



Obtention des régénérations naturelles : une enquête sur le niveau de satisfaction des gestionnaires forestiers

14-09-2022

Rédacteurs :

Chloé Agro, Université de Lorraine, AgroParisTech, INRAE, UMR Silva, 54000 Nancy, France

Catherine Collet, Université de Lorraine, AgroParisTech, INRAE, UMR Silva, 54000 Nancy, France

Jonathan Pitaud, Office national des forêts, Département RDI, 54280 Champenoux, France

Vincent Boulanger, Office national des forêts, Département RDI, 77300 Fontainebleau, France

Table des matières

1. Introduction	6
2. Matériel et méthode	6
2.1. Questionnaire et public ciblé	6
2.2. Caractérisation de l'échantillon étudié.....	9
2.2.1. Caractérisation des répondants	9
2.2.2. Caractérisation des réponses	10
3. Résultats, tous contextes sylvicoles confondus	15
3.1. Durée de régénération	15
3.1.1. Durée de régénération en fonction de la GRECO	15
3.2. Durée de régénération en fonction du traitement sylvicole	16
3.3. Satisfaction concernant la régénération naturelle.....	17
3.3.1. Satisfaction toutes réponses confondues	17
3.3.2. Satisfaction en fonction de la GRECO	18
3.3.3. Satisfaction en fonction du traitement sylvicole	18
3.3.4. Satisfaction en fonction du type d'essence.....	19
3.3.5. Lien entre satisfaction et durée de régénération.....	19
3.4. Facteurs ayant pu affecter négativement la régénération	20
4. Résultats, par type forestier	22
4.1. Type forestier n°1	22
4.2. Type forestier n°2	24
4.3. Type forestier n°3	25
4.4. Type forestier n°4	26
4.5. Type forestier n°5	28
5. Discussion.....	29
5.1. Principaux résultats	29
5.2. Considérations méthodologiques	31
5.3. Perspectives de l'étude.....	31
5.4. Conclusion.....	32
6. Remerciements	33
7. Données disponibles	33
8. Références bibliographiques	33

Liste des tableaux

Tableau 1 : Liste des 26 espèces proposées dans la question 4 du questionnaire.

Tableau 2 : Regroupements de réponses faits pour former les 5 grands types forestiers.

Tableau 3 : Caractéristiques du type forestier n°1.

Tableau 4 : Caractéristiques du type forestier n°2.

Tableau 5 : Caractéristiques du type forestier n°3.

Tableau 6 : Caractéristiques du type forestier n°4.

Tableau 7 : Caractéristiques du type forestier n°5.

Liste des figures

Figure 1 : Nombre de réponses (= contextes sylvicoles) renseignées par questionnaire, exprimé en pourcentage du nombre de répondants (n = 284 répondants).

Figure 2 : Type de gestionnaire ayant répondu à l'enquête, exprimé en pourcentage du nombre de répondants (n = 284 répondants).

Figure 3 : Type de gestionnaire ayant répondu à l'enquête, exprimé en pourcentage du nombre de réponses (n = 372 réponses).

Figure 4 : GRECO ou sont localisés les peuplements forestiers gérés par les répondants, exprimé en pourcentage du nombre de réponses (n = 372 réponses).

Figure 5 : Traitement sylvicole appliqué dans les peuplements gérés par les répondants, exprimé en pourcentage du nombre de réponses (n = 372 réponses).

Figure 6 : Nombre d'essences renseignées par réponse, exprimé en pourcentage du nombre de réponses (n = 372 réponses).

Figure 7 : Type d'essences renseignées par réponse, exprimé en pourcentage du nombre de réponses (n = 372 réponses).

Figure 8 : Essence renseignée par réponse, exprimé en pourcentage du nombre de réponses (n = 372 réponses).

Figure 9 : Association d'essences par réponse, exprimé en nombre de réponses (n = 372 réponses).

Figure 10 : Durée de régénération des peuplements gérés par les répondants, exprimée en pourcentage du nombre de réponses (n = 372 réponses).

Figure 11 : Durée de régénération des peuplements gérés par les répondants en fonction de la GRECO, exprimée en pourcentage du nombre de réponses (n = 372 réponses).

Figure 12 : Durée de régénération des peuplements gérés par les répondants en fonction du traitement sylvicole appliqué, exprimée en pourcentage du nombre de réponses (n = 372 réponses).

Figure 13 : Niveau de satisfaction concernant la régénération naturelle en fonction de 3 critères, exprimé en pourcentage du nombre de réponses (n = 372 réponses).

Figure 14 : Niveau de satisfaction concernant la régénération naturelle en fonction de 3 critères et de la GRECO, exprimé en pourcentage du nombre de réponses (n = 372 réponses).

Figure 15 : Niveau de satisfaction concernant la régénération naturelle en fonction de 3 critères et du traitement sylvicole, exprimé en pourcentage du nombre de réponses (n = 372 réponses).

Figure 16 : Niveau de satisfaction concernant la régénération naturelle en fonction de 3 critères et du type d'essence, exprimé en pourcentage du nombre de réponses (n = 372 réponses).

Figure 17 : Niveau de satisfaction concernant la régénération naturelle en fonction de 3 critères et de la durée de régénération, exprimé en pourcentage du nombre de réponses (n = 372 réponses).

Figure 18 : Nombre de facteurs renseignés par réponse, exprimé en pourcentage du nombre de réponses (n = 372 réponses).

Figure 19 : Facteurs pouvant affecter négativement la régénération renseignés par réponse, exprimé en pourcentage du nombre de réponses (n = 372 réponses).

Figure 20 : Niveau de satisfaction concernant la régénération naturelle en fonction de 3 critères dans le type forestier n°1, exprimé en pourcentage du nombre de réponses (n = 30 réponses).

Figure 21 : Facteurs pouvant affecter négativement la régénération renseignés par réponse dans le contexte n°1, exprimé en pourcentage du nombre de réponses (n = 30 réponses).

Figure 22 : Niveau de satisfaction concernant la régénération naturelle en fonction de 3 critères dans le type forestier n°2, exprimé en pourcentage du nombre de réponses (n = 70 réponses).

Figure 23 : Facteurs pouvant affecter négativement la régénération renseignés par réponse dans le contexte n°2, exprimé en pourcentage du nombre de réponses (n = 70 réponses).

Figure 24 : Niveau de satisfaction concernant la régénération naturelle en fonction de 3 critères dans le type forestier n°3, exprimé en pourcentage du nombre de réponses (n = 31 réponses).

Figure 25 : Facteurs pouvant affecter négativement la régénération renseignés par réponse dans le contexte n°3, exprimé en pourcentage du nombre de réponses (n = 31 réponses).

Figure 26 : Niveau de satisfaction concernant la régénération naturelle en fonction de 3 critères dans le type forestier n°4, exprimé en pourcentage du nombre de réponses (n = 38 réponses).

Figure 27 : Facteurs pouvant affecter négativement la régénération renseignés par réponse dans le contexte n°4, exprimé en pourcentage du nombre de réponses (n = 38 réponses).

Figure 28 : Niveau de satisfaction concernant la régénération naturelle en fonction de 3 critères dans le type forestier n°5, exprimé en pourcentage du nombre de réponses (n = 64 réponses).

Figure 29 : Facteurs pouvant affecter négativement la régénération renseignés par réponse dans le contexte n°5, exprimé en pourcentage du nombre de réponses (n = 64 réponses).

Liste des abréviations

CNPF : Centre national de la propriété forestière

CRREF : Coupes rases et renouvellement des peuplements forestiers en contexte de changement climatique

GCF : Groupement des coopératives forestières

GIP Ecofor : Groupement d'intérêt public qui développe des programmes de recherche et des études sur le fonctionnement et la dynamique des écosystèmes forestiers et la gestion durable des forêts

GRECO : Grande région écologique française

IGN : Institut national de l'information géographique et forestière

INRAE : Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement

ONF : Office national des forêts

RENFOR : Pôle d'innovation et de pédagogie sur le renouvellement des peuplements forestiers

SER : Sylvoécorégion

SF-CDC : Société forestière de la caisse des dépôts et consignations

1. Introduction

Le renouvellement des peuplements forestiers est une étape cruciale qui permet d'assurer la pérennité de nos forêts. Il existe différents modes de renouvellement. En France, la plupart des peuplements forestiers sont renouvelés par régénération naturelle. La régénération est dite naturelle lorsque qu'elle est issue des graines produites par les arbres adultes en place ou bien issue de la reproduction végétative des arbres. Pour que les jeunes semis puissent se développer il est nécessaire que ces derniers aient accès à lumière grâce à une ouverture du couvert adulte. Cette ouverture du couvert peut être provoquée par un aléa naturel (tempête, incendie, crise sanitaire, etc) ou bien par l'Homme grâce à des coupes de régénération plus ou moins progressives. Certains peuplements forestiers sont quant à eux régénérés artificiellement par plantation ou plus rarement par semis. Différents facteurs peuvent affecter la régénération des peuplements qu'elle soit naturelle ou artificielle. On peut par exemple citer la prédation des graines ou des semis par les ongulés ou les micromammifères, la concurrence de la végétation ou encore l'impact du climat. Depuis plusieurs années, les gestionnaires forestiers signalent des difficultés pour renouveler leurs peuplements forestiers, toutefois aucune donnée chiffrée ne permet aujourd'hui d'estimer le niveau de réussite des régénérations naturelles à une échelle nationale.

Le pôle RENFOR (INRAE-ONF-AgroParisTech) a réalisé une enquête pour récolter des avis concernant l'obtention de régénérations naturelles observées sur le terrain par les gestionnaires forestiers. Les résultats de cette enquête, nous permettront de mieux caractériser les niveaux de réussite des régénérations naturelles selon les contextes forestiers français et donc d'alimenter les discussions concernant le choix des modes de renouvellement des peuplements forestiers.

Ce rapport expose les résultats détaillés de l'enquête. Une présentation synthétique de l'enquête est disponible dans le rapport de l'expertise collective scientifique et technique CRREF (Coupes Rases et Renouvellement des peuplements Forestiers), menée par le GIP Ecofor.

2. Matériel et méthode

2.1. Questionnaire et public ciblé

Pour réaliser cette enquête, nous avons élaboré un questionnaire en ligne à destination des gestionnaires des forêts publiques et privées en France métropolitaine (Agro et al., 2022). Nous avons choisi de cibler des gestionnaires de terrain, responsables de petites unités de gestion en termes de surface pour assurer l'homogénéité du type de peuplement et de la zone biogéographique de chaque réponse, et pour disposer d'un nombre élevé d'observations lors de l'analyse des données.

Le questionnaire était structuré en 3 parties. La première partie permettait d'identifier le type de gestionnaire qui répondait à l'enquête. Il s'agissait d'une question à choix multiples qui permettait au répondant d'indiquer s'il exerce en forêt domaniale, communale et/ou privée.

La seconde partie du questionnaire était structurée en 3 sections contenant chacune 8 questions identiques. Un contexte sylvicole était défini comme un ensemble de peuplements de même composition spécifique, menés selon un même système sylvicole et localisés dans une même sylvoécocorégion. Il a été demandé à chaque répondant de compléter une section par contexte sylvicole géré et d'inclure dans sa réponse, uniquement les peuplements gérés, régénérés naturellement, et n'ayant subi aucune crise majeure ces dernières années (crise sanitaire, tempête, incendie, etc.). Les peuplements localisés en région méditerranéenne (GRECO J) ont également été exclus de l'analyse en raison de leur spécificité en terme de traitement sylvicole, d'enjeux de gestion ou encore d'essences. Il était nécessaire de remplir au moins une section pour poursuivre le questionnaire. A la fin de chaque section, le répondant devait préciser s'il exerçait dans un autre contexte sylvicole. Si tel était le cas, ce dernier avait la possibilité d'ouvrir une nouvelle section. Il pouvait ainsi renseigner plusieurs contextes sylvicoles, et ce dans la limite de 3 maximum par questionnaire.

Les 8 questions posées pour chaque contexte sylvicole étaient les suivantes :

Question 1 : « Dans quelle grande région écologique (GRECO) est situé votre contexte sylvicole ? »

Cette première question permettait de situer le contexte sylvicole au sein des grandes régions écologiques françaises (GRECO), définies par l'institut national de l'information géographique et forestière (IGN). Une liste des GRECO était fournie, accompagnée d'une carte. La liste des GRECO et leurs fiches descriptives sont disponibles en ligne sur le site internet de l'IGN.

Question 2 : « Dans quelle sylvoécocorégion (SER) est situé votre contexte sylvicole ? »

Une GRECO est constituée de plusieurs sylvoécocorégions (SER). Cette seconde question nous permettait d'obtenir plus de précisions concernant la localisation du contexte sylvicole. Une liste des SER était fournie, accompagnée d'une carte. La liste des différentes SER et leurs fiches descriptives sont également disponibles sur le site internet de l'IGN.

Question 3 : « Quel est le traitement sylvicole majoritaire appliqué dans votre contexte sylvicole ? »

Cette question permettait de définir quel traitement sylvicole est majoritairement appliqué dans le contexte sylvicole, parmi les 5 traitements sylvicoles suivants :

- Futaie régulière avec coupes de régénération progressives
- Futaie régulière avec coupe de régénération à blanc
- Futaie irrégulière jardinée
- Futaie irrégulière par bouquets ou par parquets
- Ancien taillis sous futaie converti.

Un champ libre permettait de renseigner un autre type de traitement sylvicole, si aucun de ceux proposés ne correspondait.

Question 4 : « Quelles sont la ou les essences présentes dans votre contexte sylvicole ? »

Cette question visait à recenser les différentes essences présentes dans chaque contexte sylvicole. Il était demandé au répondant, de sélectionner au maximum 3 essences dominantes et 3 essences d'accompagnement par contexte et ce, parmi une liste de 26 essences (Tableau 1). Dans le questionnaire, aucune définition n'était donnée pour les termes « essence dominante » et « essence d'accompagnement ».

Tableau 1: Liste des 26 espèces proposées dans la question 4 du questionnaire.

Nom latin	Nom commun	Nom latin	Nom commun
<i>Sorbus sp.</i>	Alisier	<i>Acer platanooides</i>	Erable plane
<i>Alnus sp.</i>	Aulne	<i>Acer pseudoplatanus</i>	Erable sycomore
<i>Betula sp.</i>	Bouleau	<i>Fagus sylvatica</i>	Hêtre
<i>Carpinus sp.</i>	Charme	<i>Larix decidua</i>	Mélèze
<i>Castanea sativa</i>	Châtaignier	<i>Prunus avium</i>	Merisier
<i>Cedrus sp.</i>	Cèdre	<i>Juglans sp.</i>	Noyer
<i>Quercus robur</i>	Chêne pédonculé	<i>Pinus nigra</i>	Pin laricio
<i>Quercus rubra</i>	Chêne rouge	<i>Pinus pinaster</i>	Pin maritime
<i>Quercus petraea</i>	Chêne sessile	<i>Pinus nigra</i>	Pin noir
<i>Quercus ilex</i>	Chêne vert	<i>Pinus sylvestris</i>	Pin sylvestre
<i>Pseudotsuga menziesii</i>	Douglas	<i>Robinia pseudoacacia</i>	Robinier
<i>Picea abies</i>	Epicéa commun	<i>Abies alba</i>	Sapin pectiné
<i>Acer campestre</i>	Erable champêtre	<i>Tilia sp.</i>	Tilleul

Question 5 : « Approximativement, quelle est la surface forestière totale (ha) que vous gérez, associée à votre contexte sylvicole ? »

Cette question nous permettait d'estimer la surface forestière totale gérée par le répondant dans chaque contexte sylvicole. Aucune liste n'était proposée, la réponse était libre.

Question 6 : « Combien de temps mettez-vous en moyenne, pour régénérer vos peuplements dans votre contexte sylvicole ? »

Le répondant devait choisir une réponse parmi la liste suivante : « Moins de 5 ans », « De 5 à 10 ans », « De 10 à 15 ans » ou « Plus de 15 ans ». Aucune définition n'était proposée pour définir la durée d'une régénération. Chaque répondant était donc libre de choisir l'étape ou le stade caractérisant le début et la fin de la durée de régénération.

Question 7 : « Dans votre contexte sylvicole, êtes-vous satisfait de la régénération obtenue en termes de : ? »

Cette question nous permettait d'évaluer le niveau de satisfaction des répondants, concernant la régénération obtenue. Le succès de la régénération était évalué, selon 3 critères :

- La composition et la diversité spécifique
- Le couvert ligneux et l'ambiance forestière
- La densité de tiges.

Pour chacun de ces critères, le répondant devait indiquer s'il était : très satisfait, plutôt satisfait, plutôt insatisfait ou très insatisfait de la régénération obtenue.

Question 8 : « Selon vous, en cas de régénération non satisfaisante, quels sont les principaux facteurs qui ont affecté négativement la régénération dans votre contexte sylvicole ? »

Cette question à choix multiples permettait au répondant de renseigner les principaux facteurs qui, selon lui, ont affecté négativement la régénération naturelle dans le contexte sylvicole. Il était possible de sélectionner plusieurs facteurs parmi la liste suivante :

- Fructification insuffisante et/ou de mauvaise qualité
- Prédation des graines (ongulés, oiseaux, rongeurs)
- Prédation des semis (ongulés)
- Insectes ravageurs et/ou agents pathogènes (champignons, bactéries)
- Concurrence de la végétation
- Engorgement du sol
- Sécheresse et/ou forte chaleur
- Manque de lumière
- Tassement du sol.

Un champ libre permettait de compléter la réponse ou bien de renseigner d'autres facteurs ne figurant pas dans la liste. Il n'était pas obligatoire de répondre à cette question pour poursuivre le questionnaire.

Pour finir, la troisième partie du questionnaire permettait au répondant de préciser s'il acceptait ou non d'être recontacté dans le cadre de cette étude, mais aussi s'il souhaitait recevoir les résultats de cette enquête. Un champ libre permettait au répondant de renseigner son adresse mail le cas échéant.

Le questionnaire a été diffusé par courrier électronique à des personnes relais au sein de l'ONF, de la SF-CDC, du CNPF, du GCF et des experts forestiers (par l'intermédiaire du CNPF). Ces personnes ont ensuite relayé le questionnaire en interne, aux gestionnaires forestiers au sein de leur organisme. La soumission d'une réponse par les personnes cibles était libre. Cette procédure de diffusion du questionnaire fait qu'il n'est pas possible d'estimer un taux de réponse des personnes sondées. Le questionnaire en ligne a été diffusé en octobre 2021 et a été clos en décembre 2021. Les réponses obtenues ont été traitées de façon anonyme, aucun nom et aucune localisation n'apparaîtront lors de la publication des résultats ou ne seront transmis.

2.2. Caractérisation de l'échantillon étudié

2.2.1. Caractérisation des répondants

Au total, 285 répondants ont complété le questionnaire en ligne. Etant donné que les réponses ont été récoltées de façon anonyme, il est possible qu'un même répondant ait complété plusieurs questionnaires et que le nombre de répondant soit (très légèrement) surestimé. Toutefois, les résultats de cette enquête ne seront pas analysés par répondant, mais par contexte sylvicole. Chaque répondant pouvait compléter une section par contexte sylvicole géré, et ce dans la limite de 3 par questionnaire. Une section complétée sera considérée comme une réponse et sera caractérisée par une GRECO, un traitement sylvicole et une composition spécifique. Trois réponses incomplètes ont dû être supprimées de l'échantillon. Au total, notre échantillon retenu pour l'analyse contient 372 réponses qui ont été fournies par 284 répondants.

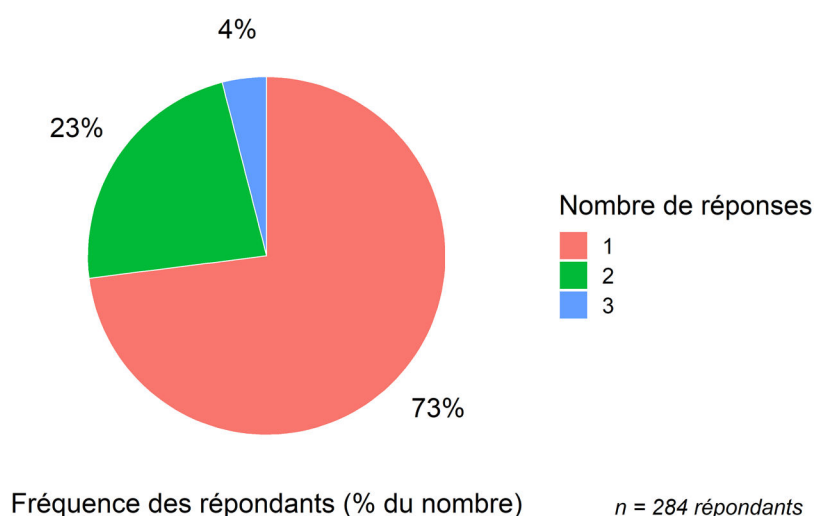


Figure 1 : Nombre de réponses (= contextes sylvicoles) renseignées par questionnaire, exprimé en pourcentage du nombre de répondants (n = 284 répondants).

La plupart des répondants n'ont formulé qu'une seule réponse par questionnaire et donc renseigné un seul contexte sylvicole (Figure 1). Seuls 27 % des répondants ont renseigné plusieurs contextes sylvicoles (Figure 1). Parmi eux, 19 ont renseigné 2 GRECO différentes dans leurs réponses. Environ 84 % des répondants exerçaient uniquement en forêts publiques, 13 % d'entre eux exerçaient uniquement en forêts privées et 3 % d'entre eux dans les deux types de forêts (Figure 2).

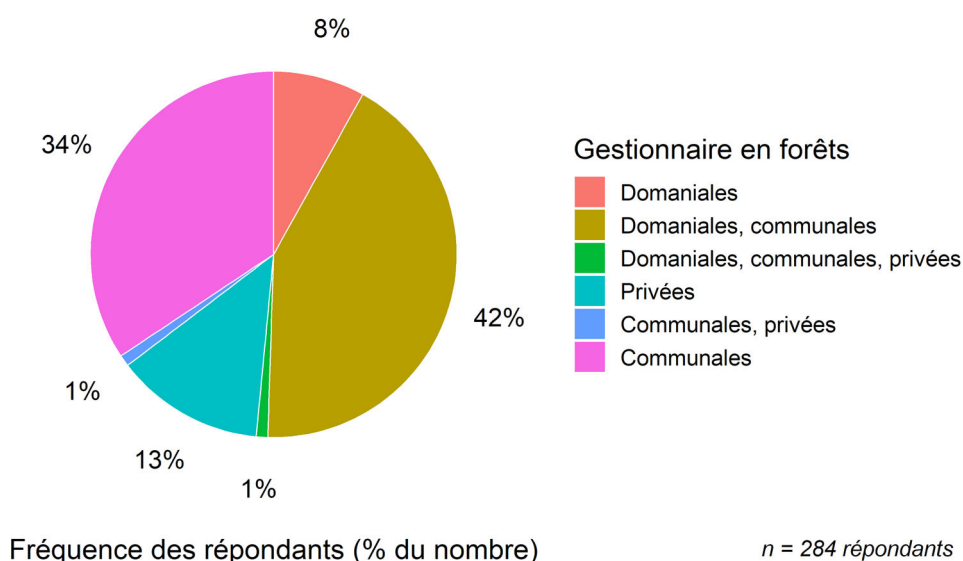


Figure 2 : Type de gestionnaire ayant répondu à l'enquête, exprimé en pourcentage du nombre de répondants (n = 284 répondants).

Dans la 3^{ème} partie du questionnaire il était demandé au répondant de préciser s'il acceptait ou non d'être recontacté dans le cadre de cette étude, mais aussi s'il souhaitait recevoir les résultats de cette enquête. Près de 70 % des répondants ont souhaité recevoir les résultats de cette enquête, soit 197 répondants. En revanche parmi ces 197 répondants, seul 107 ont accepté d'être recontactés dans le cadre de cette étude. Environ 30 % des répondants ont répondu non à ces 2 questions. Aucun répondant n'a été recontacté pour les besoins de l'enquête, toutefois ce rapport sera communiqué aux répondants qui ont souhaité recevoir les résultats.

2.2.2. Caractérisation des réponses

2.2.2.1. Surface gérée par le gestionnaire, par réponse

Pour chaque réponse, le répondant devait renseigner la surface totale gérée associée au contexte sylvicole. La plus petite surface renseignée était de 4 ha et la plus importante de 60 000 ha. La valeur médiane était 1 200 ha et environ 70 % des surfaces renseignées étaient inférieures ou égales à 5 000 ha. Dans les analyses, nous avons décidé de borner les réponses avec une valeur maximale de 5 000 ha, pour tous les calculs de surface représentée par les réponses. En tout, ce sont 27 réponses qui ont été ramenées à une surface de 5 000 ha. Nous avons estimé la surface totale représentée par l'ensemble des réponses reçues en sommant les surfaces renseignées pour chaque réponse, cette surface représente environ 558 198 ha.

2.2.2.2. Type de gestionnaire

Environ 82 % des réponses ont été formulées par des gestionnaires exerçant uniquement en forêts publiques, 15 % par des gestionnaires exerçant uniquement en forêts privé et près de 4 % par des gestionnaires exerçant dans les deux types de forêts (Figure 3).

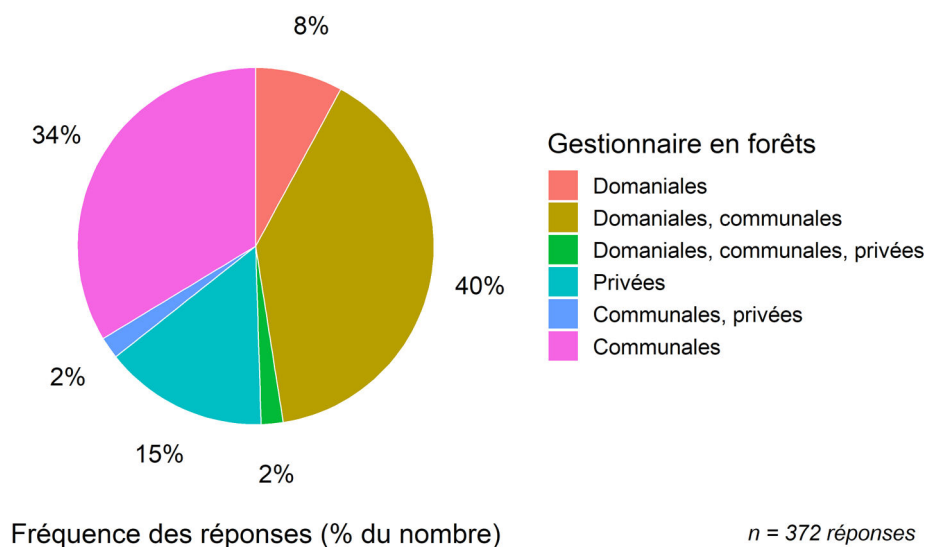


Figure 3 : Type de gestionnaire ayant répondu à l'enquête, exprimé en pourcentage du nombre de réponses (n = 372 réponses).

2.2.2.3. GRECO

Dans environ 40 % des réponses, les peuplements forestiers gérés par les répondants sont localisés dans la GRECO C (Grand Est semi-continentale). Dans environ 19 % des réponses ils sont localisés dans la GRECO B (Nord semi-océanique) ou la GRECO E (Jura) (Figure 4). Nous n'avons reçu aucune réponse pour des peuplements localisés dans la GRECO I (Pyrénées) ou la GRECO K (Corse). Pour rappel, la GRECO J (Méditerranée) avait été exclue de l'analyse.

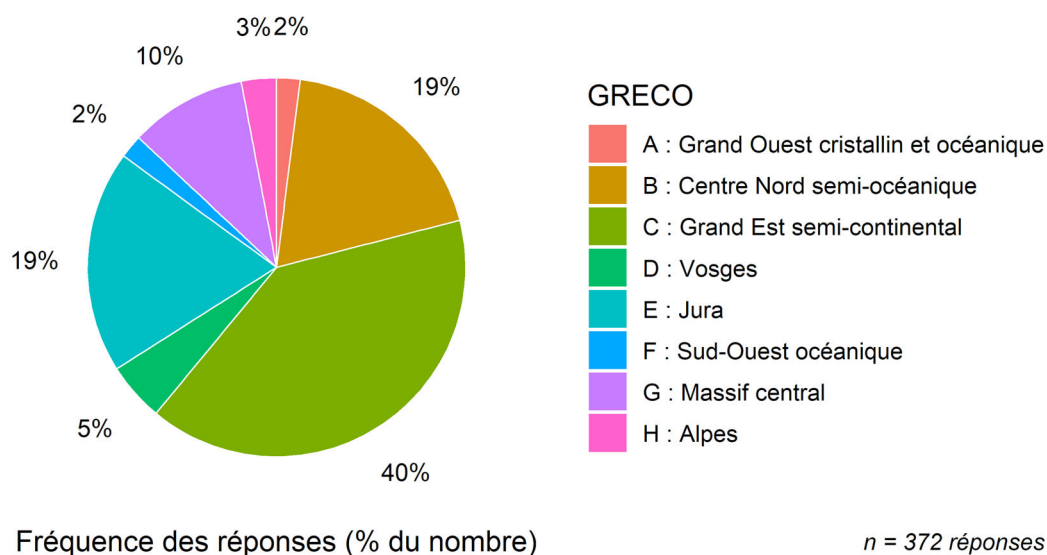


Figure 4 : GRECO où sont localisés les peuplements forestiers gérés par les répondants, exprimé en pourcentage du nombre de réponses (n = 372 réponses).

2.2.2.4. Traitement sylvicole

On constate que dans environ 72 % des réponses les peuplements gérés par les répondants sont traités en futaie régulière (futaie régulière avec coupes de régénération progressives ou coupe à blanc ou ancien taillis sous futaie converti). Dans 28 % des réponses les peuplements sont traités en futaie irrégulière (jardinée ou par bouquets ou parquets) (Figure 5).

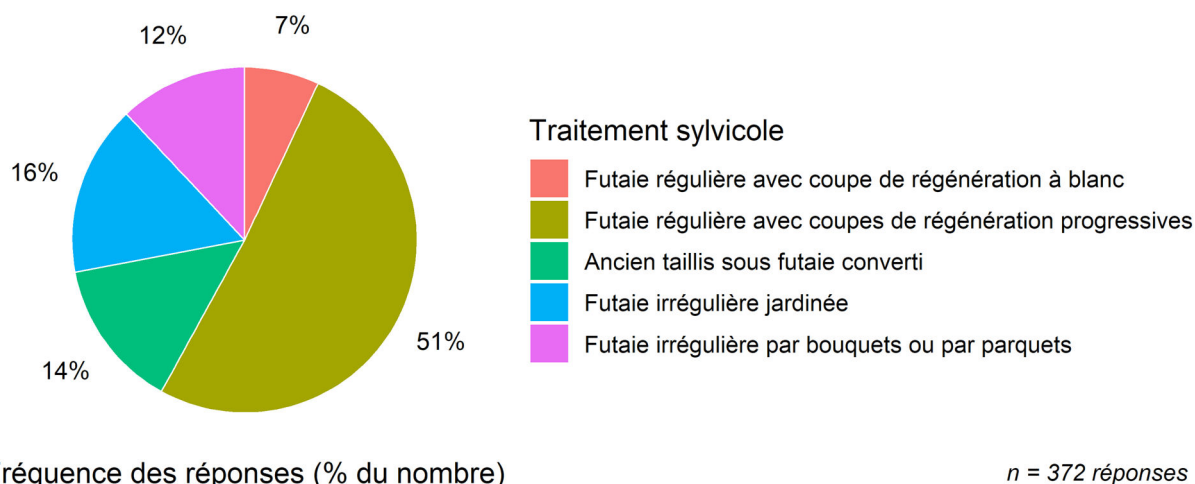


Figure 5 : Traitement sylvicole appliqué dans les peuplements gérés par les répondants, exprimé en pourcentage du nombre de réponses (n = 372 réponses).

2.2.2.5. Composition spécifique

Il était demandé à chaque répondant de renseigner au maximum 6 essences par réponse (3 essences dominantes et 3 essences d'accompagnement). Plus de 6 essences ont été renseignées dans environ 16 % des réponses. On constate toutefois que les répondants ont en majorité renseigné 5 ou 6 essences par réponse (Figure 6).

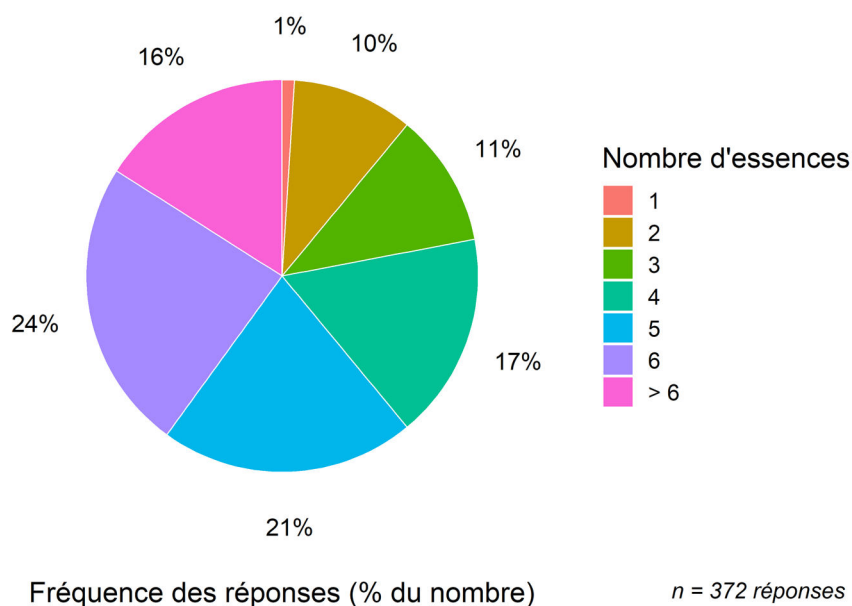


Figure 6 : Nombre d'essences renseignées par réponse, exprimé en pourcentage du nombre de réponses (n = 372 réponses).

On constate que dans 53 % des réponses les gestionnaires ont renseigné uniquement des essences feuillues et dans 43 % des réponses un mélange d'essences feuillues et résineuses (Figure 7).

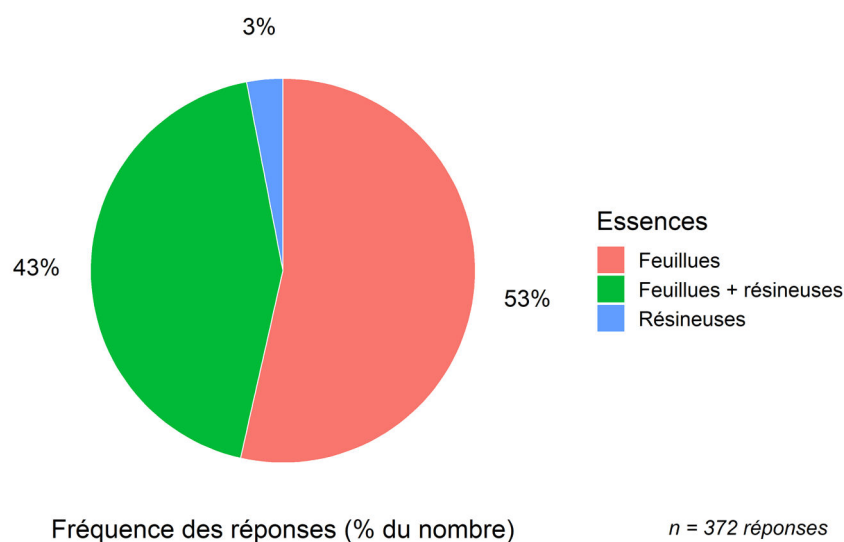


Figure 7 : Type d'essences renseignées par réponse, exprimé en pourcentage du nombre de réponses (n = 372 réponses).

Le Hêtre a été cité dans plus de 80 % des réponses, que ce soit en tant qu'essence dominante ou essence d'accompagnement. On retrouve ensuite le chêne sessile et le chêne pédonculé, le charme ou encore l'érable sycomore qui ont été mentionnés dans plus de 40 % des réponses. En ce qui concerne les essences résineuses, le sapin pectiné a été mentionné dans environ 30 % des réponses et l'épicéa commun dans 26 % des réponses (Figure 8).

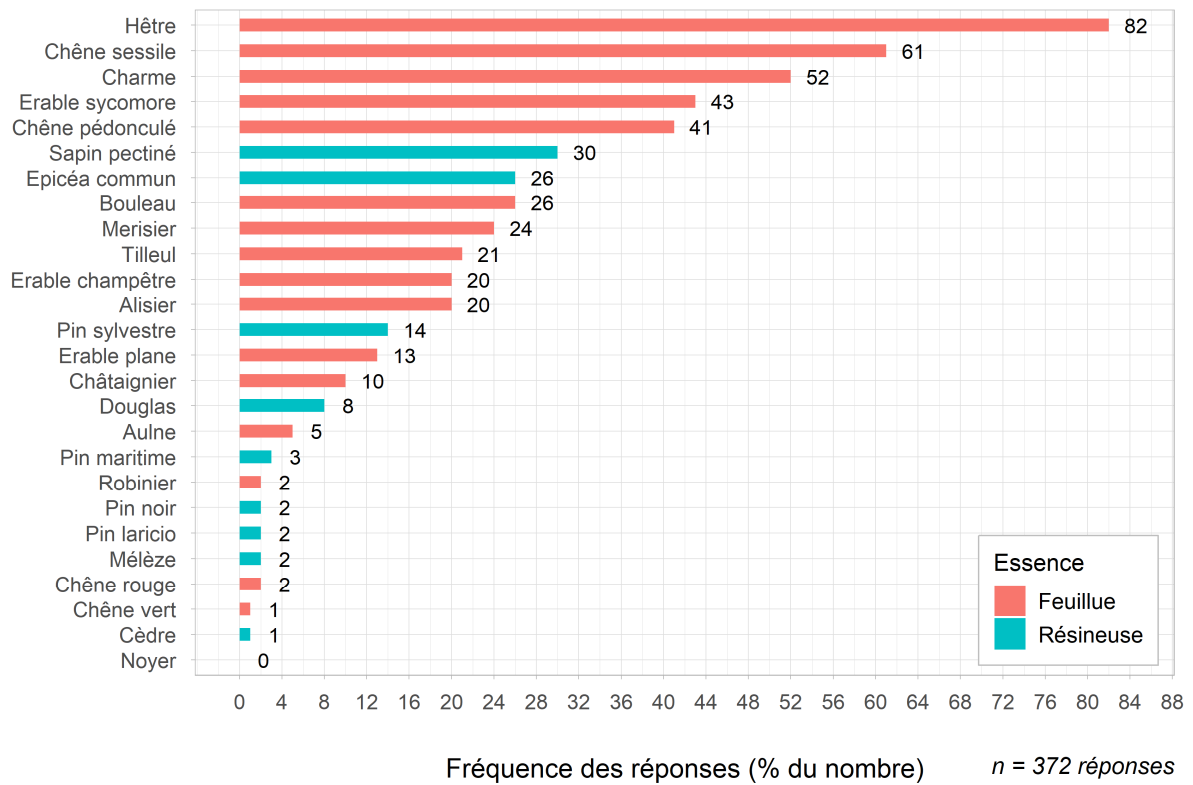


Figure 8 : Essence renseignée par réponse, exprimé en pourcentage du nombre de réponses (n = 372 réponses).

Dans la figure 9 nous avons regroupé les essences chêne sessile et chêne pédonculé sous la dénomination « chêne », les 3 essences d'érable sous la dénomination « érable », le pin noir et le pin laricio sous la dénomination « pin noir ». Lorsque l'on regarde les associations d'essences 2 à 2 on constate que le hêtre est principalement associé à du chêne, du charme ou de l'érable. Lorsque l'on regarde les essences résineuses on constate que le hêtre est principalement associé à du sapin pectiné ou de l'épicéa commun.

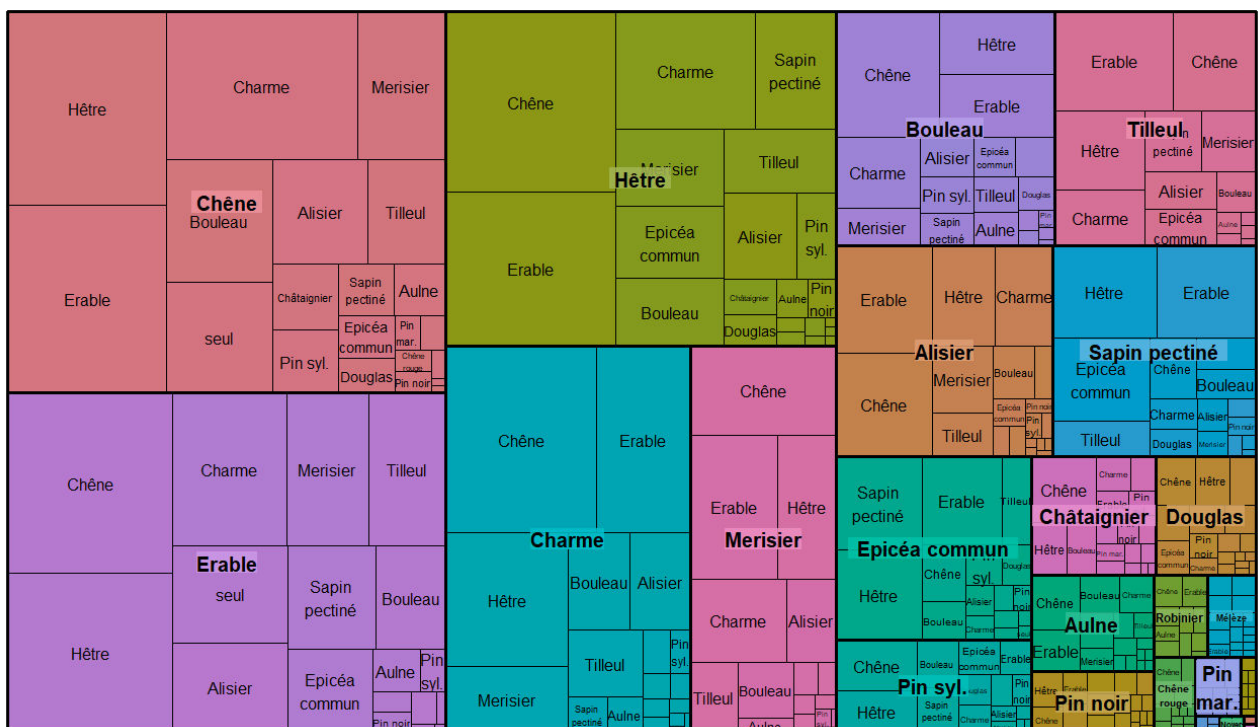


Figure 9 : Association d'essences par réponse, exprimé en nombre de réponses (n = 372 réponses).

2.2.2.6. Les grands types forestiers

La caractérisation des réponses nous a permis de regrouper certains contextes sylvicoles pour former des grands types forestiers. Pour obtenir un nombre suffisant de réponses (au minimum 30 par type), nous avons rassemblé des GRECO, des traitements sylvicoles et/ou des compositions spécifiques (Tableau 2).

Tableau 2 : Regroupements de réponses faits pour former les 5 grands types forestiers.

GRECO	Essences	FR_CB	FR_CP	A_TSF	Total FR	FI_BP	FI_J	Total FI	Total FR + FI
Total A	Grand Ouest cristallin et océanique	1	4	1	6	0	0	0	6
A	autre	1	1	0	2	0	0	0	2
A	Hêtre-Chêne sans résineux	0	0	1	1	0	0	0	1
A	Hêtre avec résineux	0	3	0	3	0	0	0	3
Total B	Centre Nord semi-océanique	5	44	10	59	5	5	10	69
B	autre	3	15	5	23	2	2	4	27
B	Hêtre-Chêne sans résineux	1	24	5	30	2	3	5	35
B	Hêtre avec résineux	1	5	0	6	1	0	1	7
Total C	Grand Est semi-continentale	9	91	37	137	6	7	13	150
C	autre	4	10	4	18	1	1	2	20
C	Hêtre-Chêne sans résineux	3	70	31	104	4	5	9	113
C	Hêtre avec résineux	2	11	2	15	1	1	2	17
Total D	Vosges	0	11	1	12	4	4	8	20
D	autre	0	2	0	2	1	0	1	3
D	Hêtre-Chêne sans résineux	0	2	0	2	0	0	0	2
D	Hêtre avec résineux	0	7	1	8	3	4	7	15
Total E	Jura	3	22	3	28	30	11	41	69
E	autre	0	3	0	3	1	0	1	4
E	Hêtre-Chêne sans résineux	1	4	2	7	1	1	2	9
E	Hêtre avec résineux	2	15	1	18	28	10	38	56
Total F	Sud ouest océanique	5	2	0	7	1	1	2	9
F	autre	5	1	0	6	1	1	2	8
F	Hêtre avec résineux	0	1	0	1	0	0	0	1
Total G	Massif central	2	16	0	18	9	12	21	39
G	autre	1	6	0	7	2	5	7	14
G	Hêtre-Chêne sans résineux	0	0	0	0	1	1	2	2
G	Hêtre avec résineux	1	10	0	11	6	6	12	23
Total H	Alpes	0	1	0	1	5	4	9	10
H	autre	0	0	0	0	1	1	2	2
H	Hêtre avec résineux	0	1	0	1	4	3	7	8
Total D+E+G+H		5	50	4	59	48	31	77	136
D+E+G+H	autre	1	11	0	12	5	6	9	21
D+E+G+H	Hêtre-Chêne sans résineux	1	6	2	9	2	2	4	13
D+E+G+H	Hêtre avec résineux	3	33	2	38	41	23	64	102
Total		25	191	52	268	60	44	104	372

A_TSF : ancien taillis sous futaie converti

FR : futaie régulière

FR_CB : futaie régulière avec coupe de régénération à blanc

FR_CP : futaie régulière avec coupes de régénération progressives

FI : futaie irrégulière

FI_BP : futaie irrégulière par bouquets ou parquets

FI_J : futaie irrégulière jardinée

	Type 1
	Type 2
	Type 3
	Type 4
	Type 5

Nous avons ainsi pu définir 5 grands types forestiers :

- Hêtraie-chênaie sans résineux**, traitée en **futaie régulière** (futaie régulière avec coupes de régénération progressives ou coupe à blanc ou ancien taillis sous futaie converti) dans les **plaines du Centre-Nord semi-océanique** (GRECO B).
- Hêtraie-chênaie sans résineux**, traitées en **futaie régulière avec coupes de régénération progressives** dans les **plaines du Grand-Est semi-continentale** (GRECO C).
- Hêtraie-chênaie sans résineux**, traitée en **ancien taillis sous futaie converti** dans les **plaines du Grand-Est semi-continentale** (GRECO C).
- Hêtraie avec résineux**, traitée en **futaie régulière** (futaie régulière avec coupes de régénération progressives ou coupe à blanc ou ancien taillis sous futaie converti) **en montagne** (GRECO D : Vosges, E : Jura, G : massif central et H : Alpes).
- Hêtraie avec résineux**, traitée en **futaie irrégulière** (jardinée ou par bouquets ou parquets) **en montagne** (GRECO D : Vosges, E : Jura, G : massif central et H : Alpes).

Dans le questionnaire il était demandé au répondant de renseigner la ou les essences présentes dans chaque contexte sylvicole, en précisant pour chaque essence s'il s'agissait d'une essence dominante ou d'une essence d'accompagnement. Les termes « essence dominante » et « essence d'accompagnement » n'étaient pas définis dans le questionnaire. Ces derniers ont donc pu être interprétés différemment selon le répondant, et être source d'ambiguïté. Pour chaque réponse, la composition spécifique a donc été obtenue en regroupant les essences dominantes et les essences d'accompagnement.

Les types caractérisés en « **Hêtraie-chênaie sans résineux** » regroupent ainsi les réponses où le hêtre est cité en association avec du chêne (sessile et/ou pédonculé), qu'ils soient considérés comme essences dominantes ou bien d'accompagnement. Dans ces contextes toutes les réponses contenant une ou plusieurs essences résineuses ont été exclues. En revanche il est possible que le hêtre et le chêne (pédonculé et/ou sessile) soient associés à d'autres essences feuillues.

Les types caractérisés en « **Hêtraie avec résineux** » regroupent quant à eux les réponses où le hêtre a été cité en association avec au moins une autre essence résineuse, qu'ils soient considérés comme essence dominante ou bien d'accompagnement. Ces contextes n'excluent donc pas les réponses qui contiennent également une ou plusieurs essences feuillues autre que le hêtre.

3. Résultats, tous contextes sylvicoles confondus

3.1. Durée de régénération

Lorsque l'on regarde les réponses tous contextes sylvicoles confondus, les répondants ont renseigné des durées de régénérations inférieures à 5 ans dans 9 % des réponses. Les 3 autres classes « 5 à 10 ans », « 10 à 15 ans » et « plus de 15 ans », ont été renseignées chacune dans environ 30 % des réponses (Figure 10).

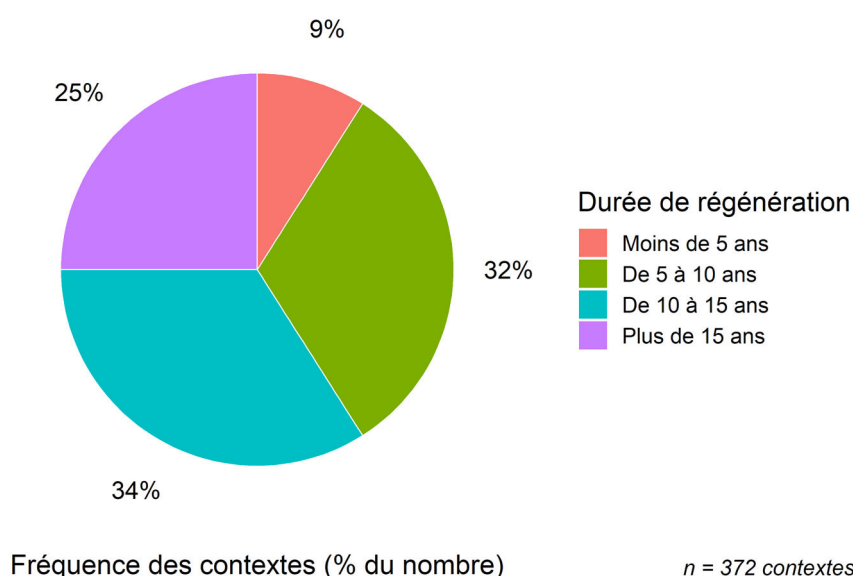


Figure 10 : Durée de régénération des peuplements gérés par les répondants, exprimée en pourcentage du nombre de réponses (n = 372 réponses).

3.1.1. Durée de régénération en fonction de la GRECO

La durée de régénération est supérieure à 15 ans dans plus de 30 % des réponses dans les GRECO D (Vosges), E (Jura), G (Massif central) et H (Alpes). La durée de régénération des peuplements semble donc être plus importante dans les GRECO montagneuses. Par ailleurs, on constate que la durée de régénération est inférieure à 5 ans dans environ 44 % des réponses dans la GRECO F (Sud - Ouest océanique) (Figure 11).

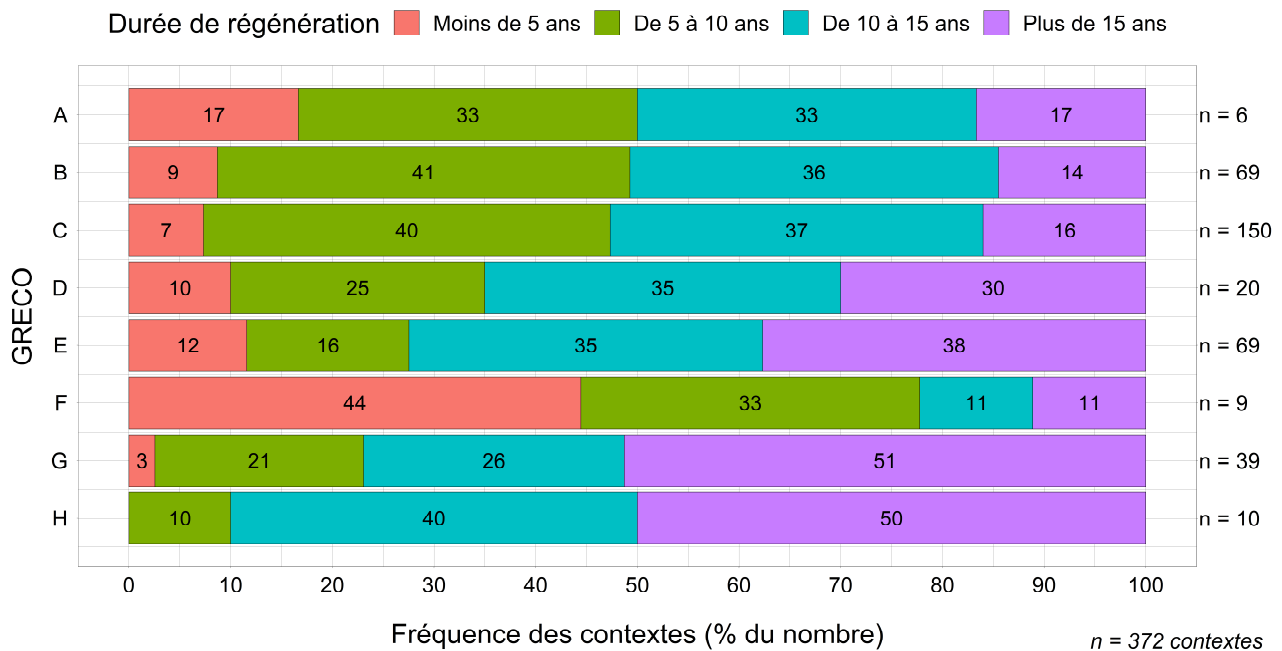


Figure 11 : Durée de régénération des peuplements gérés par les répondants en fonction de la GRECO, exprimée en pourcentage du nombre de réponses (n = 372 réponses).

3.2. Durée de régénération en fonction du traitement sylvicole

Lorsque l'on regarde la durée de régénération des peuplements en fonction du traitement sylvicole, on constate qu'elle est inférieure à 5 ans dans 40 % des réponses lorsque les peuplements sont traités en futaie régulière avec coupe de régénération à blanc. A l'inverse la durée de régénération est supérieure à 15 ans dans environ 40 % des réponses, lorsque les peuplements sont traités en futaie irrégulière (jardinée, par bouquets ou parquets).

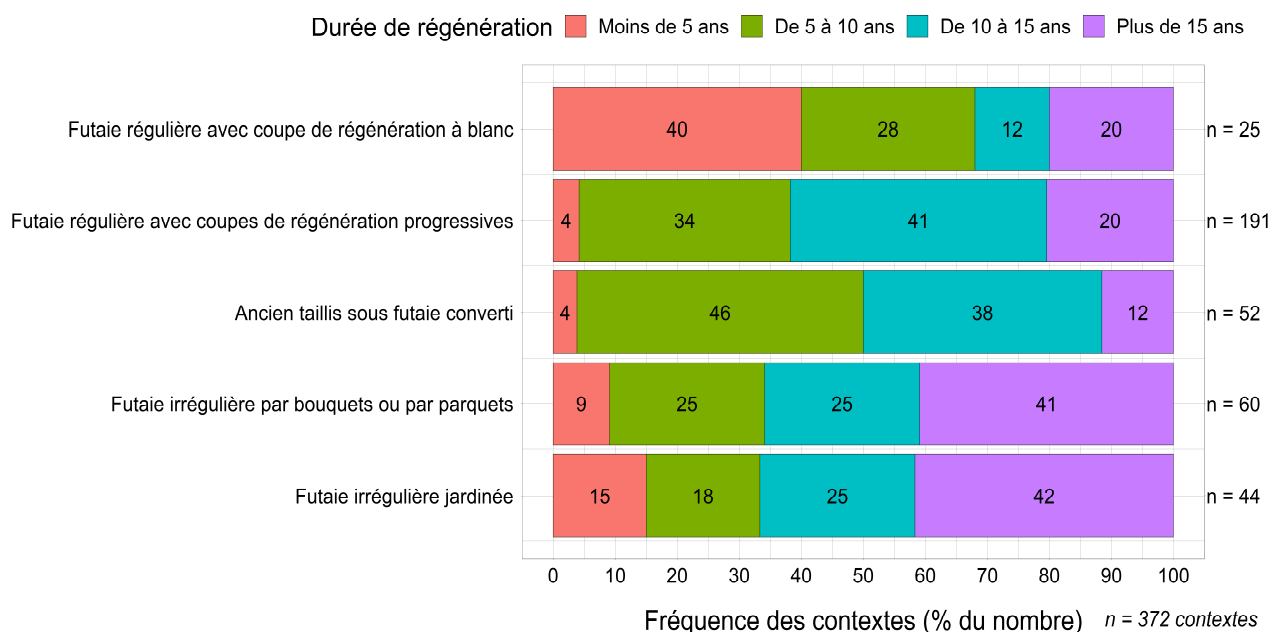


Figure 12 : Durée de régénération des peuplements gérés par les répondants en fonction du traitement sylvicole appliqué, exprimée en pourcentage du nombre de réponses (n = 372 réponses).

Nous avons vu précédemment que la durée de régénération semble être plus importante dans les GRECO montagneuses (Figure 11), et c'est dans ces GRECO qu'il y a le plus de peuplements traités en futaie irrégulière (GRECO D : Vosges (40 %), E : Jura (59 %), G : Massif central (54 %) et H : Alpes (90 %)). A l'inverse

la durée de régénération semble plus courte dans la GRECO F (Sud - Ouest océanique), et c'est dans cette GRECO qu'il y'a le plus de peuplements traités en futaie régulière avec coupe de régénération à blanc (56 %). La durée de régénération pourrait donc être corrélée au type de traitement sylvicole qui est majoritairement appliqué dans les peuplements (Figure 12). Ces résultats peuvent toutefois être discutés, puisqu'aucune définition n'était proposée dans le questionnaire pour caractériser la durée de régénération. Cette dernière a donc pu porter à interprétation, et varier en fonction du répondant et des étapes ou stades choisis pour définir le début et la fin de l'étape de régénération. Les étapes ou stades dans la vie des peuplements n'étant pas les mêmes selon le traitement sylvicole qui est appliqué, il est possible que la définition de la durée de régénération ait varié en fonction de ce dernier, impliquant alors la possibilité de biais dans la comparaison des traitements entre eux. Dans un peuplement traité en futaie régulière avec coupe de régénération à blanc, le début de la phase de régénération pourrait être défini par la coupe d'ensemencement et la fin par la coupe définitive. En revanche, il sera plus difficile de définir la durée de régénération de peuplements traités en futaie irrégulière.

3.3. Satisfaction concernant la régénération naturelle

3.3.1. Satisfaction toutes réponses confondues

Il a été demandé aux répondants d'estimer leur niveau de satisfaction concernant la régénération naturelle, selon 3 critères (la composition et la diversité spécifique, le couvert ligneux et l'ambiance forestière et la densité de tiges) et selon 4 niveaux de satisfaction (très satisfait, satisfait, insatisfait ou très insatisfait).

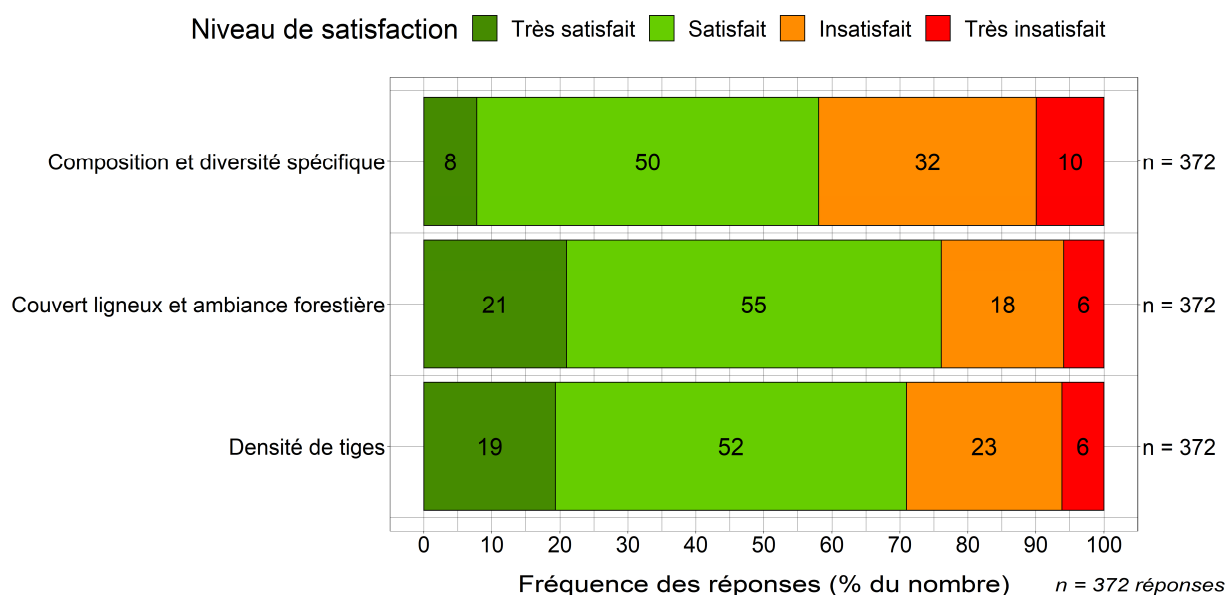


Figure 13 : Niveau de satisfaction concernant la régénération naturelle en fonction de 3 critères, exprimé en pourcentage du nombre de réponses (n = 372 réponses).

Lorsque l'on regarde les résultats toutes réponses confondues, 58 % des réponses s'avèrent plutôt positives (« très satisfait » ou « satisfait ») vis-à-vis du critère de composition et diversité spécifique. Toutefois avec respectivement 76 % et 71 % de réponses positives, les répondants semblent être davantage (très) satisfaits du couvert ligneux et de l'ambiance forestière ou de la densité de tiges. Les répondants semblent donc majoritairement (très) satisfaits des caractéristiques de la régénération naturelle qu'ils obtiennent, dans l'ensemble de l'échantillon. Pour apprécier le niveau de satisfaction globale des répondants, nous avons défini et calculé pour chaque réponse un indice de satisfaction globale. Pour chaque réponse et chaque critère, nous avons attribué la valeur 1 lorsque le répondant émettait un avis positif (satisfait ou très satisfait) et 0 lorsqu'il émettait un avis négatif (insatisfait ou très insatisfait). Nous avons ensuite sommé les valeurs obtenues pour chaque critère afin d'obtenir une note pouvant aller de 0 (valeur 0 pour chacun des 3 critères) à 3 (valeur 1 pour chacun des 3 critères).

Ainsi, dans 45 % des réponses les répondants ont émis un avis positif pour les 3 critères. Dans 28 % des réponses ils ont émis un avis positif pour 2 critères, et dans 14 % des réponses pour uniquement 1 critère. A noter que dans 13 % des réponses, les répondants ont émis un avis négatif pour chacun des 3 critères proposés dans le questionnaire.

3.3.2. Satisfaction en fonction de la GRECO

La satisfaction des répondants concernant la régénération naturelle a également été analysée par GRECO, mais toujours en fonction des 3 critères et selon les 4 niveaux de satisfaction. On remarque que le pourcentage de répondants (très) satisfaits est relativement faible (inférieur ou égal à 40 %) pour la GRECO A (Grand Ouest cristallin et océanique) et la GRECO H (Alpes) et ce, quel que soit le critère observé. Ce résultat peut toutefois être discuté car nous avons obtenu très peu de réponses pour ces 2 GRECO. A l'inverse, on constate que le pourcentage de répondants (très) satisfaits est très élevé (environ 80 %) pour les GRECO B (Centre Nord semi-océanique), C (Grand Est semi-continentale), D (Vosges), E (Jura) ou G (Massif central) (Figure 14).

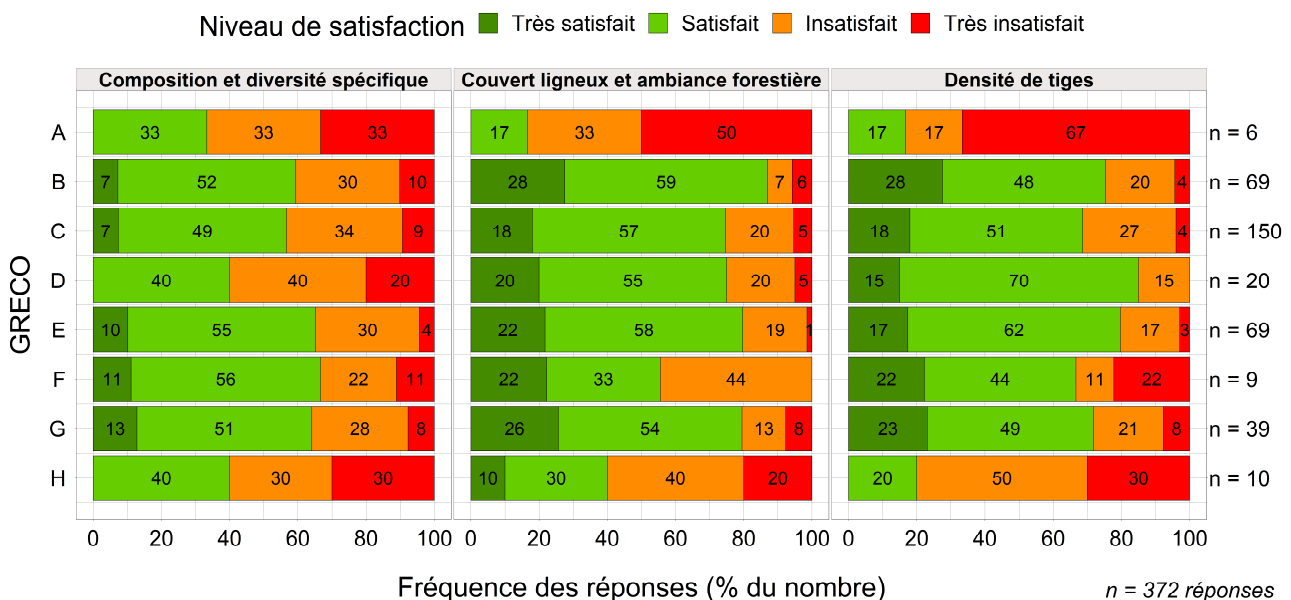


Figure 14 : Niveau de satisfaction concernant la régénération naturelle en fonction de 3 critères et de la GRECO, exprimé en pourcentage du nombre de réponses (n = 372 réponses).

Nous avons constaté que le niveau de satisfaction des répondants pouvait varier en fonction de la GRECO. Ces variations sont plus ou moins importantes selon le critère observé. Le pourcentage de répondants (très) satisfaits varie davantage lorsque l'on regarde le critère « couvert ligneux et ambiance forestière », et il varie le moins lorsque l'on regarde le critère « composition et diversité spécifique » (Figure 14).

3.3.3. Satisfaction en fonction du traitement sylvicole

La même analyse a été réalisée mais cette fois non pas en fonction de la GRECO, mais en fonction du traitement sylvicole majoritairement appliqué dans les peuplements gérés par le répondant. On constate, quel que soit le critère observé, que le pourcentage de répondants (très) satisfaits est globalement très élevé en futaie irrégulière jardinée (environ 80 %) et plutôt faible en futaie régulière avec coupe de régénération à blanc (environ 50 %). Lorsque l'on se focalise sur le critère « composition et diversité spécifique », on constate que le pourcentage de répondant (très) satisfaits est globalement plus faible quel que soit le traitement sylvicole. Ce dernier atteint 41 % lorsque les peuplements sont traités en futaie irrégulière par bouquets ou parquets (Figure 15).

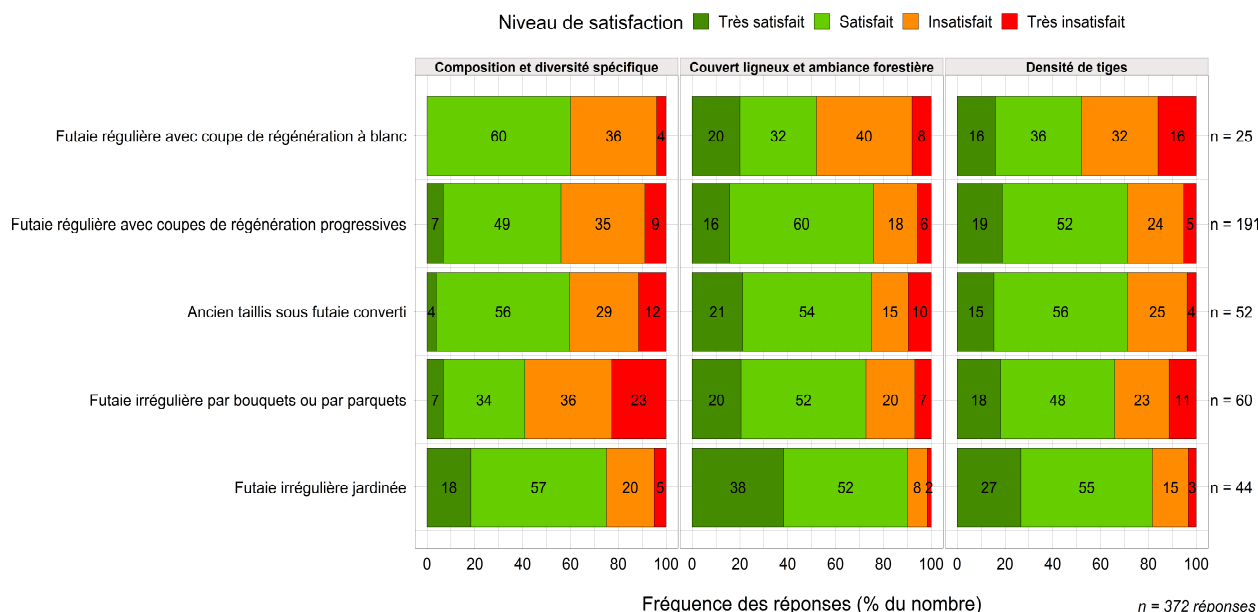


Figure 15 : Niveau de satisfaction concernant la régénération naturelle en fonction de 3 critères et du traitement sylvicole, exprimé en pourcentage du nombre de réponses (n = 372 réponses).

3.3.4. Satisfaction en fonction du type d'essence

Comme pour l'analyse du niveau de satisfaction en fonction de la GRECO (Figure 14), on constate que le pourcentage de répondants (très) satisfaits varie davantage pour le critère « couvert ligneux et ambiance forestière » et varie le moins pour le critère « composition et diversité spécifique ».

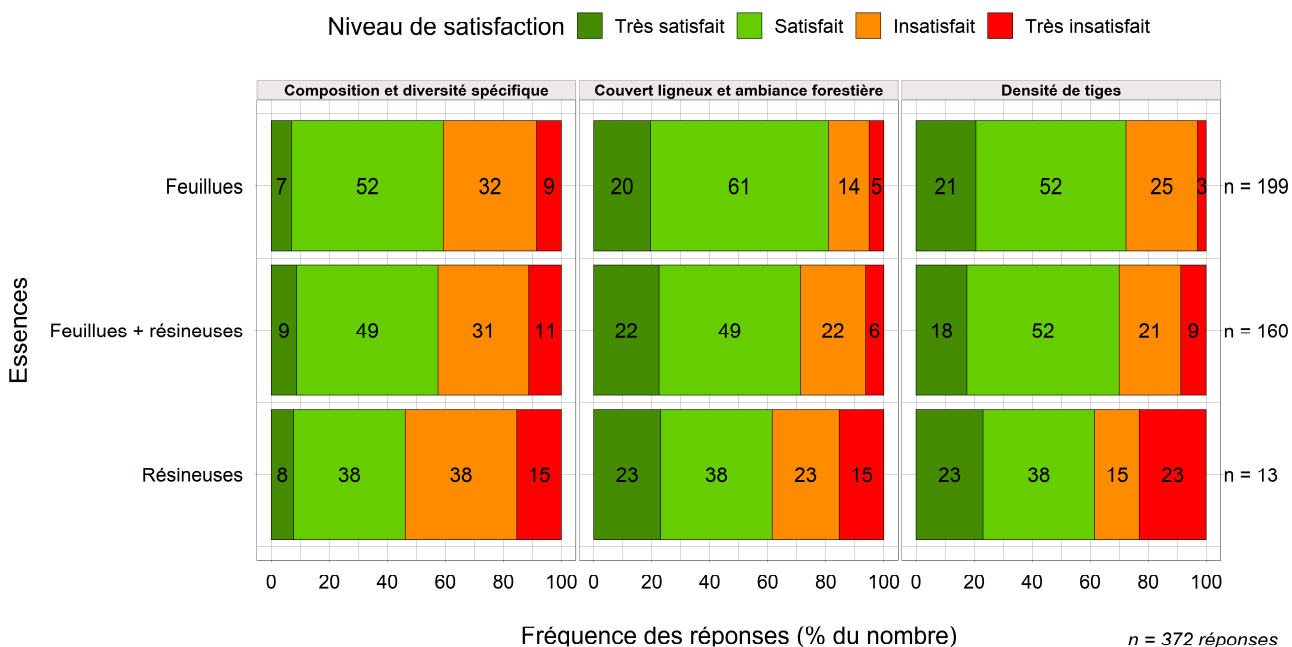


Figure 16 : Niveau de satisfaction concernant la régénération naturelle en fonction de 3 critères et du type d'essence, exprimé en pourcentage du nombre de réponses (n = 372 réponses).

3.3.5. Lien entre satisfaction et durée de régénération

Pour finir nous avons analysé le niveau de satisfaction des répondants, en fonction de la durée de régénération des peuplements renseignée pour chaque contexte sylvicole. Une tendance a été observée, avec des régénérations globalement plus satisfaisantes quand elles sont courtes (moins de 5 ans).

Cette corrélation est plus marquée pour les critères « couvert ligneux et ambiance forestière » et « densité de tiges », que pour le critère « composition et diversité spécifique ». On peut aussi noter que le pourcentage de répondants très satisfaits est bien plus élevé que dans les graphiques précédents (jusqu'à 42 %) pour le critère « couvert ligneux et ambiance forestière » (Figure 17).

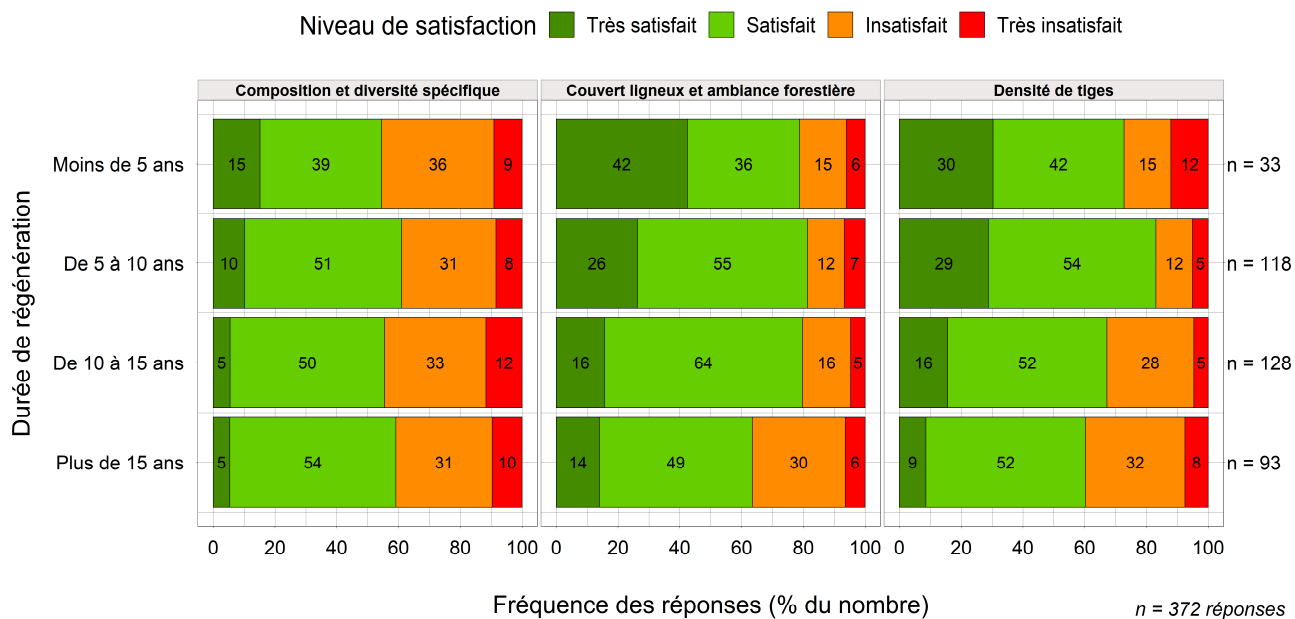


Figure 17 : Niveau de satisfaction concernant la régénération naturelle en fonction de 3 critères et de la durée de régénération, exprimé en pourcentage du nombre de réponses (n = 372 réponses).

3.4. Facteurs ayant pu affecter négativement la régénération

Il a été demandé aux répondants, en cas de régénération non satisfaisante, de renseigner les principaux facteurs qui ont pu, selon eux, affecter négativement la régénération dans leur contexte sylvicole. Les répondants avaient la possibilité de choisir un ou plusieurs facteurs parmi la liste suivante :

- Fructification insuffisante et/ou de mauvaise qualité
- Prédation des graines (ongulés, oiseaux, rongeurs)
- Prédation des semis (ongulés)
- Insectes ravageurs et/ou agents pathogènes (champignons, bactéries)
- Concurrence de la végétation
- Engorgement du sol
- Sécheresse et/ou forte chaleur
- Manque de lumière
- Tassement du sol.

Cette question était facultative dans le questionnaire, toutefois les répondants y ont répondu dans 97 % des cas. Ces derniers ont en majorité renseigné plusieurs facteurs de difficulté par réponse (Figure 18), soulignant leur perception du caractère multifactoriel des échecs de régénération.

Dans 10 réponses, aucun facteur n'a été renseigné. Ces réponses ont été classées dans la catégorie « n'a pas répondu ». Les répondants avaient également la possibilité de renseigner d'autres facteurs ne figurant pas dans la liste grâce à un champ libre. 2 questions ne contenaient pas de facteurs mais une remarque dans le champ libre. Un répondant n'a pas pu identifier de facteurs pouvant affecter négativement la régénération et s'est dit plutôt satisfait de cette dernière. Un autre n'a pas sélectionné de facteurs mais a précisé que les échecs des régénérations étaient multifactoriels. Ces réponses ont été classées dans la catégorie « ne sait pas ». En tout nous pouvons donc compter 12 réponses sans facteurs de renseignés (Figure 18).

Certaines réponses renseignées dans le champ libre ont pu intégrer l'une des 8 catégories proposées dans le questionnaire. Des réponses mentionnaient des peuplements pauvres en densité et/ou diversité, ou encore une gestion des coupes ou des travaux inadaptée, notamment vis-à-vis de la gestion de la lumière. Nous avons donc regroupé ces réponses avec celle renseignées dans la catégorie « manque de lumière » et nous l'avons renommé « gestion ». D'autres réponses mentionnaient l'impact du gel, nous avons donc créé une nouvelle catégorie « gel ». Pour finir les catégories « prédation des graines » et « prédation des semis » ont été regroupées pour former une seule catégorie « prédation ». Ainsi, les réponses ont été regroupées dans les catégories suivantes :

- **Fructification** : fructification insuffisante et/ou de mauvaise qualité
- **Prédation** : prédation des graines ou des semis par les ongulés, les oiseaux ou les rongeurs
- **Végétation** : concurrence exercée par la strate herbacée et/ou d'autres ligneux
- **Engorgement sol** : excès d'eau lié à un engorgement du sol
- **Sécheresse/chaleur** : manque d'eau lié à une sécheresse et/ou de fortes chaleurs
- **Gel** : gel des semis
- **Sol** : caractéristiques du sol inadaptées (sol superficiel, qualité de l'humus, tassement du sol)
- **Gestion** : gestion des coupes ou des travaux inadaptée
- **Insectes/pathogènes** : dégâts causés par des insectes ravageurs et/ou des agents pathogènes
- **N'a pas répondu** : le répondant n'a pas répondu à la question
- **Ne sait pas** : le répondant n'a pas pu identifier le ou les facteurs responsables

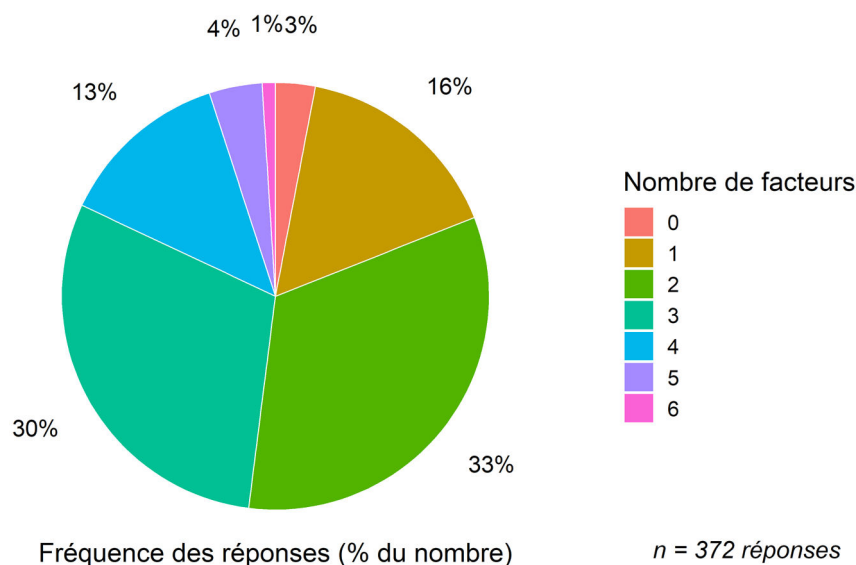


Figure 18 : Nombre de facteurs renseignés par réponse, exprimé en pourcentage du nombre de réponses (n = 372 réponses).

Parmi les facteurs ayant pu affecter négativement la régénération naturelle, ce sont la prédation des graines et/ou des semis et la concurrence de la végétation qui sont le plus souvent mentionnés dans les réponses (environ 60 % des réponses). Certaines essences sont plus appétentes que d'autres pour les herbivores et parfois également plus sensibles à la concurrence de la végétation. Ces 2 facteurs pourraient donc influencer directement la composition et diversité spécifique des peuplements. Les facteurs « fructification » et « sécheresse/chaleur » sont également mentionnés dans environ 40 % des réponses. Ces 2 facteurs ne semblent pas être les plus problématiques, toutefois nous avons constaté qu'il y'a tout de même environ un quart des répondants qui sont (très) insatisfait de la densité de tige, du couvert ligneux ou de l'ambiance forestière (Figure 13). Pour finir dans 25 % des réponses, les répondants indiquent qu'une gestion inadaptée des coupes ou des travaux, aurait aussi pu avoir un effet négatif sur la régénération (Figure 19). Un prélèvement trop faible ou trop important, pourrait en effet avoir une influence sur les 3 critères de régénération.

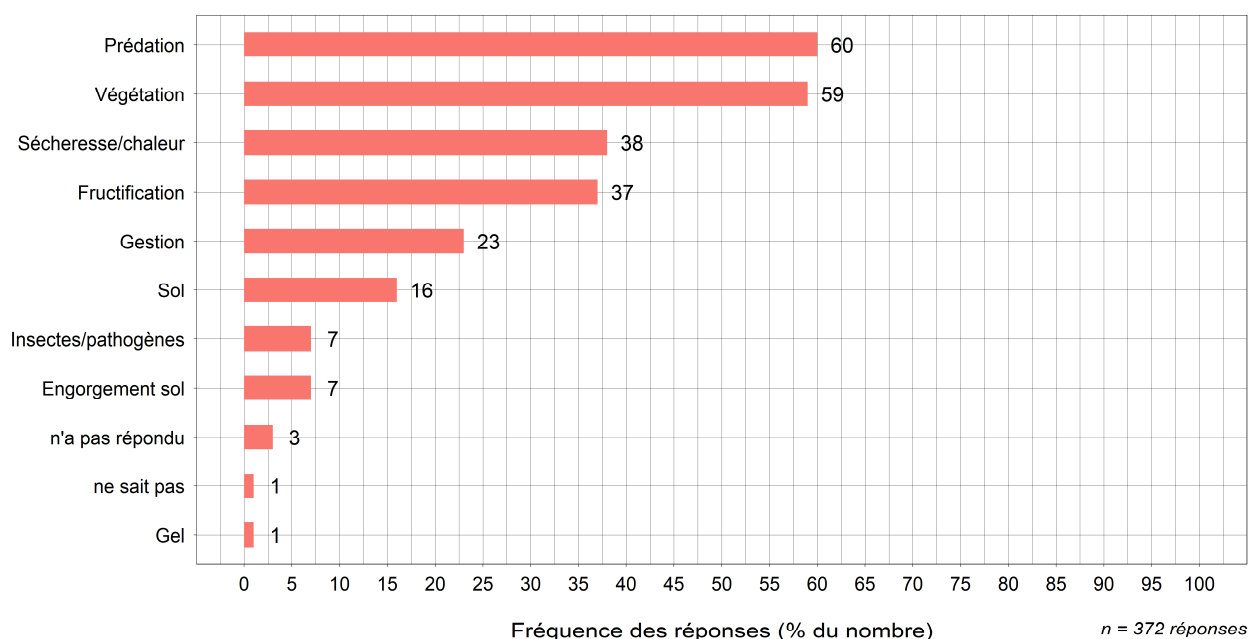


Figure 19 : Facteurs pouvant affecter négativement la régénération renseignés par réponse, exprimé en pourcentage du nombre de réponses (n = 372 réponses).

4. Résultats, par type forestier

Dans la partie 3 « Résultats, tous contextes confondus », nous avons analysé l'ensemble des réponses sans distinguer les contextes sylvicoles afin d'obtenir une vue d'ensemble des réponses obtenues. Néanmoins, cette approche regroupe des contextes très divers qui peuvent différer dans leurs réponses. A travers les graphiques précédents, nous avons constaté que le niveau de satisfaction des répondants concernant la régénération naturelle pouvait varier en fonction du critère observé, mais aussi en fonction de la GRECO, du traitement sylvicole ou encore de la composition spécifique. Ces facteurs sont corrélés, il est donc délicat de les analyser séparément. Dans cette partie, nous avons donc analysé les résultats par grand type forestier, pour chacun des 5 grands types que nous avons définis précédemment (Partie 2.2.2.6). Pour chacun d'eux, nous avons estimé la surface totale représentée par les réponses reçues, en sommant les surfaces renseignées pour chaque réponse. Les caractéristiques de chaque type forestier sont résumées dans un tableau au début de chaque sous-partie.

4.1. Type forestier n°1

Tableau 3 : Caractéristiques du type forestier n°1.

Type forestier	1
Nom	Hêtraie-chênaie sans résineux, en futaie régulière dans les plaines du Nord de la France
GRECO	B : Centre-Nord semi-océanique
Traitement sylvicole	Futaie régulière avec coupe de régénération à blanc ou coupes de régénération progressives ou ancien taillis sous futaie
Essences	Hêtre associé à du chêne (pédonculé ou sessile) sans essence résineuse, avec ou sans autres essences feuillues
Type de gestionnaire	Environ 77 % forêts publiques et 23 % forêts privées
Nombre de réponses	30
Médiane de la surface totale gérée	1 625 ha
Somme de la surface totale gérée	56 201 ha

Dans le type forestier n°1, environ 90 % des répondants sont (très) satisfaits de la régénération obtenue, excepté pour le critère « composition et diversité spécifique » qui compte 70 % de répondants (très) satisfaits (Figure 20). Près de la moitié des gestionnaires (43 %) rapportent des durées de régénération inférieures à 10 ans. Parmi les 5 grands types forestiers que nous avons définis, c'est celui-ci qui a obtenu le meilleur niveau de satisfaction. Le niveau de satisfaction obtenu dans ce type forestier est en effet bien supérieur à ceux obtenus dans les autres types forestiers (+ 9 % à + 25 % de répondants (très) satisfaits selon le critère).

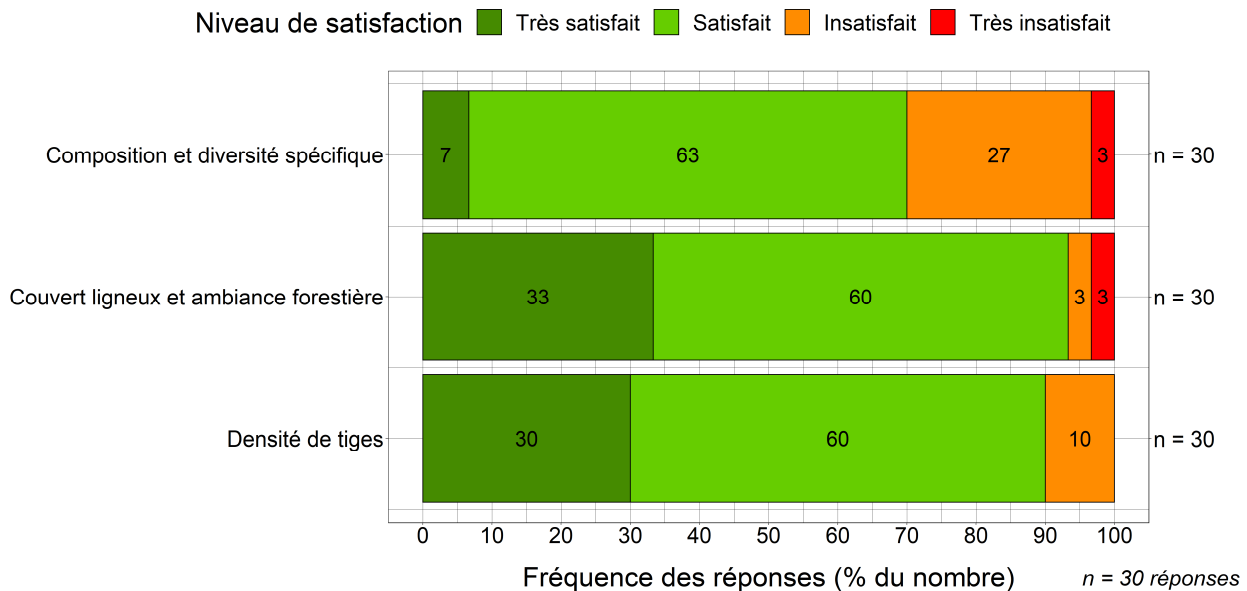


Figure 20 : Niveau de satisfaction concernant la régénération naturelle en fonction de 3 critères dans le type forestier n°1, exprimé en pourcentage du nombre de réponses (n = 30 réponses).

Le facteur « prédation » a été identifié dans 70 % des réponses comme étant un facteur ayant pu affecter négativement la régénération (Figure 21). Ce facteur semble donc être particulièrement préoccupant dans le type forestier n°1. Hors, nous avons vu précédemment que les répondants étaient globalement satisfaits de la densité de tiges, du couvert ligneux et de l'ambiance forestière (Figure 20). Une forte prédation des graines ou des semis pourrait être compensée par une fructification importante et de bonne qualité. Nous constatons que le facteur « fructification » a tout de même été mentionné dans 40 % des réponses (Figure 21).

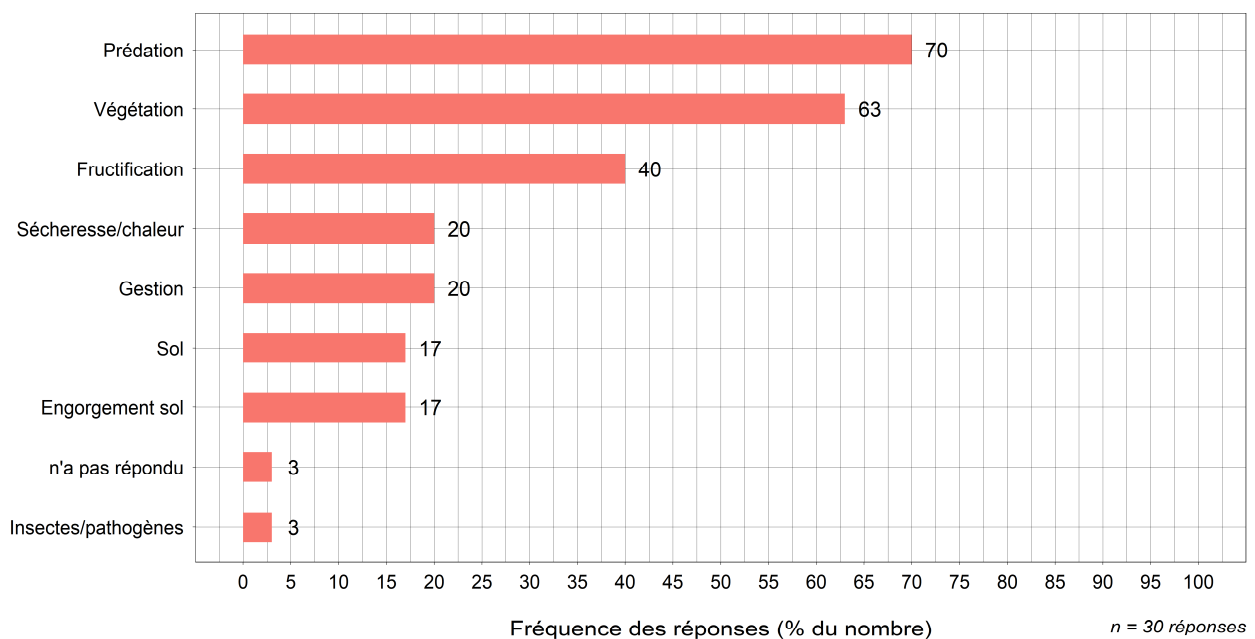


Figure 21 : Facteurs pouvant affecter négativement la régénération renseignés par réponse dans le type forestier n°1, exprimé en pourcentage du nombre de réponses (n = 30 réponses).

La prédation ne semble pas affecter le niveau de satisfaction des répondants concernant les critères « couvert ligneux et ambiance forestière » ou « densité de tiges ». Elle pourrait toutefois avoir un effet sur la composition et la diversité spécifiques des peuplements. Certaines essences sont moins appétentes pour les herbivores. Ces dernières pourraient donc avoir été favorisées au profit d'autres essences plus appétentes et considérées comme essence objectif dans les peuplements, d'où l'insatisfaction des gestionnaires vis-à-vis de ce critère « composition et diversité spécifique ». Pour finir, les sécheresses ou fortes chaleurs semblent moins problématiques dans ce type forestier que dans les autres. Ceci pourrait être expliqué en partie, par des conditions climatiques peut-être plus favorable dans le Nord et le centre de la France.

4.2. Type forestier n°2

Tableau 4 : Caractéristiques du type forestier n°2.

Type forestier	2
Nom	Hêtraie-chênaie sans résineux, en futaie régulière dans les plaines du Nord-Est de la France
GRECO	C : Grand Est semi-continental
Traitement sylvicole	Futaie régulière avec coupes de régénération progressives
Essences	Hêtre associé à du chêne (pédunculé ou sessile) sans essence résineuse, avec ou sans autres essences feuillues
Type de gestionnaire	Environ 99 % forêts publiques et 1 % forêts privées
Nombre de réponses	70
Médiane de la surface totale gérée	1 400 ha
Somme de la surface totale gérée	108 977 ha

Le niveau de satisfaction des répondants dans le type forestier n°2, est inférieur à celui observé lors de l'analyse des résultats toutes réponses confondues. Avec près de la moitié des répondants insatisfait des critères « composition et diversité spécifique » et « densité de tiges », des 5 types forestiers que nous avons définis, c'est celui-ci qui obtient le moins bon niveau de satisfaction (Figure 22). Environ 54 % des gestionnaires rapportent des durées de régénération supérieures à 10 ans. Ces résultats suggèrent que les gestionnaires rencontrent une difficulté particulière pour renouveler leurs peuplements dans ce type forestier. On note que leur insatisfaction est davantage portée sur la composition et diversité spécifique ou la densité de tiges.

Niveau de satisfaction ■ Très satisfait ■ Satisfait ■ Insatisfait ■ Très insatisfait

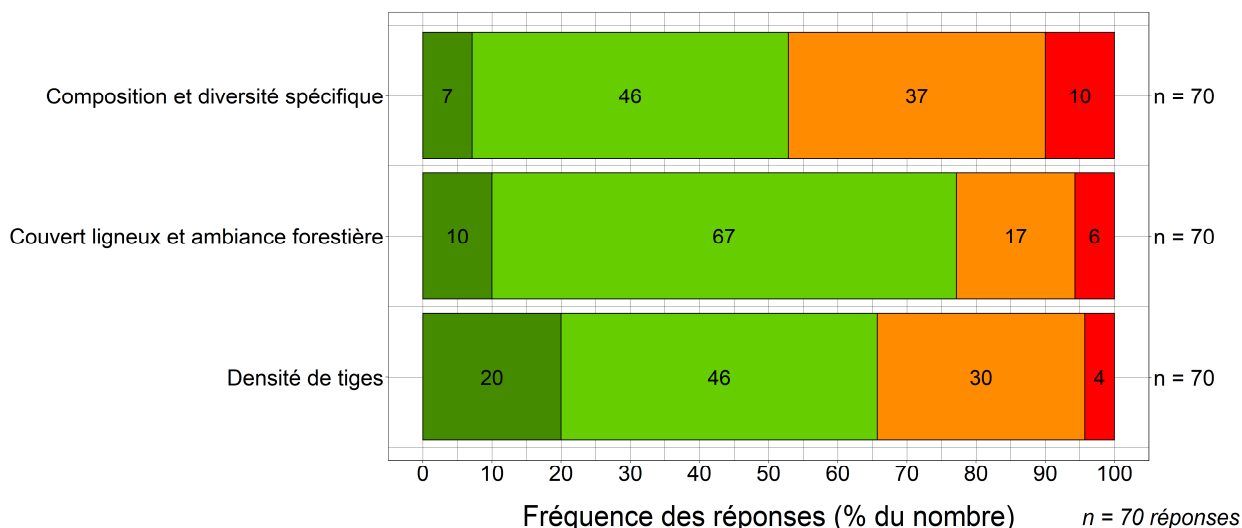


Figure 22 : Niveau de satisfaction concernant la régénération naturelle en fonction de 3 critères dans le type forestier n°2, exprimé en pourcentage du nombre de réponses (n = 70 réponses).

Pour définir ce type forestier nous avons retenu uniquement les peuplements comprenant du hêtre et du chêne, sans résineux et en association ou non avec d'autres feuillus. Le chêne est bien souvent l'essence objectif dans ce type de peuplement. Il a un rythme de fructification plutôt irrégulier en climat continental. Ceci pourrait expliquer pourquoi le facteur « fructification » est mentionné 2 fois plus dans ce type forestier, que dans l'analyse globale des réponses.

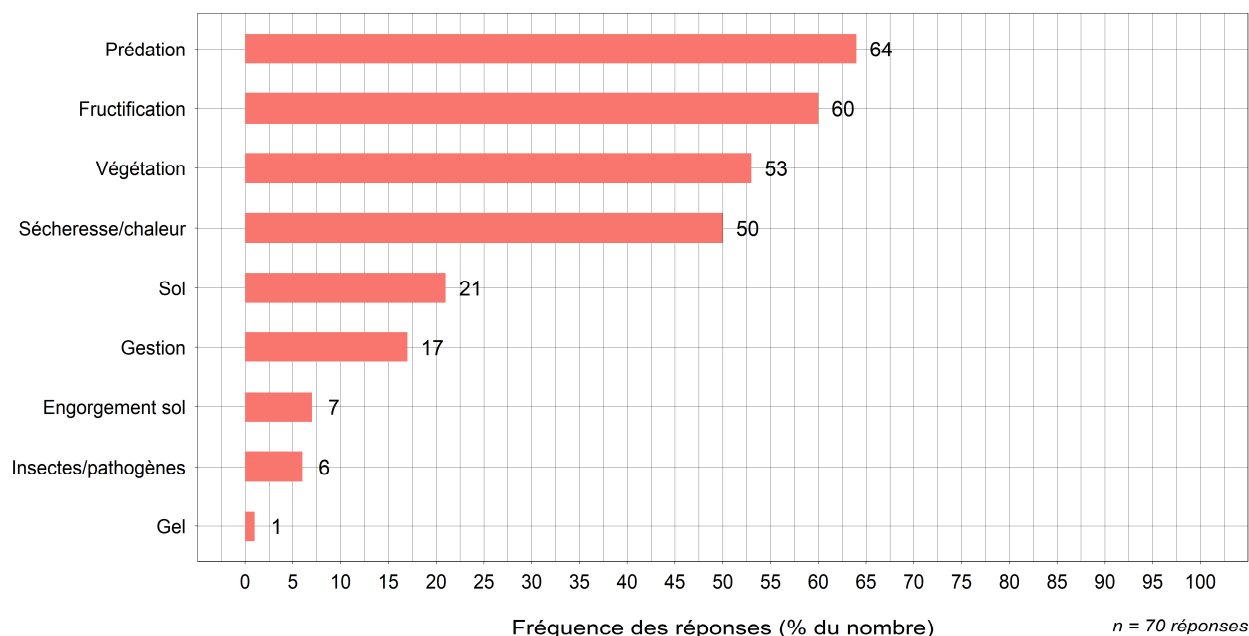


Figure 23 : Facteurs pouvant affecter négativement la régénération renseignés par réponse dans le type forestier n°2, exprimé en pourcentage du nombre de réponses (n = 70 réponses).

Le facteur « prédation » est également mentionné dans plus de 60 % des réponses, et le facteur « sécheresse/chaleur » dans 50 % des réponses (Figure 23). Ces 2 facteurs pourraient avoir un impact sur l'installation et la survie des semis. Ainsi, une fructification irrégulière, cumulée à une appétence forte du chêne pour les herbivores et à des conditions climatiques plutôt sèches ces dernières années, pourraient expliquer l'insatisfaction des gestionnaires concernant la densité de tiges (Figure 22). De plus, la concurrence de la végétation a été mentionnée dans plus de 50 % des réponses. Le hêtre est moins appétent que le chêne mais aussi plus compétitif. Ce dernier a donc pu être favorisé en dépit du chêne, l'essence objectif dans ces peuplements. Les gestionnaires n'ont peut-être donc pas obtenu la composition spécifique qu'ils attendaient d'où leur insatisfaction vis-à-vis de ce critère (Figure 22).

4.3. Type forestier n°3

Tableau 5 : Caractéristiques du type forestier n°3.

Type forestier	3
Nom	Hêtraie-chênaie sans résineux, en futaie régulière dans les plaines du Nord-Est de la France
GRECO	C : Grand Est semi-continentale
Traitement sylvicole	Ancien taillis sous futaie converti
Essences	Hêtre associé à du chêne (pédonculé ou sessile) sans essence résineuse, avec ou sans autres essences feuillues
Type de gestionnaire	100 % forêts publiques
Nombre de réponses	31
Médiane de la surface totale gérée	1 500 ha
Somme de la surface totale gérée	45 144 ha

Le type forestier n°3 présente un niveau de satisfaction intermédiaire, supérieur à celui observé pour le type forestier n°2 mais inférieur à celui observé pour le type forestier n°1 (Figure 24). Près de la moitié des gestionnaires (45 %) rapportent des durées de régénération inférieures à 10 ans.

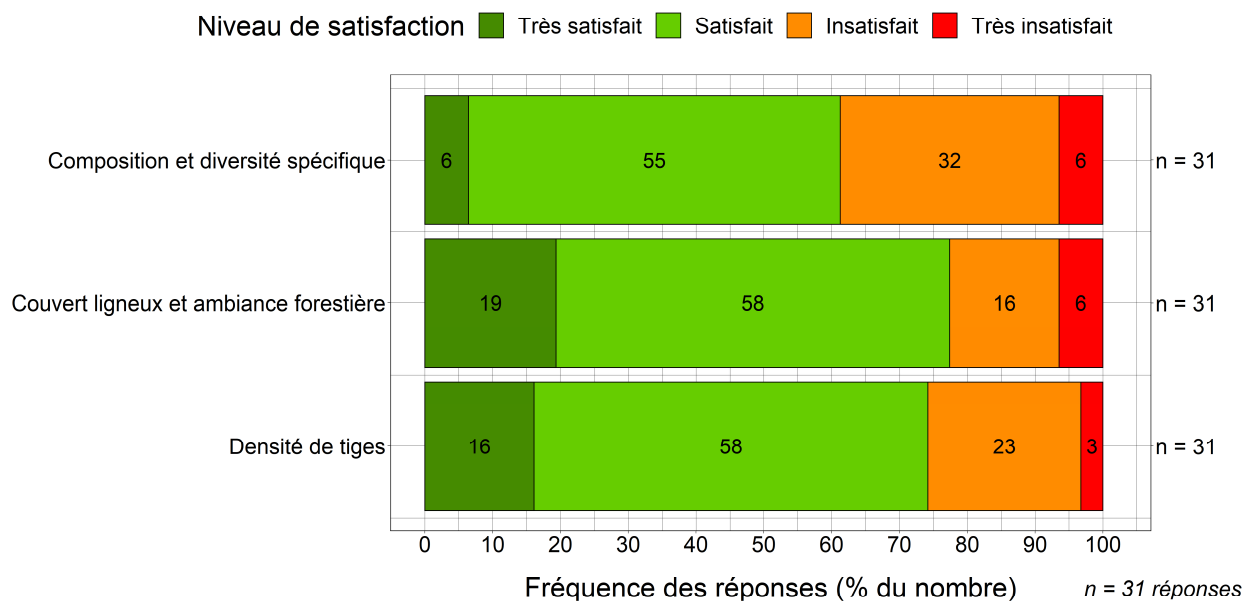


Figure 24 : Niveau de satisfaction concernant la régénération naturelle en fonction de 3 critères dans le type forestier n°3, exprimé en pourcentage du nombre de réponses (n = 31 réponses).

Lorsque l'on regarde les facteurs mentionnés comme ayant pu affecter négativement la régénération, on obtient des réponses très similaires à celles formulées pour le type forestier n°2 excepté pour le facteur « fructification » et le facteur « sécheresse/chaleur ». Ces 2 facteurs sont moins souvent mentionnés dans le type forestier n°3 (environ - 12 % de mentions dans les réponses) (Figure 25). Ceci pourrait expliquer un niveau de satisfaction légèrement supérieur à celui obtenu pour le type forestier n°2.

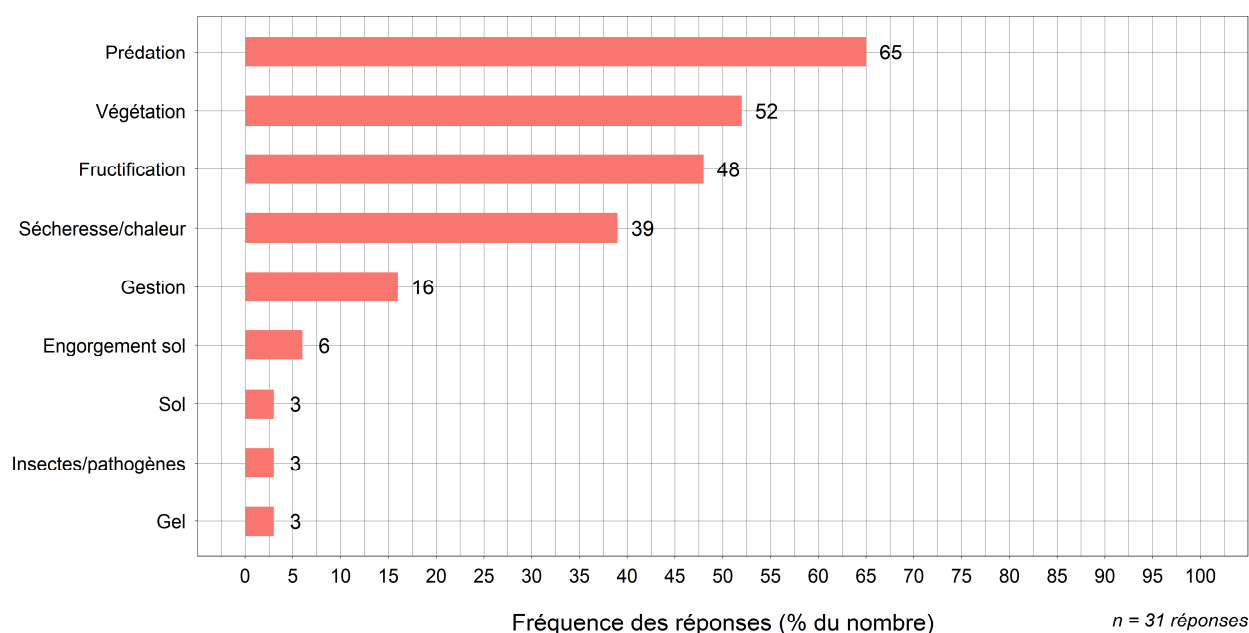


Figure 25 : Facteurs pouvant affecter négativement la régénération renseignés par réponse dans le type forestier n°3, exprimé en pourcentage du nombre de réponses (n = 31 réponses).

4.4. Type forestier n°4

Tableau 6 : Caractéristiques du type forestier n°4.

Type forestier	4
Nom	Hêtraie avec résineux, en futaie régulière en montagne
GRECO	D : Vosges, E : Jura, G : Massif central, H : Alpes
Traitement sylvicole	Futaie régulière avec coupe de régénération à blanc ou coupes de régénération progressives ou ancien taillis sous futaie
Essences	Hêtre associé à des essences résineuses, avec ou sans autres essences feuillues
Type de gestionnaire	Environ 90 % forêts publiques et 10 % forêts privées
Nombre de réponses	38
Médiane de la surface totale gérée	1 200 ha
Somme de la surface totale gérée	64 682 ha

Niveau de satisfaction ■ Très satisfait ■ Satisfait ■ Insatisfait ■ Très insatisfait

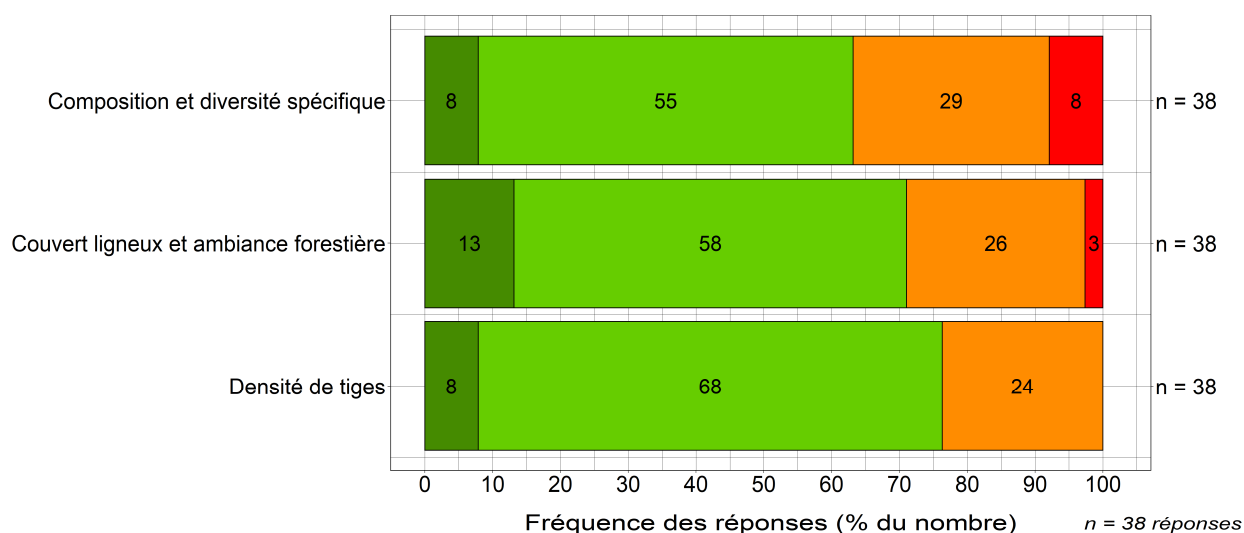


Figure 26 : Niveau de satisfaction concernant la régénération naturelle en fonction de 3 critères dans le type forestier n°4, exprimé en pourcentage du nombre de réponses (n = 38 réponses).

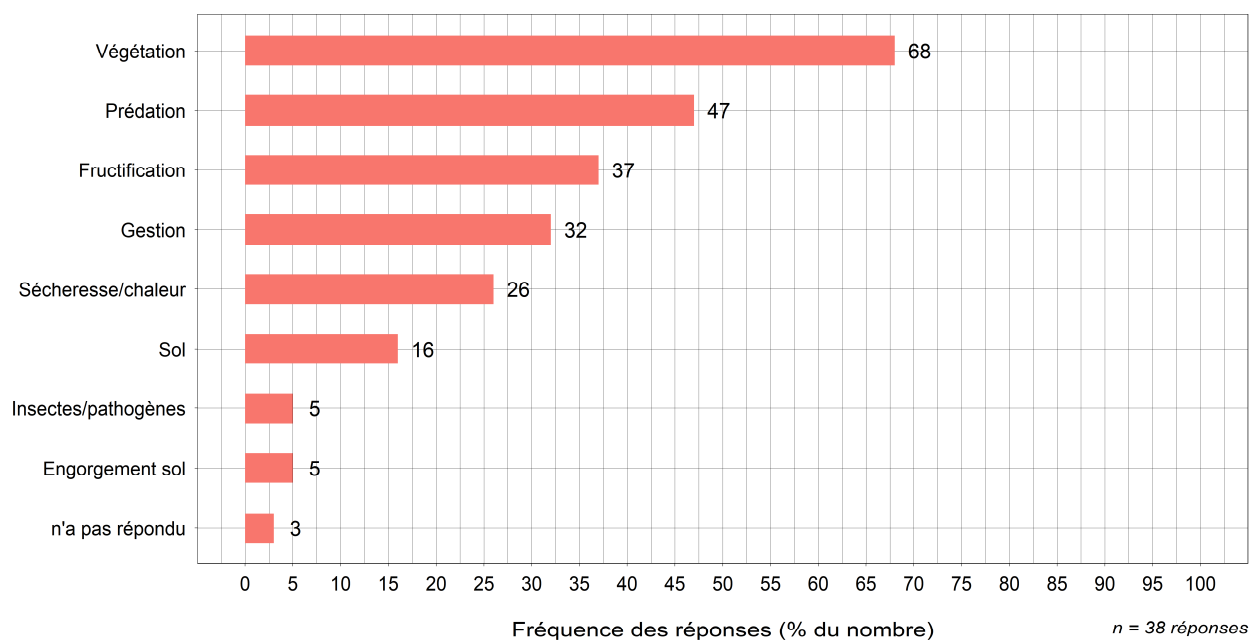


Figure 27 : Facteurs pouvant affecter négativement la régénération renseignés par réponse dans le type forestier n°4, exprimé en pourcentage du nombre de réponses (n = 38 réponses).

Dans le type forestier n°4, le niveau de satisfaction des répondants est proche de celui observé dans le type forestier n°3 (Figure 26). Près de la moitié des gestionnaires (45 %) rapportent des durées de régénération supérieures à 15 ans. C'est dans le type forestier n°4, que le facteur « prédation » est le moins souvent mentionné (47 % des réponses) et où le facteur « végétation » l'est le plus (68 % des réponses). La sécheresse et les fortes chaleurs semblent être moins problématiques que dans les autres types forestiers. Le climat, peut en effet être plus favorable en montagne. De même la fructification ne semble pas être un facteur très problématique. Le principal facteur affectant négativement la régénération des peuplements dans ce type forestier est donc la concurrence de la végétation. On remarque également que le facteur « gestion » est mentionné dans plus de 30 % des réponses. Il est donc possible qu'un prélèvement trop important, ait exposé la végétation à davantage de lumière et donc favorisé son développement. A l'inverse un manque d'entretien à peut-être également favorisé le développement de la végétation concurrente (Figure 27).

4.5. Type forestier n°5

Tableau 7 : Caractéristiques du type forestier n°5.

Type forestier	5
Nom	Hêtraie avec résineux, en futaie irrégulière en montagne
GRECO	D : Vosges, E : Jura, G : Massif central, H : Alpes
Traitement sylvicole	Futaie irrégulière par bouquets ou par parquets ou jardinée
Essences	Hêtre associé à des essences résineuses, avec ou sans autres essences feuillues
Type de gestionnaire	Environ 92 % forêts publiques et 8 % forêts privées
Nombre de réponses	64
Médiane de la surface totale gérée	1 000 ha
Somme de la surface totale gérée	90 128 ha

Lorsque l'on regarde le niveau de satisfaction des répondants, le type forestier n°5 se classe directement après le type forestiers n°1 excepté pour le critère « composition et diversité spécifique » pour lequel seuls 59 % des répondants sont (très) satisfaits (Figure 28). Près de la moitié des gestionnaires (44 %) rapportent des durées de régénération supérieures à 15 ans.

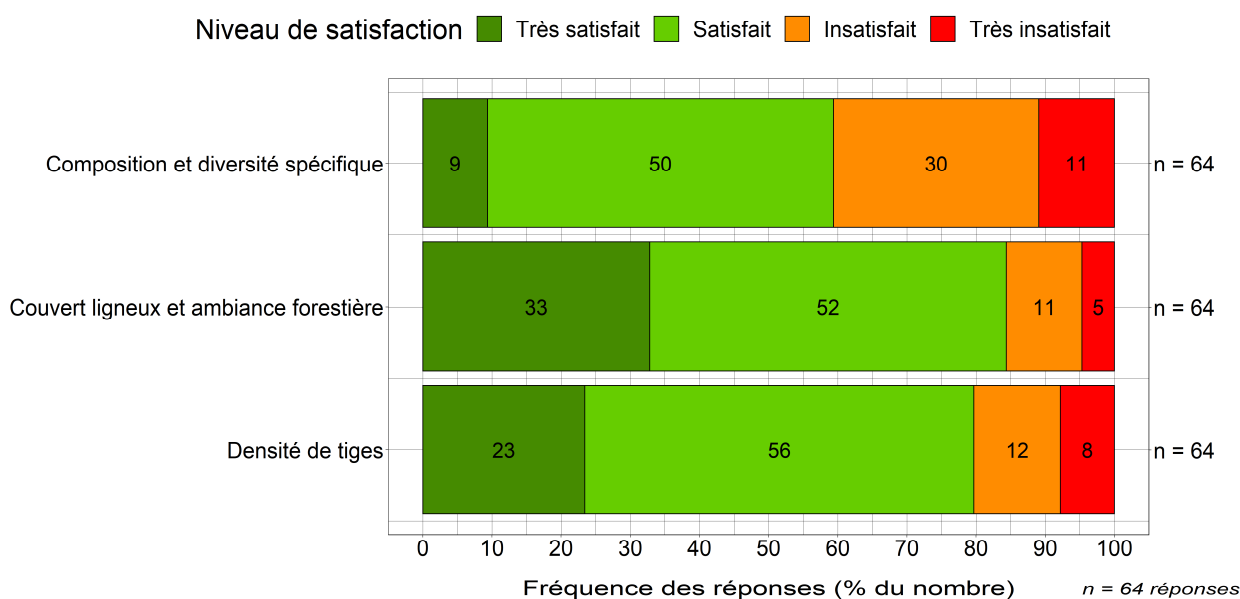


Figure 28 : Niveau de satisfaction concernant la régénération naturelle en fonction de 3 critères dans le type forestier n°5, exprimé en pourcentage du nombre de réponses (n = 64 réponses).

C'est dans le type forestier n°5, que le facteur « fructification » est le moins souvent mentionné (12 % des réponses) et où le facteur « gestion » l'est le plus (41 % des réponses). Nous avons vu précédemment que le critère qui satisfait le moins les répondants est la composition et diversité spécifique des peuplements. Une diversité et composition spécifique non satisfaisante pourraient être liée à la pression de sélection exercée par les herbivores ou la concurrence de la végétation. Les résineux et notamment le sapin sont en effet des espèces particulièrement appétentes pour les herbivores. Toutefois, elle pourrait également être liée à une gestion inadaptée des coupes ou des travaux. Un manque de travaux aurait pu favoriser des espèces tolérant davantage l'ombre telles que le hêtre et défavoriser des espèces plus sensible comme le chêne ou d'autres essences feuillues.

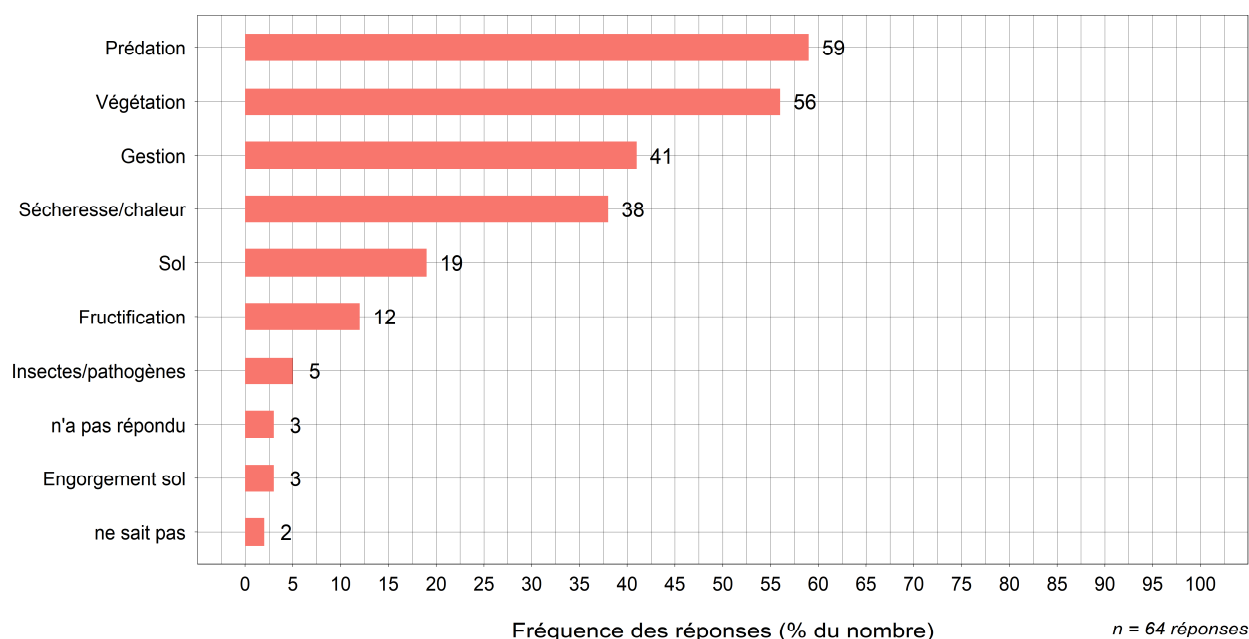


Figure 29 : Facteurs pouvant affecter négativement la régénération renseignés par réponse dans le type forestier n°5, exprimé en pourcentage du nombre de réponses (n = 64 réponses).

5. Discussion

5.1. Principaux résultats

Des difficultés dans l'acquisition des régénérations sont signalées depuis plusieurs années par les gestionnaires forestiers. Aucun observatoire ne permet aujourd'hui de qualifier ou quantifier le succès des régénérations naturelles en France. Nous avons été sollicités dans le cadre de l'expertise collective scientifique et technique CRREF (Coupes Rases et Renouvellement des peuplements Forestiers) pour récolter des informations concernant les succès et les échecs de régénération naturelle observés sur le terrain par les gestionnaires forestiers. Le questionnaire en ligne qui a été relayé, nous a permis d'obtenir 372 réponses. Nous avons tout d'abord analysé les données toutes réponses confondues, afin d'obtenir une vue d'ensemble des résultats obtenus. Dans la majorité des réponses, les peuplements étaient gérés en futaie régulière avec coupes de régénération progressives, ancien taillis-sous-futaie converti ou futaie irrégulière jardinée. Ces différents traitements sylvicoles correspondent à ceux qui sont majoritairement appliqués par les gestionnaires forestiers en France. Bien que le niveau de satisfaction varie selon le critère utilisé pour qualifier la régénération, la localisation et la composition spécifique des peuplements ou le traitement sylvicole appliqué, on constate qu'il y a toujours environ un quart voire un tiers des gestionnaires forestiers qui sont (très) insatisfaits de la régénération obtenue. Ces premiers résultats nous permettent donc de mettre en évidence que le modèle de gestion qui est appliqué en France, dans les conditions actuelles, ne parvient pas à satisfaire à 100 % les gestionnaires forestiers.

A travers cette analyse globale, nous avons observé une variation du niveau de satisfaction des gestionnaires selon la GRECO, le traitement sylvicole appliqué ou encore la composition spécifique des peuplements. Dans une seconde partie, nous avons donc regroupé certaines réponses en fonction de ces 3 paramètres et définis 5 grands types forestiers rassemblant chacun au minimum 30 réponses, afin d'obtenir des échantillons plus homogènes. Globalement les niveaux de satisfaction relevés dans les grands contextes sylvicoles sont proches de ceux observés lors de l'analyse toutes réponses confondues, excepté dans le type forestier n°1. Dans ce contexte de hêtraie-chênaie traité en futaie régulière dans le nord et centre de la France, on obtient des niveaux de satisfaction supérieurs à ceux obtenus lors de l'analyse globale des réponses (+ 12 % à + 19 % de gestionnaires (très) satisfait selon le critère). Bien qu'il soit impropre de convertir directement ces indicateurs en taux de succès et d'échec des régénérations naturelles, les niveaux d'insatisfaction observés attestent néanmoins des difficultés rencontrées par les gestionnaires pour conduire ces régénérations et atteindre les objectifs visés. Ces résultats mènent à des interrogations quant à la réussite effective des régénérations naturelles engagées.

Dans le questionnaire, il a également été demandé aux gestionnaires de renseigner le ou les facteurs qui, selon eux, ont pu affecter négativement la régénération naturelle dans leurs peuplements. Que cela soit dans l'analyse globale des réponses ou dans l'analyse par type forestier, les gestionnaires ont en majorité renseigné plusieurs facteurs par réponse. Ces derniers sont donc bien conscients du caractère multifactoriel des échecs des régénérations naturelles. Les facteurs qui ont été le plus souvent mentionnés dans les réponses sont la prédation des graines et/ou des semis, la concurrence de la végétation, une fructification insuffisante et/ou de mauvaise qualité ou les effets de la sécheresse et des fortes chaleurs. Nous avons vu précédemment qu'une partie des gestionnaires n'était pas satisfaite de la régénération obtenue en terme de couvert ligneux et d'ambiance forestière ou de densité de tiges. Ces deux critères dépendent des objectifs poursuivis dans chaque parcelle, mais peuvent également être influencés par les facteurs qui ont été listés précédemment. La prédation, la concurrence de la végétation ou encore la sécheresse peuvent en effet affecter la survie des semis déjà installés, voir même empêcher l'installation de nouveaux semis dans les peuplements. Toutefois, parmi les trois critères utilisés pour qualifier la régénération, le critère « composition et diversité spécifique » est celui qui présentait le plus d'insatisfaction. Il n'a pas été possible d'estimer la part relative des deux composantes « composition » et « diversité ». L'enquête n'a pas détaillé ce point, cependant on peut dresser plusieurs hypothèses pour expliquer cette insatisfaction. En impactant l'installation et la survie des plants, la prédation des graines ou des semis, la concurrence de la végétation ou encore le climat peuvent aussi exercer une pression sélective et donc avoir également un impact sur la diversité spécifique des peuplements. Il est donc probable que les essences les plus compétitrices aient été favorisées vis-à-vis des essences les plus sensibles. Il existe un contraste parfois important entre le niveau de satisfaction exprimé pour les critères « couvert ligneux et ambiance forestière » et « densité de tiges », et celui exprimé pour le critère « composition et diversité spécifique ». Ces résultats suggèrent que l'insatisfaction des gestionnaires vis-à-vis de ce critère, est peut-être davantage liée à la composition spécifique des peuplements. Les essences installées dans leurs peuplements ne correspondent peut-être pas à celles qui étaient attendue, et qui avaient été définies comme essences objectif. Ce contraste et plus important dans le type forestier n°1 (Hêtraie-chênaie sans résineux, en futaie régulière dans les plaines du Nord de la France) et le type forestier n°5 (Hêtraie avec résineux, en futaie irrégulière en montagne). La compétition exercée par le hêtre était probablement à l'origine de nombreuses situations où la composition ou la diversité spécifique attendues n'ont pas été obtenues (notamment là où les gestionnaires cherchent à renouveler le chêne ou le sapin).

Cette enquête n'a pas permis de caractériser l'état des régénérations dans les différents contextes sylvicoles français, mais elle a permis d'estimer dans quelle mesure à l'issue de la phase de régénération, les gestionnaires pensent que la régénération obtenue leur permettra d'atteindre leurs objectifs de gestion. Cette enquête constitue donc une première estimation en France du succès des régénérations à travers différents contextes sylvicoles.

5.2. Considérations méthodologiques

Nous avons pu identifier plusieurs limites à cette étude. La première repose sur la stratégie de diffusion du questionnaire et de récolte des réponses. Dans cette enquête, nous avons choisi de cibler des gestionnaires de terrain, responsables de petites unités de gestion en termes de surface, pour assurer l'homogénéité des peuplements, de la zone biogéographique mais aussi pour disposer d'un nombre élevé de réponses. Une vingtaine de répondants ont renseigné des surfaces totales gérées supérieures à 20 000 ha, mais la valeur médiane est d'environ 1 200 ha. Nous avons donc réussi à toucher le public ciblé au départ. Toutefois, le questionnaire a été relayé aux gestionnaires via différentes personnes relais. Cette méthode nous a effectivement permis d'obtenir un nombre suffisant de réponses (372), mais ne nous a pas permis d'obtenir un échantillon représentatif de la forêt française dans son ensemble. En effet lors de la caractérisation des réponses nous avons pu constater qu'environ 80 % des répondants exerçaient uniquement en forêt publique, et majoritairement dans le Nord-Est de la France (40 % des peuplements localisés dans la GRECO C). Nous avons partiellement pallié ce premier défaut, en analysant les résultats par grands types forestiers. Néanmoins, le manque de représentativité s'exprime également dans le profil des répondants puisque la réponse au questionnaire était libre. Le niveau de satisfaction des gestionnaires peut donc présenter un biais qui peut être tant négatif (s'exprimeraient prioritairement les personnes ayant un avis négatif et reportant des échecs) que positif (situation inverse). L'existence de tels biais est probable mais reste difficile à estimer. Par ailleurs, certains termes n'étaient pas définis dans plusieurs questions (essence dominante et essence d'accompagnement, durée de régénération, etc.). Ces derniers ont pu prêter à confusion et être interprétés différemment selon le répondant. Nous avons donc pris en compte ce point lors de l'analyse et de l'interprétation des résultats.

Une autre limite à cette étude repose sur la variable analysée qui est la satisfaction des répondants. Notre étude était basée sur l'analyse de la perception du succès des régénérations par les gestionnaires. Ce paramètre étant naturellement subjectif, nous pouvons nous interroger sur la différence qu'il peut exister entre le ressenti des gestionnaires et la réalité. L'objectif initial était d'estimer le succès des régénérations naturelles, toutefois il n'existe aucune définition ou indicateur partagé pour caractériser le « succès » d'une régénération. Le succès d'une régénération dépend notamment des objectifs qui ont été assignés à chaque parcelle. Nous aurions ainsi pu utiliser d'autres variables telles que l'estimation de la densité de semis par exemple, néanmoins cette dernière n'aurait pu être analysée sans connaître les objectifs de gestions assignés à chaque parcelle. En l'absence d'indicateurs robustes ou de normes établies indiquant le niveau d'atteinte des objectifs, une estimation de la perception par le gestionnaire, qui connaît les objectifs assignés aux parcelles évaluées, constitue probablement un indicateur de succès ou d'échec plus efficace que des grandeurs absolues caractérisant le développement de la régénération. En raison de ces limites et en l'absence d'un système d'information renseigné à grande échelle sur les surfaces renouvelées, il n'est actuellement pas possible de quantifier de façon précise les difficultés de régénération, que cela soit en termes de surfaces concernées ou bien d'enjeux associés, ni d'estimer quelles régions et quels contextes forestiers sont plus particulièrement touchés. Pour finir, l'absence de perspective historique quant aux succès et échecs de régénération complique l'interprétation des résultats de l'enquête. Les niveaux passés de réussite des régénérations naturelles dans les peuplements constituant les forêts anciennes ne sont pas connus, et l'absence de valeurs historiques de référence auxquelles comparer les observations actuelles nous empêche de conclure fermement quant à la mise en danger de la pérennité du système actuel, les forêts anciennes ayant peut-être elles aussi présenté des taux de succès de régénération faibles. Ces points historiques mériteraient également d'être investigués.

5.3. Perspectives de l'étude

Cette enquête est donc une première étude qui offre une approche nationale du niveau de satisfaction des gestionnaires quant à l'obtention des régénérations naturelles dans les grands contextes sylvicoles français.

A ce titre, elle constitue une première pierre pour apprécier l'existence de difficultés rencontrées dans la conduite des régénérations. Pour attester de ces difficultés, il serait nécessaire de confronter les résultats de cette enquête à des évaluations sur le terrain de l'état des régénérations et de leur potentiel pour atteindre les objectifs de gestion à long terme. Quelques études françaises font état de densité de semis naturels dans les parcelles qui semblent notablement plus faibles que ce qui est attendu par les gestionnaires (Guignabert 2018, Unkule 2022). Elles confortent les résultats de l'enquête mais, peu nombreuses et focalisées sur des contextes sylvicoles particuliers, elles ne permettent pas de dégager une vue générale de l'état des régénérations dans les grands contextes forestiers français. Au-delà de ces études locales, des dispositifs de suivi du renouvellement forestier installés à travers différents contextes forestiers semblent incontournables pour appréhender l'évolution temporelle de l'état des régénérations à l'échelle de grandes régions forestières ou du pays. L'enquête que nous avons réalisée, en pointant une insatisfaction des gestionnaires, met le doigt sur l'absence de système de surveillance du renouvellement des forêts, au-delà du suivi de la ressource en bois assuré par l'IGN. Ce défaut de système de surveillance nous empêche de jauger de la représentativité des réponses obtenues dans l'enquête, d'en envisager une interprétation générique pour les forêts françaises et d'estimer la vulnérabilité du renouvellement dans les différents contextes sylvicoles. La mise en place d'études ponctuelles ou de dispositifs de suivi nécessiterait ainsi le choix de critères qui permettrait au regard des attentes exprimées par les gestionnaires, l'élaboration d'indicateurs et la définition de valeurs de référence qualifiant le succès ou l'échec des régénérations.

Plusieurs facteurs peuvent affecter la régénération et sont fréquemment mentionnés par les gestionnaires (la prédation des graines ou des semis, une faible fructification et/ ou de mauvaise qualité, la concurrence de la végétation, etc.). Grâce à cette enquête nous avons pu mettre en avant le fait que les gestionnaires sont conscients que les échecs des régénérations sont souvent liés à plusieurs facteurs. Néanmoins, il reste difficile d'identifier les facteurs responsables, leur hiérarchie lorsque ces facteurs sont multiples, ou leurs interactions avec les conditions stationnelles et les autres facteurs du milieu (Gaudio et al., 2011 ; Vernay et al., 2019 ; Guignabert et al., 2020). Il serait donc intéressant de comparer également les résultats de cette enquête avec ceux issus de différents dispositifs expérimentaux français travaillant sur la régénération naturelle. Différents dispositifs expérimentaux ont été installés dans le cadre du projet REGEBLOC. Le projet REGEBLOC lancé en 2016 par le pôle RENFOR, a pour objectif d'identifier et de mieux comprendre les étapes et les facteurs de blocage des régénérations naturelles et leurs interactions. Les premiers résultats nous montrent effectivement que les échecs des régénérations sont souvent liés à plusieurs facteurs, et que ces derniers peuvent être en interaction les uns avec les autres. Ceci est un autre point essentiel à approfondir et qui permettra d'identifier plus clairement les facteurs de blocage de la régénération, ainsi que les leviers sur lesquels il est possible d'agir pour lever ces blocages. Ces dispositifs nous permettront d'appréhender les conditions dans lesquelles il semble nécessaire de développer et mettre en œuvre de nouveaux itinéraires, mais aussi de définir des interventions sylvicoles pour actionner ces leviers. Ces itinéraires pourront être intégrés dans des itinéraires techniques complets, afin d'améliorer le succès des régénérations naturelles.

5.4. Conclusion

La régénération naturelle est le mode principal de renouvellement des forêts en France et la majorité des peuplements feuillus de plaine et des peuplements résineux ou mélangés de montagne est actuellement régénérée par voie naturelle. Nous avons vu à travers cette enquête que près d'un tiers des gestionnaires ne sont pas satisfaits de la régénération naturelle obtenue, il est donc nécessaire aujourd'hui de faire évoluer les pratiques et de réfléchir à des solutions alternatives. Dans les contextes où aucun itinéraire de régénération naturelle satisfaisant ne se dégagera, il sera nécessaire de recourir à d'autres méthodes, notamment la plantation en plein ou en enrichissement, de réduire l'ambition des objectifs à atteindre en se contentant par exemple de densité de semis moins importantes, ou alors de modifier les objectifs à atteindre à l'issue de la phase de renouvellement en visant des types de peuplements futurs différents.

6. Remerciements

L'étude a bénéficié du soutien financier du Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation (convention E08/2021)

Les auteurs remercient chaleureusement toutes les personnes qui ont aidé à la construction du questionnaire et à sa transmission auprès des personnes cibles, ainsi que toutes celles qui ont répondu au questionnaire.

7. Données disponibles

Le questionnaire envoyé aux participants, ainsi que les réponses reçues, qui ont été anonymisées, sont disponibles à l'adresse suivante : <https://doi.org/10.57745/R7JEB1>

8. Références bibliographiques

Agro C., Collet C., Pitaud J., Boulanger V., 2022. Questionnaire et données de l'enquête sur l'estimation du niveau de satisfaction des gestionnaires forestiers français, concernant l'obtention des régénérations naturelles en forêts publiques et privées. <https://doi.org/10.57745/R7JEB1>, Recherche Data Gov.

Gaudio N., Balandier P., Dumas Y., Ginisty C., 2011. Régénération naturelle du pin sylvestre sous couvert : contrainte de la végétation monopoliste de sous-bois en milieu acide. *Rendez-vous techniques ONF n° 33-34* :18-24.

Guignabert, A., 2018. Etude des processus de régénération naturelle du pin maritime en contexte de dune forestière gérée. Influence de la sylviculture, du climat et des interactions biotiques. Thèse Univ. Bordeaux, 170 p.

Guignabert A., Gonzalez M., Delerue F., Maugard F., Augusto L., 2020. La régénération du pin maritime dans les forêts dunaires d'Aquitaine : un processus complexe et multifactoriel. *Rendez-vous techniques ONF n° 67-68* : 52-60.

Unkule M., 2022. Régénération des forêts mixtes épicéa - sapin - hêtre sous la pression du climat et des ongulés. Thèse Univ. Grenoble Alpes, 190 p.

Unkule M., Piedallu C., Balandier P., Courbaud B., 2022 Climate and ungulate browsing impact regeneration dynamics in spruce-fir-beech forests in the French Alps. *Annals of Forest Science (2022)* 79:11

Vernay A, Malagoli P, Fernandez M, Améglio T, Balandier P, 2019. Régénération du chêne en compétition avec la molinie : un délicat dosage des ressources en eau et en lumière. *Rendez-vous Techniques ONF n° 61-62* : 3-10.