	15
3.1.1 Guides de sylviculture et mémento pratique.....	15
3.1.2 Processus actuel de diagnostic des besoins en travaux pour la régénération.....	15
3.2 Établir un projet de régénération.....	16
3.3 Suivi des travaux des chantiers de régénération : continuité et préservation des informations ...	16
3.3.1 Constat et situation actuelle.....	16
3.3.2 Macroanalyse descriptive des travaux de régénération	17
3.4 Diagnostic de la réussite des chantiers de régénération	23
3.5 Les forces, les faiblesses, les opportunités et les menaces du processus actuel.....	24
4 Nouveau processus et outils développés	25
4.1 Déterminer un besoin en régénération artificielle.....	25
4.2 Une application pour la régénération artificielle : projet & suivi & diagnostic.....	25
4.2.1 Création d'un dossier commun de la zone à régénérer.....	26
4.2.2 Établir un projet de régénération	27
4.2.3 Suivi des travaux des chantiers de régénération : continuité et préservation des informations	36
4.2.4 Diagnostic de la réussite des chantiers de régénération	37
5 Mise en place d'un retour d'expérience et déploiement des outils	39
5.1 Première étape du retour d'expérience.....	39

5.2	S'approprier et déployer les outils	39
6	Conclusion – Perspectives	40
7	Bibliographie.....	42
8	Annexes	45
Annexe 1:	Listes des contacts.....	45
Annexe 2:	Extrait du mémento sylvicole - Travaux - Futaie irrégulière des chênaies d'Île-de-France.	46
Annexe 3:	Exemple de fiche de diagnostic automatique des besoins en travaux	48
Annexe 4:	Exemple de bilan automatique de projet de régénération artificielle	49
Annexe 5:	Tableaux de l'évolution des articles sur l'agence Île-de-France Est	51
Annexe 6:	Répartition annuelle des travaux liés à la régénération artificielle.....	55
Annexe 7:	Exemple de bilan automatique de suivi des travaux de régénération artificielle	56
Annexe 8:	Protocole d'échantillonnage des taux de reprise sur l'agence Île-de-France Est.....	59
Annexe 9:	Exemple de bilan automatique d'analyse de diagnostic de réussite de plantation.....	63
Annexe 10:	Schéma du processus et des connexions des outils de régénération artificielle	66

Table des figures

Figure 1: Liste hiérarchisée de critères, pour l'évaluation des performances multiples des itinéraires de plantation (Collet et al. 2018).....	12
Figure 2: Répartition moyenne des coûts de travaux liés à la régénération artificielle entre 2012 et 2019 sur l'agence Île-de-France Est.....	17
Figure 3: Répartition des coûts des travaux préalables au sol sur l'agence Île-de-France Est par année.....	18
Figure 4: Répartition des coûts des travaux préalables sur la végétation sur l'agence Île-de-France Est par année.....	19
Figure 5: Répartition annuelle des essences plantées par nombre de plants sur l'agence Île-de-France Est	20
Figure 6: Limites départementales de la zone d'application du guide des chênaies continentales.....	20
Figure 7: Répartition des dépenses pour la mise en place des plants de l'agence Île-de-France Est.....	21
Figure 8: Répartition annuelle des coûts liés à la protection contre le gibier sur l'agence Île-de-France Est	22
Figure 9: Diagramme SWOT du processus de régénération artificielle sur l'agence territoriale Île-de-France Est.....	24
Figure 10: Sélection de la zone et création du dossier.....	26
Figure 11: Informations sur la zone à régénérer.....	26
Figure 12: Schéma du processus de l'outil « Fiche projet de régénération ».....	27
Figure 13: Choix du type de régénération artificielle.....	28
Figure 14: Configuration de la plantation en plein.....	28
Figure 15: Outil d'aide au calcul de la surface à planter.....	29
Figure 16: Schéma automatique d'implantation et de détail.....	29
Figure 17: Configuration de la plantation par plateau.....	30
Figure 18: Projet de régénération par semis artificiels.....	31
Figure 19: Travaux préalables sur la végétation.....	31
Figure 20: Aide à la décision pour la préparation du terrain.....	32
Figure 21: Choix des plants et des semis.....	33
Figure 22: Aide à la décision sur le type de plants et sur leur mise en place.....	33
Figure 23: Protections contre le gibier.....	34
Figure 24: Aide à la décision pour la protection des plants contre le gibier.....	34
Figure 25: Fenêtre finale de la création de projet.....	35
Figure 26: Fenêtre de suivi des travaux.....	36
Figure 27: Exemple de répartition des types de travaux réalisés annuellement - Outil suivi.....	37
Figure 28: Fenêtre des données des diagnostics de plantation et des regarnis.....	38
Figure 29: Exemple du graphique automatique des taux de reprise et de regarnis et de densité – Outil analyse de diagnostic de réussite de plantation.....	38
Figure 30: Synthèse comparative des processus de régénération artificielle sur l'agence territoriale Île-de-France Est.....	41

Glossaire

Canopée : Outil permettant de consulter, de produire, et d'imprimer de l'information géographique à partir d'un ordinateur.

DEPEFEU : DEPErissage d'essences FEUillues. Méthode d'évaluation de l'aspect du houppier des essences feuillues développée par le Département Santé des Forêts. Cette méthode permet de calculer a posteriori un indice de dépérissement à partir de 9 critères d'évaluation.

Enrichissement : Plantation réalisée à faible densité ou avec un faible nombre de plants forestiers en vue d'améliorer la valeur ou la diversité d'un peuplement forestier existant.

Équilibre sylvo-cynégetique : voir équilibre forêt-gibier.

Équilibre forêt-gibier : Bonne adéquation entre les populations de grands animaux herbivores vivant en forêt (cerfs, chevreuils, sangliers, chamois...) et le milieu forestier qui les abrite. Pour le sylviculteur, cet équilibre est généralement considéré comme atteint lorsque la régénération naturelle peut se faire normalement sans protection et sans porter atteinte à la capacité de perpétuation de ces populations.

Futaie irrégulière : La futaie irrégulière se définit à trois niveaux :

- a) structure dont la distribution des diamètres ne correspond pas à une courbe en cloche (unimodale). Elle se caractérise par une grande dispersion des diamètres.
- b) peuplement forestier de structure irrégulière constitué de tiges de plusieurs catégories de grosseur réparties pied à pied ou par bouquets.
- c) mode de traitement cherchant à valoriser dans un peuplement les arbres des différentes catégories de grosseur et pouvant conduire à son renouvellement partiel.

Géorelevé : Outil mobile de géolocalisation et visualisation de cartographie sur le TDS et le MDS

Hydromorphie : Ensemble de caractères morphologiques présentés par un horizon ou un sol évoluant en conditions réductrices (souvent dues à un engorgement par l'eau) de façon périodique ou permanente.

ITTS : Itinéraires Techniques de Travaux Sylvicoles

MDS : Mobile De Saisie

Mise en jauge : Mise en place des plants dans une tranchée temporaire afin de limiter leur stress jusqu'à leur mise en place définitive. La jauge doit être légèrement plus profonde que la longueur des racines, et située à l'ombre.

Nettoiemnt : Intervention relevant des travaux sylvicoles, ayant pour but de doser le mélange des essences dans des jeunes peuplements forestiers de hauteur supérieure à 3 mètres, complétée par des opérations sanitaires et d'enlèvement de tiges mal conformées.

PDF : Portable Document Format, format de document permettant de préserver la mise en page telle qu'elle a été définie, puis de le visualiser et de l'imprimer.

Placeau : Surface de très faible étendue, préparée en vue d'un ensemencement ou d'une plantation.

TECK ou TECK-SEQUOIA: Application qui couvre la programmation, les devis, les achats, la planification des travaux et des études, ainsi que le suivi de la réalisation.

TDS : Terminal De Saisie

Visual Basic for Applications (VBA) : Implémentation de Microsoft Visual Basic qui est intégrée dans toutes les applications de Microsoft Office permettant le développement d'applications, d'interfaces et d'accès aux bases de données.

Avant-propos

Ce mémoire rend compte du travail effectué dans le cadre de la seconde année d'apprentissage au sein du service forêt de l'agence territoriale Île-de-France Est de l'Office National des Forêts. Il s'inscrit dans l'évaluation des connaissances et des compétences nécessaires pour l'obtention du diplôme d'ingénieur AgroParisTech, de la dominante Ressources Forestières et Filière bois (RFF), du domaine 1 : productions, filières, territoires pour le développement durable.

Introduction

Le renouvellement des forêts constitue la priorité du forestier dans sa gestion durable. Le changement climatique, les dépérissements majeurs et le déséquilibre forêt/gibier fragilisent les forêts et rendent de plus en plus difficile le renouvellement par régénération naturelle, méthode usuellement privilégiée. Le renouvellement par régénération artificielle permet de répondre à différents enjeux : migration assistée, remplacement d'essences, enrichissement, qualité des bois... Mais il apporte aussi de nombreux questionnements sur les techniques de préparation du sol, de traitement de la végétation concurrente, du choix des plants et des graines, de leur mise en place et leur protection contre le gibier. Et bien entendu, sur son coût dans un contexte budgétaire contraignant. C'est pour cela que le renouvellement par régénération artificielle doit bénéficier d'un retour d'expérience des techniques et des coûts.

Problématique : Comment établir un retour d'expérience du renouvellement par régénération artificielle pour permettre des analyses techniques et économiques et aider les gestionnaires dans leurs décisions en améliorant le processus actuel ?

Dans cette optique de retour d'expérience et d'échanges techniques entre les équipes de l'agence territoriale Île-de-France Est de l'Office National des Forêts, le processus actuel de renouvellement par régénération artificielle a été évalué. Il s'agit d'effectuer une revue bibliographique, de mener des entretiens semis-directif, et d'étudier l'historique de certaines parcelles. L'évaluation du processus suit le cheminement classique d'une régénération artificielle, en commençant par déterminer un besoin en régénération, là où la régénération naturelle fait défaut. Il se poursuit par l'établissement d'un projet de régénération artificielle, en prévoyant les travaux préalables, les plants et graines, leur mise en place, les protections contre le gibier, la configuration de la plantation avec un schéma d'implantation. Vient ensuite la mise en place du suivi des travaux sur la zone à régénérer, en collectant les informations pour constituer un historique. Et enfin il se termine par le diagnostic de la réussite de la plantation et l'acquisition de la régénération avec les taux de reprise et la densité.

En parallèle de l'évaluation du processus actuel, ce travail propose des outils informatiques permettant d'uniformiser et de préserver les informations des chantiers de renouvellement par régénération artificielle. Ces outils devront permettre d'analyser automatiquement les données et d'éditer des bilans synthétiques pour animer le retour d'expérience.

1 Contexte et enjeux

1.1 Contexte local de l'agence territoriale Île-de-France Est

L'agence territoriale de l'Office National des Forêt de l'Île-de-France Est mène chaque année des opérations de régénération artificielle dans des situations variées. Ce renouvellement artificiel peut être réalisé dans un but de transformation d'essence, d'échec de régénération naturelle ou encore dans le cadre d'enrichissement. Désormais, plusieurs enjeux majeurs doivent être intégrés dans les choix techniques, économiques et environnementaux.

Contrainte économique

L'établissement fait face à des restrictions budgétaires importantes depuis plusieurs années. Les opérations de régénération artificielle doivent donc être envisagées dans cette optique de budgets contraints. Au-delà de la mise en place de la régénération artificielle, une attention particulière doit être portée sur la phase d'entretien des plants pour laquelle les moyens budgétaires sont souvent les plus contraints.

Changement de traitement sylvicole

L'ensemble des forêts domaniales de l'agence a bénéficié depuis 3 ans d'un changement quasi-généralisé de traitement sylvicole, la futaie irrégulière devenant majoritaire. Des plantations en plein continueront d'être réalisées, cependant, l'abandon des ouvertures de régénération va aboutir à une augmentation des plantations sous couvert pour lesquelles il y a un manque de recul.

Dépérissements et changement climatique

Comme une part importante de la forêt française, les massifs forestiers de l'agence territoriale Île-de-France Est sont touchés depuis plusieurs années par des dépérissements d'ampleur croissante favorisés par le changement climatique en cours (Venetier 2012) : chêne sur Fontainebleau, hêtre, pin sylvestre, frêne, châtaignier (Département de la santé des forêts 2017). Le renouvellement des forêts doit tenir compte de ce facteur. Outre le choix des essences à implanter, objet de nombreuses expérimentations actuellement sur l'ensemble du territoire, les itinéraires de régénération artificielle doivent être adaptés pour limiter l'impact des phénomènes climatiques extrêmes.

1.2 Renouvellement des forêts et évaluation des performances

Le renouvellement des forêts est une des clés du développement durable des forêts, pour assurer leur pérennité. Conformément au code forestier (*Code forestier / Legifrance 2020*), le mode de renouvellement prioritairement recherché est la régénération naturelle. Néanmoins, la régénération artificielle doit être envisagée dans les zones où le renouvellement est jugé utile. Ces deux modes de renouvellement offrent donc une large palette de solutions techniques aux gestionnaires. Les gestionnaires ne sont pas les seuls acteurs des forêts et donc le renouvellement de celles-ci doit intégrer les attentes des différents acteurs impliqués (Collet et al. 2018). Les solutions permettant le renouvellement forestier ne sont pas uniques et dépendent directement de la vision des acteurs (Wang 2002). Ainsi, il s'agit plutôt de la recherche de compromis entre plusieurs options possibles (DeFries, Nagendra 2017).

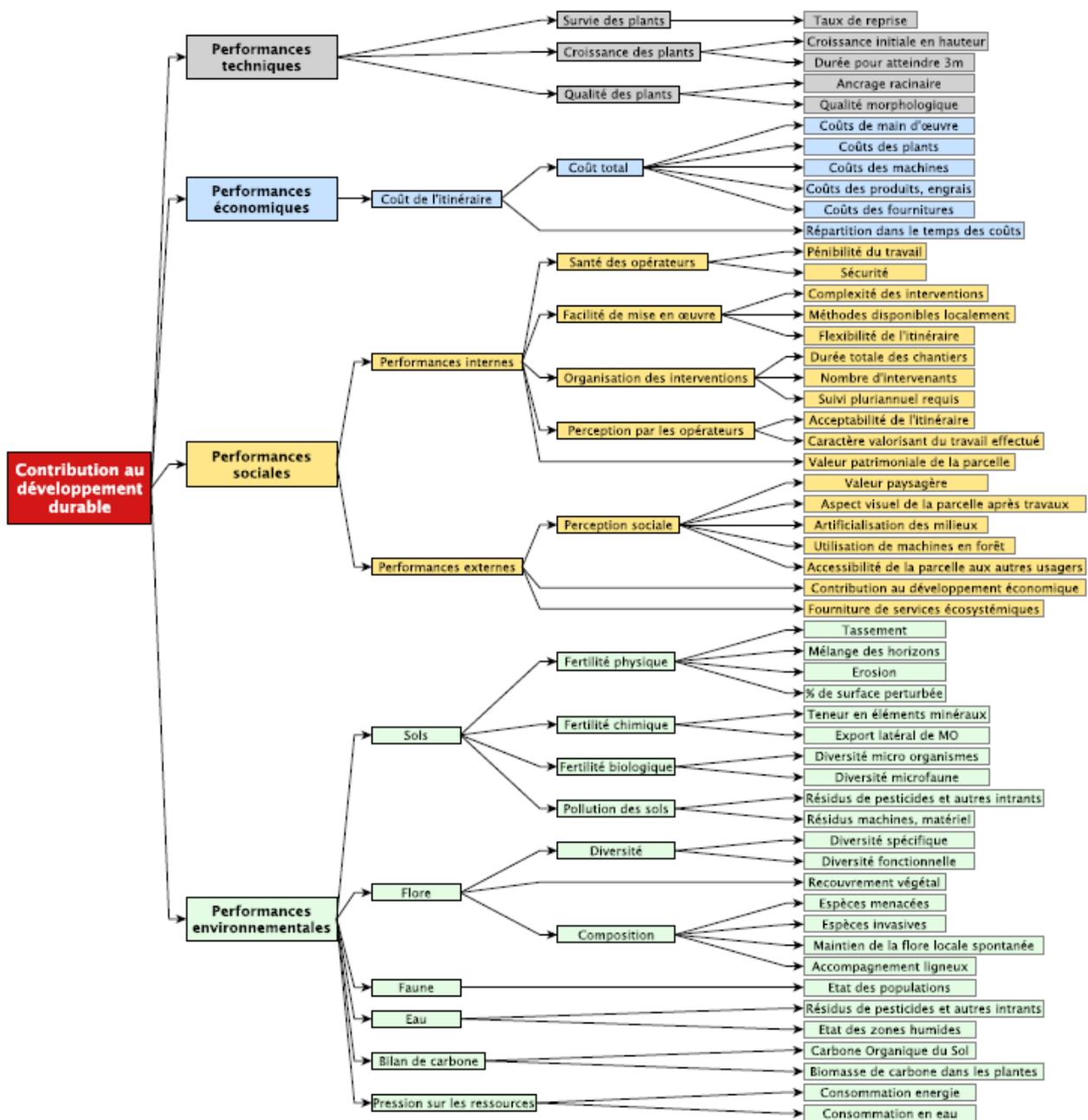


Figure 1: Liste hiérarchisée de critères, pour l'évaluation des performances multiples des itinéraires de plantation (Collet et al. 2018)

Pour aider les gestionnaires dans leur prise de décision, différents outils existent, notamment les méthodes d'Évaluation Multi Critère (EMC). Cette évaluation permet de prendre en considération les différents points de vue exprimés, en se basant sur un jeu de critères pour évaluer la performance des itinéraires de plantation (Collet et al. 2018) [FIGURE 1].

Bien plus que de permettre une analyse des performances techniques et économiques, l'évaluation des itinéraires de plantation est essentielle pour l'ensemble des acteurs de la forêt, dans une optique de développement durable. Le gestionnaire doit donc se munir d'un outil évolutif et adaptatif, permettant une aide à la décision et un retour d'expérience de ces chantiers de renouvellement pour faciliter la diffusion de l'innovation (Collet et al. 2016; Petit A., Blondet M., Collet C. 2017) et répondre aux enjeux majeurs auxquels il fait face.

2 Matériel et méthodes

2.1 Revue de littérature

En premier lieu, un travail d'analyse bibliographique et de veille technologique a permis de déterminer les enjeux variés de la régénération artificielle, et de se familiariser avec les termes et les techniques. La recherche bibliographique était ciblée par thème afin de balayer l'ensemble du sujet : graines et matériels forestiers de reproduction, travail du terrain (sol et végétation), protections contre le gibier, adaptation au changement climatique, calcul économique des itinéraires de plantation... Cette recherche bibliographique visait à la fois de la documentation technique (CRPF, ONF...), des articles scientifiques, des rapports de projets ou des supports de présentation.

2.2 Des entretiens semi-directifs ciblés

Afin de décrire le processus standard d'un chantier de renouvellement artificiel sur l'agence Île-de-France Est, des entretiens semi-directifs ciblés ont été menés. Ces entretiens permettent une grande liberté d'échange et une approche large du sujet. Ils permettent aussi d'interroger des personnes qui ont d'importantes connaissances sur des thématiques précises, en leur laissant tout le temps de donner des explications en interagissant avec eux. Ces entretiens ne visent pas à réaliser une étude statistique mais à décrire et à évaluer la performance du processus actuel pour l'optimiser.

Pour traiter l'ensemble du processus, les entretiens ont ciblé des thématiques calquées sur la chronologie d'une régénération artificielle :

- Diagnostiquer un besoin en régénération artificielle
- Concevoir un projet de régénération artificielle
- Mettre en œuvre et suivre les travaux de régénération artificielle
- Établir un retour d'expérience

Les participants sélectionnés interviennent soit sur une partie soit sur la totalité du processus. S'agissant essentiellement d'évaluer et d'optimiser un processus interne, les participants sont quasi-exclusivement des salariés de l'Office National des Forêts : direction territoriale, service forêt (agence) ou unité territoriale [ANNEXE 1:LISTES DES CONTACTS].

2.3 Étude ciblée de l'historique de parcelles sélectionnées

Afin d'illustrer et d'évaluer le processus standard d'un chantier de renouvellement artificiel sur l'agence Île-de-France Est, des parcelles ont été sélectionnées sur les quatre unités territoriales ; Brie Boisée Sénart, Val de Seine, Fontainebleau Nord et Fontainebleau Est. L'historique de ces parcelles a été reconstitué à partir des états préparatoires aux sommiers, des sommiers et des demandes d'achats. Pour étudier le plus de situations diverses, les différentes techniques de régénération artificielle sont représentées : plantations en plein, par placeaux ou par semis artificiel. Il en est de même pour la préparation du terrain et les protections contre le gibier. De plus, les régénérations artificielles sont à la fois résineuses et feuillues. Afin d'avoir suffisamment de recul et de traiter tous les types de travaux, les parcelles sélectionnées sont donc entrées en régénération artificielle entre 2003 et 2005, correspondant aux années disponibles, les plus anciennes, pour les états préparatoires aux sommiers

2.3.1 Les états préparatoires aux sommiers

Les états préparatoires aux sommiers sont des documents édités annuellement pour chacune des unités territoriales, recensant les travaux d'une forêt (Fiche A50i – A50j et A50g) à partir des commandes qui y ont été passées (sur DTF d'abord puis TECK). Ces documents doivent aider les techniciens à remplir annuellement les sommiers. On y retrouve la localisation, un code tâche, un descriptif, une quantité, un prix unitaire, un prix total, une période de réalisation (mois) et une observation. Les états préparatoires les plus anciens sont ceux datant de 2003. Un recul de 17ans permet d'atteindre le dégagement ou même le nettoyage des parcelles ciblées.

2.3.2 Les sommiers

Les sommiers sont renseignés par les techniciens forestiers territoriaux (TFT). Ils consignent l'ensemble des informations des triages dans ce document, permettant de retracer le vécu de chaque parcelle. Les travaux, les coupes, les aléas... y sont indiqués, avec parfois des schémas ou des cartes pour localiser plus précisément les événements. Plus qu'un « journal de gestion », ce document constitue le principal outil de continuité des informations des triages, entre les techniciens pouvant se succéder. Les sommiers sont normalement le premier outil permettant d'étudier l'historique d'une parcelle et d'en suivre les travaux.

2.3.3 Les demandes d'achats (DA)

A partir de 2012, l'Office National des Forêts change de logiciel de gestion pour passer les commandes des travaux : TECK. Ce logiciel permet de suivre la validation des commandes et la livraison des chantiers. Des extractions des demandes d'achats de ce logiciel peuvent être réalisées, on y retrouve alors les mêmes informations que dans les états préparatoires aux sommiers. Notamment : un code article, une localisation, un prix unitaire, une quantité (commandée et validée), un prix et des observations. Les demandes d'achats constituent aussi une source d'information importante pour retracer l'historique des parcelles.

2.4 Le choix du support des outils développés

2.4.1 Choix du langage en Visual Basic for Applications (VBA)

Le langage Visual Basic for Applications est intégré dans toutes les applications de Microsoft Office et permet d'étendre les capacités du Pack Office (Excel, Word, Powerpoint, Outlook...). Il permet de créer simplement des programmes informatiques pour automatiser des actions répétitives ou d'effectuer rapidement un nombre important d'opérations. Il inclut la possibilité de manipuler des interfaces utilisateurs (comme les menus) et de personnaliser des boîtes de dialogues et des formulaires utilisateurs. Son fonctionnement est riche et flexible mais nécessite d'être lié à un support du Pack Office : il ne permettra pas de créer un fichier exécutable indépendant. Tous les ordinateurs de l'agence sont équipés du Pack Office, et peuvent donc ouvrir et utiliser des applications codées en Visual Basic for Applications, c'est pourquoi ce langage a été choisi.

2.4.2 Le choix entre Excel et Access

Access et Excel possèdent de nombreuses similitudes, il fallait donc décider quel programme utiliser. Tous deux permettent de stocker une grande quantité de données, d'exécuter des formules, des calculs complexes et d'analyser ces données. Access permet de gérer une grande quantité de données de façon sécurisée et organisée avec plusieurs utilisateurs simultanés. Les données sont plus structurées entre elles : il est possible de spécifier comment les données dans une table sont liées aux données dans les autres tables. Excel peut aussi stocker des grandes quantités de données dans les feuilles des classeurs. Cependant, Excel est optimisé pour le calcul et pour l'analyse des données : tableaux croisés dynamiques, calcul de formules complexes, présentation des données sous formes de graphiques...

Le choix s'est donc porté sur Excel afin de permettre la présentation claire de résultats et l'analyse des données. Excel est aussi un logiciel dont la maîtrise est davantage répandue qu'Access. Ce choix n'exclut pas la possibilité d'une utilisation conjointe d'Access et d'Excel par la suite ; il sera possible par exemple d'importer et d'exporter des données vers une base Access.

3 Constat et état des lieux du processus actuel de régénération artificielle

Les étapes de descriptions et de constats du processus actuel de régénération artificielle de l'agence territoriale Île-de-France Est reprendront le cheminement classique d'une régénération artificielle : déterminer un besoin en régénération artificielle, concevoir le projet de régénération artificielle, mettre en œuvre et suivre les travaux, diagnostiquer la réussite de la régénération.

3.1 Déterminer un besoin en régénération artificielle

3.1.1 Guides de sylviculture et mémento pratique

Le mémento pratique des itinéraires techniques des travaux sylvicoles (ITTS) de la futaie irrégulière des chênaies d'Île-De-France (OFFICE NATIONAL DES FORÊTS, Thierry Sardin 2019), cible des indicateurs pour déterminer un besoin en renouvellement et déclencher un chantier de régénération artificielle. Conformément au code forestier (*Code forestier | Legifrance 2020 - LIVRE 1er - TITRE II - Chapitre IV: Gestion durable - Section 3: Reconstitution après coupe - Article L124-6*), le mode de renouvellement prioritairement recherché est toujours la régénération naturelle. Néanmoins, le recours à des compléments par régénération artificielle doit être envisagé sur les zones où le renouvellement est jugé utile. Le mémento définit trois circonstances dans lesquelles planter :

- En cas d'**absence de régénération et de semenciers** sur des plages d'au moins 25 ares dans une station à bon potentiel de production correspondant aux niveaux de fertilité 1 et 2 des chênes (dans la plupart des cas en contexte stationnel de la chênaie acidophile, de la chênaie-hêtraie, de la chênaie charmaie)
- Dans des **contextes de dépérissement** où les chênes ont moins du ¼ de leur houppier fonctionnel (note DEPEFEU¹3 et +)(Ministère de l'agriculture et de l'alimentation 2018)
- En cas de **blocage de la régénération** du chêne sur une part importante de la surface à renouveler dans la parcelle (présence de bois mûrs, absence de tiges d'avenir) causé par :
 - Un renouvellement dynamique d'une essence d'accompagnement (fourré ou gaulis de charme, de tremble, de tilleul... abondance de *Prunus serotina*)
 - Le renouvellement dynamique et non souhaité de l'érable ou du frêne (fourré, gaulis)
 - Un tapis de graminée
 - Un déséquilibre cervidés / forêt

Ce mémento présente dans une annexe un diagnostic du niveau de renouvellement et des besoins éventuels en travaux [ANNEXE 2: EXTRAIT DU MEMENTO SYLVICOLE - TRAVAUX - FUTAIE IRRÉGULIÈRE DES CHENAIES D'ÎLE DE FRANCE]. Cette annexe ne constitue pas un véritable protocole applicable au terrain mais permet de cibler des indicateurs pour établir une analyse du besoin en travaux. D'ailleurs cette annexe se termine par la phrase suivante : « *Ce diagnostic fera l'objet d'un outil portable indépendant, ou via Géorelevé²* ». La lacune réside, surtout ici, dans le manque d'un protocole de terrain bien défini, d'une application type Géorelevé et d'un outil pour analyser les données du terrain.

3.1.2 Processus actuel de diagnostic des besoins en travaux pour la régénération

Chaque année, les techniciens forestiers territoriaux proposent des zones à régénérer selon les besoins de leur triage. Ces propositions peuvent se baser sur un diagnostic de la parcelle réalisé par le technicien pour déterminer un besoin en renouvellement ou alors elles peuvent se baser sur « un dire d'expert ». L'ensemble des techniciens ont suivi les formations sur « Le martelage en futaie irrégulière » et sur « Les travaux sylvicoles en futaie irrégulière » dès que la décision d'une transition vers la futaie irrégulière a été prise en 2017. Durant ces formations, les enjeux de qualité et de renouvellement des peuplements sont centraux. Mais ce qui anime le plus les échanges techniques est l'exercice complexe de régénération naturelle. Les paramètres qui pilotent cette régénération sont multiples : des semenciers qui fructifient abondamment, un dosage suffisant de lumière, un contrôle de la végétation concurrente, un sol propre, un équilibre sylvo-cynégétique... Les paramètres biotiques et abiotiques compliquent la tâche du forestier. Ces formations sont aussi l'occasion d'aborder la régénération artificielle dans un contexte de futaie irrégulière. Cette régénération est alors plus diffuse, et nécessite une connaissance précise de la parcelle pour localiser les besoins. Elle est souvent assimilée à de l'enrichissement car la régénération naturelle côtoie une régénération artificielle. Malgré ces formations, les techniciens ne possédaient pas d'outil permettant de diagnostiquer les besoins en travaux pour la régénération naturelle et artificielle.

¹ Protocole de surveillance des dépérissements en forêts

² Application portable permettant la création de données avec localisation GPS

3.2 Établir un projet de régénération

Chaque année, lorsque les techniciens forestiers territoriaux proposent des zones à régénérer selon les besoins de leur triage, une tournée de terrain des projets de plantations est organisée. Elle permet au service forêt de prioriser et de préciser les chantiers de régénération artificielle. Durant les visites des zones à régénérer, des descriptions du contexte forestier et stationnel sont effectuées : sondages pédologiques, pertinences des essences, travaux préalables du sol, travaux préalables sur la végétation, équilibre sylvo-cynégétique... Un compte-rendu de cette tournée est réalisé, précisant les décisions techniques et économique ainsi que les échéances de mise en œuvre. À ce stade du projet, les modalités d'implantation de la régénération ne sont pas abouties : il n'y a pas de schéma de plantation ni de positionnement déterminé des placeaux. La quantité de plants ou de graines ou leurs provenances ne sont donc pas encore fixées précisément. C'est au moment du passage de la commande sur TECK que ces informations doivent être renseignées : schéma de plantation, densité, entraxes, recul... Cependant les informations des schémas de plantation ou de la configuration des placeaux ne sont pas formalisées ; il pourra s'agir d'un texte descriptif, d'un schéma à main levée ou d'une carte réalisée sur Canopée.

La précision des propositions de projet de régénération artificielle est alors très inégale, et il est parfois difficile pour le service forêt d'arbitrer. De plus, l'absence de formalisations claires complexifie les demandes d'achats (nombre de plants, de protections...) et la mise en œuvre des chantiers (schéma d'implantation, surface travaillée...). Enfin, les réflexions menées lors des tournées terrain et les choix techniques et économiques n'apparaissent pas dans les sommiers. Les informations qui ont permis de façonner le projet sont déconnectées de la réalisation des travaux. Il apparaît alors le besoin de formaliser les projets de régénération artificielle et de proposer une aide à la décision pour affiner techniquement les propositions. Cette formalisation devra permettre de retracer la réflexion technique et économique pour alimenter le retour d'expérience.

3.3 Suivi des travaux des chantiers de régénération : continuité et préservation des informations

3.3.1 Constat et situation actuelle

Les entretiens et l'étude ciblée de parcelles ont mis en avant une lacune du système actuel pour la continuité et la préservation des informations des chantiers de régénération artificielle. Historiquement, les sommiers sont des documents papiers, souvent entreposés chez le technicien ou à l'unité territoriale. A l'ère du tout numérique, une volonté très forte est apparue il y a quelques années pour une numérisation des sommiers. Petit à petit, les sommiers papiers sont moins amendés, et les informations se dispersent numériquement à travers l'ensemble des logiciels et applications existantes. Malheureusement, à ce jour, l'Office National des Forêts ne possède pas de plateforme ou d'outil numérique développé au niveau national permettant de substituer les sommiers papiers. La promesse du tout numérique semble donc avoir éclipsée la rigueur du forestier dans la tenue de ses sommiers. Pour les états préparatoires aux sommiers, les sommiers et les demandes d'achats, la localisation est parfois approximative. Certaines années les données sont compilées à l'échelle du massif, ou par paquet de plusieurs parcelles, et il y a rarement l'unité de gestion. Les codes tâches ne permettent pas toujours de déterminer quels sont les travaux effectués ou le contenu des commandes : par exemple le code RPFPA désigne la fourniture de plants mais sans préciser l'essence. Des précisions peuvent parfois être trouvées dans la colonne observation, mais elles sont inégales et aléatoires. Enfin, seuls les états préparatoires les plus récents et les demandes d'achats sont disponibles au format numérique, et donc facilement et rapidement analysables par ordinateur. Pour retrouver le parcours d'une parcelle, la lecture des états préparatoires et des sommiers papiers est donc fastidieuse et chronophage. Pour préciser certains travaux, il faut chercher les informations dans les archives papiers des factures passées.

Ainsi il a été très complexe de retracer l'historique des parcelles ciblées. Dans de nombreux cas, les informations des états préparatoires aux sommiers, des sommiers et des demandes d'achats ne suffisaient pas. C'est par les échanges avec les techniciens qu'il y avait des compléments d'informations et des ajouts des travaux manquants. Cependant, si le technicien est arrivé récemment sur son poste, il est nettement plus compliqué pour lui, voire impossible, d'avoir ces informations. La perte et l'imprécision des informations constituent des contraintes majeures pour la gestion durable et pour le retour d'expérience.

Des initiatives se développent à l'échelle des agences pour pallier numériquement cet enjeu. C'est le cas à l'agence territoriale Île-de-France Ouest, où un outil a été développé au sein du service forêt pour recueillir toutes les informations des forêts, des parcelles et des unités de gestion (UG). On y retrouve les données des aménagements, des travaux, des coupes et états d'assiette. Cela permet par exemple au service Forêt d'arbitrer sur les chantiers prioritaires en ayant toutes les informations. L'ergonomie actuel de l'outil ne permet pas aux techniciens de pouvoir consulter clairement et simplement toutes ces informations et de les aider dans leur choix. Cet outil repose sur une base de données Access, qui doit être amendée annuellement, mais aussi suivie régulièrement par le responsable qui doit savoir maîtriser un tel outil.

3.3.2 Macroanalyse descriptive des travaux de régénération

C'est lors du changement de logiciel de gestion des commandes, que les données deviennent disponibles numériquement. Seules les données à partir de 2012 sont donc disponibles numériquement et analysables. Les référentiels des travaux sylvicoles définissent deux catégories de tâches pour les articles ; les tâches standards qui sont caractérisées par un rendement et un prix défini, et les tâches non standards sans rendement et sans prix. Les tâches non standards ne donnent aucune indication sur les spécificités des travaux, et donc sont difficilement analysables. De plus, chaque année les articles du référentiel des travaux sylvicoles sont actualisés ou même modifiés [ANNEXE 5: TABLEAUX DE L'ÉVOLUTION DES ARTICLES SUR L'AGENCE ÎLE-DE-FRANCE EST]. Il est alors difficile d'analyser les évolutions des pratiques d'une année à l'autre.

Les travaux de régénération artificielle se répartissent en 5 catégories d'articles [FIGURE 2] : les travaux préalables du sol, ceux de la végétation, la fourniture de plants et de graines, la mise en place des plants et les protections contre le gibier. En moyenne, entre 2012 et 2019, les premiers postes de dépenses annuelles sont ceux liés aux protections contre le gibier et aux travaux préalables sur la végétation, même si les disparités sont fortes d'une année à l'autre [ANNEXE 6: REPARTITION ANNUELLE DES TRAVAUX LIÉS A LA REGENERATION ARTIFICIELLE SUR L'AGENCE ÎLE-DE-FRANCE EST]. Il est intéressant de noter que le recours à la régénération artificielle peut se justifier pour pallier un déséquilibre sylvo-cynégétique. Ce déséquilibre forêt-gibier est une thématique de plus en plus présente dans les forêts françaises pouvant mettre en péril le renouvellement d'une parcelle (Baudesson P. 2020).

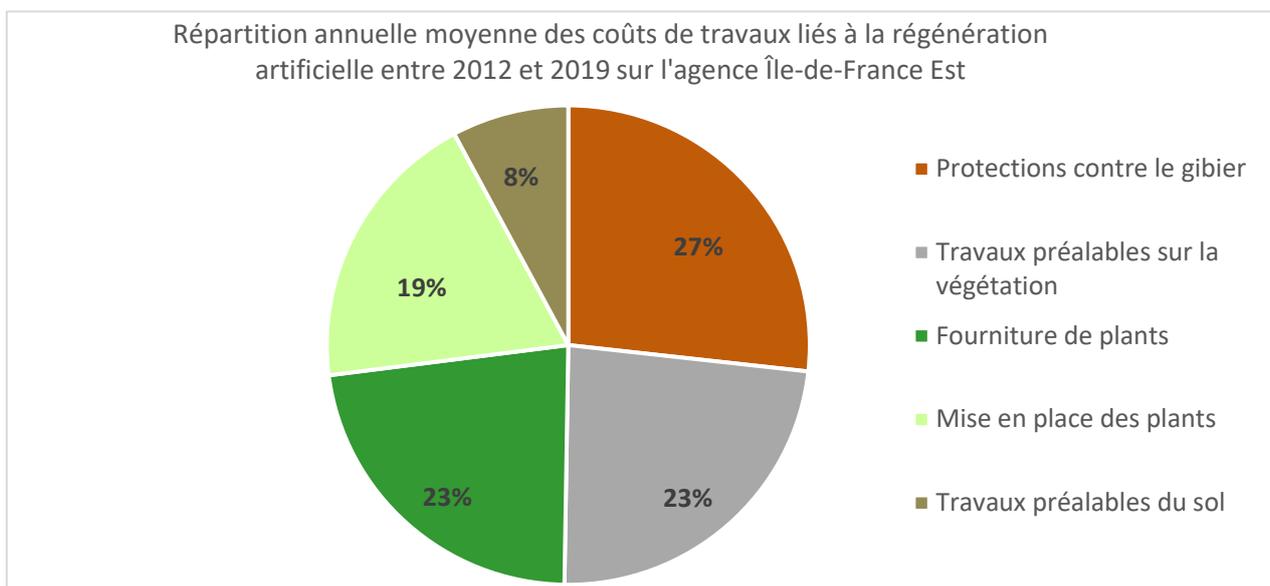


Figure 2: Répartition moyenne des coûts de travaux liés à la régénération artificielle entre 2012 et 2019 sur l'agence Île-de-France Est

3.3.2.1 Les travaux préalables du sol (PRSO)

La préparation du sol constitue une opération technique importante dans les contextes de sols compacts, tassés et hydromorphes afin d'anticiper une situation de blocage. L'économie principale est la réussite du renouvellement en évitant les investissements successifs en regarnis. De nombreux projets internes et multi-acteurs sont menés afin de réaliser une évaluation technico-économique et de promouvoir de nouvelles méthodes pour effectuer les travaux préparatoires à la plantation, tels que le projet PILOTE (Collet C. 2013). Ces projets ont mené à l'édition de fiches et de guides techniques précisant le mode d'utilisation, le contexte, les coûts, les avantages et les inconvénients des machines et des outils. Leur diffusion est encore peu présente auprès de l'ensemble des équipes techniques de l'agence Île-de-France Est, bien qu'une parcelle de tests soit présente à Fontainebleau (Gibaud G. 2014).

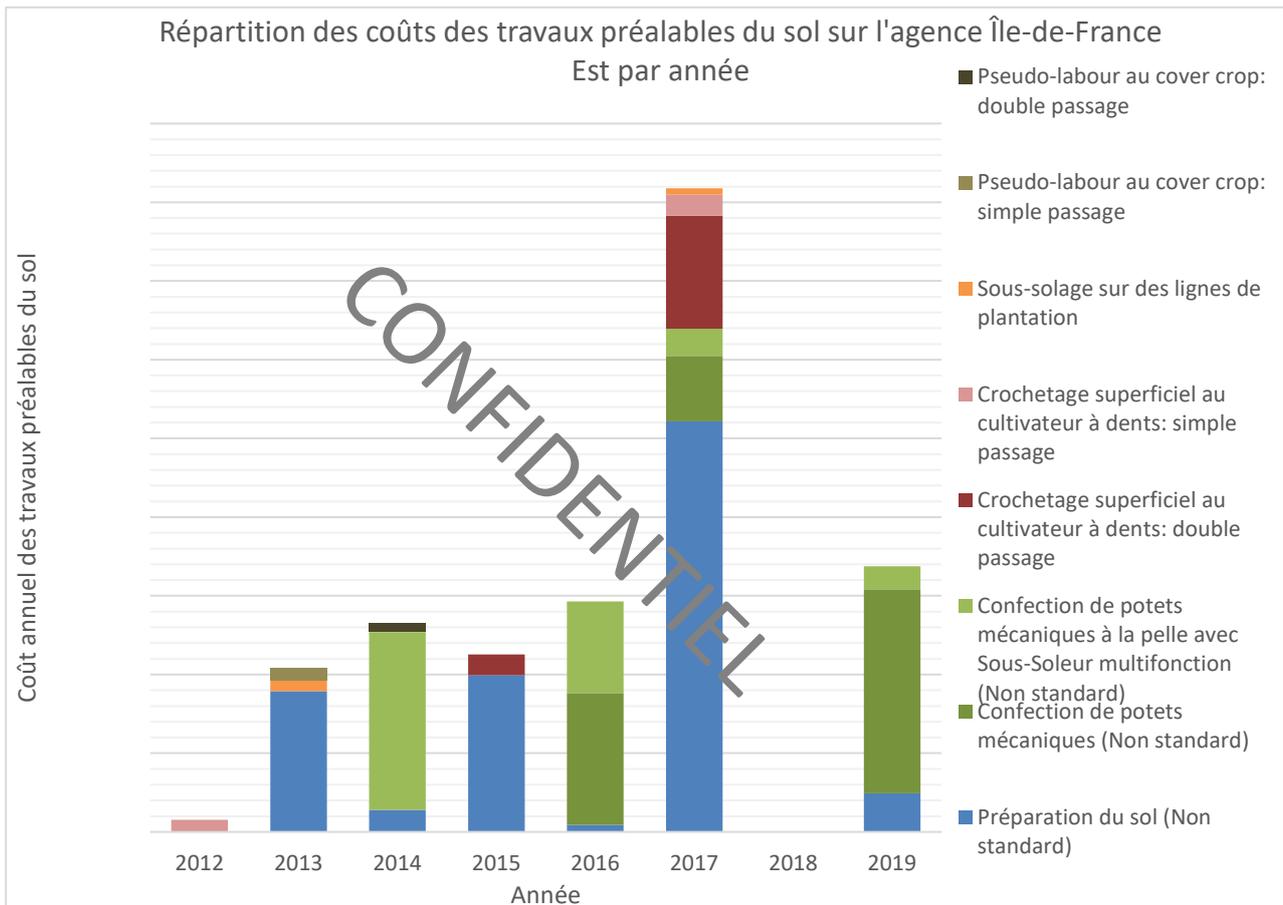


Figure 3: Répartition des coûts des travaux préalables au sol sur l'agence Île-de-France Est par année

Les travaux préalables du sol sont des travaux très spécifiques à la zone à régénérer. Entre 2012 et 2019, plus de 85% correspondent à des articles non standards [FIGURE 3]. Les travaux du sol sont encore peu employés sur l'agence alors que les plants majoritairement mis en place sont à racines nues, c'est à dire des plants nécessitant un sol travaillé pour obtenir de bons résultats. La répartition des coûts montre que le choix des travaux préalables se porte surtout sur la végétation : entre 2012 et 2019 seulement 104 hectares de sol ont été travaillés, soit une moyenne de 13 hectares par an, contre 372 hectares pour la végétation, soit plus de 46 hectares en moyenne travaillés par an pour la végétation. Il est important de promouvoir les travaux préalables du sol auprès des équipes, notamment pour les avantages qu'ils confèrent sur l'enracinement des plants, avec de meilleurs taux de reprise, et la diminution de la concurrence par la végétation concurrente. Un travail du sol plus localisé peut répondre aux enjeux environnementaux, tassement, mélange des horizons, érosion, et aux enjeux sociaux, artificialisation des milieux et perception paysagère de la parcelle.

3.3.2.2 Les travaux préalables à la végétation (PRVG)

Au moins 60% des coûts des travaux préalables à la végétation correspondent à des broyages en plein [FIGURE 4]. Cette méthode est bien plus onéreuse qu'un travail localisé, mais elle permet de s'affranchir de la concurrence ultérieure de la végétation. Le broyage en plein est le plus souvent privilégié lors d'une plantation en plein. En revanche lors d'une plantation par placeaux, les travaux sur la végétation peuvent être en plein, par bandes ou localisés. C'est la configuration de la parcelle et la composition du recru ligneux qui permettront de faire un choix sur la technique la plus appropriée.

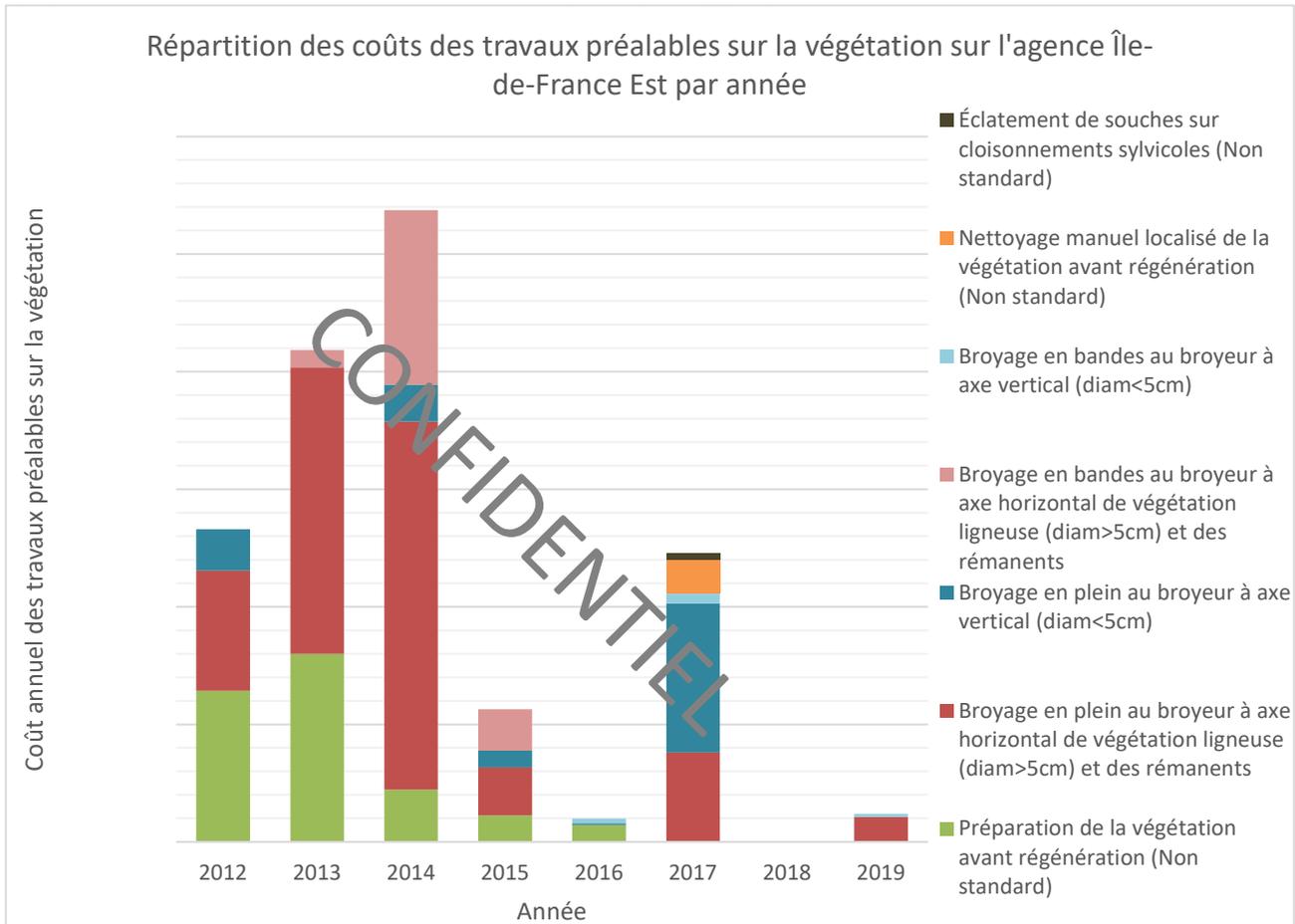


Figure 4: Répartition des coûts des travaux préalables sur la végétation sur l'agence Île-de-France Est par année

L'abandon progressif des ouvertures de régénération va aboutir à une augmentation des plantations sous couvert et dans un recru ligneux, conduisant alors à des surfaces individuelles travaillées plus petites et plus localisées. La réduction des surfaces individuelles travaillées peut permettre de réduire les coûts (performance économique), d'augmenter la diversité des milieux et donc la biodiversité (performance environnementale), ainsi que la valeur paysagère (performance sociale). Cependant, il n'y a pas encore suffisamment de retour d'expérience pour justifier techniquement les plantations dans un recru ligneux.

3.3.2.3 Les plants et les graines

Les forêts de l'agence territoriale Île-de-France Est sont essentiellement des chênaies, des pineraies et des hêtraies. Les plantations de l'agence sont quasi-exclusivement des plantations de feuillus [FIGURE 5]. Le chêne sessile (*Quercus petrae Liebl.*) représente la grande majorité des plantations, autour de 70%, et il est souvent accompagné par du bouleau verruqueux (*Betula pendula Roth.*). Pour appréhender le nombre de plants plantés sur l'agence, il est intéressant de se référer aux guides de sylviculture couvrant l'agence.

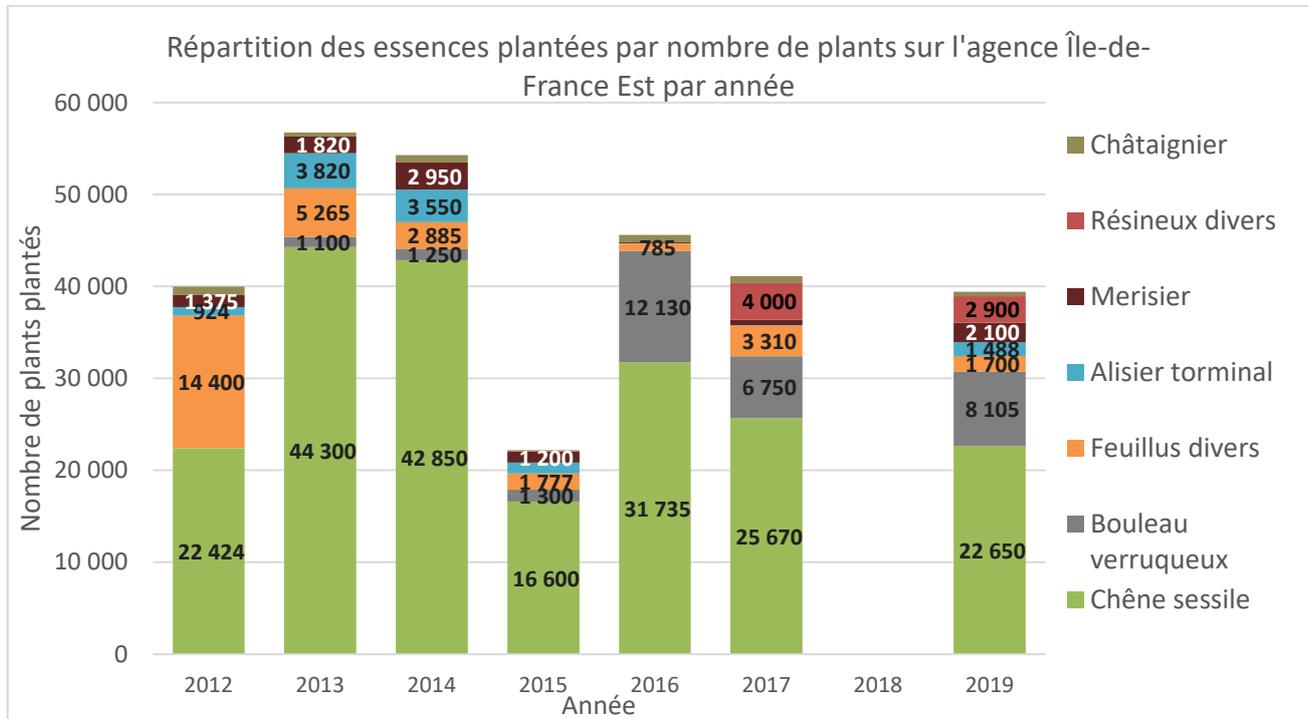


Figure 5: Répartition annuelle des essences plantées par nombre de plants sur l'agence Île-de-France Est

Plantations de chênes

Pour les chênes, deux guides de sylviculture couvrent l'agence : le guide des chênaies continentales (OFFICE NATIONAL DES FORÊTS, Thierry Sardin 2008) et le guide des chênaies atlantiques (OFFICE NATIONAL DES FORÊTS, Jarret 2004). Ces deux guides présentent des itinéraires techniques de travaux sylvicoles (ITTS) de régénération artificielle aux densités bien différentes : entre 1100 et 1500 plants/hectare pour la chênaie continentale et entre 1650 et 2500 plants/hectare (2000 chênes et 500 accompagnements) pour la chênaie atlantique. Ainsi en moyenne sur l'agence, entre 12 et 25 hectares sont régénérés artificiellement en chêne chaque année.

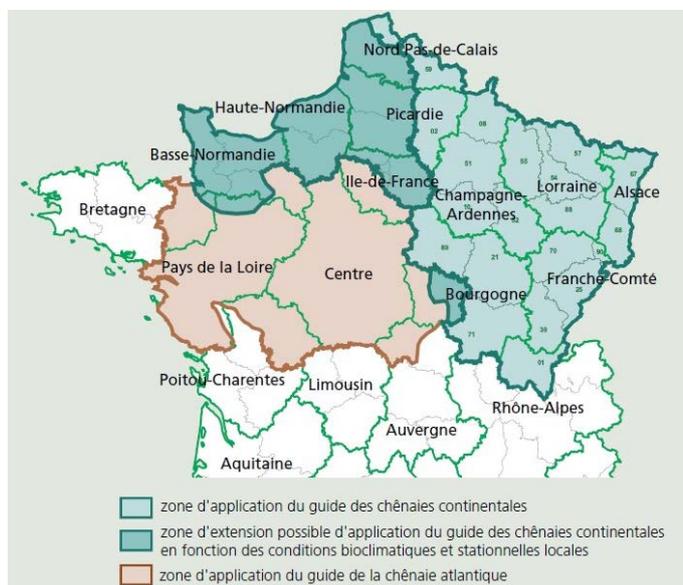


Figure 6: Limites départementales de la zone d'application du guide des chênaies continentales (OFFICE NATIONAL DES FORÊTS, Thierry Sardin 2008)

Cette délimitation n'a pas de caractère absolu, et il faut adapter les indications des ITTS aux caractéristiques de la zone : caractéristiques stationnelles, climatiques, reliefs... Pour résumer simplement, les peuplements connaissant une sécheresse estivale plus ou moins marquée conduisant à une croissance en diamètre faible (peu ou pas de bois d'été) relèveront plutôt du guide de la chênaie atlantique. En revanche, si les conditions stationnelles conduisent à une croissance soutenue, ne permettant pas la production de bois à cernes fins, les ITTS du guide des chênaies continentales seront privilégiés.

Plantations de résineux divers

Les plantations de « résineux divers », sont essentiellement composées de plantations de pins sylvestres (*Pinus sylvestris* L.). L'ensemble de l'agence Île-De-France relève du guide de sylviculture des pineraies des plaines du Centre et du Nord-Ouest (OFFICE NATIONAL DES FORÊTS, Chabaud, Nicolas 2009), proposant un ITTS à 2500 plants/hectare. Ainsi en moyenne sur l'agence, moins de 0.5 hectares sont régénérés en pins sylvestres chaque année.

Essences et provenances des matériels forestiers (MFR)

Les provenances des matériels forestiers de reproduction (MFR) sont très rarement indiquées, elles constituent pourtant un des enjeux central dans l'adaptation des forêts aux changements climatiques (Lefebvre L., Collin E. 2008; Musch B. 2019). L'essence et sa provenance doivent impérativement être indiquées lors des retours d'expérience. Pour guider les choix de provenance des essences, le Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation met à disposition des conseils d'utilisation des ressources génétiques forestières sous forme de fiches d'essences mais elles sont encore trop peu diffusées auprès des équipes techniques (Pierangelo A. 2017). De même, l'introduction d'essences de provenances nouvelles est un choix envisageable pour adapter la sylviculture aux changements climatiques. De nombreux projets ambitieux se sont développés, pour guider le gestionnaire dans ses choix d'essences et de provenances, tels que le Catalogue RAisonné des VARIétés Nouvelles à Expérimenter (CARAVANE)(Musch B. 2015). Un site, ClimEssences (faisant suite au projet CAVANANIKS), est prévu en ligne afin que les gestionnaires puissent consulter l'ensemble des données pour les aider dans leurs choix. Il est sûr que ces outils constitueront un véritable accompagnement dans l'adaptation des pratiques de sylviculture face aux changements climatiques. Cependant à l'heure actuelle, la Directive Régionale d'Aménagement (DRA) et le Schéma Régional d'Aménagement (SRA) d'Île-de-France ne permettent pas d'implanter toutes les essences ni toutes les régions de provenances, hors cadre d'expérimentation (OFFICE NATIONAL DES FORÊTS 2006; 2010).

3.3.2.4 Mise en place des plants et des graines (PLAN)

La mise en place des plants étant très liée aux caractéristiques du terrain et aux travaux préalables du sol et de la végétation, 45% des mises en place de plants entre 2012 et 2019 correspondent à des articles non standards, pour lesquels les caractéristiques ne peuvent être connues : racines nues, godets, coups de pioche, potets manuels... [FIGURE 7]

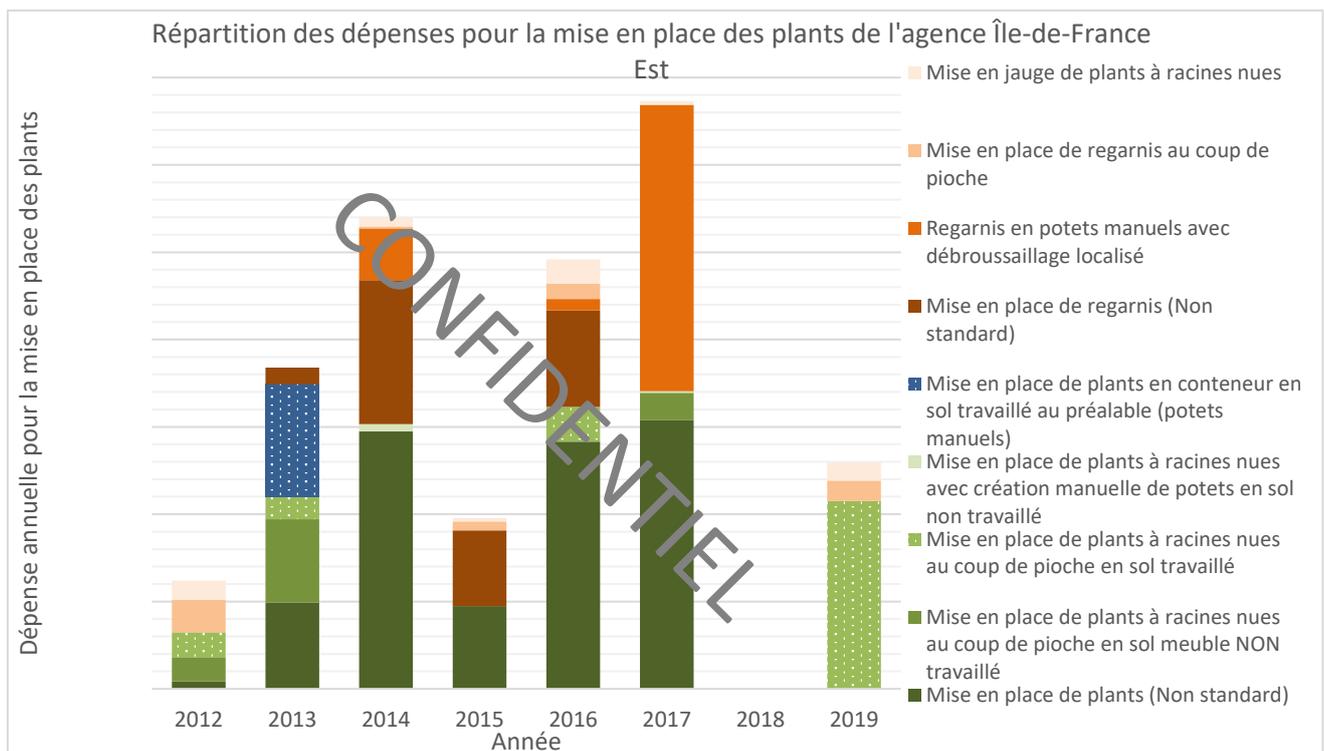


Figure 7: Répartition des dépenses pour la mise en place des plants de l'agence Île-de-France Est

En excluant les articles non standards, les plants mis en place sont d'abord des plants à racines nues. Ils offrent l'avantage d'être moins onéreux que les plants en godets (ou en conteneurs), mais nécessitent une plus grande organisation du chantier pour limiter l'exposition des racines à l'air libre, et éviter leur dessèchement. Les plants à racines nues sont donc mis en jauge en attendant leur mise en place. Les racines nues permettent aussi de s'assurer de la bonne conformation du système racinaire des plants avant leur mise en place. Les plants en godets sont plutôt à utiliser sur des stations sèches ou pour des essences plus sensibles à la crise de transplantation : taille plus petite et surface foliaire plus faible (OFFICE NATIONAL DES FORÊTS 2018).

La mise en place par coups de pioche est la méthode la plus utilisée sur l'agence. C'est la technique la plus rapide, et donnant des résultats satisfaisants sur des sols meubles ou préalablement décompactés (OFFICE NATIONAL DES FORÊTS 2018). Le placement du plant et de ses racines est alors plus délicat et peut conduire à des racines sortant de terre ou à une courbure basale. Le potet manuel, technique moins utilisée, permet de mettre en place le plant dans un sol bien décompacté favorisant la reprise du plant. Cette solution est plus ergonomique pour le planteur puisqu'elle sollicite moins son dos. Avec cette technique de mise en place, il faut veiller à ce qu'il n'y ait pas de couche herbacée qui rendrait le décompactage moins aisé, et faire attention à ne pas lisser les parois avec le plat de la bêche.

La bonne réalisation de la mise en place des plants est déterminante dans leur reprise. Ainsi cette bonne réalisation est liée à plusieurs facteurs, qu'il est important d'inclure dans le retour d'expérience. La surface, le nombre de plants par ouvrier, l'ergonomie de la méthode utilisée et un sol travaillé sont notamment des informations facilement recensables pour un retour d'expérience et nécessaires pour les échanges techniques.

3.3.2.5 Les protections contre le gibier

Entre 2012 et 2019 plus d'un tiers des dépenses en protections contre le gibier sont des articles non standards, dépassant même les 85% en 2014 et les 60% en 2012 [FIGURE 8]. Il est donc difficile de déterminer une tendance pour les protections contre le gibier. Il est tout de même intéressant de noter que l'enlèvement des clôtures et des protections individuelles représente presque 40% du total entre 2012 et 2019. Ce coût est rarement pris en compte lors de la conception d'un projet, mais il est sûr qu'il doit être considéré comme un élément de décision.

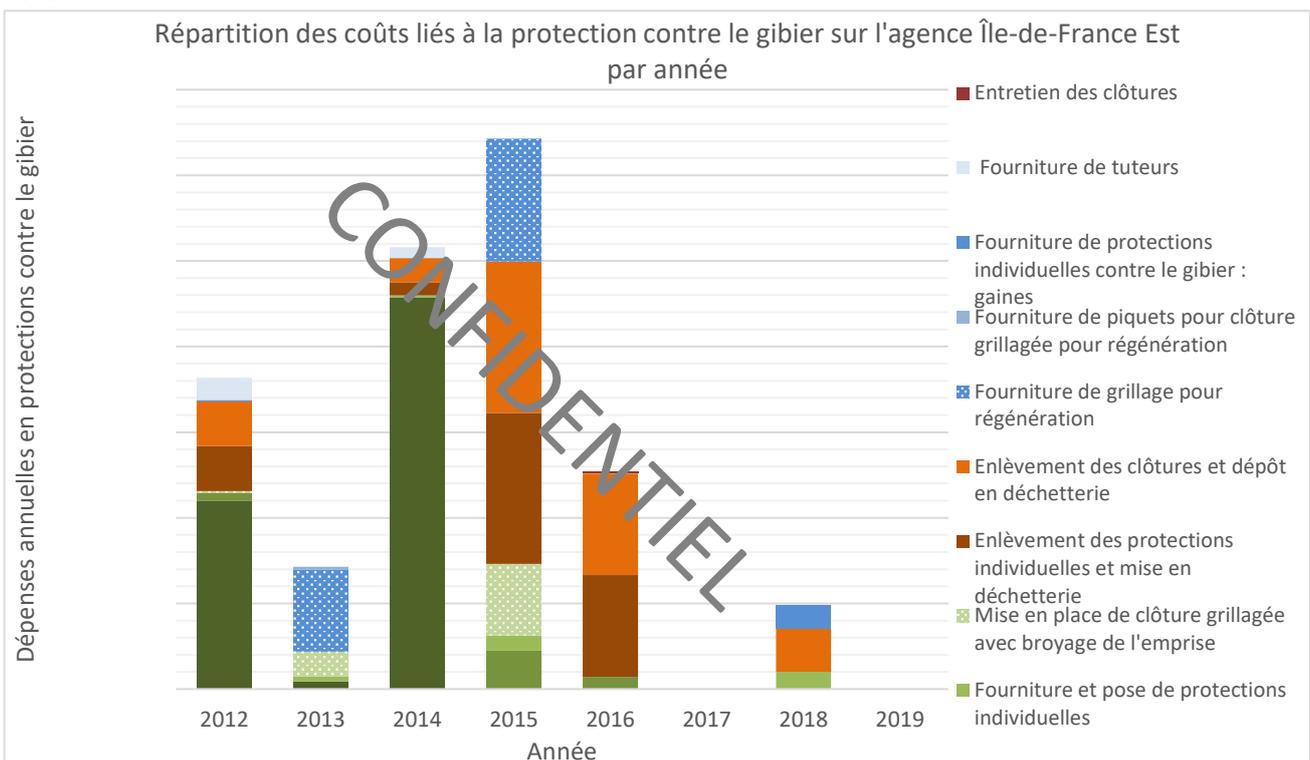


Figure 8: Répartition annuelle des coûts liés à la protection contre le gibier sur l'agence Île-de-France Est

Les protections contre le gibier sont en moyenne le premier poste de dépenses d'un projet de régénération, avec plus d'un quart des dépenses totales. Un intérêt tout particulier est à porter aux protections contre le gibier dans les retours d'expérience sur les techniques (protections individuelles, ou collectives) et sur les coûts. L'effet d'un déséquilibre sylvo-cynégétique est plus facilement perceptible et quantifiable pour la régénération artificielle mais il est plus difficile à estimer pour la régénération naturelle. L'équilibre sylvo-cynégétique devient un enjeu fondamental en conditions biotiques et abiotiques contraignantes.

Le retour d'expérience devra s'appuyer sur la comparaison des techniques et de leur coût, de leur mise en place jusqu'à leur enlèvement. Il devra aussi s'appuyer sur la notion de risque ; vaut-il mieux mettre plus de plants mais ne pas les protéger, protéger qu'une partie de la plantation ? Le contexte forestier est aussi un facteur important dans le choix de protections contre le gibier, notamment la présence d'un recru ligneux. Les aspects paysagers et sociaux sont aussi des enjeux décisifs dans le contexte des forêts périurbaines de fortes affluences ; la pose de clôtures est à proscrire dans certaines zones puisqu'elle entrave la libre circulation des usagers. Le retour d'expérience devra permettre de rendre compte des stratégies et des décisions qui ont mené aux choix mis en place.

3.4 Diagnostic de la réussite des chantiers de régénération

Il existe une procédure d'évaluation des taux de reprise sur l'agence territoriale Île-de-France Ouest, créée en 2016 par Fabien Duez, permettant d'échantillonner la plantation. Cependant cette évaluation est largement méconnue sur l'agence Île-de-France Est, et elle ne propose que l'échantillonnage pour une plantation en plein. Si le taux de reprise est jugé non satisfaisant la 1^{ère} année, il est généralement communiqué par le technicien afin de faire fonctionner la clause contractuelle de plantation sur les taux de reprise minimum. L'évaluation des taux de reprise et l'échantillonnage de la zone ne sont donc pas clairement formalisés, et il existe une grande disparité dans le diagnostic de la réussite des chantiers de plantation. Au-delà d'enclencher la clause du contrat de plantation, un diagnostic permet une prévision plus juste des regarnis à faire si nécessaire, et le contrôle de la qualité des travaux réalisés.

Il y a donc une véritable lacune pour évaluer la réussite d'un chantier de régénération, et notamment dans le diagnostic des taux de reprise. Il apparaît donc nécessaire d'établir un protocole commun à l'agence territoriale et pouvant s'adapter aux plantations en plein et aux plantations par placeaux. Pour les semis artificiels, encore très peu nombreux, la nécessité d'un protocole apparaît moins primordiale et plus complexe. Cependant si cette pratique devient plus répandue, il sera nécessaire de développer un protocole adapté au diagnostic des semis artificiels.

3.5 Les forces, les faiblesses, les opportunités et les menaces du processus actuel

L'évaluation d'un processus doit permettre de cibler les aspects positifs/négatifs et internes/externes [FIGURE 9]. Au sein de la structure, nous avons constaté une perte et un manque important des informations des chantiers de régénérations artificielles, qui fragilisent le retour d'expérience. Cela ne facilite pas l'amélioration des pratiques techniques et économiques dans un contexte de restrictions budgétaires et de changement de traitement sylvicole. De plus, le changement de traitement sylvicole quasi-généralisé a généré de nombreuses incertitudes et questionnements de la part des équipes, sur sa pertinence technique, économique et environnementale. A cela s'ajoutent des menaces externes, tels que le dépérissement massif lié au changement climatique et à un déséquilibre forêt/gibier qui devient structurel. De plus, la régénération artificielle est de plus en plus critiquée par le grand public, qui y voit une « industrialisation et une uniformisation » de la forêt. Une régénération artificielle plus diffuse, par placeaux, peut alors être une réponse possible. L'évolution de la filière forêt/bois et sa place dans la société tant aussi à influencer fortement les orientations en matière de régénération artificielle de nos forêts. La recherche, le développement et l'innovation constituent de véritables opportunités pour les gestionnaires, pour répondre aux enjeux de performances techniques, économiques, sociales et environnementales. Il est impératif que les avancées soient diffusées auprès des ouvriers, des techniciens et des responsables pour qu'ils se les approprient (Collet et al. 2016). L'adoption de nouvelles pratiques et outils est souvent freinée par des routines qui minimisent les incertitudes. Cette phase d'appropriation doit donc passer par des démonstrations en conditions réelles, afin d'atténuer ces incertitudes (Petit A., Blondet M. et Collet C., 2017). L'agence territoriale Île-de-France Est bénéficie de compétences techniques fortes de ses équipes, au travers de leurs expériences et de leurs formations, ce qui est primordial pour les échanges techniques et le retour d'expérience. De plus, l'Office National des Forêts possède un important réseau d'échange d'expérience et de ressources documentaires. Enfin, l'agence territoriale peut compter sur des outils numériques de terrain pour réaliser des diagnostics et des relevés GPS.

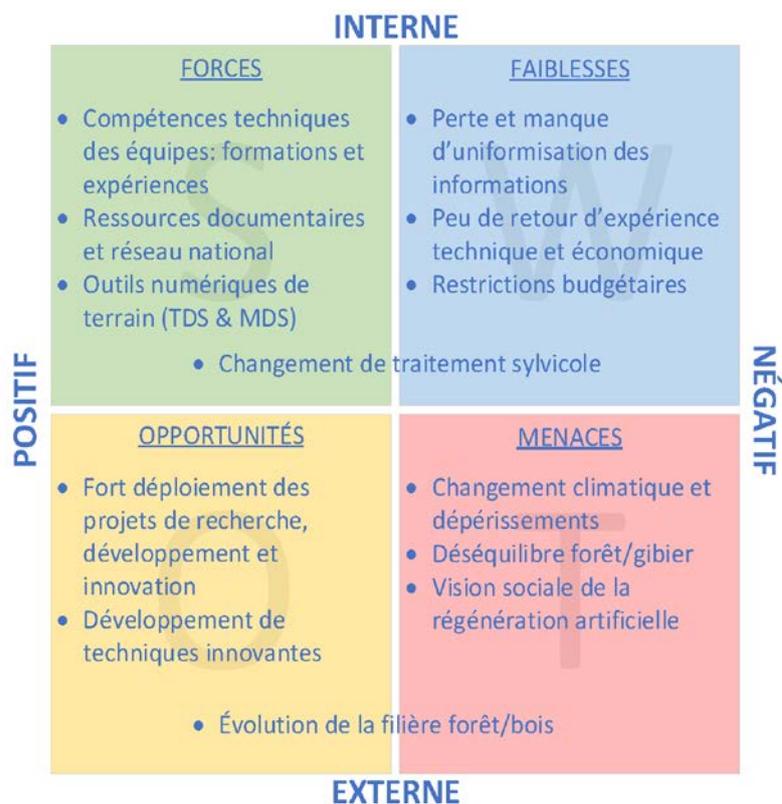


Figure 9: Diagramme SWOT du processus de régénération artificielle sur l'agence territoriale Île-de-France Est

Le nouveau processus se basera essentiellement sur le développement d'outils permettant de pallier les pertes et le manque d'uniformisation des informations pour établir un retour d'expérience. Ces outils permettront aussi de parer aux menaces identifiées en s'appuyant sur les compétences des équipes, les documents techniques et les projets de recherche, développement et innovation.

4 Nouveau processus et outils développés

Afin de répondre aux lacunes du processus actuel, des outils ont été développés en ciblant les quatre axes d'une régénération artificielle : déterminer un besoin en régénération naturelle, concevoir un projet, mettre en œuvre et suivre les travaux, et enfin diagnostiquer la réussite de la plantation par les taux de reprise. Le premier axe sur la détermination du besoin en régénération artificielle s'inscrit dans une nécessité plus large de l'agence sur les besoins en travaux en futaie irrégulière. L'outil développé permet donc de diagnostiquer les besoins en travaux, parmi lesquels ceux de régénération artificielle. Cet outil est donc indépendant des trois autres axes réunis dans une même application.

4.1 Déterminer un besoin en régénération artificielle

Les techniciens de l'agence Île-De-France Est sont désormais tous équipés de MDS reprenant toutes les applications des TDS. Il a donc été choisi de développer un projet Géorelevé permettant d'effectuer un diagnostic des besoins en travaux pour la régénération naturelle et artificielle en suivant un protocole commun. Ce diagnostic reprend les éléments ciblés par l'annexe 1 du mémento pratique des itinéraires techniques des travaux sylvicoles (ITTS) de la futaie irrégulière des chênaies d'Île-De-France (OFFICE NATIONAL DES FORÊTS, Thierry Sardin 2019), en y apportant des précisions sur la végétation concurrente, les causes de l'absence de semis et les besoins en plantation. Ce diagnostic décrit la présence et l'absence de semis désirés par classe de hauteur, en précisant la concurrence et le degré d'urgence. La description de ces semis est réalisée par cellule « équivalent gros bois », soit au moins 3 ares. Les causes de l'absence de semis sont alors données : fort couvert, absence de semenciers, concurrence de la végétation, pression du gibier... Il est aussi possible d'indiquer qu'une régénération artificielle est souhaitable. Dans ce diagnostic, l'absence de semis est tout aussi importante que leur présence, même s'il est plus difficile d'appréhender le besoin en travaux de semis absents.

Le fichier Géorelevé peut être analysé automatiquement et enregistrer une synthèse au format PDF [ANNEXE 3: EXEMPLE DE FICHE DE DIAGNOSTIC AUTOMATIQUE DES BESOINS EN TRAVAUX]. Cette synthèse présente clairement en une page les enjeux de renouvellement d'une parcelle. Même si ce diagnostic n'est pas à réaliser systématiquement, périodiquement il permet d'affiner le « dire d'expert » et d'appréhender les parcelles aux situations complexes. Ce diagnostic permet d'établir une véritable photographie du niveau de renouvellement nécessaire ou réalisé, ainsi que des besoins éventuels en travaux d'une parcelle.

Tous les techniciens forestiers territoriaux ont été formés à l'utilisation du protocole de ce diagnostic et à l'utilisation de l'outil d'analyse automatique. Les sessions de formations ont aussi permis d'échanger sur les travaux de régénération naturelle et artificielle, et sur leurs besoins d'outils.

4.2 Une application pour la régénération artificielle : projet & suivi & diagnostic

Les axes projet, suivi et diagnostic sont réunis dans une même application « Régénération artificielle_Projet _Suivi_Diagnostic » codée en Visual Basic for Applications sous Excel. Cette application permet de créer un dossier, pour une zone à régénérer, sur le réseau partagé de l'agence. Ce dossier va inventorier tous les fichiers de projet, de suivi et de diagnostic, et il pourra être consulté par tout le monde. Les outils de création de projet, de suivi et de diagnostic sont connectés entre eux, et les informations sur la zone à régénérer sont partagées par les trois outils. Il est ainsi possible de transformer un fichier de projet en un fichier de suivi des travaux. Les informations seront alors reprises et pourront être réajustées. Un seul document retracera l'historique de régénération artificielle de la parcelle, de la conception du projet jusqu'à l'acquisition de la régénération [ANNEXE 10:SCHEMA DU PROCESSUS ET DES CONNEXIONS DES OUTILS DE REGENERATION ARTIFICIELLE].

4.2.1 Création d'un dossier commun de la zone à régénérer

Afin de créer le dossier correspondant à la zone à régénérer, l'utilisateur renseigne la forêt, la parcelle et l'unité de gestion. Le dossier portera ces informations, par exemple pour la parcelle 172, unité de gestion b à Fontainebleau : FONT_00172_b. Il doit aussi préciser une surface à régénérer, puisqu'elle peut être différente de la surface de l'unité de gestion.

Figure 10: Sélection de la zone et création du dossier

L'utilisateur doit ensuite renseigner le contexte stationnel et l'hydromorphie de surface en se basant sur les référentiels de l'agence. Il a aussi de la possibilité de consulter le détail des stations. L'équilibre sylvo-cynégétique et la pression de la végétation concurrente peuvent être décrits selon trois niveaux de pression. Ces informations seront utilisées pour orienter l'aide à la décision et pour proposer les fiches techniques correspondantes, notamment lors du choix des travaux de préparation du terrain (sol et végétation) et des protections contre le gibier.

Figure 11: Informations sur la zone à régénérer

4.2.2 Établir un projet de régénération

Afin de permettre la formalisation des projets de régénération, il a été décidé de développer un outil permettant de créer des fiches de projet, destiné aux techniciens, aux responsables d'unité territoriale et au service forêt en le couplant à une aide à la décision. Cet outil, « Fiche projet de régénération », se décompose en 8 étapes [FIGURE 10].

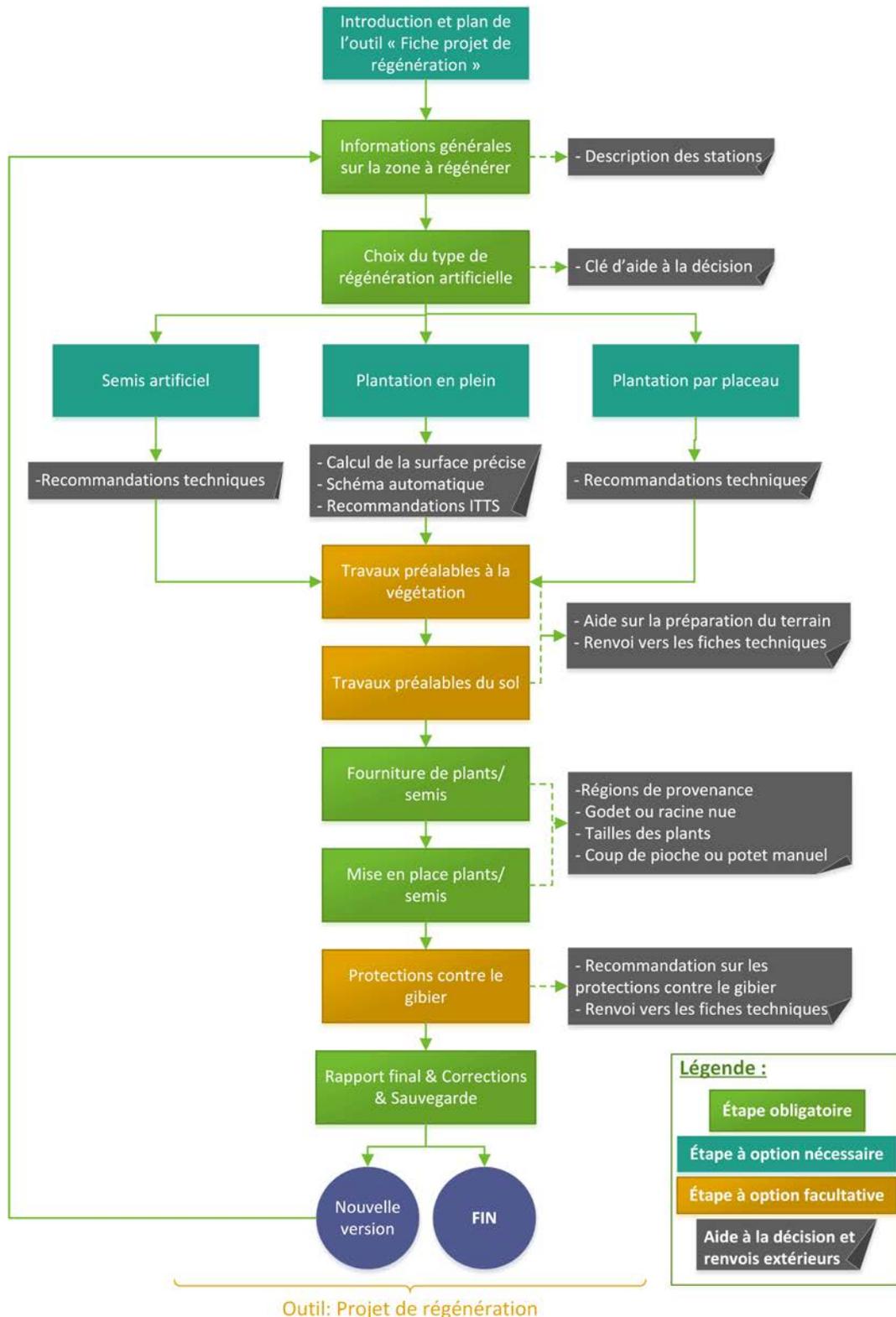


Figure 12: Schéma du processus de l'outil « Fiche projet de régénération »

Ces étapes sont semblables au cheminement classique d'un projet de régénération artificielle mais elles intègrent une aide à la décision et des renvois vers des fiches et des recommandations techniques, qui s'adaptent aux informations entrées par l'utilisateur.

4.2.2.1 Choix de type de régénération

L'utilisateur a la possibilité de créer un projet de régénération artificielle parmi trois techniques : la plantation en plein, la plantation par placeaux et des semis artificiels. Ces techniques étant bien différentes, les affichages suivants de l'application dépendront de ce choix.

Pour guider ce choix, le mémento pratique des itinéraires techniques des travaux sylvicoles (ITTS) de la futaie irrégulière des chênaies d'Île-De-France (OFFICE NATIONAL DES FORÊTS, Thierry Sardin 2019), propose une clé, reprise dans l'outil. Cette clé ne présente pas le cas de la régénération par semis artificiels, mais il a été choisi de laisser cette possibilité dans l'outil, tant que le choix de cette technique est motivé et justifié techniquement et économiquement [FIGURE 13].

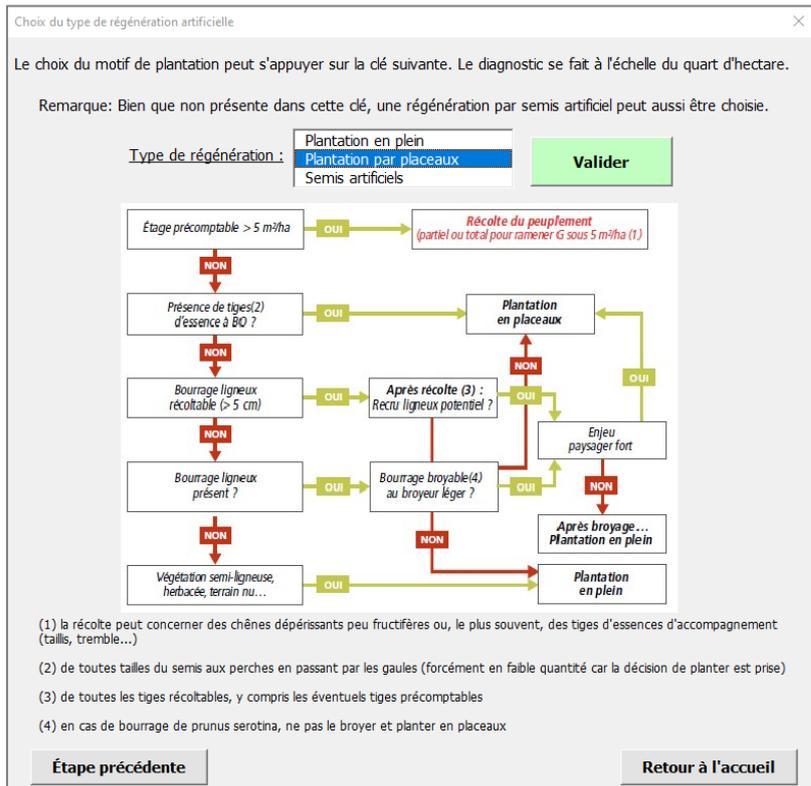


Figure 13: Choix du type de régénération artificielle

4.2.2.1.1 Plantation en plein

L'utilisateur peut générer automatiquement des schémas de plantation pour une plantation en plein, selon la configuration de la parcelle (nombre et entraxes des cloisonnements d'exploitation et sylvicoles, densité souhaitée) [FIGURE 14]. Il peut se baser sur les recommandations des itinéraires techniques des travaux sylvicoles qui s'affichent, et consulter le détail.

The 'Projet de plantation en plein' window contains the following elements:

- Buttons:** 'Aide au calcul de la surface précise à planter', 'Afficher l'ITTS', 'Retour étape précédente', 'Valider & Afficher le schéma de plantation'.
- Text:** 'Cliquez ci-après pour calculer la surface précise à planter, en déduisant les surfaces non plantées (roches, mares, fossés ...). Sinon, automatiquement la surface considérée sera la surface à régénérer indiquée au début.'
- Dropdown:** 'Choisissez un ITTS dans la liste ci-dessous: Régénération artificielle de chêne sessile par plantation de 1500 plants / ha _ Continentale'.
- Input Fields:**
 - Surface plantée: 1.75 Ha
 - Pente en %: 0 %
 - Essence principale plantée: Chêne sessile
 - Densité: 1500 plants/Ha
 - Entraxe cloisonnement d'exploitation: 24 m
 - Largeur cloisonnement d'exploitation: 4 m
 - Nb de ligne de plantation par bande: 9
 - Nombre de cloisonnement sylvicole: 2
 - Largeur cloisonnement sylvicole: 2 m
 - Entraxe entre 2 lignes de plantation: 1.75 m
 - Déport minimum ligne bord cloisonnement: 0.5 m
 - Déport ligne bord cloisonnement: 0,5 m
 - Écartement sur la ligne: 2,5 m
 - Nombre de bandes: 3 bandes
 - Largeur de la bande: 5,3 m
 - Nombre de ligne par bande: 3 lignes de plantation par bande
 - Entraxes cloisonnements: CEX_CSJ : 8,3 m et CSY_CSJ : 7,3 m
- ITTS Recommendations (Green Box):**
 - Absence d'une végétation ligneuse et/ou semi ligneuse accompagnatrice**
 - Densité : 1500 plants/ha
 - Entraxe cloisonnement d'exploitation : 20 m
 - Largeur cloisonnement d'exploitation : entre 4,0 et 5,0m
 - Nombre de ligne : 6
 - Nombre cloisonnement sylvicole : 2
 - Largeur cloisonnement sylvicole : entre 2,0 et 3,0m
 - Entraxe entre 2 lignes : 2 m
 - Déport ligne bord cloisonnement : 1 m
 - Écartement sur la ligne : 2 m
 - Nombre de bandes : 3 par cloisonnement d'exploitation

Figure 14: Configuration de la plantation en plein

L'utilisateur dispose aussi d'une aide au calcul de la surface précise à planter, qui permet de défalquer les surfaces de fossés, de clôtures, de mares, etc [FIGURE 15]. Le travail, parfois fastidieux, de la conception du schéma de plantation peut alors être réalisé en moins de deux minutes. Cela facilitera aussi le chantier lors de la mise en place des plants, avec des schémas clairs. Par la suite, le schéma d'implantation et le schéma de détail permettront aussi de faciliter le diagnostic des taux de reprise de plants, en ayant une cartographie précise de la zone [FIGURE 16].

Outil d'aide au calcul de la surface à planter ✕

Cet outil nécessite de connaître:

- 1 - La surface totale de l'UG
- 2 - Les surfaces non plantées à savoir:
 - le recul en périmètre
 - la longueur et la largeur en gueule des fossés ainsi que la largeur non plantées (mares, roches, zone humide...) et le recul de plantation vis-à-vis du périmètre de ces dernières

1 - Surface de l'UG à régénérer (Ha):

2 - Zones non plantées :

- Recul en périmètre (Ex: grillage):

-Largeur de la tournière non plantée (recul de périmètre) (m)	<input type="text" value="1.5"/>
-Longueur du périmètre de la parcelle (m)	<input type="text" value="1500"/>

→ **Surface défalquée recul périmètre (Ha) 0,22 Ha**
- Longueur et largeur en gueule des fossés ainsi que la largeur non plantée de part et d'autres du (des) fossés:

-Longueur totale de fossé dans la parcelle plantée (m)	<input type="text" value="500"/>
-Largeur en gueule du fossé (m)	<input type="text" value="2"/>
-Largeur non plantée de part et d'autre du fossé (m)	<input type="text" value="1"/>

→ **Surface défalquée fossés (Ha) 0,2 Ha**
- Surface, périmètre des zones internes à l'UG considérée non plantées et le recul de plantation vis-à-vis du périmètre de ces dernières:

-Surface non plantée (mare, rochers, îlots...) (Ha)	<input type="text" value="0.2"/>
-Recul par rapport à cette surface non plantée (m)	<input type="text" value="2"/>

→ **Surface exclue en périmètre de cette zone non plantée (Ha) 0,033 Ha**

Résultat de la surface à planter : 1,347

Fermer et enregistrer

Figure 15: Outil d'aide au calcul de la surface à planter

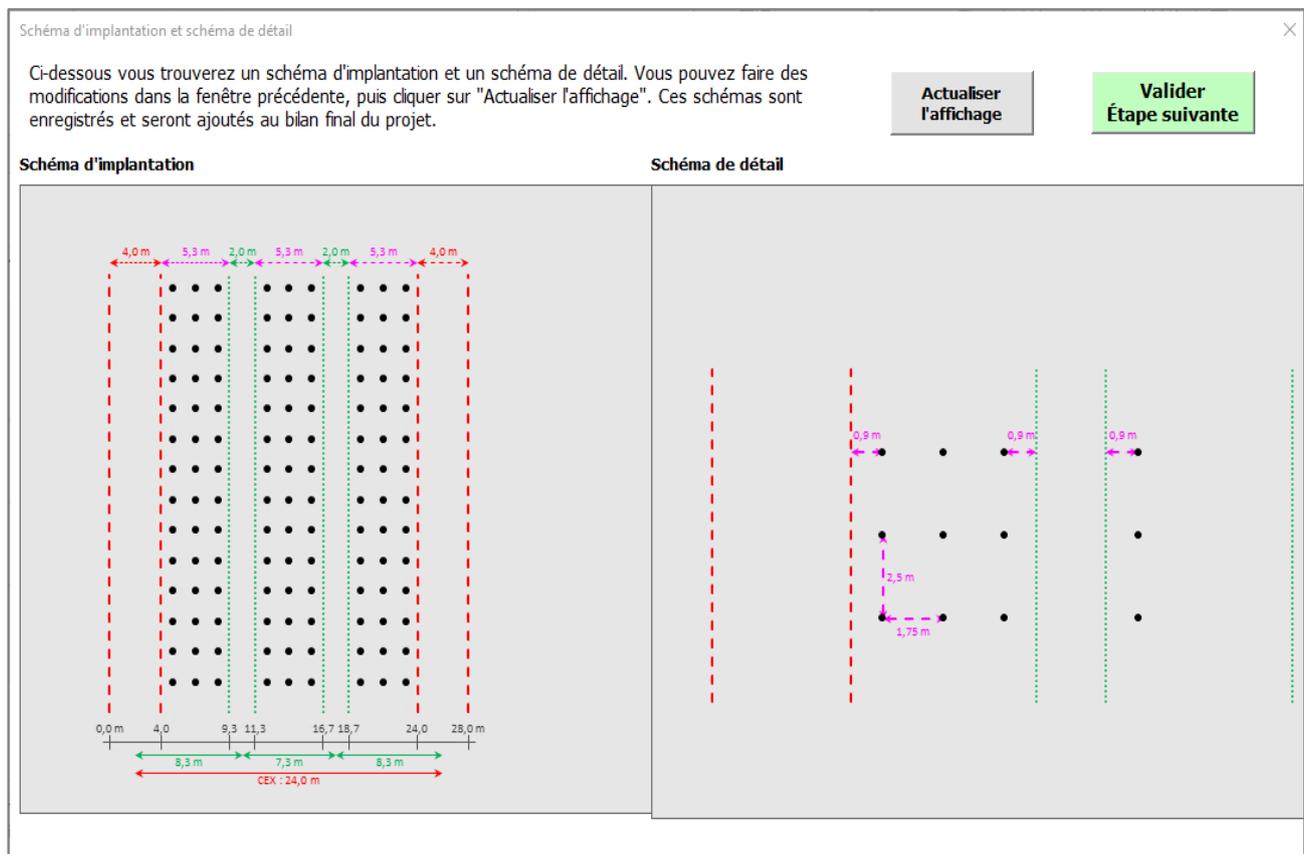


Figure 16: Schéma automatique d'implantation et de détail

4.2.2.1.2 Plantation par plateau

De plus en plus réalisée sur l'agence territoriale Île-de-France Est, la plantation par plateau répond à de nombreux enjeux des forêts périurbaines en conversion vers la futaie irrégulière. Elle répond à une attente sociale et impacte moins fortement le paysage. De plus, elle permet de réaliser des plantations sous-couverts plus aisément qu'une plantation en plein.

La configuration de la plantation par plateau est décrite selon trois informations : le nombre de plants, leurs écartements et le nombre de plateaux sur la surface à régénérer [FIGURE 17]. Il a été choisi de décrire seulement la configuration des plateaux et pas leur disposition spatiale. L'agencement des plateaux n'est pas forcément systématique puisqu'il dépend des caractéristiques de la zone. Cet agencement doit permettre de s'adapter au terrain, à la végétation en place et au besoin localisé de régénération. Cependant, il est possible de décrire cet agencement spatial dans une case « Description et commentaires ». L'utilisateur peut se référer à des recommandations techniques sur les plateaux, traitant de leur nombre, de leur taille, de leur positionnement ainsi que de la densité intra-plateau. Un retour d'expérience tout particulier est attendu pour la plantation par plateau, notamment sur le bilan économique et dans un contexte de déséquilibre sylvo-cynégétique.

Projet de plantation par plateau

Vous pouvez décrire la configuration des plateaux selon trois informations: le nombre de plants par plateaux, les écartements des plants et le nombre de plateaux sur la zone à régénérer. La disposition spatiale des plateaux sur la zone peut-être décrite dans la partie "Description et commentaires":

Surface à régénérer artificiellement: 2,3 Ha **Afficher recommandations plateaux**

Configuration des plateaux

Nombre de plants par plateaux: x 36 plants par plateaux

Écartement des plants en m: par

Nombre de plateaux sur la zone à régénérer:

Surface individuelle d'un plateau: **65,62 m²**

Données à l'hectare

Nombre de plateaux à l'hectare: **10 plateaux par hectare**

Nombre de plants à l'hectare : **344 plants par hectare**

Proportion de la surface plantée : **63 %** Nombre de plants totaux à commander: **792 plants**

Description et commentaires

Retour étape précédente

Valider Étape suivante

Figure 17: Configuration de la plantation par plateau

4.2.2.1.3 Semis artificiels

La régénération par semis artificiels est une méthode peu répandue sur l'agence territoriale Île-de-France Est, bien qu'elle soit présente dans les référentiels des travaux sylvicoles. L'application propose actuellement trois essences : le chêne sessile, le chêne pédonculé et le pin sylvestre [FIGURE 18]. Quelques essais ont été réalisés dans les années 80/90 mais il existe malheureusement peu de retour d'expérience. Cette technique est souvent mise en avant comme étant relativement économique par rapport à une plantation. Cependant les enjeux d'approvisionnement et de préparation des graines viennent questionner cette technique. La documentation technique et scientifique apporte peu de réponses sur les préconisations de volume et de masse de graines à mettre en place, et sur les contextes où cette méthode est justifiée. Généralement cette technique fait ses preuves pour le boisement de terres agricoles. En milieu forestier les résultats sont très aléatoires, et les précautions nécessaires pour éviter tous les risques éventuels conduiraient à un coût d'installation supérieur à celui d'une plantation classique. Seule la Direction Territoriale Sud-Ouest (Aquitaine – Midi-Pyrénées) propose un itinéraire technique de travaux sylvicoles pour la régénération du chêne par semis artificiels (OFFICE NATIONAL DES FORÊTS 2011). Les données se basent essentiellement sur une note technique du CEMAGREF datant de 1983 (CEMAGREF 1983), pour déterminer la capacité germinative et le nombre de plants produits à l'hectare. Pour le pin sylvestre, les données sont encore moins nombreuses et elles concernent surtout le pin maritime. Le guide des pineraies des plaines du Centre et du Sud-Ouest exclut d'ailleurs le semis artificiel du pin sylvestre, car trop consommateur en graines, mais propose un itinéraire technique des travaux sylvicoles pour le pin maritime (OFFICE NATIONAL DES FORÊTS, Chabaud, Nicolas 2009).

Selon les premiers retours d'expérience de cette technique de régénération, des ajustements seront réalisés pour cadrer la quantité de graines nécessaires à l'hectare et pour déterminer les contextes la justifiant.

Projet de régénération par semis artificiels

Vous avez sélectionné une régénération par semis artificiels. Ci-dessous vous pouvez compléter les besoins en graines pour déterminer le nombre de plants produits à l'hectare et le nombre de jour de récolte. Vous pouvez décrire la configuration de mise en place des graines (lignes, entraxes, profondeur...):

Surface à régénérer artificiellement: 1,75 Ha

Essence semée :

Besoin en graines à l'hectare (L/Ha) : **Soit un total de 61 litres de graines**

Besoin en graines à l'hectare (kg/Ha) entre : Min: 17,5 kg/Ha et Max: 24,5 kg/Ha

Nombre de semis produits à l'hectare: Entre 1750 et 2450 semis/Ha

Pour une récolte manuelle de 50 kg par homme et par jour

Nombre d'homme/jour de récolte: Entre 0,35 et 0,49

Description et commentaires

Figure 18: Projet de régénération par semis artificiels

4.2.2.2 Travaux préalables sur la végétation

Les travaux sur la végétation doivent être en adéquation avec le contexte de concurrence de la zone à régénérer et la technique de régénération artificielle choisie. Le niveau de concurrence est donc rappelé à l'utilisateur en haut à droite de la fenêtre [FIGURE 19]. L'utilisateur sélectionne les articles, puis il peut ajuster le prix unitaire, la surface travaillée, et ajouter des commentaires.

Travaux préalables sur la végétation

Niveau de concurrence

Vous avez indiqué la présence de végétation concurrente sur la zone à régénérer, souhaitez vous ajouter des travaux préalables sur la végétation

Ajouter des travaux préalables sur la végétation

Graminées **Moyen**
Ronce **Faible**
Fougère **Fort**
Ligneux **Absent**

- 04-PRVG-BBE01 Broyage en bandes de végétation herbacée, semi-ligneuse ou ligneuse de faible diamètre; (diam < 5 cm) au broyeur à axe vertical
- 04-PRVG-BBO01 Broyage en bandes de végétation ligneuse de fort diamètre ou de résidants d'exploitation (5-7 cm); (diam > 5 cm) au broyeur à axe vertical
- 04-PRVG-BPE01 Broyage en plein de végétation herbacée, semi-ligneuse ou ligneuse de faible diamètre; (diam < 5 cm) au broyeur à axe vertical
- 04-PRVG-BPO01 Broyage en plein de végétation ligneuse de fort diamètre ou de résidants d'exploitation (5-7 cm); (diam > 5 cm) au broyeur à axe vertical
- 04-PRVG-CHM01 Application de produit phytocide sur la végétation avant régénération (y compris fourniture du produit)*
- 04-PRVG-CHM02 Application de produit phytocide pour dévitalisation des souches avant régénération (y compris fourniture du produit)*
- 04-PRVG-NMA01 Nettoyage manuel localisé de la végétation avant régénération*
- 04-PRVG-NPM01 Nettoyage du terrain à la pelle mécanique et andainage ou mise en tas*
- 04-PRVG-AND01 Arrachage de la végétation au râteau andaineur et mise en andains*
- 04-PRVG-SOU01 Éclatement de souches en plein à partir des cloisonnements*
- 04-PRVG-SOU02 Éclatement de souches sur cloisonnements sylvicoles*
- 04-PRVG-PRV00 Préparation de la végétation avant régénération*

* Il s'agit d'article non standard, sans prix interne définis

	Prix unitaire (€/ha)	Surface travaillée (ha)	Prix calculé (€)	Commentaires
04-PRVG-BBO01	<input type="text" value="543,5"/>	<input type="text" value="2,3"/>	1250,05	
04-PRVG-SOU02	<input type="text" value="750"/>	<input type="text" value="1,75"/>	1312,5	

Remarque: Automatiquement la surface travaillée indiquée est égale à la surface à régénérer, mais elle peut être modifiée.

Prix total des travaux préalables à la végétation: 2562,55 €

Figure 19: Travaux préalables sur la végétation

Une aide à la décision s'affiche automatiquement pour la préparation du terrain (végétation et sol), selon les informations inscrites sur le niveau de concurrence de la végétation et sur l'hydromorphie de surface [FIGURE 20]. Les recommandations se basent notamment sur le guide technique « Réussir les plantations de chênes sessile et pédonculé » (OFFICE NATIONAL DES FORÊTS 2018) et sur les fiches techniques du pôle RENFOR (Duez F. et al. 2015a; 2015b; 2017; 2019a; 2019b; 2019c; OFFICE NATIONAL DES FORÊTS et al. 2014; 2015). Cette aide à la décision permet de diffuser ces fiches qui présentent les avantages, les inconvénients et les conditions d'application d'outils et de techniques innovantes. Cette aide à la décision permet d'afficher dix cas différents de préparation du terrain. Même si ces dix cas ne répondront pas pleinement et systématiquement, ils permettront que les utilisateurs s'approprient des techniques et des outils, en les intégrant dans leurs pratiques.

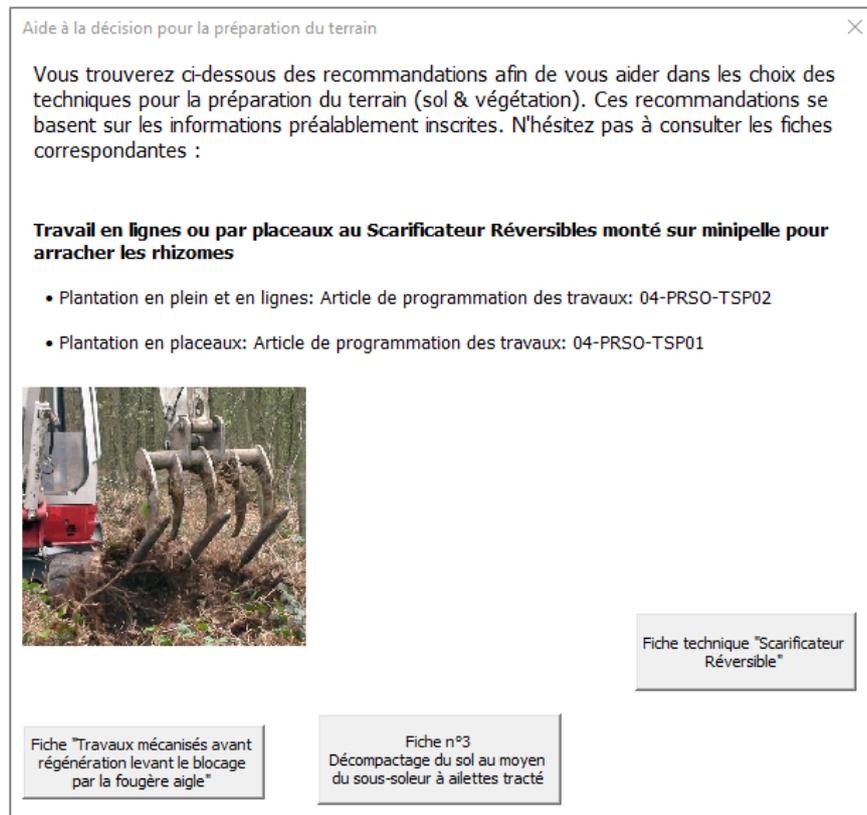


Figure 20: Aide à la décision pour la préparation du terrain

4.2.2.3 Travaux préalables du sol

Les fenêtres de sélection des articles restent assez similaires les unes aux autres pour simplifier la prise en main de l'application. L'utilisateur peut ajouter jusqu'à trois articles différents pour la préparation du sol, en précisant les prix unitaires et la surface travaillée ou la quantité. Il peut aussi ajouter des commentaires pour préciser son choix. Comme pour les travaux préalables sur la végétation, l'aide à la décision sur la préparation du terrain s'affiche en donnant des recommandations et en proposant des renvois vers des fiches techniques.

4.2.2.4 Fourniture de plants / semis

Concernant la fourniture de plants et de graines, l'utilisateur peut sélectionner cinq articles différents, en précisant les prix unitaires, la quantité, la provenance et le type de plant [FIGURE 21]. Il y a une volonté forte des équipes pour établir un retour d'expérience sur la provenance des plants en vue de l'adaptation aux changements climatiques.

Choix des plants et semis

Vous pouvez indiquer jusqu'à 5 articles différents. Pour les articles portant les termes "divers" et "diverses" vous pourrez préciser le contenu de ces articles dans la colonne "Commentaires". N'hésitez pas à préciser la région de provenance souhaitée des plants, en vous aidant de la fiche essence équivalente en la sélectionnant dans la liste.

- 02-FP-CED-00 Fourniture de plants de cèdre PI
- 02-FP-CHE-00 Fourniture de plants de chênes divers PI
- 02-FP-CHP-00 Fourniture de plants de chêne pédonculé PI
- 02-FP-CHS-00 Fourniture de plants de chêne sessile PI
- 02-FP-CHT-00 Fourniture de plants de châtaignier PI
- 02-FP-DOU-00 Fourniture de plants de douglas PI
- 02-FP-EPC-00 Fourniture de plants d'épicéa commun PI
- 02-FP-EPS-00 Fourniture de plants d'épicéa de Sitka PI
- 02-FP-ERA-00 Fourniture de plants d'érables divers PI
- 02-FP-FDIV-00 Fourniture de plants de feuillus divers PI
- 02-FP-HET-00 Fourniture de plants de hêtre PI
- 02-FP-MEL-00 Fourniture de plants de mélèzes PI
- 02-FP-MER-00 Fourniture de plants de merisiers PI
- 02-FP-NOY-00 Fourniture de plants de noyer PI
- 02-FP-P.M-00 Fourniture de plants de pin maritime PI
- 02-FP-P.N-00 Fourniture de plants de pins noirs PI
- 02-FP-P.S-00 Fourniture de plants de pin sylvestre PI
- 02-FP-PEU-00 Fourniture de plants de peupliers PI
- 02-FP-PIN-00 Fourniture de plants de pins divers PI
- 02-FP-RDIV-00 Fourniture de plants de résineux divers PI
- 02-FP-S.P-00 Fourniture de plants de sapin pectiné PI

Liste et cartes des régions de provenances - Réglementation du code forestier

Type de plant
Comment lire les codes ?
1s1, 1-0, 1-06, 2+1

Fiche essence: autécologie, provenance, résistance

Choisissez une essence dans la liste:
Chêne sessile

Chêne sessile

Conseils d'utilisation des matériels forestiers de reproduction

	Prix unitaire (€/PI, L ou kg)	Quantité (PI, L ou kg)	Prix calculé (€)	Provenance	Type de plant	Commentaires
02-FP-CHS-00	2.3	2300	5290	QPE205	1s1	
02-FP-FDIV-00	1.7	500	850			Bouleau

Étape précédente Prix total des plants et/ou semis: 6140 € Retour à l'accueil Valider Étape suivante

Figure 21: Choix des plants et des semis

Pour choisir la provenance d'un plant, l'utilisateur peut s'appuyer sur les fiches essences diffusées par le ministère de l'agriculture. Elles recommandent des provenances pour chaque région forestière, synthétisent l'autécologie, la sensibilité de l'essence aux maladies et aux ravageurs, et les effets supposés du changement climatique. A terme, un accès direct depuis cette fenêtre devrait permettre d'accéder au futur site ClimEssence. L'utilisateur peut aussi consulter la réglementation et les conseils d'utilisation des matériels forestiers de reproduction (MFR). Une aide à la décision récapitule les avantages et les inconvénients des types de plants, godet ou racine nue, et leur taille [FIGURE 22].

Godet ou racine nue ? Dimension des plants ?

Godet ou racine nue ?

Godet	Racine nue
<ul style="list-style-type: none"> • Pas de gain de croissance significatif • A utiliser sur stations sèches ou pour les plantations de printemps • A utiliser pour les essences les plus sensibles à la crise de transplantation (taille plus petite, surface foliaire faible) • Offre une période de plantation plus longue • Pas de mise en jauge nécessaire 	<ul style="list-style-type: none"> • Préconisés pour les essences à reprise facile • Les racines étant visibles on peut s'assurer de la bonne conformation du système racinaire • Les plants peuvent être soulevés en pépinière favorisant un excellent chevelu racinaire • Moins onéreux que les plants en godet • Mise en jauge nécessaire et organisation du chantier qui limite l'exposition des racines à l'air

Taille des plants ?

- La mise en place de systèmes racinaires importants demande un sol préparé et meuble
- La reprise des petits plants est souvent meilleure
- En sol difficile non préparé, utiliser impérativement des petits plants

Potet manuel ou coup de pioche ?

Potet manuel	Coup de pioche
<ul style="list-style-type: none"> • Création d'un bon potet décompacté favorable à la reprise du plant • Permet une mise en place verticale et une bonne disposition des racines • Sollicite moins le dos du planteur • Décompactage moins aisé si couche herbacée • Risque de lisser les parois avec le plat de la bêche 	<ul style="list-style-type: none"> • Méthode la plus rapide, donnant des résultats satisfaisants dans les sols très meubles ou préalablement décompactés, pour des plants au système racinaire peu développé. • Risque de mauvais positionnement des racines • Risque d'un mauvais positionnement du plant: une position oblique peut conduire à des racines sortant de terre, une courbure basale, un risque d'instabilité.

Figure 22: Aide à la décision sur le type de plants et sur leur mise en place

4.2.2.5 Mise en place des plants/semis

L'utilisateur peut indiquer jusqu'à trois articles différents pour la mise en place des plants et des semis, en précisant les prix unitaires, les quantités et en ajoutant des commentaires. Une aide à la décision récapitule les avantages et les inconvénients des mises en place par coup de pioche et par potet manuel.

4.2.2.6 Protections contre le gibier

L'utilisateur retrouve en haut à droite de la fenêtre le niveau de concurrence qu'il a indiqué précédemment. Il peut ajouter jusqu'à 5 articles différents, en précisant les prix unitaires, les surfaces ou quantités, et ajouter des commentaires [FIGURE 23].

Protections contre le gibier

Vous avez indiqué la présence de gibier sur la zone à régénérer, souhaitez vous ajouter des protections contre le gibier ?

Ajouter des protections contre le gibier

Niveau de concurrence

Cerf	Faible
Chevreuil	Fort
Sanglier	Absent
Léporidés	Absent

- 04-PROG-PPIND1 Protection contre le gibier : fourniture et pose de protections individuelles €3,2
- 04-PROG-PCLODB Protection contre le gibier : Pose d'un doublage de clôture anti-lapin avec bas volet (y compris fourniture) €6,6
- 04-PROG-PGAI1 Protection contre le gibier : pose de protections individuelles par gaines €1,8
- 02-PCLO-FGRI01 Fourniture de grillage pour régénération; Rempart Léger Diam maille 20.15 €2,5
- 02-PCLO-FPIQ01 Fourniture de piquets pour clôture grillagée pour régénération; En châtaignier, Diam. moyen de 12 à 15 cm, façonnés et appointés: €3,1
- 04-PCLO-DCLO01 Enlèvement clôture et dépôt déchetterie en régénération* €6,1
- 04-PCLO-EGRIB01 Entretien des clôtures grillagées par broyage pour régénération; au broyeur à axe vertical pour régé. de moins de 3 m €0,3
- 04-PCLO-EGRIB02 Entretien clôtures grillagées par broyage - hors régénération; au broyeur à axe vertical pour peuplem. de plus de 3 m €0,3
- 04-PCLO-PEGRI01 Mise en place mécanique de clôture grillagée pour régénération; clôture enterrée avec broyage de l'emprise €9,6
- 04-PCLO-PGRI01 Mise en place de clôture grillagée pour régénération; avec broyage de l'emprise au broyeur à axe horizontal €5,9
- 02-FPRO-GAI02 Fourniture de protections individuelles contre le gibier : gaines €0,7
- 02-FPRO-TUT01 Fourniture de tuteurs* €0,6
- 04-PCLO-EGRI01 Protection contre le gibier : entretien des clôtures (peuplement de plus de 3 m)*

* Il s'agit d'article non standard, sans prix interne définis

Prix unitaire (€/ha, U ou ML)	Surface ou quantité (ha, U ou ML)	Unité (ha, U ou ML)	Prix calculé (€)	Commentaires	
04-PROG-PPIND1	3,25	2300	U	7475	Remarque: Automatiquement la surface travaillée indiquée est égale à la surface à régénérer, mais elle peut être modifiée.

Prix total des protections contre le gibier: 7475 €

Étape précédente Valider Étape suivante Retour à l'accueil

Figure 23: Protections contre le gibier

Une aide à la décision s'affiche, et propose une réponse possible au contexte sylvo-cynégétique et au motif de plantation. Cette aide à la décision permet d'afficher 6 possibilités différentes. L'utilisateur peut aussi consulter les fiches techniques directement depuis cette fenêtre [FIGURE 24].

Aide à la décision pour la protection des plants contre le gibier

Vous trouverez ci-dessous des recommandations afin de vous aider dans les choix des protections contre le gibier. Ces recommandations se basent sur les informations préalablement inscrites :

Le recru ligneux qui accompagnera les plants est-il jugé suffisamment protecteur à l'égard des risques de dégâts dus au gibier. Oui Non

L'absence (ou la faible présence) du cerf et une présence du chevreuil nécessitent des protections individuelles, par exemple par gaine Nortène à micro maille climatic simple (H=1.2m)

Fiche répulsif (TRICO) Fiche gaine climatic simple Nortène Fiche clôture grillagée

Figure 24: Aide à la décision pour la protection des plants contre le gibier

4.2.2.7 Rapport de projet

Lorsque que l'utilisateur a terminé la création du projet de régénération artificielle, il peut effectuer des corrections en revenant à une étape précédente [FIGURE 25]. Il peut consulter le rapport de projet qui résume l'ensemble des informations en deux ou trois pages, en générant un fichier PDF qui peut être envoyé et imprimé. On y retrouve tous les articles sélectionnés, et notamment la répartition des coûts des travaux. L'utilisateur a aussi la possibilité de créer une autre version de ce projet en faisant varier les articles, le type de régénération ou le schéma de plantation. Il sera possible de comparer ces différentes versions pour faire le meilleur choix. Ces fiches projets seront demandées lors de l'arbitrage annuel des chantiers de régénération artificielle. Il sera alors plus facile, au moment de l'arbitrage et des tournées de terrain, de comparer l'efficacité technique et économique d'un projet. De plus, cette fiche projet constituera un véritable atout pour le retour d'expérience des chantiers, en préservant les informations de façon standardisées. Il sera aussi plus facile de maîtriser les coûts d'un chantier de régénération artificielle [ANNEXE 4: EXEMPLE DE BILAN AUTOMATIQUE DE PROJET DE REGENERATION ARTIFICIELLE].

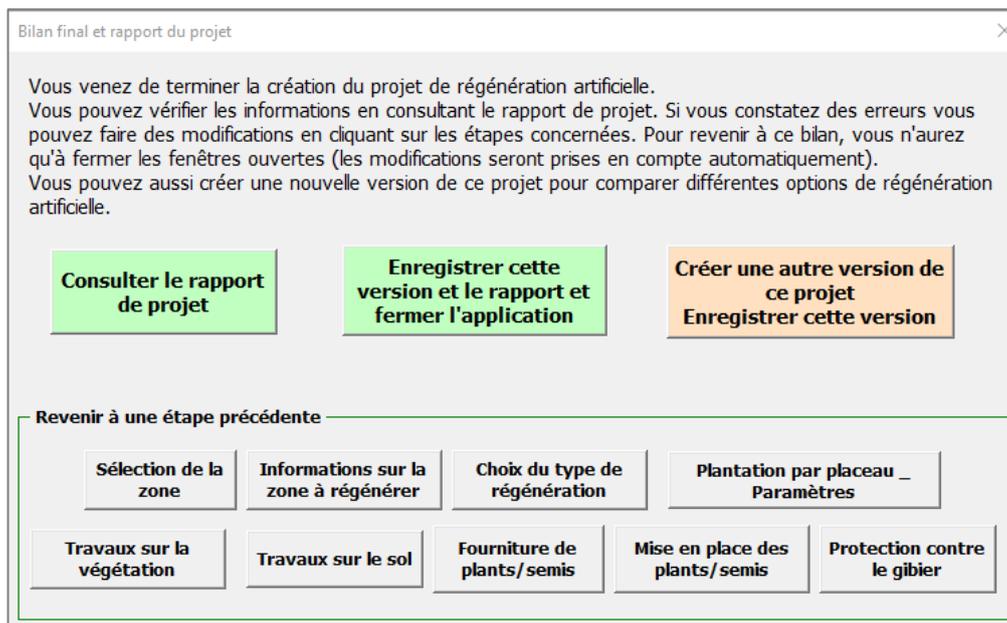


Figure 25: Fenêtre finale de la création de projet

4.2.3 Suivi des travaux des chantiers de régénération : continuité et préservation des informations

La difficulté dans le suivi des travaux est essentiellement la segmentation des informations sur les travaux réalisés et l'imprécision de leur localisation. Pour permettre un retour d'expérience des techniques et un bilan économique des chantiers de régénération artificielle, il est important de pouvoir suivre précisément les travaux entrepris sur une zone localisée. Il a été décidé de développer un outil « Suivi des travaux » sur le modèle de l'outil « Fiche projet de régénération ». Dès la création d'un suivi, il est possible de reprendre automatiquement les données d'un fichier de projet. Les articles du projet sont donc chargés, et l'utilisateur peut les modifier en ajustant les prix unitaires et les quantités [FIGURE 26]. Cet outil permet aussi d'ajouter des travaux plus variés comme l'entretien des cloisonnements, des dégagements ou des nettoiemnts, afin de suivre sur plusieurs années la zone à régénérer. Actuellement, la base de données couvre les travaux de 2003 à 2020, mais l'utilisateur peut aussi ajouter manuellement des travaux antérieurs à 2003. La base de données des articles pourra être mise à jour chaque année et amendée avec de nouveaux articles, en suivant un guide des mises à jour et des modifications. Les mises à jour annuelles peuvent être réalisées en maîtrisant simplement la modification des listes sur Excel.

Suivre et renseigner les travaux d'une zone régénérée artificiellement

Dans cette fenêtre, vous allez pouvoir modifier des articles de la zone à régénérer, en ajustant le prix, les quantités ou l'année de réalisation. Vous pouvez également y ajouter des commentaires. Pour modifier un article réalisé, sélectionnez le, faites les modifications puis validez la modification. Un message vous indiquera que la modification est précise en compte. Pour le supprimer, sélectionnez le, et cliquez sur Supprimer cet article.

Vous pouvez également ajouter des travaux réalisés. Remplissez tous les champs puis validez cet ajout. Un message vous indiquera que cet article a été ajouté, vous devriez le voir apparaître dans la liste au-dessus.

Une fois les modifications et les ajouts terminés, vous pouvez valider et consulter le rapport de suivi.

**Valider
Consulter le
rapport de suivi**

Modifier des articles

Année de réalisation: 2010 Type de travaux: Dégagement Articles: DGPMRF Prix unitaire: 571 Quantité ou surface: 2 Unité: ha Prix: 1142 Commentaires:

Année	Type de travaux	Article sélectionnés	Prix unitaire	Quantité	Unité	Prix	Libellé	Commentaires
2010	Création en entretien de c	CLRBHF	210	2	ha	420 €		
2010	Dégagement	DGPMRF	571	2	ha	1 142 €		
2011	Création en entretien de c	CLEBHF	119	2	ha	237 €		
2011	Dégagement	DGPMRF	594	2	ha	1 187 €		
2012	Création en entretien de c	04-CLOI-EYEO1	130	2	ha	259 €		
2012	Dégagement	04-DEGP-ALR01	718	2	ha	1 435 €		
2013	Création en entretien de c	04-CLOI-EYEO1	134	2	ha	268 €		
2014	Création en entretien de c	04-CLOI-EYEO1	155	2	ha	310 €		
2015	Création en entretien de c	04-CLOI-EYEO1	165	2	ha	330 €		
2016	Création en entretien de c	04-CLOI-EYEO1	165	2	ha	330 €		
2017	Dégagement	04-DEGP-ALG01	770	2	ha	1 540 €		
2019	Création et entretien de c	04-CLOI-EYEO1	128	1,5	ha	192 €	Maintenance de cloisonnement sylvicole au broyeur dans	
2019	Création et entretien de c	04-CLOI-EYEO2	158	1	ha	158 €	Maintenance de cloisonnement sylvicole au broyeur dans	
2019	Dégagement	04-DEGP-ALG01	565	1,5	ha	848 €	Dégagement manuel de plantation sur la ligne avec maint	
2019	Dégagement	04-NETD-NAL01	627	1	ha	627 €		

Supprimer cet article Valider cette modification

Ajouter des travaux réalisés

Année de réalisation: Type de travaux: Articles: Prix unitaire: Quantité ou surface: Unité: Prix: Commentaires:

Valider cet ajout

Figure 26: Fenêtre de suivi des travaux

L'outil permet aussi de rédiger automatiquement un bilan du suivi des travaux, donnant la répartition des coûts par type de travaux et par année [FIGURE 27]. Le bilan récapitule aussi en détail les achats et les travaux sur la zone à régénérer. L'utilisateur a aussi la possibilité d'exporter les données brutes du suivi sous forme de fichier Excel, pour manipuler les données ou les mettre sous forme de tableau pour l'inclure dans le sommaire [ANNEXE 7: EXEMPLE DE BILAN AUTOMATIQUE DE SUIVI DES TRAVAUX DE REGENERATION ARTIFICIELLE].

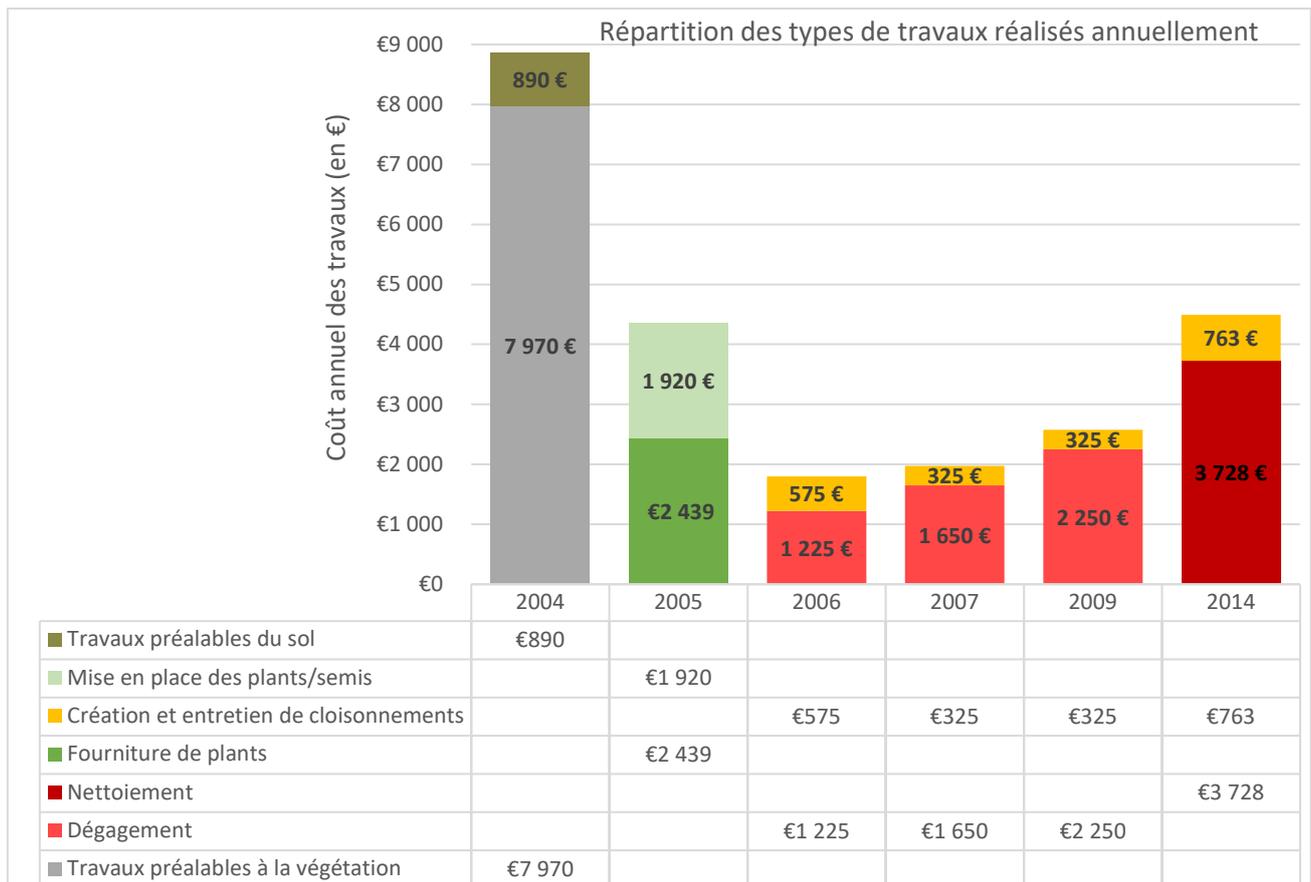


Figure 27: Exemple de répartition des types de travaux réalisés annuellement - Outil suivi

Afin de préserver et de partager les informations, tous les documents, fichiers, bilans et sauvegardes sont stockés dans le dossier individuel de la zone à régénérer, situé sur le réseau partagé de l'agence. Ainsi, il est possible d'y accéder et de le compléter depuis n'importe quel poste de l'agence.

4.2.4 Diagnostic de la réussite des chantiers de régénération

4.2.4.1 Protocole d'échantillonnage et d'évaluation des taux de reprise

Afin de permettre l'évaluation des taux de reprise de toutes les configurations des chantiers de plantation, un protocole a été adapté aux besoins de l'agence Île-de-France Est [ANNEXE 8: PROTOCOLE D'ECHANTILLONNAGE DES TAUX DE REPRISE SUR L'AGENCE ÎLE-DE-FRANCE EST]. Ce protocole permet de diagnostiquer les taux de reprise pour les plantations en plein et les plantations par placeaux, et de suivre l'impact du gibier, des hannetons et de la végétation concurrente sur la plantation. Pour simplifier les phases de diagnostics de terrain, un projet Géorelevé a été développé pour les TDS et les MDS. Les données seront alors enregistrées et analysables facilement. Ce protocole fait la distinction entre les plants morts suite à des causes externes - dégâts gibier, attaque pathogène, incendie... dont le planteur ne peut pas être tenu pour responsable - et ceux morts ou absents, pour lesquels le planteur peut être tenu pour responsable. Cela permet de calculer un taux de reprise brut et un taux de reprise opposable au planteur. Ce protocole fait aussi la distinction entre les plants vivants sains, sans signe de faiblesse notoire et les vivants incertains, qui peuvent être cassés, abrutis ou avec descente de cime. Si la proportion de plants vivants incertains représente plus de 50% du total des plants vivants, un regarni est à prévoir.

4.2.4.2 Outil d'analyse et de suivi automatique des taux de reprise

Les données pourront être analysées avec l'outil « Analyse de diagnostic ». L'utilisateur pourra alors compléter les données sur l'outil, en important directement le fichier de saisie de terrain. Il pourra aussi effectuer des corrections en naviguant dans les différents onglets [FIGURE 28].

Données des diagnostics de plantation ou de regarnis

Vous pouvez vérifier et corriger les données ci-dessous. Si plusieurs données ont été chargées, vous pouvez naviguer dans les différentes pages.

Une fois terminé, vous pourrez consulter le bilan du diagnostic et enregistrer les données.

**Valider
Consulter le bilan
du diagnostic**

Plantation initiale | Regarnis 1 | Regarnis 2 | Regarnis 3 | Regarnis 4 | Regarnis 5

Date de plantation: 11/02/2007

Cheminement du diagnostic: Lignes entières

Essence principale plantée: Chêne sessile

Nombre de lignes ou de placeaux contrôlés: 7

Nombre TOTAL de lignes ou de placeaux: 50

Nombre de plants de l'essence principale: 1200

Densité mise en place: 824 plants/ha

Type de plant mise en place: 1s2

Taille initiale des plants: 40/80

Provenance: 205

Fournisseur: Naudet

Essence d'accompagnement 1: BOUL

Nombre de plants d'accompagnement 1: 200

Essence d'accompagnement 2:

Nombre de plants d'accompagnement 2:

Taux de reprise

Taux d'échantillonnage du diagnostic: 14 %

Nb morts_absents: 15 Nb vivants_sains: 162

Nb morts_externes: 35 Nb vivants_incertaines: 15

Nombre total de plants contrôlés: 227

Nombre total de plants en place: 1264

Taux de reprise brut: 78 %

Taux opposable au planteur: 92 %

Densité effective calculée: 744 plants/ha

Végétation concurrente & gibier & hanneton

Graminées: 0-5 Cerf: FAIBLE

Ronce: .5-25 Chevreuil: MOYEN

Fougère: .5-25 Sanglier: ABSENT

Autres: 0-5 Léporidés: FAIBLE

Hanneton: ABSENT

Commentaires:

Figure 28: Fenêtre des données des diagnostics de plantation et des regarnis

Un bilan récapitulera automatiquement l'évolution des taux de reprise de la plantation initiale et des regarnis [ANNEXE 9:EXEMPLE DE BILAN AUTOMATIQUE D'ANALYSE DE DIAGNOSTIC DE REUSSITE DE PLANTATION]. Le bilan permet aussi de calculer et de suivre la densité de la plantation [FIGURE 29]. Il est alors plus facile de déterminer le nombre de plants nécessaires pour un regarni pour atteindre la densité ciblée. Le bilan pourra aussi être adressé au planteur en cas de taux de reprise insuffisant au taux convenu dans la clause contractuelle. Les taux de reprises sont un indicateur majeur pour établir le retour d'expérience des techniques utilisées, en permettant de déterminer si la plantation est réussie.

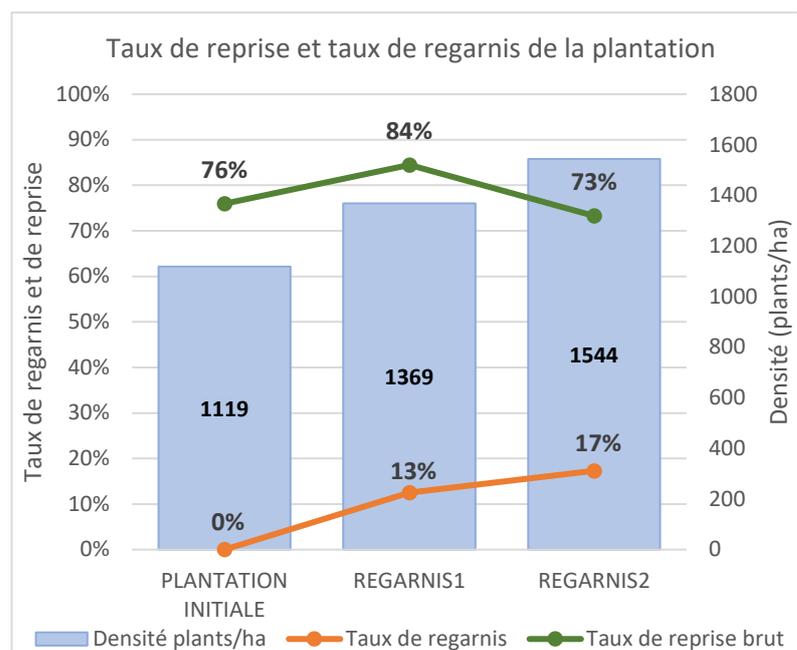


Figure 29: Exemple du graphique automatique des taux de reprise et de regarnis et de densité – Outil analyse de diagnostic de réussite de plantation

5 Mise en place d'un retour d'expérience et déploiement des outils

5.1 Première étape du retour d'expérience

Désormais le retour d'expérience des chantiers de régénérations artificielles pourra se baser sur des données uniformisées et consultables par tous sur un réseau partagé. Les outils « Projet de régénération », « Suivi des travaux », et « Analyses de diagnostic » sont réunis dans la même application. Il est donc possible de récupérer les informations d'un outil pour les utiliser pour un autre. Ainsi un « Projet de régénération » pourra, par exemple, être muté en un « Suivi des travaux » en reprenant les données [ANNEXE 10: SCHEMA DU PROCESSUS ET DES CONNEXIONS DES OUTILS DE REGENERATION ARTIFICIELLE]. Chaque zone à régénérer possédera un dossier partagé avec les informations sur les problématiques de la zone (végétation concurrente, gibier, hydromorphie), sur les travaux (techniques et coûts) et des analyses graphiques. Ces documents constitueront un support d'animation pour les tournées de retour d'expérience des chantiers de régénération artificielle et alimenteront les échanges techniques. Aussi, ils seront un moyen de maîtriser plus efficacement les dépenses, avec l'historique annuel du suivi des travaux.

La centralisation des informations permettra aussi des macroanalyses des données du type analyse des correspondances multiples (variables qualitatives) ou analyse mixte (variables qualitatives et quantitatives), qui permettront d'établir des liens de corrélations entre différents facteurs ; préparation du sol et taux de reprise, densité de plantation et nombre de dégagements, provenance des plants et taux de reprise etc.

5.2 S'approprier et déployer les outils

Pour permettre le déploiement des outils, les équipes doivent se les approprier. L'outil de diagnostic des besoins en travaux en futaie irrégulière permettant de déterminer un besoin en régénération artificielle, a déjà été présenté auprès des équipes de techniciens forestiers territoriaux. Le format choisi correspond au format classique des formations de l'Office National des Forêts, une partie de présentation et de théorie, une partie de terrain avec de la pratique et enfin une partie d'échange sur les retours de chacun et une conclusion. Cela permet à chacun de se confronter directement au Géorelevé et à son diagnostic, et de pouvoir se l'approprier. Le formateur, ici le responsable des travaux et sylviculture, peut alors répondre aux interrogations et donner des cas concrets et variés.

L'application « Régénération artificielle_Projet_Suivi_Diagnostic » sera, quant à elle, présentée en salle à chaque unité territoriale. La partie diagnostic des taux de reprise fera l'objet d'une formation terrain pour présenter le protocole pour les plantations en plein et par placeaux. L'application est accompagnée d'un manuel d'utilisation d'une quarantaine de pages, qui guide pas à pas les étapes d'un projet, d'un suivi et d'un diagnostic. Toutes les fenêtres de l'application y sont reprises et détaillées. Ce manuel présente aussi des exemples pour que les utilisateurs puissent se rendre compte plus facilement des possibilités de l'application. En permanence les outils ont été développés pour être les plus ergonomiques possibles, pour qu'ils soient faciles à utiliser, rapidement appropriables et non chronophages.

Une telle application nécessite d'être mise à jour régulièrement pour s'adapter au référentiel des travaux sylvicoles publié annuellement. Elle doit aussi s'améliorer et évoluer selon les retours des utilisateurs, au risque d'être délaissée. Un des enjeux principaux est donc la transmission de cette application. Pour cela, un guide de mise à jour et des modifications a été rédigé afin de récapituler toutes les informations nécessaires. Les mises à jour devant être faites annuellement, elles doivent être réalisables sans compétence de codage en Visual Basic for Applications ; il s'agit d'ajouter des articles par copié-collé et de modifier des listes. En revanche, les modifications plus complexes des outils nécessitent d'accéder au développeur, et donc de maîtriser le codage en Visual Basic for Applications. Le code est commenté et décrit afin de simplifier une reprise des lignes.

6 Conclusion – Perspectives

Ce travail a permis d'évaluer le processus actuel de l'agence Île-de-France Est en matière d'organisation du renouvellement par régénération artificielle. Celui-ci ne permettait pas d'établir de retour d'expérience notamment à cause de l'impossibilité de retracer clairement et simplement l'historique d'une zone à régénérer. Il s'est donc agi dans ce travail, de permettre la préservation et l'uniformisation des informations en développant des outils adaptés aux différentes étapes d'un renouvellement par régénération artificielle [FIGURE 30].

Ces outils sont donc la première étape pour permettre le retour d'expérience sur l'agence territoriale Île-de-France Est, voire même sur toute la direction territoriale Seine-Nord. Par la suite, le retour d'expérience devra être animé en s'appuyant sur les bilans synthétiques et en ciblant des zones régénérées à visiter lors de journées d'échanges techniques. Ces outils permettront aussi de maîtriser plus facilement les dépenses et les répartitions des coûts pour la régénération artificielle. L'aide à la décision pourra être régulièrement amendée par ce retour d'expérience et par ces échanges.

Les données collectées par les outils pourront donner lieu à des macroanalyses pour affiner les décisions techniques. Ces données permettront aussi de réaliser des bilans annuels sur les techniques et les taux de reprises. Il sera possible, par exemple, de créer une base de données Access à partir de l'ensemble des données. Elles pourront aussi être mutualisées avec le pôle recherche, développement et innovation de l'Office National des Forêts pour analyser plus finement les facteurs biotiques et abiotiques.

Enfin, un logiciel ou une application ne sont pas fixes, ils évoluent, se corrigent, se complexifient et se partagent. Ce type d'outil pourra aussi être élargi à d'autres travaux sylvicoles qui nécessitent un suivi et un retour d'expérience des techniques et des coûts. Par exemple, le renouvellement par régénération naturelle pourrait bénéficier quasiment du même outil, en y apportant peu de modifications. Il est donc nécessaire de suivre et de faire vivre ces outils avec tous les utilisateurs, pour anticiper et concevoir ensemble leurs évolutions.

Synthèse comparative des processus de régénération artificielle sur l'agence territoriale Île-de-France Est

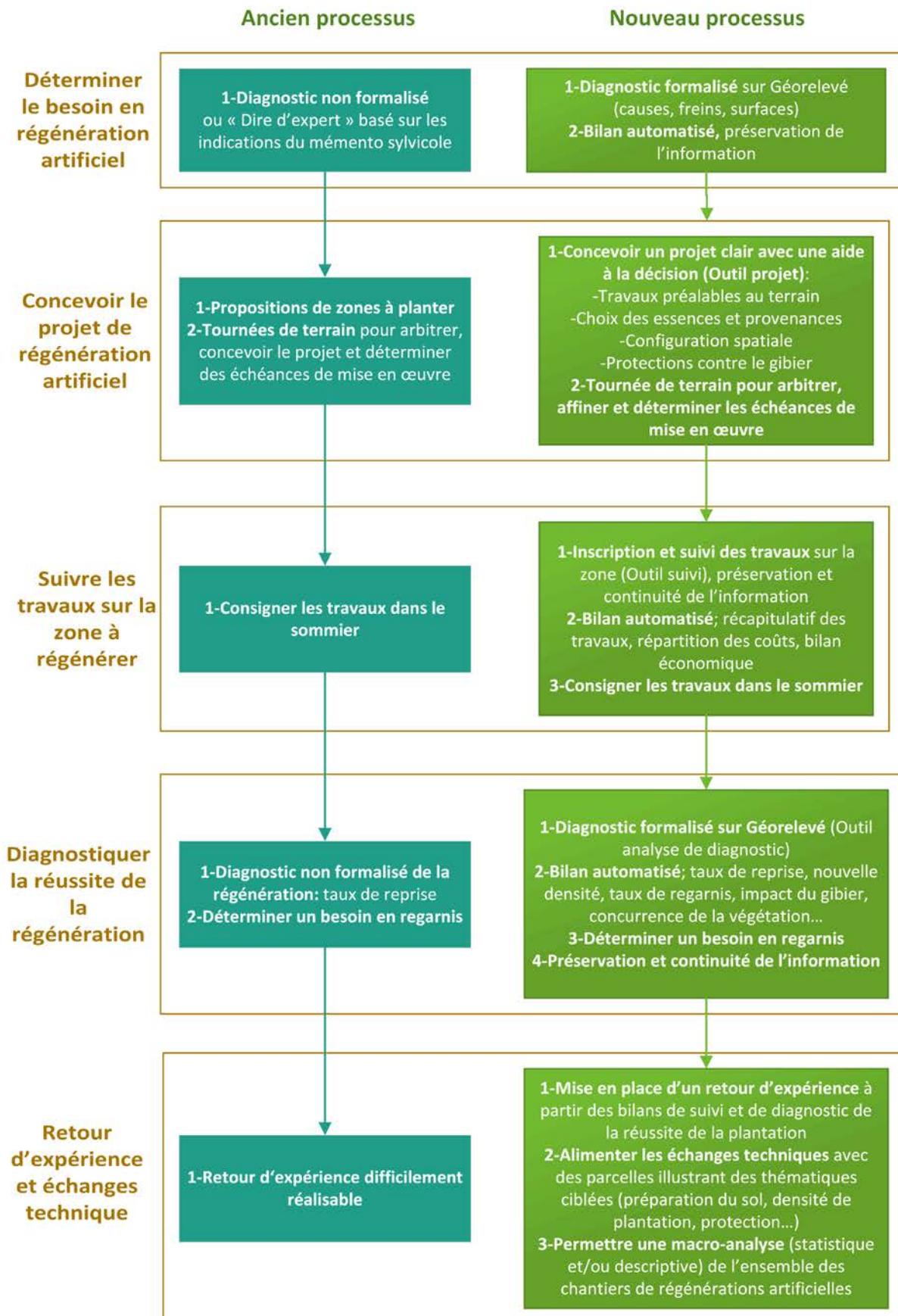


Figure 30: Synthèse comparative des processus de régénération artificielle sur l'agence territoriale Île-de-France Est

7 Bibliographie

- AUSSENAC G., GUEHL J.M., KAUSHAL P., GRANTER A. et GRIEU Ph., 1988. Critères physiologiques pour l'évaluation de la qualité des plants forestiers avant plantation. *Revue Forestière Française* [En ligne]. 1988. pp. 131. [Consulté le 23 octobre 2019]. DOI 10.4267/2042/25926. Disponible à l'adresse : <http://hdl.handle.net/2042/25926>
- BARTHOD Christian, 2015. La multifonctionnalité des forêts entre discours et pratiques : illusion ou réalité à assumer ? *Revue Forestière Française* [En ligne]. 2015. N° 4. [Consulté le 10 août 2020]. DOI 10.4267/2042/59287. Disponible à l'adresse : <http://hdl.handle.net/2042/59287>
- BAUDESSON P., 2020. L'équilibre sylvo-cynégétique, la quête du Graal. *Forêt-entreprise*. Février 2020. N° 250, pp. 12.
- BRÉDIF Hervé, BAILLY Alain, VALENZISI Marc, ARNOULD Pierre, CALUGARU Corina et NOUGARÈDE Olivier. 2008. Contribution à l'élaboration d'une approche stratégique de la multifonctionnalité des forêts : synthèse et recommandations. 2008. pp. 21.
- CEMAGREF, 1983. *Les semis artificiels de chêne*. CEMAGREF Note Technique, 50.
- Code forestier | Legifrance*, 2020. [En ligne]. [Consulté le 28 juillet 2020]. Disponible à l'adresse : https://www.legifrance.gouv.fr/affichCode.do;jsessionid=0DAB07B37848DB6E118FEE2B33F84624.tplgr38s_3?idSectionTA=LEGISCTA000025248673&cidTexte=LEGITEXT000025244092&dateTexte=20200728
- COLLET Catherine, 2013. *Rapport final - PILOTE: Évaluation de nouvelles techniques de plantation limitant la concurrence pour l'eau en prévision de conditions futures plus sèches* [En ligne]. [Consulté le 14 avril 2020]. Disponible à l'adresse : https://www.reseau-aforce.fr/data/577714_rapport_aforce_pilote_complet_3.pdf
- COLLET Catherine, BLONDET Marieke, DELEUZE Christine, RICHTER Claudine et RICHERT L., 2018. *Définition d'un jeu de critères pour évaluer les performances multiples des itinéraires de plantation* [En ligne]. 2018. Disponible à l'adresse : www.inra.fr/renfor/Ressources/Articles-techniques
- COLLET Catherine, RICHTER Claudine, ULRICH Erwin, BLONDET Marieke, DELEUZE Christine, BOULANGER Vincent, DASSOT Mathieu et LEGAY Myriam, 2016. Une approche multi-acteur et multidisciplinaire pour innover dans les pratiques de plantation forestière. *Revue Forestière Française* [En ligne]. 2016. N° 6, pp. 533. [Consulté le 23 octobre 2019]. DOI 10.4267/2042/62400. Disponible à l'adresse : <http://hdl.handle.net/2042/62400>
- DEFRIES Ruth et NAGENDRA Harini, 2017. Ecosystem management as a wicked problem. *Science* [En ligne]. 21 avril 2017. Vol. 356, n° 6335, pp. 265-270. [Consulté le 10 août 2020]. DOI 10.1126/science.aal1950. Disponible à l'adresse : <https://www.sciencemag.org/lookup/doi/10.1126/science.aal1950>
- DÉPARTEMENT DE LA SANTÉ DES FORÊTS, 2017. *Bilan de la santé des forêts - Ile-de-France - 2017* [En ligne]. Bilan annuel de la santé des forêts. [Consulté le 11 août 2020]. Disponible à l'adresse : http://www.francilbois.fr/images/actualites/dsf_idf_2017.pdf
- DUEZ F., DASSOT M., WEHRELEN L. et COLLET C., 2015a. *Fiche technique « Culti 3B® »* [En ligne]. Janvier 2015. Disponible à l'adresse : www.inra.fr/renfor
- DUEZ F., DASSOT M., WEHRELEN L. et COLLET C., 2015b. *Fiche technique « Pioche-Herse® »* [En ligne]. Janvier 2015. Disponible à l'adresse : www.inra.fr/renfor
- DUEZ F., DASSOT M., WEHRELEN L. et COLLET C., 2017. *Fiche technique « Bident Maillard® »* [En ligne]. Décembre 2017. Disponible à l'adresse : www6.nancy.inra.fr/mission-gestion-vegetation-foret
- DUEZ F., DASSOT M., WEHRELEN L. et COLLET C., 2019a. *Fiche « Sous-Soleur Multifonction® »* [En ligne]. Octobre 2019. Disponible à l'adresse : www.inra.fr/renfor

- DUEZ F., DASSOT M., WEHRLÉN L. et COLLET C., 2019b. *Fiche technique « La mini-pelle /midi-pelle »* [En ligne]. Octobre 2019. Disponible à l'adresse : www.inra.fr/renfor
- DUEZ F., DASSOT M., WEHRLÉN L. et COLLET C., 2019c. *Fiche technique « Scarificateur Réversible® »* [En ligne]. Octobre 2019. Disponible à l'adresse : www.inra.fr/renfor
- GIBAUD G., 2014. *Fiche PILOTE - Fontainebleau - Parcelle 565*. OFFICE NATIONAL DES FORÊTS.
- KENK Georg, 2002. Rôle de la végétation dans la reconstitution de la forêt après tempête : l'exemple allemand (Bade-Wurtemberg). *Revue Forestière Française* [En ligne]. 2002. N° 6, pp. 547. [Consulté le 23 octobre 2019]. DOI 10.4267/2042/4942. Disponible à l'adresse : <http://hdl.handle.net/2042/4942>
- LEFEBVRE L. et COLLIN E., 2008. Changement climatique, diversité génétique et adaptation des forêts. *Forêt méditerranéenne* [En ligne]. 2008. Vol. 29, n° 2, pp. 243-246. Disponible à l'adresse : <https://core.ac.uk/download/pdf/15516696.pdf>
- MARTIN Bernard, 2014. Le bois futur viendra des plantations. *Revue Forestière Française* [en ligne]. 2014. N° 3, pp. Fr.], ISSN 0035. [Consulté le 23 octobre 2019]. DOI 10.4267/2042/56063. Disponible à l'adresse : <http://hdl.handle.net/2042/56063>
- MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE ET DE L'ALIMENTATION, 2018. *Surveillance des dépérissements en forêts* [En ligne]. 4 juillet 2018. Disponible à l'adresse : <https://info.agriculture.gouv.fr/gedei/site/bo-agri/instruction-2018-433>
- MUSCH B., 2015. CARAVANE - Aforce - Adaptation des forêts au changement climatique. [En ligne]. 2015. [Consulté le 14 février 2020]. Disponible à l'adresse : <https://www.reseau-aforce.fr/n/caravane/n:3402>
- MUSCH B., 2019. Outils pour l'adaptation de la forêt aux changements climatiques : Migration assistée et substitution d'essences. *ONF - RenDez-Vous techniques*. 2019. N° 61-62, pp. 42-49.
- OFFICE NATIONAL DES FORÊTS, BEAL M., RICHTER C., MANOILINE F., MOUREY J.-M., MOYSES F., PISCHEDDA D. et SARDIN T., 2014. *Travail des sols compacts, tassés et hydromorphes avant régénération : technique 3B réalisée soit avec minipelle et sous-soleur multifonction®, soit avec tracteur et outil Culti 3B® - Fiche outil et information technique et financière*. 2014.
- OFFICE NATIONAL DES FORÊTS, CHABAUD Ludovic et NICOLAS Loïc, 2009. *Pineraies des plaines du Centre et du Nord-Ouest*. Paris : Office National des Forêts. ISBN 978-2-84207-330-5. 9200-09-GUI-TEC-001
- OFFICE NATIONAL DES FORÊTS, ERWIN U., WEHRLÉN L., BECKER C., SARDIN T., RICHTER C., TOUFFAIT R., BALAND F., FRANÇOIS D., GIBAUD G., LEFEBVRE L., LÉVEQUE L., MORICE P.-Y., PIAT J., POUPART F., THOMASSIN J.-P. et VIRY B., 2015. *Travaux mécanisés avant régénération levant le blocage par la fougère aigle - clé de décision pour choisir la bonne méthode de travail - clé valable pour la plantation* [en ligne]. 2015. Disponible à l'adresse : <http://biblio.onf.fr/documentation/>
- OFFICE NATIONAL DES FORÊTS et JARRET Pascal, 2004. *Chênaie atlantique*. Paris : Office national des forêts. Guide des sylvicultures. ISBN 978-2-84207-294-0. 9200-05-GUI-EAM-010
- OFFICE NATIONAL DES FORÊTS, DELORD P. et MANDRET X., 2018. *Mémento sylvicole - Coupes - Chênaies atlantique*.
- OFFICE NATIONAL DES FORÊTS et SARDIN Thierry, 2008. *Chênaies continentales*. Paris : Office National des Forêts. Guide des sylvicultures. ISBN 978-2-84207-321-3. 9200-08-GUI-SAM-006
- OFFICE NATIONAL DES FORÊTS et SARDIN Thierry, 2018. *Mémento sylvicole - Coupes - Conduite en futaie irrégulière des chênaies d'Île-De-France*.
- OFFICE NATIONAL DES FORÊTS et SARDIN Thierry, 2019. *Mémento pratique - ITTS - La futaie irrégulière des chênaies d'Île-De-France*. 9200-19-SAM-GUI-098

- OFFICE NATIONAL DES FORÊTS, 2006. *Directive régionale d'aménagement d'Île-de-France*. Juin 2006.
- OFFICE NATIONAL DES FORÊTS, 2010. *Schéma régional d'aménagement d'Île-de-France*. Juin 2010.
- OFFICE NATIONAL DES FORÊTS, 2011. *Les chênes du Sud-Ouest - Aquitaine & Midi-Pyrénées - ITTS*. 8900-12-GUI-R&D-001.
- OFFICE NATIONAL DES FORÊTS, 2015. *Travaux mécanisés avant régénération levant le blocage par la fougère aigle*. Novembre 2015.
- OFFICE NATIONAL DES FORÊTS, 2018a. *Guide technique : Réussir les plantations de chênes sessile et pédonculé*.
- OFFICE NATIONAL DES FORÊTS, 2018b. *Mémento pratique - Travaux sylvicoles - Auvergne Rhône-Alpes*.
- OFFICE NATIONAL DES FORÊTS, 2018c. *Mémento sylvicole - Coupes - Chênaies continentales*.
- PETIT A., BLONDET M. et COLLET C., 2017. *L'adoption de l'innovation dans les pratiques forestières - Le cas des forestiers de Haute-Normandie*. AFORCE, ADEME, INRA, LERFOB, CNPF, ONF.
- PIERANGELO A., 2017. *Ressources génétiques forestières : Conseils d'utilisation des matériels forestiers de reproduction* [En ligne]. IRSTEA. Disponible à l'adresse : <https://agriculture.gouv.fr/graines-et-plants-forestiers-conseils-dutilisation-des-provenances-et-varietes-forestieres>
- RAKOTOARISON, Hanitra, CAILLY, Priscilla, DELEUZE, Christine, RICHTER, Claudine et BERTHELOT, Alain, 2015. Plantations résineuses en conditions forestières : analyse économique des itinéraires dédiés et semi-dédiés pour augmenter la production de bois. *Revue Forestière Française* [En ligne]. 2015. N° 6. [Consulté le 23 octobre 2019]. DOI 10.4267/2042/60721. Disponible à l'adresse : <http://hdl.handle.net/2042/60721>
- RITTEL Horst W. J. et WEBBER Melvin M., 1973. Dilemmas in a general theory of planning. *Policy Sciences* [En ligne]. Juin 1973. Vol. 4, n° 2, pp. 155-169. [Consulté le 10 août 2020]. DOI 10.1007/BF01405730. Disponible à l'adresse : <http://link.springer.com/10.1007/BF01405730>
- VAN MINNEN Jelle G., STRENGERS Bart J., EICKHOUT Bas, SWART Rob J. et LEEMANS Rik, 2008. Quantifying the effectiveness of climate change mitigation through forest plantations and carbon sequestration with an integrated land-use model. *Carbon Balance and Management* [En ligne]. 15 avril 2008. Vol. 3, n° 1, pp. 3. [Consulté le 7 Février 2020]. DOI 10.1186/1750-0680-3-3. Disponible à l'adresse : <https://doi.org/10.1186/1750-0680-3-3>
- VENNETIER M., 2012. Changement climatique et dépérissements forestiers : causes et conséquences. In : *Changement climatique et modification forestière* [En ligne]. CNRS. pp. 50-60. [Consulté le 11 août 2020]. Disponible à l'adresse : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00756083>
- WANG Sen, 2002. Wicked problems and metaforestry: Is the era of management over? *The Forestry Chronicle* [En ligne]. 1 août 2002. Vol. 78, n° 4, pp. 505-510. [Consulté le 10 août 2020]. DOI 10.5558/tfc78505-4. Disponible à l'adresse : <http://pubs.cif-ifc.org/doi/10.5558/tfc78505-4>

8 Annexes

Annexe 1: Listes des contacts

Nom	Prénom	Fonction	Localisation	Adresse électronique	Téléphone fixe	Portable
Augery	Mathieu	Responsable du Service Forêt	Agence territoriale Île-de-France Est			
Baron	Jean-François	Technicien forestier territorial - Fontainebleau Sud	Agence territoriale Île-de-France Est			
Baud	Lucile	Responsable Pôle aménagement - RATD aménagement	Direction territoriale Seine-Nord			
Bouchaud	Charlotte	Correspondante foncier et Animatrice sylvicole	Agence territoriale Île-de-France Est			
Boullanger	Vincent	Responsable du pôle RDI de Fontainebleau - chargé de R&D	Direction territoriale Seine-Nord			
Brauche	Didier	Technicien forestier territorial - Fontainebleau Sud	Agence territoriale Île-de-France Est			
Butin	Alexandre	Technicien forestier territorial - Fontainebleau Nord	Agence territoriale Île-de-France Est			
Cacoualt	Jean-marc	Chef de projet chasse - Directeur de chasse	Agence territoriale Île-de-France Est			
Deck	Catherine	Responsable de l'unité territoriale Fontainebleau Sud	Agence territoriale Île-de-France Est			
Delbaere	Aurélien	Correspondant DSF, Expert arbre conseil	Direction territoriale Seine-Nord			
Delpon	Philippe	Technicien forestier territorial - Fontainebleau Nord	Agence territoriale Île-de-France Est			
Dioudonnat	Emeric	Responsable travaux et sylviculture	Agence territoriale Île-de-France Est			
Ducroux	Sylvain	Directeur territorial adjoint, charge des questions forestières	Direction territoriale Seine-Nord			
Dufour	Valérie	Assistante spécialisée travaux - Service forêt	Agence territoriale Île-de-France Est			
Goudet	Laurent	Technicien forestier territorial - Val de Seine	Agence territoriale Île-de-France Est			
Guillier	Caroline	Charge de sylviculture - Expert RATD	Direction territoriale Seine-Nord			
Lacomme	Arnaud	Technicien forestier territorial - Val de Seine	Agence territoriale Île-de-France Est			
Lange	Valéry	Technicien forestier territorial - Fontainebleau Nord	Agence territoriale Île-de-France Est			
Leseurre	Jonathan	Technicien forestier territorial - Val de Seine	Agence territoriale Île-de-France Est			
Pitaud	Jonathan	Chargé de R&D spécialisé sur le renouvellement des peuplements				
Saintipoly	Franck	Technicien forestier territorial - Brie Boisée Sénart	Agence territoriale Île-de-France Est			
Tailfer	Philippe	Technicien forestier territorial - Fontainebleau Sud	Agence territoriale Île-de-France Est			

CONFIDENTIEL

ANNEXE 1 - DIAGNOSTIC DU NIVEAU DE RENOUVELLEMENT (NÉCESSAIRE ET RÉALISÉ) ET DES BESOINS ÉVENTUELS EN TRAVAUX

Ce type de diagnostic n'est pas à réaliser systématiquement, mais on doit le faire périodiquement :

- pour affiner son « dire d'expert » ;
- pour des parcelles qui sont complexes à appréhender.

Le principe consiste à parcourir l'ensemble de la parcelle mais en ne décrivant qu'un échantillon de surface représentatif pour lequel sont notés :

- le besoin en renouvellement (arbres mûrs et « vides ») ;
- la présence / absence de semis par classe de hauteur ;
- le besoin ou non de travaux avec la nature de la concurrence.

Méthode et taux d'échantillonnage

Description par bande entière entre deux cloisonnements d'exploitation ; on peut décrire une bande sur deux ou une bande sur trois (soit un taux d'échantillonnage de 50% ou 33% respectivement). Cette méthode est intéressante si l'espacement des cloisonnements est de l'ordre de 20 m (25 m maxi). Au-delà, la description porte sur 10 ou 15 m de chaque côté du cloisonnement emprunté.

Comptabilisation des besoins en renouvellement et en travaux

La première étape consiste à identifier toutes les zones de semis utiles ou désirés sur la surface décrite. Ce sont celles qui ont un accès direct à la lumière (trouée) et ceux qui sont sous des tiges qui peuvent être retirées (arbres à leur diamètre d'exploitabilité selon leur qualité, tiges d'essence d'accompagnement*, taillis, tiges de mauvaise qualité...). Ces zones sont comptabilisées par cellule de surface de 3 ares (« équivalent GB », cf. § 2.1.2.1) correspondant à un cercle de 20 m de diamètre ou à un carré de 17 m de côté. Elles peuvent faire éventuellement l'objet d'une localisation par GPS.

Sur chaque cellule « équivalent GB » de 3 ares on vérifie d'abord la présence de semis et la présence éventuelle de végétation bloquant son installation :

- **pas de semis** : si l'absence de semis est due à de la végétation concurrente, on note la nature de celle-ci ; s'il semble que la seule solution soit la plantation (cf. ITTS), on le note ;
- **présence de semis** : on distingue le cas avec présence du renouvellement sur moins de 33% de la cellule, avec l'idée que c'est insuffisant, du cas avec plus de 33% (satisfaisant) ;
 - **renouvellement à moins de 33%** : si ce manque de régénération provient d'un blocage dû à de la végétation sur le reste de la cellule, on note la nature de celle-ci ;
 - **renouvellement sur + de 33%** : on passe à l'étape suivante qui consiste à décrire cette régénération.

Lorsqu'il a des semis sur la cellule, la seconde étape consiste à les décrire ainsi que la concurrence éventuelle à leur développement :

- la régénération est décrite par classe de hauteur ou diamètre avec 5 classes : < 0,5 m ; 0,5 à 1 m ; 1 à 3 m ; > 3 m ; perches ($\varnothing > 7,5$ cm) ;
- plusieurs (3 maxi) taches/cônes de régénération peuvent être distingués sur une même cellule avec une seule classe pour chacun ;
- pour chacun des cônes de régénération est notée le cas échéant la présence d'une végétation concurrentielle à rabattre/éliminer ainsi que sa nature ; si l'intervention doit être faite dans la saison, on note « urgent » ; si cela peut attendre un an, c'est « non-urgent »
- dans le cas d'une régénération sur + de 33% de la surface de la cellule, on ne note la présence de la concurrence à éliminer que si c'est nécessaire pour avoir une régénération « libérée » de la concurrence sur 33% de la surface.

Analyse et bilan

Le besoin en renouvellement sur l'UG est calculé en surface :

La surface à régénérer sur l'UG s'obtient avec la formule suivante :

$$S_r = \frac{n \times 3}{100 \times t}$$

Où n = nombre de cellules de 3 ares à régénération utile ou désirée et t le taux d'échantillonnage (0,33 si on décrit une bande sur trois ou 0,5 pour une bande sur deux).

Les besoins en travaux préparatoires à l'installation des semis

Le nombre de cellules équivalent GB où des travaux préparatoires à l'installation des semis sont nécessaires sur l'UG est connu en divisant le nombre comptabilisé de cellules de 3 ares à régénération utile ou désirée pour lesquelles on a noté la nécessité de travaux préparatoires à l'installation des semis par le taux d'échantillonnage.

Les besoins en travaux de dégagement nettoyage dépressage

Le nombre de cellules équivalent GB où des travaux de dégagement ou de nettoyage-dépressage sont nécessaires sur l'UG est connu en divisant le nombre comptabilisé de cellules de 3 ares à régénération utile ou désirée pour lesquelles on a noté la nécessité de travaux de dégagement, de nettoyage ou de dépressage par le taux d'échantillonnage. Il peut être décliné par classe de hauteur des semis, et complété par le nombre de cônes de régénération à travailler.

Le diagnostic fera l'objet d'un outil portable indépendant, ou via Géorelevé.

Annexe 3: Exemple de fiche de diagnostic automatique des besoins en travaux

Diagnostic travaux en irrégulier

Forêt : Barbeau
Date : 26/05/2020

Parcelle/UG : 4 EST
Observateur : Samuel

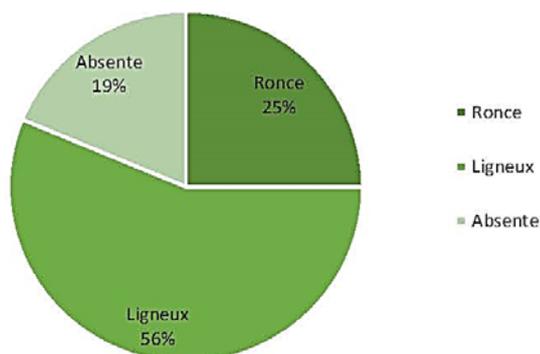
Surface : 4,00 ha
Taux d'échantillonnage : 100%

Besoin en renouvellement sur l'UG :	0,89 ha	soit	22% de la surface totale
--	---------	------	--------------------------

Besoin en travaux de dégagement/nettoisement :			
→ Pour des semis de hauteur < 0,5 m	10 ares	soit	21% du besoin en travaux
→ Pour des semis de hauteur 0,5 à 1 m	22 ares	soit	47% du besoin en travaux
→ Pour des semis de hauteur 1 à 3 m	14 ares	soit	30% du besoin en travaux
→ Pour des semis de hauteur > 3 m	0 ares	soit	0% du besoin en travaux
→ Pour des perches	1 ares	soit	2% du besoin en travaux
Total	47 ares	soit	53% de la surface à renouvellement souhaitée

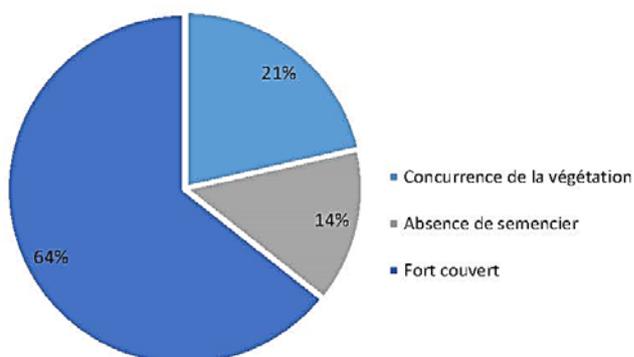
Degré d'urgence :			
→ Travaux urgents	30 ares	soit	64% du besoin
→ Travaux non urgents	17 ares	soit	36% du besoin

Types de concurrences de la régénération présente

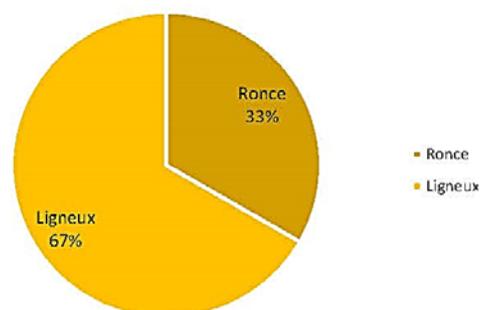


Besoin en plantation :			
→ Semis désirés absents sur	42 ares	soit	47% de la surface à renouvellement souhaité
→ Plantation souhaitable sur	12 ares	soit	29% de la surface à semis désirés absents

Types de cause d'absence de semis



Concurrence de la végétation et absence de régénération



Annexe 4: Exemple de bilan automatique de projet de régénération artificielle

Projet de régénération artificielle: Plantation par placeau

Nom du projet: **Projet de placeaux Chêne**

Date de création du projet: **30/07/2020**

Créateur de la fiche projet: **Samuel Sénécal**



Version n°1 du projet

Forêt : **Fontainebleau**

Parcelle : **n°5 (27,59 Ha)**

UG : **b (12,74 Ha)**

Surface à régénérer : **4,3 Ha**

Surface à planter (hors roches, mares, fossés...): **4,36 Ha**

Informations sur la zone à régénérer

Station : **Chênaie acidiphile; dynamique favorable au chêne avec concurrence potentielle de la fougère**

Hydromorphie : **Sans hydromorphie**

Équilibre sylvocynégétique:

	Niveau de pression
Cerf	Faible
Chevreuril	Faible
Sanglier	Faible
Léporidés	Absent

Concurrence de la végétation:

	Niveau de pression
Graminé	Absent
Ronce	Faible
Fougère	Fort
Ligneux	Absent

Configuration des placeaux

Nombre de plants par placeaux:	6 x 6 = 36 plants
Écartement des plants:	1,75 m par 2 m

Surface des placeaux:	87,5 m ²
Nombre de placeaux sur la zone:	30

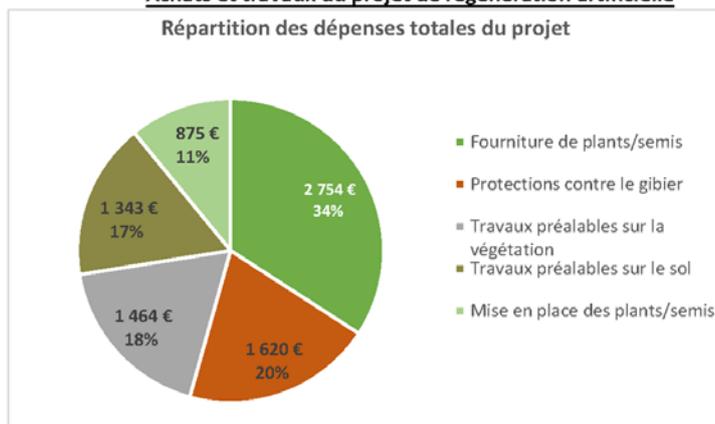
Nombre total de plants:	1080
Surface totale de placeaux:	2625 m ²

Données à l'hectare	
Nombre de placeaux à l'hectare:	7 placeaux/Ha
Nombre de plants à l'hectare:	251 plants/Ha

Proportion de la surface plantée:	61%
--	------------

Description et commentaires:

Achats et travaux du projet de régénération artificielle



Somme totale du projet: 8056€ **Soit 1873€/Ha à régénérer**

Fourniture de plants/semis						
Article	Quantité (PL, L, ou kg)	Prix unitaire	Prix total	Prov.	Type	Commentaires
02-FP-CHS-00	1080	2,55€/Plant	€ 2 754,00	QPE205	1s2	
			Somme totale: € 2 754,00			

Mise en place des plants/semis				
Article	Quant. ou Surf. (PL ou HA)	Prix unitaire	Prix total	Commentaires
04-PLAN-CPT01	1080 Unité	0,81 €/Unité	€ 874,80	
			Somme totale: € 874,80	

Travaux préalables sur la végétation				
Article	Surface travaillée	Prix unitaire	Prix total	Commentaires
04-PRVG-BPO01	3 Ha	488,01 €/Ha	€ 1 464,03	
			Somme totale: € 1 464,03	

Travaux préalables du sol				
Article	Quant. travaillée (Ha ou U)	Prix unitaire	Prix total	Commentaires
04-PRSO-CRO01	5 Ha	268,6 €/Ha	€ 1 343,00	
			Somme total: € 1 343,00	

Protections contre le gibier				
Article	Surface/Quantité (Ha, U ou MI)	Prix unitaire	Prix total	Commentaires
04-PROG-FPIND1	1080 Unité	1,5 €/Unité	€ 1 620,00	
			Somme total: € 1 620,00	

CONFIDENTIEL

Instaurer un retour d'expérience du renouvellement par régénération artificielle

CONFIDENTIEL

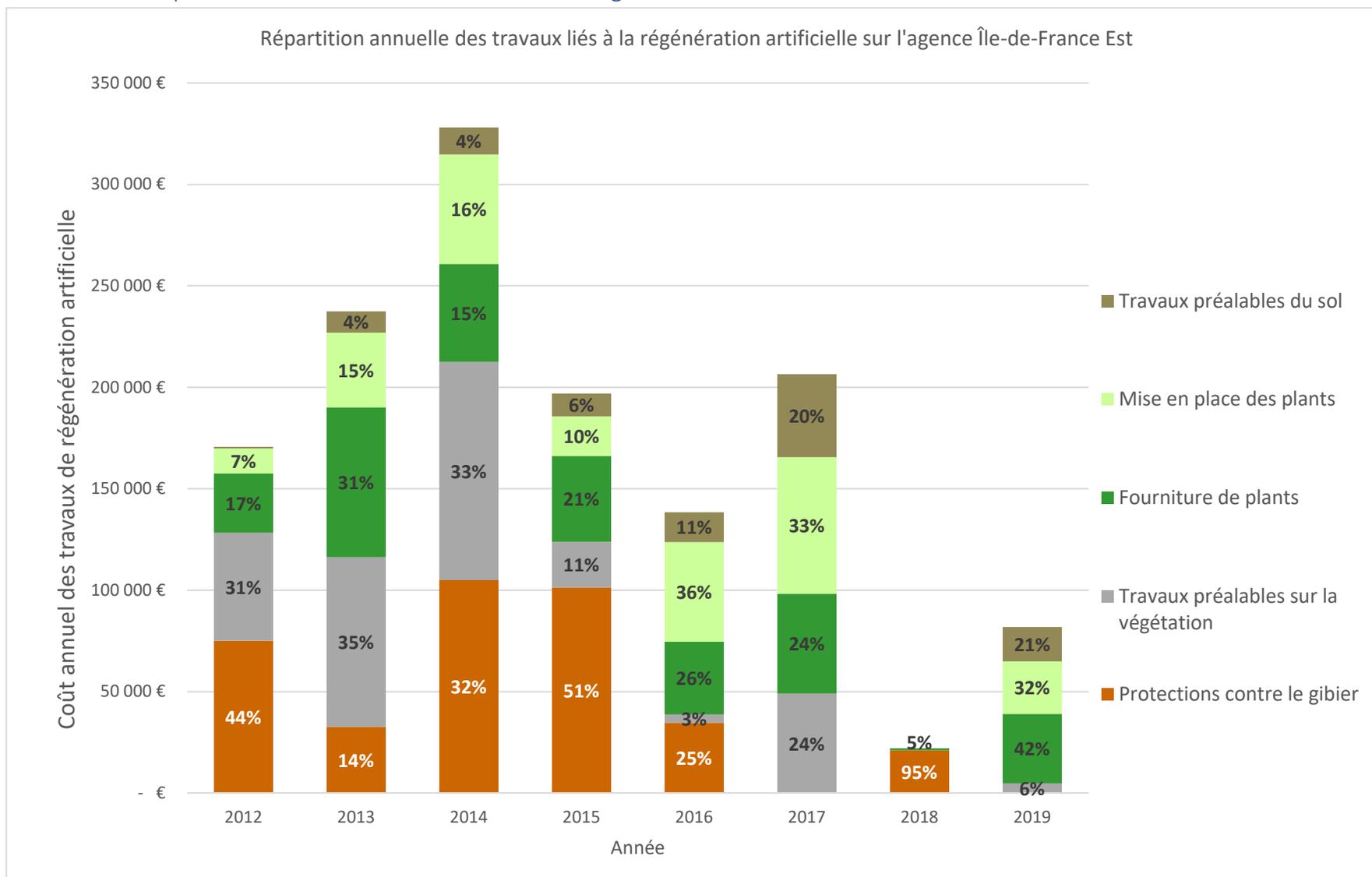
Instaurer un retour d'expérience du renouvellement par régénération artificielle

CONFIDENTIEL

Instaurer un retour d'expérience du renouvellement par régénération artificielle

CONFIDENTIEL

Annexe 6: Répartition annuelle des travaux liés à la régénération artificielle



Annexe 7: Exemple de bilan automatique de suivi des travaux de régénération artificielle

Suivi: JOUY_00091_c

Nom du projet: Suivi des travaux _ Plantation plein

Date de création du projet: 02/09/2020

Créateur de la fiche projet: Samuel Sénécal



Forêt :Jouy

Parcelle : n°91 (20,96 Ha)

UG : c (18,29 Ha)

Surface à régénérer : 18,29 Ha

Informations sur la zone à régénérer

Station : Chênaie acidiline à neutro acidiline; dynamique favorable au chêne, avec concurrence potentielle de la ronce

Hydromorphie : Avec hydromorphie

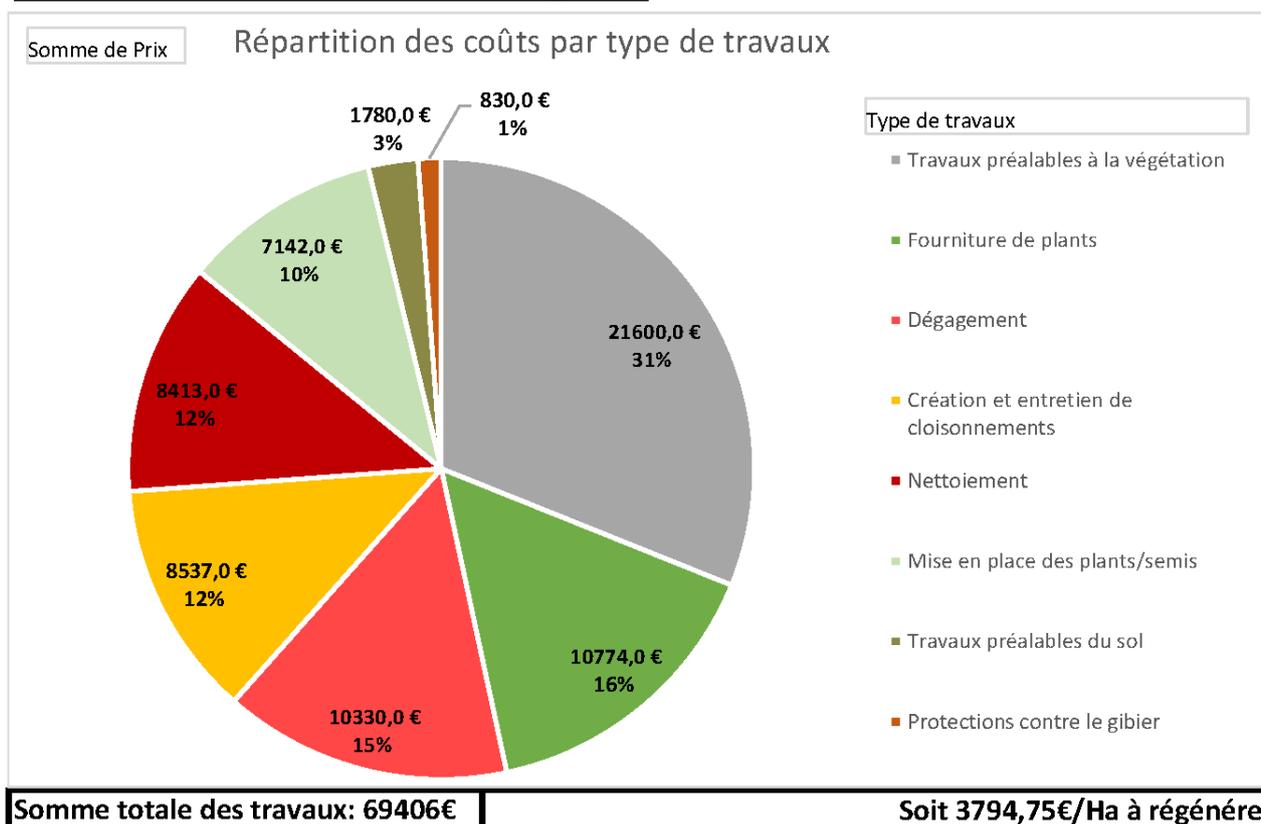
Équilibre sylvocynégétique:

	Niveau de pression
Cerf	Faible
Chevreuril	Moyen
Sanglier	Moyen
Léporidés	Absent

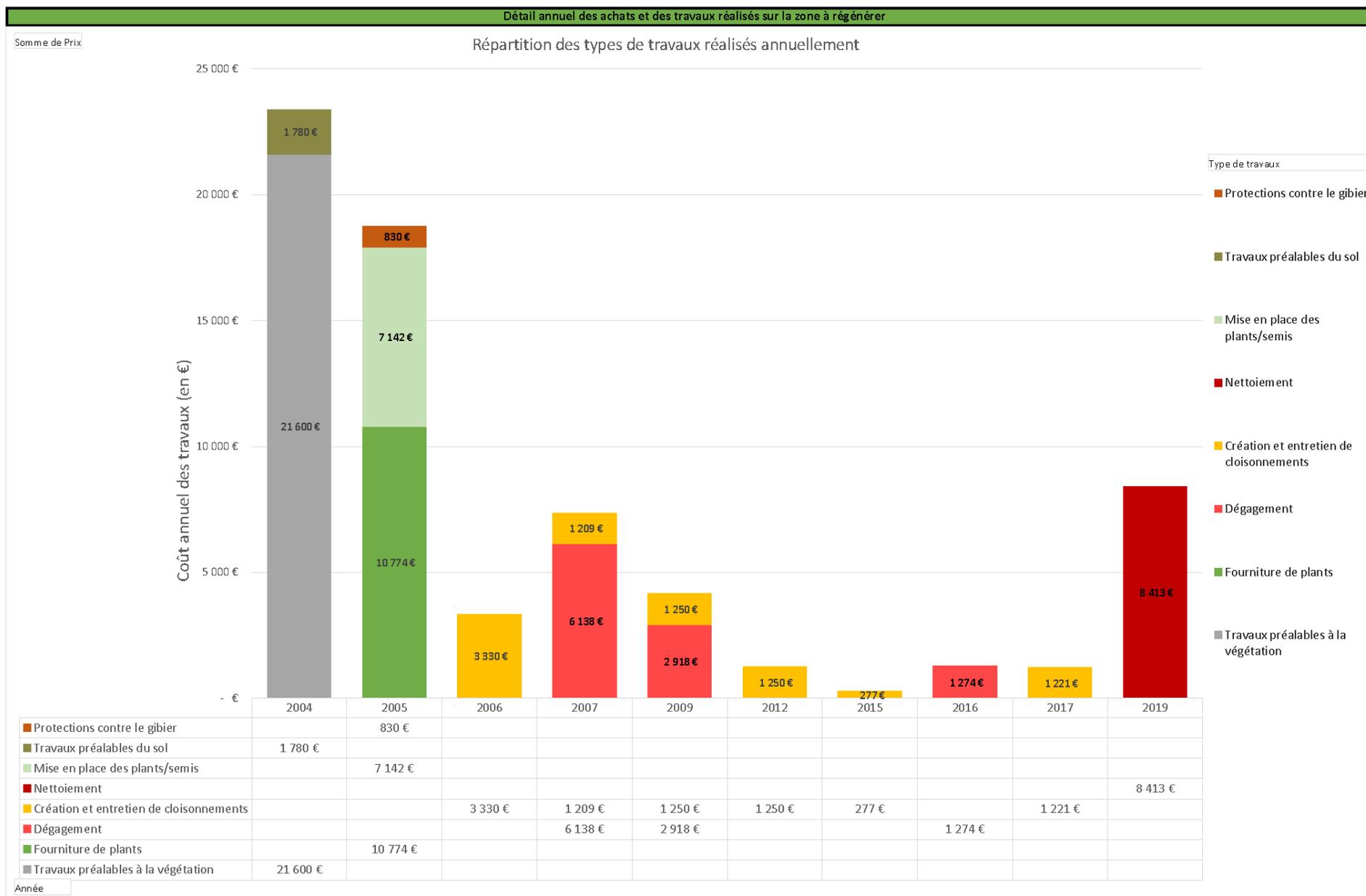
Concurrence de la végétation:

	Niveau de pression
Graminé	Faible
Ronce	Faible
Fougère	Faible
Ligneux	Moyen

Suivi des achats et travaux sur la zone à régénérer



Instaurer un retour d'expérience du renouvellement par régénération artificielle



Instaurer un retour d'expérience du renouvellement par régénération artificielle

Année	Type de travaux	Article sélectionnés	Prix unitaire	Quantité ou surface	Unité	Prix	Libellé	Commentaires
2004	Travaux préalables à la végétation	RPFNTE	1 200,00 €	18	ha	21 600 €	Broyage mécanique	
2004	Travaux préalables du sol	RPFTRS	178,00 €	10	ha	1 780 €	Travail du sol	
2005	Fourniture de plants	RPFPPA	0,82 €	370	pl	304 €	Fourniture de plants	Merisiers
2005	Fourniture de plants	RPFPPA	0,90 €	380	pl	342 €	Fourniture de plants	Alisier
2005	Fourniture de plants	RPFPPA	0,48 €	21300	pl	10 128 €	Fourniture de plants	
2005	Mise en place des plants/semis	RPFMPA	396,78 €	18	ha	7 142 €	Mise en place de plants	Mise en place de 23250 plants
2005	Protections contre le gibier	RPFDCPI	0,94 €	530	u	500 €	Création de protections individuelles anti-gibier	Protections
2005	Protections contre le gibier	RPFDCPI	0,75 €	440	u	330 €	Création de protections individuelles anti-gibier	Pose
2006	Création et entretien de cloisonnements	RPFECCL	218,00 €	1	ha	218 €	Entretien interbandes ou cloisonnements	
2006	Création et entretien de cloisonnements	RPFECCL	389,75 €	4	ha	1 559 €	Entretien interbandes ou cloisonnements	
2006	Création et entretien de cloisonnements	RPFECCL	86,28 €	18	ha	1 553 €	Entretien interbandes ou cloisonnements	
2007	Création et entretien de cloisonnements	RPFECCL	67,17 €	18	ha	1 209 €	Entretien interbandes ou cloisonnements	
2007	Dégagement	RPFDBM	341,00 €	18	ha	6 138 €	Dégagement manuel lignes ou bandes	
2009	Création et entretien de cloisonnements	04-CLOI-EYO01	178,57 €	7	ha	1 250 €		
2009	Dégagement	DGPMHF	486,33 €	6	ha	2 918 €	Dégagement manuel plantation en plein	
2012	Création et entretien de cloisonnements	04-CLOI-EYO01	178,57 €	7	ha	1 250 €		
2015	Création et entretien de cloisonnements	04-CLOI-EYE01	138,50 €	2	ha	277 €	Maintenance de cloisonnement sylvicole au broyeur dans une régénération de moins de 3 m; végétation herbacée ou semi-ligneuse de faible diamètre: diamètre < 5cm, au broyeur à axe vertical	
2016	Dégagement	04-DEGP-ALG01	637,00 €	2	ha	1 274 €	Dégagement manuel plantation sur la ligne avec maintien du gainage, rabattu à hauteur	
2017	Création et entretien de cloisonnements	04-CLOI-EYE02	174,43 €	7	ha	1 221 €	Maintenance de cloisonnement sylvicole au broyeur dans une régénération de plus de 3 m; végétation herbacée ou semi-ligneuse de faible diamètre: diamètre < 5m, au broyeur à axe vertical	
2019	Nettoisement	04-NETD-NAL01	647,15 €	13	ha	8 413 €	Nettoisement manuel localisé de régénération	

Annexe 8: Protocole d'échantillonnage des taux de reprise sur l'agence Île-de-France Est

PROTOCOLE D'ÉVALUATION DE LA REPRISE DES PLANTS

Pour toutes les plantations neuves et/ou parcelles regarnis à plus de 60% réalisées sur un triage, une évaluation systématique de la reprise des plants est à effectuer. En fonction du nombre de plants installés, le taux de sondage est fixé à 10% (≤ 6000 plants installés) ou 5% (> 6000 plants installés). Ce suivi permet un contrôle post-plantation de la qualité des travaux réalisés et une prévision plus juste des regarnis à faire, si nécessaire.

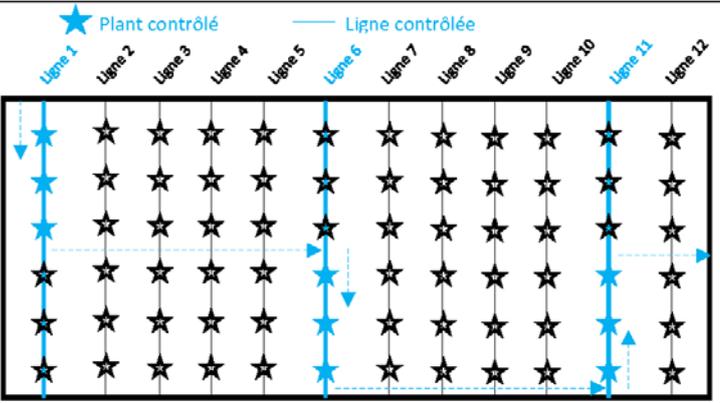
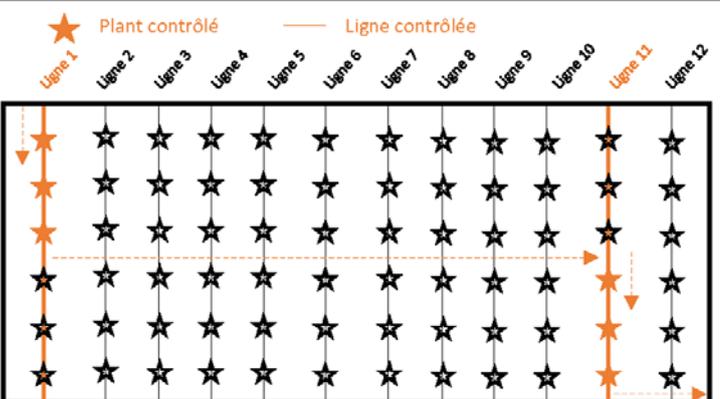
1. PÉRIODE

L'évaluation du taux de reprise est à réaliser deux fois, dès l'été suivant la plantation ou le regarnis (taux de reprise n°1) et l'année suivante (taux de reprise n°2), toujours entre le 15 août et le 15 septembre.

Rappel : Le taux de reprise doit être notifié au planteur (interne ou externe) avant le 1^{er} octobre suivant la plantation, date à laquelle expire le délai de garantie (voir §6.), en cas d'un taux de reprise constaté insuffisant.

2. CHEMINEMENT : Plantation en plein

Remarque : S'il a été choisi d'évaluer les lignes entièrement plutôt que par $\frac{1}{2}$ lignes (pour avoir un taux d'échantillonnage plus élevé), il faudra le notifier en important les données.

Nombre de plants mis en place	Taux de sondage	Cheminement	
≤ 6000	$\sim 10\%$	<p>Evaluer tous les plants sur $\frac{1}{2}$ ligne, toutes les 5 lignes</p> 	
> 6000	$\sim 5\%$	<p>Evaluer tous les plants sur $\frac{1}{2}$ ligne, toutes les 10 lignes</p> 	

3. CHEMINEMENT : Plantation par placeaux

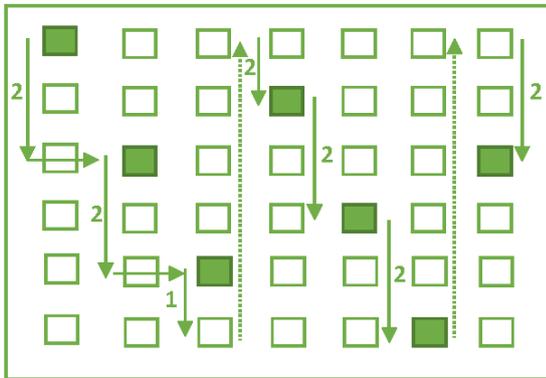
On contrôlera l'ensemble des plants d'un placeau. Pour déterminer le nombre de placeaux à contrôler avec un taux d'échantillonnage supérieur à 10%, on utilisera la formule suivante :

$$\text{Nombre placeaux à contrôler} \geq nb_{\text{Total de placeaux}} \times 10\%$$

$$\text{Nombre placeaux à contrôler} \geq nb_{\text{Total de placeaux}} \times 0.1$$

Remarque : Si le nombre de nids est trop conséquent, on adaptera le taux d'échantillonnage en le réduisant.

Les placeaux à contrôler seront répartis sur l'ensemble de la surface, y compris les placeaux de « bordures ». On pourra, par exemple, utiliser le cheminement ci-dessous, en se décalant de 2 unités pour passer à la ligne suivante. Selon le schéma de plantation on pourra moduler le décalage à 3 unités pour une meilleure répartition.



4. CRITERES

Pour le relevé terrain, on utilisera « DIAG_RG_ARTI » sur Géo-relevé, qui se décompose en 5 onglets :

1. Informations générales
2. Végétation concurrente
3. Gibier & hanneton
4. Taux de reprise
5. Observations libres

Les 3 premiers onglets ne sont à remplir **qu'UNE SEULE fois**, les valeurs seront recopiées pour les autres points. Commencez par les remplir. Si des données vous manquent vous pourrez les compléter plus tard sur ordinateur en important le fichier du relevé.

Informations générales

Ci-dessous vous trouverez quelques précisions des intitulés à remplir :

- **Plant. Ou Reg. :** Permet de préciser sur quoi porte le diagnostic
- **Date de plantation :** Précise la date de la plantation qui est diagnostiquée (la dernière)
- **Nb tot ligne_plac :** Nombre de lignes ou de placeaux sur la totalité de la zone à planter.
- **Nb plants essence principale ou accompagnement :** Ce nombre correspond à ce qui a été planté au dernier chantier. Par exemple ; si la plantation initiale est de 2500 plants, lors du diagnostic on inscrira 2500 plants. Puis, pour le regarnis 1, de 300 plants, on inscrira 300 plants (et non 2800).

Remarque : En revanche, si on souhaite faire le diagnostic du regarnis 1 mais que le diagnostic de la plantation initiale n'a pas été fait, on cumulera les deux plantations en additionnant les nombres de plants.

- **Type de plant** : Par exemple 1s1, 1-0, 1-0G...
- **Taille initiale** : Précise l'ordre de grandeur de la taille des plants à la réception
- **Fournisseur** : Précise le nom du fournisseur principal de la dernière plantation
- **Provenance principale** : Précise la région de provenance de l'essence principale (Ex : QPE205)

Végétation concurrente

- **Couv. GRAMI, RONCE, FOUG, AUTRE** : Précise le taux de couverture de la végétation concurrençant les plants de la plantation.

Gibier & Hanneton

- **Pres. CERF, CHEVR, SANGL, LEPORIDÉ, HANNETON** : Précise le niveau d'impact du gibier et du hanneton sur la plantation (pas la présence). Si aucun dégât n'est constaté, on indiquera absent.

Taux de reprise

Ensuite vous pouvez commencer le relevé des taux de reprise. L'onglet se décompose en 4 compteurs avec lesquels on comptabilise :

- **Mort_Absents** : Nombre de plants morts ou absent, s'assurer que la tige est bien sèche.
- **Mort_Externe**¹ : Nombre de plants morts suite à des aléas externes (dégâts gibiers, pathogènes, aléas climatiques). S'assurer que la tige est bien sèche.
- **Vivant_sain** : Nombre de plants vivants sains, plants sans signe de faiblesse notoire.
- **Viv_Incertain** : Nombre de plants vivants mais avec une survie incertaine : plants avec descente de cime, cassés, blessés, abrutis, ou rejets.

ATTENTION : A chaque changement de ligne ou de plateau, validez les données pour les enregistrer et remettre les compteurs à zéro.

5. CALCUL

Le relevé pourra être importé dans l'application de suivi de régénération artificielle, pour analyser automatiquement le diagnostic et créer un bilan récapitulatif.

Résultats du suivi n°1 → Notification du taux de reprise au planteur pour la prise en charge d'éventuels regarnis, avant le 1^{er} octobre (taux de reprise opposable au planteur < 80 %).

Résultats du suivi n°2 → Regarnis à prévoir si :

- Le taux de reprise brut est inférieur à **80 %**
- **OU** si la proportion de plants vivants incertains représente plus de 50% du total des plants vivants.

6. INFORMATIONS A TRANSMETTRE

A l'issue du suivi, le courrier pré-rempli (**annexe 1**) est complété, si nécessaire, par l'opérateur et transmis au planteur (interne ou externe), avant le 1^{er} octobre qui suit la plantation, avec copie au service forêt de l'agence territoriale et à l'agence travaux.

Les taux de reprises sont à reporter dans le sommier (fiche A50J), à chaque évaluation.

¹ Catégorie facultative renseignée si la cause de la mortalité peut être connue avec certitude. Si non, les plants morts sont classés dans la catégorie Mort_Absents.

ANNEXE 1 : Modèle de courrier à adresser au planteur

MODELE : « REGARNIS A EFFECTUER »

Objet : Evaluation du taux de reprise des plantations
date.

Le Cliquez ici pour entrer une

Monsieur Cliquez ici pour entrer du texte.,

Au cours du mois de Choisissez un élément. Choisissez un élément., vous avez procédé à la mise en place de Cliquez ici pour entrer du texte. plants de Choisissez un élément. sur la parcelle de la forêt domaniale de Cliquez ici pour entrer du texte.

Ces plants ont été fournis par Cliquez ici pour entrer du texte.et vous vous êtes engagés sur leur conformité et leur qualité lors d'une réception contradictoire avec le fournisseur et le maître d'ouvrage, signée à la réception des plants le Cliquez ici pour entrer une date.

Le contrat **réf. contrat** signé avec l'Office National des Forêts le Cliquez ici pour entrer une date. vous engage sur une reprise minimum de Cliquez ici pour entrer du texte. % à la date du 1^{er} octobre Choisissez un élément..

Le taux de reprise réalisé le Cliquez ici pour entrer une date. révèle une réussite de plantation de l'ordre de Cliquez ici pour entrer du texte.%.

Compte-tenu de la reprise insuffisante de la plantation, en l'absence d'évènement climatique majeur avéré, je vous demande de bien vouloir procéder à vos frais au regarnis de la parcelle Cliquez ici pour entrer du texte. en forêt domaniale de Cliquez ici pour entrer du texte., pour une quantité estimée de Cliquez ici pour entrer du texte. plants. Et ce d'ici au Cliquez ici pour entrer une date..

Ils seront fournis par vos soins et devront répondre aux caractéristiques suivantes : **Chênes sessiles en racines nues, provenance QPE 105, 1S1, de 30/80 cm de hauteur / Pins sylvestres en godets, provenance PSY100 Nord-Ouest, 1+1, de 15/30 cm de hauteur, ...**

Veuillez agréer, Monsieur, l'expression de mes salutations distinguées.

Annexe 9: Exemple de bilan automatique d'analyse de diagnostic de réussite de plantation

Bilan de diagnostic: FONT_00056_a

Nom du bilan: Diagnostic Reg 3 FTB 56a

Date de création du bilan: 44058

Créateur de la fiche projet: Samuel Sénécal



Forêt :Fontainebleau

Parcelle : n°56 (22,01 Ha)

UG : a (9,2 Ha)

Essence principale plantée: Chêne sessile

Surface régénérée : 2,3 Ha

Informations sur la zone à régénérer

Station : Chênaie acidiphile; dynamique favorable au chêne avec concurrence potentielle de la fougère

Hydromorphie : Sans hydromorphie

Impact du gibier sur la plantation:

Niveau de pression	Plantation initiale	Regarnis 1	Regarnis 2
Cerf	ABSENT	ABSENT	ABSENT
Chevreuil	FORT	FAIBLE	FAIBLE
Sanglier	ABSENT	ABSENT	ABSENT
Léporidés	ABSENT	ABSENT	ABSENT

Impact de l'hanneton sur la plantation:

Niveau d'impact	Plantation initiale	Regarnis 1	Regarnis 2
Hanneton	ABSENT	FAIBLE	FAIBLE

Impact de la végétation concurrente sur la végétation:

Taux de couverture (en %)	Plantation initiale	Regarnis 1	Regarnis 2
Graminé	0-5	0-5	0-5
Ronce	.5-25	.5-25	.5-25
Fougère	.5-25	.5-25	.5-25
Ligneux	0-5	0-5	0-5

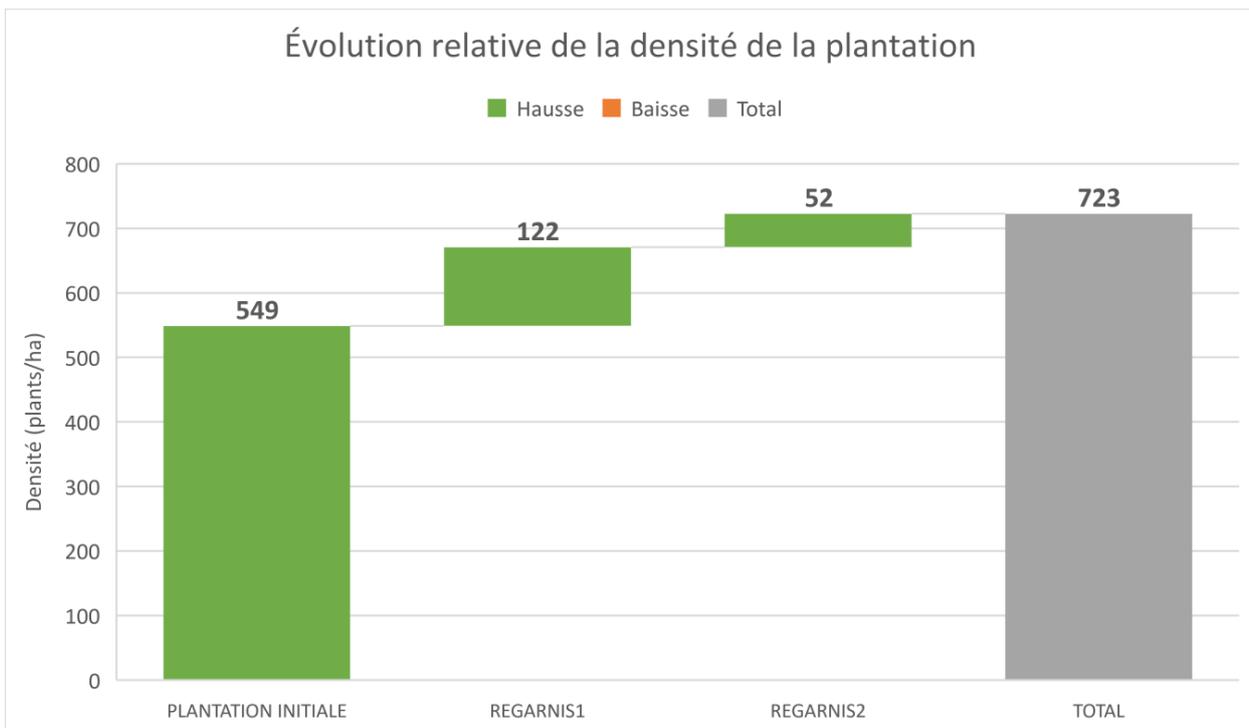
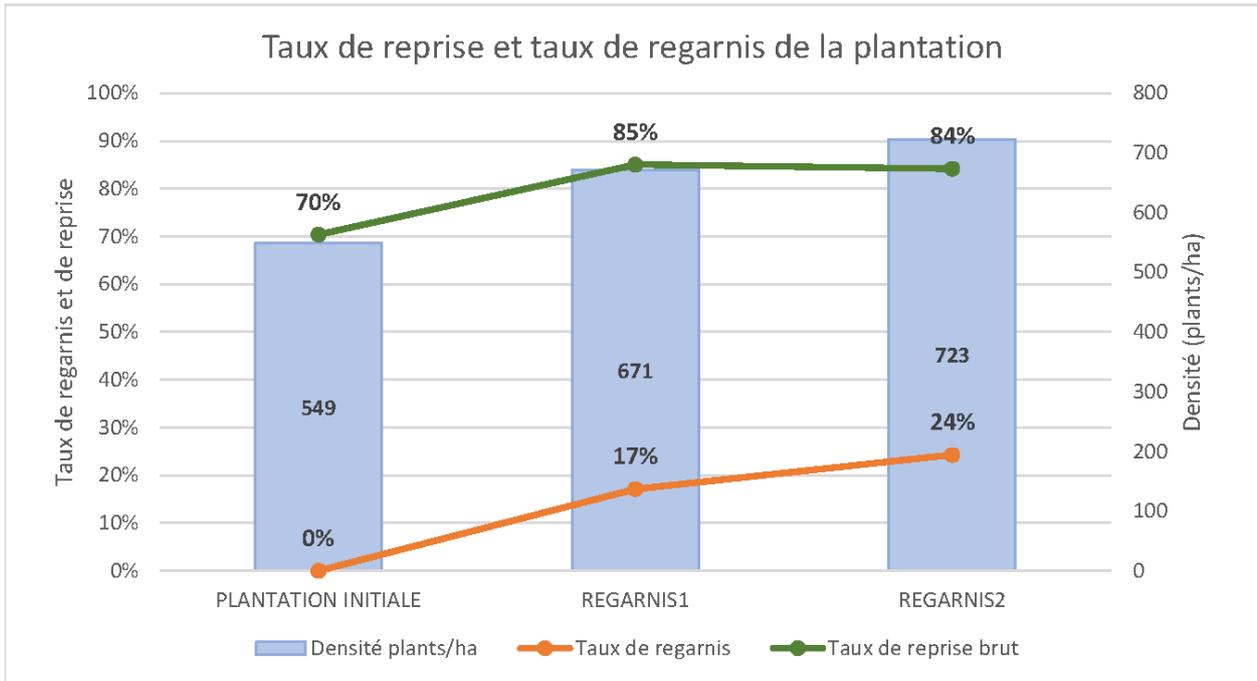
Informations sur les plants:

	Plantation initiale	Regarnis 1	Regarnis 2
Date de plantation	11/02/2007	11/02/2007	11/02/2007
Essence principale	CHENE S	CHENE S	CHENE S
Nb de plants	2000	500	250
Type de plants	1s2	1s2	1s2
Taille initiale	40/80	40/80	40/80
Provenance	205	205	205
Fournisseur	Naudet	Naudet	Naudet

Essence accomp. 1	BOUL	BOUL
Nb de plants	500	100

Densité plantée	1087	810	780
Densité effective	549	671	723

Taux d'échantillonnage	16%	14%	16%
-------------------------------	-----	-----	-----



Instaurer un retour d'expérience du renouvellement par régénération artificielle

	Morts absents	Morts externes	Vivants sains	Vivants incertains	Taux opposable au planteur
Plantation initiale	7%	23%	63%	7%	91%
Regarnis 1	8%	7%	77%	8%	92%
Regarnis 2	6%	9%	66%	18%	93%

	Commentaires et observations
Plantation initiale	Fort abrouissement par le chevreuil
Regarnis 1	
Regarnis 2	Signes de faiblesse suite à la sécheresse

Annexe 10: Schéma du processus et des connexions des outils de régénération artificielle

Processus des outils « Projet de régénération », « Suivi des travaux » et « Analyse de diagnostic » - Connexion des outils

